

Thomas Machl, Markus Heckmann und Heinz Bernhardt

## **Untersuchungen zur Zugleistungsübertragung am Standardgroßtraktor unter Feldbedingungen**

In den vergangenen Jahren lässt sich bei Traktoren im mittleren und oberen Leistungssegment ein enormer Anstieg der installierten Motorleistung beobachten. Aufgrund der begrenzten Fähigkeit des Bodens, hohe Radantriebskräfte abzustützen, wird es zunehmend schwieriger, diese hohen Motorleistungen unter Feldbedingungen in Zugleistung umzusetzen. Ballast und ein angepasstes Reifeninnendruckmanagement sind mögliche Ansätze zur Verbesserung der Zugleistungsübertragung. Im Sommer 2009 wurden in Feldversuchen die Effekte beider Maßnahmen näher untersucht.

### **Analyses of tractive performance of high-power tractors under field conditions**

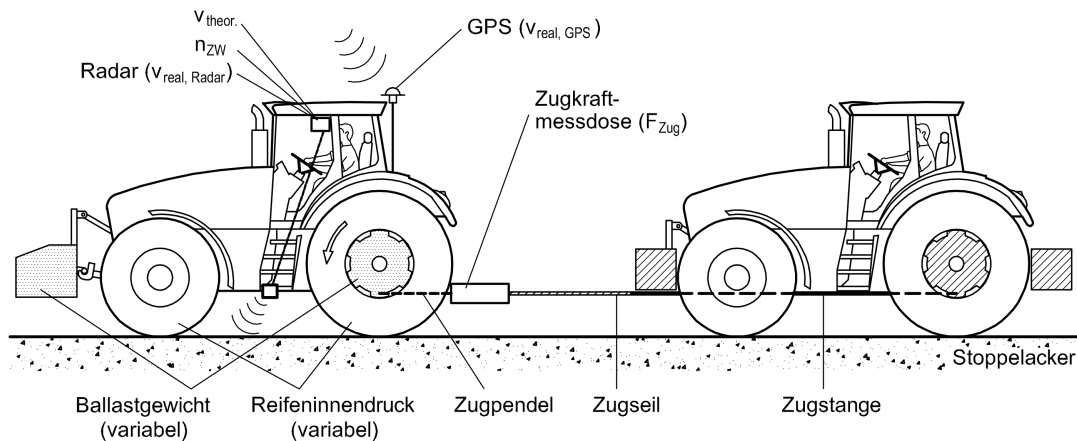
During the last decades installed engine power of middle and high power farm tractors increased. But due to the limited ability of soil to reinforce high traction forces, it becomes more and more difficult to transform this high engine power to tractive performance under field conditions. Ballast and adjusted tire inflation pressure are possible opportunities improving tractive output. In 2009 field tests were conducted to compare the effects of both methods.

#### **Einleitung**

Zur Bereitstellung erforderlicher Schlagkraft gewinnt der Einsatz von Großmaschinen und speziell von Großtraktoren als Schlüsselmaschinen zunehmend an Bedeutung. Die wachsenden Motorleistungen dieser modernen Hochleistungstraktoren lassen sich jedoch unter Feldbedingungen besonders bei geringen Arbeitsgeschwindigkeiten nur begrenzt in Zugleistung umsetzen. In den vergangenen Jahren haben daher komplementäre Optimierungsstrategien zur Verbesserung der Zugleistungsübertragung an Bedeutung gewonnen. Zu nennen sind dabei verschiedene Ballastkonzepte sowie Reifendruckregelanlagen. In der bestehenden Literatur wurden die Effekte von Ballast und Reifeninnendruck bzw. deren Interaktion unter Feldbedingungen bislang nicht unmittelbar miteinander verglichen. Ziel der Bachelorarbeit war es daher, die Effekte beider Maßnahmen auf die Zugleistung sowie die dabei übertragene Zugkraft zu untersuchen.

#### **Material und Methode**

Verschiedene Ballastierungsvarianten wurden in Kombination mit unterschiedlichen Reifeninnendrücker (angepasst und unangepasst) in den Geschwindigkeitsstufen 8 km/h und 15 km/h bezüglich ihrer Effekte auf die Zugleistungsübertragung untersucht. Zur Quantifizierung der übertragenen Zugleistung wurde ein dynamischer Messansatz gewählt: An ein ziehendes Versuchsfahrzeug (Fendt 936) wurde über eine Zugkraftmessdose ein Bremsfahrzeug gekoppelt (Abb. 1). Durch kontinuierliche Verzögerung des Bremsfahrzeugs über Reduzierung der Getriebeübersetzung und Motorstaubremse lassen sich stetig anwachsende Bremskräfte erzeugen und sich daraus durch Kenntnis der Realgeschwindigkeit über Boden aus DGPS-Daten die übertragene Zugleistung ableiten.



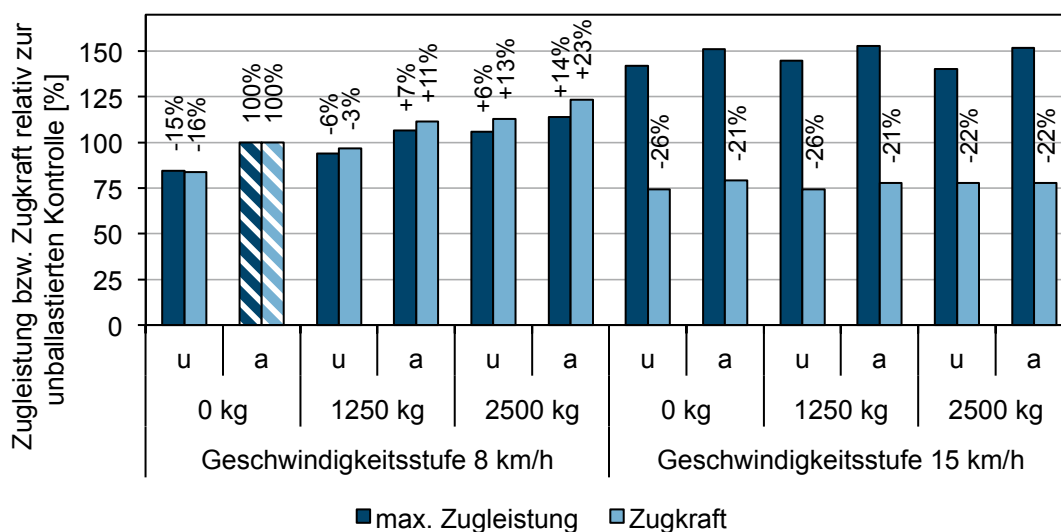
**Abbildung 1:** Übersicht der Versuchsanordnung, verwendeter Datenquellen und erhobener Daten

### Ergebnisse und Diskussion

In den untersuchten Geschwindigkeitsstufen zeigten Ballast und Reifeninnendruck unterschiedliche Effekte auf die Zugleistungsübertragung (Abb. 2):

In der Geschwindigkeitsstufe 8 km/h limitiert primär der Reifen-Bodenkontakt die Entwicklung von Zugleistung. Ballast und Reifendruckanpassung zeigen daher deutlich positive Effekte auf die maximal übertragbare Zugleistung und die dabei anliegenden Zugkräfte. Jedoch resultiert der Anbau von Ballast nur in Kombination mit entsprechender Reifendruckanpassung in einer Steigerung der übertragenen Zugleistungen. So zeigt die Anpassung der Reifeninnendrucke ähnliche Effekte auf das Zugkraft-Zugleistungsverhalten wie sie durch den Anbau von 1000 kg Ballast bei unangepassten Reifeninnendruck zu beobachten sind. Ballast ist in diesem Sinne durch Reifendruckanpassung substituierbar.

Bei vorgegebenen Geschwindigkeiten von 15 km/h limitiert primär die Motorleistung die Entwicklung von Zugleistung. Durch den Anbau von Ballast können daher bezüglich der maximal übertragbaren Zugleistungen und den dabei erzeugten Zugkräften keine erkennbaren positiven Auswirkungen beobachtet werden. Deutliche Effekte auf die maximal umsetzbare Zugleistung zeigt hingegen die Anpassung der Reifeninnendrucke an Feldbedingungen.



**Abbildung 2:** Maximal übertragene Zugleistung und Zugkraft im Bereich maximaler Zugleistung in Abhängigkeit von Ballastierung, Reifeninnendruckkonfiguration und Fahrgeschwindigkeitsstufe (a = RI angepasst, u = RI unangepasst)

## **Fazit**

Das Anbringen von Ballast kann - speziell bei geringen Fahrgeschwindigkeiten – zu einer Optimierung der Zugleistungsumsetzung und der dabei übertragenen Zugkräfte beitragen. Jedoch lässt das Optimierungspotential von Ballastgewichten nur bei gleichzeitiger Anpassung der Reifeninnendrucke an Feldbedingungen nutzen. In allen untersuchten Ballast- und Geschwindigkeitsstufen wirkte sich die Anpassung der Reifeninnendrucke von Straßen- auf Feldbedingungen positiv auf die maximal übertragbare Zugleistung aus. Grundsätzlich sollte daher nicht zuletzt auch aus Bodenschutzgründen eine Anpassung der Reifeninnendrucke dem Anbau von Ballast vorgezogen werden.

## **Dank**

Besten Dank an Roland Schmidt und Anton Ullsperger für die Bereitstellung der Versuchsmaschinen. Ein herzliches Dankeschön auch an Robert Honzek, Benno Pichlmaier und Martin Stoiber für die wertvollen Ratschläge zur Versuchsdurchführung.

Vielen Dank an Peter Seidl für die Bereitstellung der Versuchsfelder sowie an Robert Brandhuber für die Unterstützung bei bodenphysikalischen Fragestellungen!

## **Quellen:**

[1] Machl, T; Heckmann, M; Bernhardt, H (2009): Analyse verfahrenstechnischer Ansätze zur Optimierung der Zugleistungsumsetzung am Standardgroßtraktor unter Feldbedingungen. Bachelorarbeit, Technische Universität München

[2] Machl, T; Heckmann, M; Bernhardt, H; Honzek, R (2010): Untersuchung der Zugleistungsübertragung am Standardgroßtraktor unter Feldbedingungen. Conference Agricultural Engineering 2010, VDI-MEG, 27. – 28.10.2010, Braunschweig, S. 55 - 60