

Fahrdynamik – Fahrsicherheit – Fahrerplatz

Henning Jürgen Meyer, Jan Krüger,
Technische Universität Berlin

Kurzfassung

Systeme zur Beeinflussung von sicherheits- und komfortrelevanten Schwingungen sind weiterhin Gegenstand intensiver Forschung. Je spezieller die Anforderungen an die Fahrzeuge werden, so z.B. der Wunsch nach größeren Transportgeschwindigkeiten, desto komplexere Systeme finden Anwendung. Neben den bekannten Systemen wie Fahrwerks-, Kabinen- und Sitzfederung ist der Trend zu Systemen zu beobachten, die das gesamte Gespann aus Traktor und Anhänger betrachten.

Schlüsselwörter

Fahrsicherheit, Fahrwerk, Sicherheitssystem, Traktor, Fahrersitz, Fahrzeugkabine

Ride Dynamics – Ride Safety – Driver's Place

Henning Jürgen Meyer, Jan Krüger,
Technische Universität Berlin

Abstract

Systems influencing vibrations with regard to safety and comfort issues are still in the focus of current research. Specialized demands like high transportation velocities can only be fulfilled by using more complex systems. Next to the known full-, cabin- and seat suspension a tendency towards systems, that take the entire tractor/trailer combination into account, can be seen.

Keywords

ride safety, suspension, safety system, farm tractor, driver's seat, vehicle cab

Fahrwerk

Der Trend hin zur Vollfederung bei Spezialtraktoren, zeigte sich auf der Agritechnica 2011. JCB stellte hier den JCB Fastrac 8310 [1] vor, der Geschwindigkeiten bis 70 km/h erreicht und führt damit die Reihe der vollgefederten schnellfahrenden Schlepper fort. Die Firma Rigitrac Traktorenbau AG zeigte den vierradgelenkten Traktor Rigitrac EWD 120 [2], mit hydropneumatisch gefederter Einzelradaufhängung, der in Zusammenarbeit mit der TU-Dresden und der EAAT GmbH Chemnitz entwickelte wurde. Der Einsatz von Nabenantrieben in den Rädern führt in der Regel zur Erhöhung der ungefederten Massen und somit zu erhöhten Anforderungen an das Fahrwerk, um für ausreichend Komfort und Sicherheit zu sorgen. Die bereits 2009 auf der Agritechnica vorgestellte Challenger RoGator Feldspritze ist ebenfalls mit einem vollgefederten hydropneumatischen Fahrwerk ausgerüstet [3]. Dieses ist adaptiv geregelt und ermöglicht außerdem eine Niveauregulierung.

Eine Dissertation der TU-Berlin [4] untersucht die Eigenschaften eines semi-aktiv geregelten Vollfahrwerks an einem Systemtraktor. Die Ergebnisse zeigen die deutlichen Vorteile eines solchen Systems gegenüber passiven hydropneumatischen Federungen. Einen anderen Ansatz der Schwingungsbeeinflussung verfolgen Marx. et al. [5]. Oberhalb der Standarddeichselverbindung zwischen Traktor und Anhänger wird ein sog. Topzylinder eingebaut (Bild 1). Dieser kann die Nickschwingung des Traktors beeinflussen indem er diesen am Anhänger abstützt. Erste Simulationsergebnisse, die durch praktische Versuche bestätigt wurden, zeigen bei Straßenfahrt eine zwischen drei- und fünfzehnprozentige Reduktion der Beschleunigungen am Fahrersitz. Weiterer Vorteil ist die Einsparung des Frontgewichts.

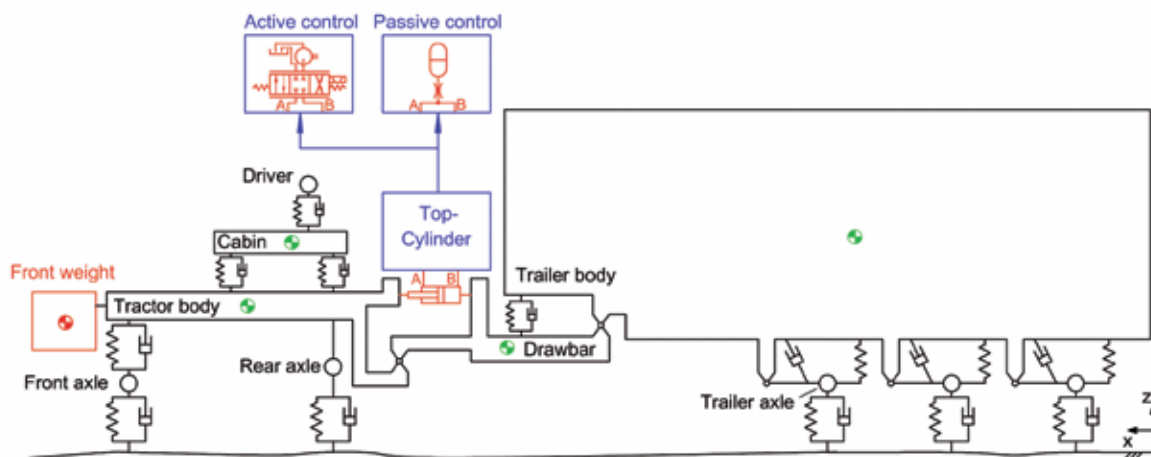


Bild 1: Vereinfachtes, ebenes Schwingungsersatzmodell eines Traktorgespanns mit Starrdeichselverbindung und Topzylinder [5]

Figure 1: Simplified, two-dimensional vibration model of a tractor-trailer combination with fixed drawbar and top cylinder

Ein hydropneumatisches Federungssystem setzt auch das smartCHASSIS ein, welches von Bergmann und der FH Osnabrück entwickelt wurde. Hier wird der Anhänger an Achsen und

Deichsel mit diesem System versehen, um so im Zusammenspiel mit Sensoren für Druck, Neigung, Beschleunigung und Winkel die Fahrwerkseinstellungen ständig den Gegebenheiten anzupassen. Neben einer Wankstabilisierung hat das System laut Bergmann auch einen positiven Einfluss auf die Traktion sowie die Bodenverdichtung [6].

Die Reifen als wichtiges Federelement stehen weiterhin im Fokus der Forschungsarbeit von Schulze Zumkley et al. [7]. Er untersucht die Eigenschaften großer Traktorreifen direkt im Fahrversuch statt wie bisher auf Reifenprüfständen und auch die Weiterentwicklung von theoretischen Reifenmodellen wird weitergetrieben [8], [9].

Sicherheitssysteme

Mit Ausnahme des Antiblockiersystems (ABS), welches einige Hersteller für ihre Traktoren anbieten, sind die aus dem PKW bekannten Sicherheitssysteme wie elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP), Bremsassistent und ähnliche Systeme für Traktoren weiterhin nicht verfügbar. Die passiven Sicherheitssysteme sind auf Überrollschutz und Sicherheitsgurt beschränkt. Airbags werden auch für schnell fahrende Maschinen nicht angeboten [10].

Sicherheitstechnische Neuerungen sind vor allem auf dem Gebiet der Sicherheit von Gespannen zu vermerken. Mit dem von Knorr Bremse vorgestellten System können die Aufschubkräfte an der Deichsel reduziert werden. So wird dazu beigetragen, dass das Gespann sich stabilisiert. Dies ist insbesondere hinsichtlich einer gestiegenen Motorleistung in Kombination mit Getriebevarianten, die ein starkes Abbremsen der Zugmaschine mittels Antriebstrang ermöglichen, interessant. Da bei dieser Geschwindigkeitsverringerung die Bremsen nicht betätigt werden, droht die Gefahr eines Schrägstellens des Anhängers. Das System kann ohne Modifikation des Anhängers am Traktor installiert werden und berechnet mittels der aktuellen Fahrgeschwindigkeit, der Beschleunigung sowie weiteren Parametern von Getriebe- und Motorsteuergerät, mit denen es per CAN-Bus verbunden ist, die Kontaktkräfte an der Schnittstelle zwischen Traktor und Anhänger. So kann der Anhänger in Gefahrensituationen gezielt abgebremst werden [11]. Ähnliche Systeme stellten New Holland [12] sowie die Tietjen GmbH [13] auf der Agritechnica 2011 vor.

Auch das Elektronische BremsSystem (EBS) mit Roll-Stabilitäts-System (RSS) von Krone dient dazu die Sicherheit des Gespanns zu verbessern und ein Kippen des Ladewagens zu verhindern [14]. Dazu werden die Querbeschleunigung sowie die Raddrehzahlen am Anhänger gemessen. Kommt das Gespann bei Kurvenfahrt in eine potenziell kritische Situation, bei der die kurveninneren Räder des Ladewagens abzuheben drohen, wird eine Testbremsung durchgeführt. Daraus kann bei geringem Bodenkontakt und stillstehenden kurveninneren Rädern auf ein bevorstehendes Kippen geschlossen werden. Das Gespann wird dann über den Ladewagen abgebremst und gelangt so wieder in einen sicheren Fahrzustand.

Die Firma KL-Maschinenbau stellte mit der Frontzapfwellenbremse eine dritte unabhängige Bremse vor, die dazu dient, die Fahrzeugbremse zu entlasten und so besonders bei Bergabfahrten dafür zu sorgen, dass diese nicht heiß wird. Die Bremskraft wird dabei über eine Wirbelstrombremse erzeugt und kann in Stufen eingestellt werden [15].

Seitens der EU werden mit der Richtlinie 2010/52/EU zusätzliche Anforderungen an Traktoren definiert, um diese aus dem Geltungsbereich der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG auszunehmen. Änderungen betreffen unter anderem die Themen Schutzvorrichtungen, Geräuschpegel und das Schwingungsverhalten [16].

Gravalos et al. beschreiben in [17] ihre Untersuchungsergebnisse zur Traktorstabilität bei Hangfahrten in Abhängigkeit von der Hinterachsweite auf einen speziellen Versuchsstand. Für die Fahrsituation der Fahrt am Hang wird von Ahmadi ein entsprechendes Modell für das seitliche Überschlagen in [18] entwickelt und erklärt. In diesem Modell wird neben der Fahrgeschwindigkeit auch der Neigungswinkel, der Rad-Boden-Reibungskoeffizient und die Störung der Position durch Hindernisse integriert.

Fahrerplatz

Neuentwicklungen und neue Forschungsergebnisse hinsichtlich eines gesteigerten Wohlbefindens des Fahrers sind weiterhin zu beobachten. John Deere stellte dazu eine verbesserte Kabinenfederung vor. Diese arbeitet semi-aktiv mit Hilfe von hydropneumatischen Elementen und ermöglicht es, durch gesteigerten Fahrkomfort, die nach EU-Richtlinie 2002/44/EC [19] angegebenen Expositionszeiten im Fahrzeug zu verlängern. Im Vergleich zur herkömmlichen Kabinenfederung kann so der Fahrer über 4 Stunden länger mit dem Fahrzeug arbeiten, ohne die Expositionszeiten zu überschreiten [20].

Verbessert hat John Deere außerdem den Fahrersitz. Der Active Seat II kann im Vergleich zu seinem Vorgänger, welcher mit hydraulischer Energie gespeist wurde, die Schwingungseigenschaften nochmals verbessern. Verringerte Ansprechzeiten sorgen laut Hersteller für einen um 10 Prozent verbesserten Komfort, während die benötigte Energie um 90 Prozent verringert werden konnte. Das System kann auch auf anderen Maschinen verbaut werden [21].

Die Fahrzeugkabine ist weiterhin Gegenstand aktueller Forschungen. So bewerten Ferrari et al. [22] mit Hilfe von Fahrversuchen durch Testfahrer die sicherheits- und komfortrelevanten Einflüsse auf den Fahrer an seinem Arbeitsplatz. Dabei werden neben objektiven Merkmalen vor allem die subjektiven Eindrücke der Testfahrer analysiert. Untersuchte Kriterien sind unter anderem die Zugänglichkeit von Kabine und Fahrersitz, die Geräusch- und Vibrationsbelastung, die Übersicht, die gefühlte Sicherheit sowie die Anordnung und Bedienbarkeit der Bedienelemente und Anzeigen. Der Einfluss von Lenkbewegungen auf die Wankbewegungen von gefederten Kabinen wird in [23] untersucht. Zur Reduktion der auf den Fahrer einwirkenden Vibrationen sind insbesondere bei Traktoren in einer Leistungsklasse über 100 kW weitere Maßnahmen im Bereich der Kabinenfederung erforderlich, so die Autoren.

Auf der Agritechnica wurde mit der Visio Plus Kabine von Fendt eine überarbeitete Fahrerkabine für den kompakten Großtraktor Fendt 700 Vario vorgestellt, die die Übersichtlichkeit und das Raumangebot besonders bei Arbeiten mit dem Frontlader

verbessert. Weiterhin wurde besonders auf eine ergonomische Anordnung der Bedienelemente geachtet [24].

Zusammenfassung

Aktuelle Forschungs- und die Entwicklungsarbeiten von Forschungseinrichtungen und Herstellern beschäftigen sich weiterhin mit verschiedensten Ansätzen zur Verbesserung der Sicherheit und des Komforts im Bereich der Traktoren. Insbesondere im Zusammenspiel mit dem Anhänger sind neue Entwicklungen hervorzuheben. Damit reagieren die Verantwortlichen auf Tendenzen wie die erhöhte Fahrtgeschwindigkeit, die für Transportfahrten notwendig ist. Auch die Elektrifizierung in der Landwirtschaft stellt neue Herausforderungen für die Entwicklung von Fahrwerks- und Sicherheitssystemen.

Literatur

- [1] Wilmer, H.; Der schnellste Stufenlose. profi 23 H.10 S.30-33 (2011)
- [2] Böhrnsen, A.: Vier E-Motoren treiben die Räder an. profi 23 H.12 S.158-159 (2011)
- [3] Zatrieb, J.; Käsler, R.; Hiddema, J.: Optimiertes Lenkgefühl - Hydropneumatisches Federungssystem - Fluid Markt 2011 [<http://www.konstruktion.de/branchen/mobile-maschinen/hydropneumatische-federung-bei-landmaschinen/>]
- [4] Hammes, S.; Entwicklung eines semi-aktiven Federungssystems für hydropneumatisch vollgefederte Traktoren. Dissertation Technische Universität Berlin (2011)
- [5] Marx, B.; Johanning, B.; Böttinger, S.: Nickschwingungstilgung durch Topzylinder. Landtechnik 67 H.3 S.191-195 (2012)
- [6] smartChassis - Intelligenz im Fahrwerk setzt neue Maßstäbe. agrarheute.com <http://www.agrarheute.com/bergmann-smartchassis> (24.07.2011)
- [7] Schulze Zumkley H.; Böttinger S.: Identifikation der Seitenkraft-Schräglaufwinkel-Kennlinie aus Fahrversuchen mit einem Ackerschlepper. Landtechnik 65 H.6 S.426-427 (2010)
- [8] Witzel, P., Schulze Zumkley H.; Böttinger, S.: Hindernisüberfahrt mit dem Hohenheimer Reifenmodell. Landtechnik 66 H.1 S. 64-66 (2011)
- [9] Witzel P.; Böttinger S.: Erweiterung des Hohenheimer Reifenmodells zu einem Radialmodell, Landtechnik 66 H.2 S. 144-146 (2011)
- [10] Behl, T. et al.: Personenschadenunfälle mit landwirtschaftlichen Zugmaschinen. Forschungsbericht Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (2011)
- [11] Buchner, H.; Mederer, M.; Wimmer, A.: Improved driving stability of an agricultural tractor-trailer combination. VDI-Tagungsband LAND. TECHNIK AgEng (2011)
- [12] Intelligentes Anhängerbremsystem; Pressemitteilung New Holland Agriculture; http://www.agritechnica.newholland.com/intelligent_trailer_braking_system/news-detail_de_301601.aspx (30.07.2012)
- [13] Dynamic Impulse Brake System, Pressemitteilung Titjen GmbH <http://www.tietjengmbh.de/en/header/news/tietjen-newsletter/en/newsletter-01-2011.html> (18.07.2012)
- [14] Bensing, T.; Feinschliff am Flaggsschiff; profi 23 H.9 S.38-40 (2011)
- [15] KL-Maschinenbau Frontec Zusatzbremse. <http://www.kl-maschinenbau.de/frontec.html> / bzw. profi: <http://www.profi.de/neuheiten/Mit-Bremse-ins-Tal-hinab-874870.html> (26.07.2012)
- [16] Richtlinie 2010/52/EU der Kommission zur Änderung der Richtlinie 76/763/EWG des Rates über die Beifahrersitze von land- oder forstwirtschaftlichen Zugmaschinen auf Rädern und der Richtlinie 2009/144/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über bestimmte Bauteile und Merkmale von land- oder forstwirtschaftlichen Zugmaschinen auf Rädern zwecks Anpassung der technischen Vorschriften dieser

- Richtlinien Amtsblatt der Europäischen Union vom 13.8.2010 L 231/37 - L231/42 (2010)
- [17] Gravalos, I.; Gialamas, T.; Loutridis, S.; Moshou, D.; Kateris, D.; Xyradakis, P.; Tsiropoulos, Z.: An experimental study on the impact of the reartrack width on the stability of agricultural tractors using a test bench. Journal of Terramechanics 48 S. 319 - 323 (2011)
- [18] Ahmadi, I.: Dynamics of lateral overturn on slopes under the influence of position disturbances (model development). Journal of Terramechanics 48 S. 339 - 346 (2011)
- [19] Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 6.7.2002, L 177/13 – L 177/19 (2002)
- [20] von Holst, C.: Improving Operators Vibration Insulation by Intelligent Semi-Active Cab Suspension. VDI-Tagungsband LAND. TECHNIK AgEng (2011)
- [21] John Deere Active Seat II; Pressemitteilung John Deere International GmbH http://www.deere.com/wps/dcom/en_INT/our_company/news_and_media/press_releases/2011/nov/silver_medals.page (30.07.2012)
- [22] Ferrari, E.; Cavallo E.: Experimental assessment of safety and comfort of operator's workplace using subjective and objective measurements on two models of tractor. Proceedings International Conference on Agricultural Engineering AgEng (2010)
- [23] Mattetti, M. et al.: Frequency roll response of farm tractors' cabs. Proceedings International Conference on Agricultural Engineering AgEng (2010)
- [24] Stieglitz, A.; Barzen, A.: Development Process of a New Generation of Tractor Cab. VDI-Tagungsband LAND. TECHNIK AgEng (2011)

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Meyer, Henning Jürgen; Krüger, Jan: Fahrodynamik – Fahrsicherheit – Fahrerplatz. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2012. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012. – S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00043444>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/75.html>