

Michael Weißbach, Kiel

Bodenschonende Bereifung für große Fahrzeuge bei der Gülleausbringung

Die termingerechte Ausbringung der Gülle ist Voraussetzung, damit die Pflanze die Nährstoffe optimal nutzen kann. Hierzu werden immer leistungsfähigere Fahrzeuge mit großer Arbeitsbreite und höherer Nutzmasse nötig. Die hohen Transportmassen erfordern Fahrwerke mit zwei oder drei Achsen. Der Boden wird während einer Überfahrt 4- bis 5mal überrollt. Um die Auswirkung der Mehrfachüberrollung zu beurteilen, wurden Messungen an 2-Achs- sowie 3-Achs-Güleetankwagen durchgeführt.

Bei der Gülleausbringung werden hohe Massen transportiert. Bis zu einem Fassungsvermögen von 12 m³ werden die Tankwagen sowohl mit Einzel- als auch mit Doppelachse eingesetzt. Fassungsvermögen von 5 bis 20 m³ decken die 2-Achser ab. Die Radlast steigt bis auf 6,5 t an. Über 20 m³ Fassungsvermögen kommen ausschließlich 3-Achs-Tankwagen zum Einsatz.

Die hohen Radlasten der Fahrzeuge müssen bodenschonend abgestützt werden. Dazu sind verschiedene Reifen mit variierender Breite und Durchmesser im Angebot. Welche Reifen letztlich am Fahrzeug eingesetzt werden können, hängt von der Breite sowie dem zur Verfügung stehenden Bauvolumen ab. Generell steigt – modifiziert vom Querschnittsverhältnis und dem Felgendurchmesser – mit der Reifenbreite die Tragfähigkeit. Bei einer Maximalgeschwindigkeit von 30 km/h erhöht sich pro 100 mm Reifenbreite die Tragfähigkeit um 800 kg [1].

Güleetankwagen durchgeführt mit dem jeweils für die Feldfahrt richtigen Luftdruck. Ein hoher Luftdruck wird für die Straßenfahrt benötigt, um die hohe Transportgeschwindigkeit zu realisieren. Daher sind 3-Achs-Tankwagen häufig mit einer Reifendruckregelanlage ausgerüstet. Die Wirkung dieses für den Acker zu hohen Luftdrucks wird in die Untersuchungen mit einbezogen.

Die Fahrwerke für das System Traktor-Tankwagen unterscheiden sich in der Bereifung, der Radlast sowie dem Luftdruck (Tab.1). Die Achslast der Traktorhinterachse für den 2-Achs-Tankwagen ist im Vergleich zur Vorderachse doppelt so hoch. Der Tankwagen stützt einen Teil seiner Last (bis 2 t) auf der Traktorhinterachse ab. Der Traktor des 3-Achs-Tankwagens ist in der Motorleistung und dem Eigengewicht höher. Zusätzlich erhöht das Frontgewicht die Last auf der Vorderachse. Deutlich unterscheiden sich die Radlasten der beiden Tankwagen.

Die großvolumige Bereifung an Traktor und Tankwagen ermöglicht es, die hohen Radlasten auf einer großen Kontaktfläche bei niedrigem Reifeninnendruck abzustützen. Auf dem Feld benötigen die Reifen des

Untersuchungsvarianten

Die Messungen zur Bodenbelastung wurden an einem 2-Achs- sowie an einem 3-Achs-

Tab. 1: Technische Daten der Fahrzeuge

Table 1: Technical data of the vehicles

	Reifen	Radlast [t]	Luftbar [bar]	Kontaktfläche [cm ²]
2-Achs-Tankwagen (18,5m ³)				
Traktor Vorderrad	540/65R28	1,4	1,4	2290
Traktor Vorderrad	650/65R38	3,1	1,4	4859
Gülewagen Rad	750/60-30.5	4,1	1,2	5570
3-Achs-Tankwagen (24m ³)				
Traktor Vorderrad	600/65R28	2,2	1,4	4217
Traktor Vorderrad	710/70R38	4,5	1,4	6596
Gülewagen Rad	24R20.5	5,9	1,2	5650
Gülewagen Rad	24R20.5	5,9	3,0	3380

Dr. agr. Michael Weißbach ist wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel, Olshausenstraße 40, 24098 Kiel; e-mail: mweissbach@ilv.uni-kiel.de

Schlüsselwörter

Gülleausbringung, bodenschonende Bereifung, Bodenausdruck

Keywords

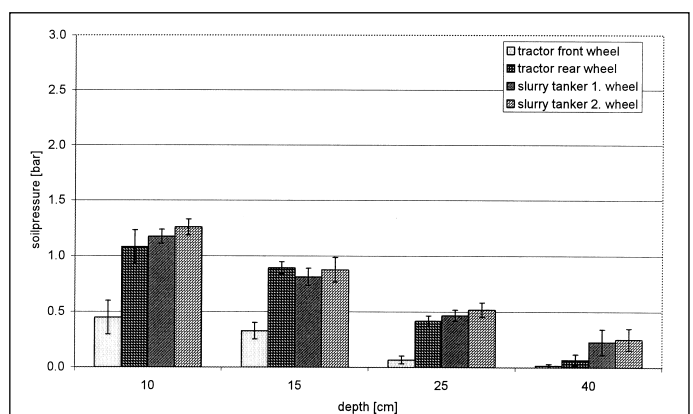
Slurry application, soil saving tyres, soil pressure

Literatur

- [1] Weißbach, M.: Bodenschutz bei landwirtschaftlichen Transporten. KTBL-Workshop „Landwirtschaftliche Transporte“ 21./22.Februar 2001 Berlin, <http://www.ktbl.de/pflanze/tul/bodenschutz/bodenschutz.pdf>
- [2] Holz, W.: mündliche Mitteilung, 2000

Bild 1: Bodendruck unter einem 2-Achs-Güleetankwagen (n=4)

Fig. 1: Soil pressure beneath a 2-axle slurry tanker



3-Achser einen Luftdruck von 1,2 bar, für die hohe Geschwindigkeit auf der Straße 3,0 bar. Die Kontaktfläche des Reifens verringert sich mit dem höheren Luftdruck um rund 40 %.

Für die Messungen wurde eine Fläche genutzt, die im Vorjahr mit Mais bestellt war und im Frühjahr mit Gülle gedüngt wird. Seit der Ernte lag die Fläche in Gare. Bei dem Boden handelt es sich um einen anlehmigen Sand (IS).

Ergebnisse

Bodendruck

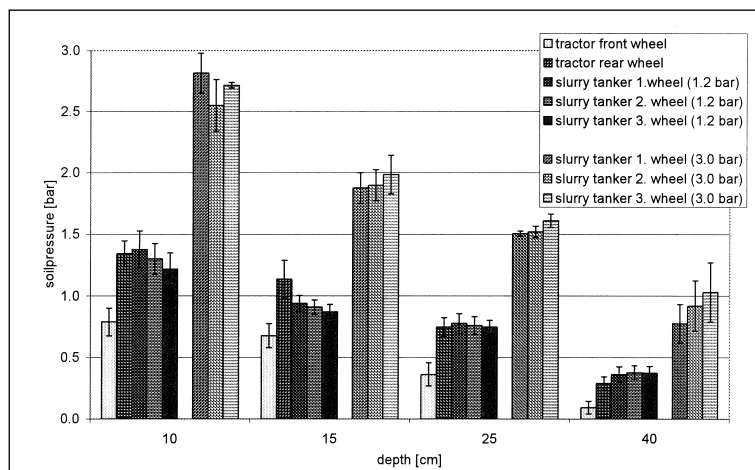
Aufgabe des Fahrwerks ist es, den Boden zu schonen und vor nachhaltiger Verdichtung zu schützen. Der Bodendruck soll die Eigenfestigkeit des Bodens nicht überschreiten und mit steigender Tiefe schnell abgebaut werden.

Unter dem 2-Achser erreichen die Werte des Bodendrucks in 10 cm Tiefe einen Wert von 1,2 bar (Bild 1). Er liegt nahe dem Luftdruck. Unter dem Vorderrad des Traktors ist der gemessene Bodendruck deutlich niedriger als der Luftdruck, denn während der Fahrt wird es entlastet. Unter allen Rädern nimmt der Druck mit der Tiefe schnell ab. So werden im Unterboden (40 cm) nur noch wenige Zehntel bar gemessen. Eine Zunahme des Drucks mit steigender Anzahl an Überrollungen ist nicht zu erkennen.

Der 3-Achser hat die größte Masse auf den Boden abzustützen. Aufgrund der großvolumigen Bereifung und des niedrigen Luftdrucks bleibt der Druck auf annähernd gleichem Niveau wie unter dem 2-Achser. Er liegt auch hier in 10 cm Tiefe auf der Höhe des Luftdrucks. Unter dem Vorderrad des Traktors ist der Bodendruck im Vergleich

Bild 2: Bodendruck unter einem 3-Achs-Gületankwagen mit unterschiedlichem Luftdruck (n=4)

Fig. 2: Soil pressure beneath a 3-axle slurry tanker with different inflation pressure



zur vorangegangenen Variante um 0,6 bar höher, eine Folge der Frontballastierung.

Der hohe Luftdruck des Tankwagens wirkt deutlich. Unter allen drei Rädern steigt der Bodendruck nahezu auf den doppelten Wert. Er liegt nahe beim Luftdruck des Reifens. Daraus resultiert der geringe Druckabfall in der Tiefe. Beachtlich scheint die Wirkung in 40 cm. Mit jeder Überrollung steigt der Druck um 0,25 bar an. Dieser Effekt deutet auf eine Festigkeitszunahme mit jeder zusätzlichen Überrollung des Tankwagens hin.

Reaktion des Bodens

Überschreitet die Belastung die Eigenfestigkeit, reagiert der Boden mit einer Zunahme der Dichte und einer Verringerung des Porenvolumens. Die Werte des Porenvolumens auf dem unbefahrenen Boden waren über den gesamten Untersuchungshorizont mit rund 45 % annähernd gleich. Der Anteil an Grobporen schwankte in den einzelnen Tiefen zwischen 15 und 18 %.

Der 2-Achser hält das Niveau des unbefahrenen Bodens und zwar über die gesamte Tiefe (Tab.2). Unter dem 3-Achser nimmt das Porenvolumen in der Krume leicht ab, unterschreitet aber keinen kritischen Wert. Im Unterboden ändern sich die Werte nicht.

Der hohe Luftdruck führt zu einer deutlichen Reduktion des Porenraumes bis in den Unterboden.

Noch sensibler reagiert das Grobporenvolumen. Der aufgebrachte Druck des 2-Achser verändert den Grobporenanteil nicht, der des 3-Achser geringfügig. Hingegen reduziert die Variante mit hohem Luftdruck die Werte stark, in der Krume um die Hälfte, im Unterboden um 40 %. Das ist die Folge aus der Mehrfachüberrollung mit hohem Druck.

Einsatz einer Reifendruckregelanlage

Eine Reifendruckregelanlage ermöglicht es, den Luftdruck den jeweiligen Einsatzbedingungen anzupassen. Der niedrige Luftdruck für das Fahren auf dem Feld schonet den Boden und mindert zugleich den Zugkraftbedarf. Hoher Luftdruck dagegen führt zu deutlich tieferen Fahrspuren. Damit steigen Rollwiderstand und Zugkraftbedarf an. HOLZ [2] hat hierzu Messungen während der Gülleausbringung im Frühjahr bei hoher Bodenfeuchte durchgeführt. Der 1,7-fach höhere Zugkraftbedarf bei hohem Luftdruck hat letztlich einen höheren Motorleistungsbedarf und einem höheren Kraftstoffverbrauch zur Folge. Bei einer Fahrzeit auf dem Feld von rund 40 % der Gesamtzeit entspricht die Differenz des Kraftstoffverbrauchs 6 l/h. Gerade in Lohnunternehmen mit einer hohen Ausbringleistung scheint das Einsparpotenzial beachtlich. Eine Reifendruckregelanlage ist hier nicht nur sinnvoll, sondern auch lohnend.

Fazit

Die hohen Transportmassen in der Gülleausbringung können über moderne Fahrwerke bodenschonend abgestützt werden. Eine zentrale Rolle nimmt der Luftdruck ein. Hohe Last bei abgesenktem Reifeninnendruck und mehrfacher Überrollung muss nicht zu nachhaltigen Schäden im Boden führen.

Für den kombinierten Einsatz auf dem Feld und der Straße ist eine Reifendruckregelanlage erforderlich.

Tab. 2: Porenvolumen (n = 5)

	10 cm		15 cm		25 cm		40 cm	
	PV [%]	GP [%]	PV [%]	GP [%]	PV [%]	GP [%]	PV [%]	GP [%]
unbefahren	44,3a	15,2a	44,7a	16,6a	45,6a	14,9a	45,4ab	18,2ab
2-Achser	43,6a	14,2a	45,4a	17,8a	43,5ab	12,8a	48,5a	22,1a
3-Achser nLd*	42,4a	13,1a	41,8b	11,4b	42,0ab	12,8a	44,5ab	16,5b
3-Achser hLd**	42,1a	4,5b	40,3b	8,1c	39,9b	7,6b	40,8b	10,3c

*niedriger Luftdruck ** hoher Luftdruck

Table 2: Pore volume

Tab. 3: Zusammenhang zwischen Bereifung, Zugkraft und Kraftstoffverbrauch (Güllefaß 16:t) [2]

Table 3: Relationship between tyres, tractive power and fuel consumption (slurry tanker 16 t)

Bereifung	Reifenbreite [cm]	Luftdruck [bar]	Aufstandsfläche [cm ²]	Spurtiefe [cm]	Zugkraft [daN]
52.0 x 20	50 - 52	4.1	1130	19 - 21	4350
550/60 - 22.5	50 - 52	1,7	2140	6 - 11	2450

Bereifung	Luftdruck [bar]	Zugkraft [daN]	Motorleistungsbedarf [kW bei 8 km/h]	Kraftstoffverbrauch [l/h]
52.0 x 20	4.1	4350	125	43.0
550/60-22.5	1.7	2450	75	25.5