

## **Prüfwesen und Qualitätssicherung**

Hans W. Griepentrog, Institut für Agrartechnik, Fg. Mess- und Prüftechnik, Universität Hohenheim, Stuttgart

Frank Volz, Servicebereich Kommunikation, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Frankfurt

### **Kurzfassung**

Das Prüfwesen in der Landtechnik soll eine hohe Qualität der Maschinen und Geräte sicherstellen. Über die dynamische Entwicklung der Messtechnik erhalten Prüfverfahren neue Impulse oder es werden heute sogar neue Verfahren ermöglicht, die bisher nicht bekannt oder zu aufwendig waren. Im Mittelpunkt steht heute häufig immer noch der Traktor, dessen Verbrauchswerte mittels Prüfverfahren realistisch dargestellt werden. Hohe Investitionen für eine Verbesserung dieser Prüfverfahren werden in Zukunft noch zuverlässigere Informationen sicherstellen. Aus der Forschung kommen neue Verfahren der Sensorik und Datenanalyse, um komplexe Strukturen beschreiben und extrahieren zu können, die beispielsweise eine Vereinfachung der Bewertung der Arbeitsqualität von Bodenbearbeitungsgeräten erlauben.

### **Schlüsselwörter**

Energieverbrauch, Betriebsfestigkeit, Prüfstand, Sensorik, Algorithmen

## **Test Engineering and Quality Assurance**

Hans W. Griepentrog, Institute of Agricultural Engineering, Instrumentation & Test Engineering, University of Hohenheim, Stuttgart

Frank Volz, Communication & PR, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Frankfurt

### **Abstract**

Test engineering in agricultural machinery ensures high quality in all machinery components. Latest instrumentation contributes to improve test procedures or creates new opportunities that were not known or possible. Today the tractor still is in focus, but its fuel consumption is well documented due to realistic test procedures. High investments in those procedures today make sure that in the future this information will be even more reliable. Research institutions investigated sensors and data algorithms to describe and extract complex structures being able to simplify the assessment of the work quality of tillage implements.

### **Keywords**

Energy consumption, Fatigue Life, Test Stand, Sensors, Algorithms

### **Stiftungsprofessur Mess- und Prüftechnik**

Die Max-Eyth-Stiftungsprofessur für Mess- und Prüftechnik wurde 2011 von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG) gemeinsam mit dem Stifterverband für die deutsche Wissenschaft für eine Dauer von 5 Jahren eingerichtet. Mit dieser Stiftungsprofessur soll die agrartechnische Forschung am Standort Deutschland gestärkt werden. Ziel ist es, die anwendungsorientierte Wissenschaft und ihren Transfer in die Praxis zu fördern und so „Impulse für den Fortschritt“ zu setzen. Benannt ist die Stiftungsprofessur nach dem DLG-Gründer Max Eyth (1836–1906).

Zur Profilierung der Agrartechnik kann heute vor allem die Umsetzung grundlagenorientierter Erkenntnisse in anwendungsorientierte Prüfmethode beitragen. Das gelingt allerdings nur mit einem starken wissenschaftlichen Fundament. Dazu zählen seit Beginn an auch die Prüfungen von Landmaschinen mit den entsprechenden Prüfmethode und -einrichtungen. Heute schließt dies die Entwicklung von Sensoren sowie Datenanalysen mittels Simulationen für Testverfahren ein. Die Forschung der Stiftungsprofessur erfolgt darüber hinaus grundlagenorientiert im interdisziplinären Verbund auch mit komplementären Fachgebieten. Es werden dazu wissenschaftliche Projekte durchgeführt, die auch international wahrgenommen werden sollen.

Um einen Wissenstransfer zu gewährleisten, wird das gewonnene Grundlagenwissen in angewandter Form an die Anforderungen der Praxis adaptiert. Durch eine enge Zusammenarbeit mit Industrie und landwirtschaftlicher Praxis wird sichergestellt, dass sich die Grundlagenforschung auf relevante und aktuelle Probleme ausrichtet. Die Initiierung, die Entwicklung und insbesondere die Erprobung neu entwickelter Messverfahren sollen gemeinsam mit dem Stifter und der Industrie erfolgen.

Der Lehrstuhl Mess- und Prüftechnik an der Universität Hohenheim ist generell integriert in Konzepte der Automatisierung, der Robotik und des Precision Farming, um nachhaltige und effiziente Produktionssysteme zu unterstützen. Die Universität Hohenheim kann dank der Stiftungsprofessur die internationale Wettbewerbsfähigkeit in Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Agrartechnik stärken und weiterentwickeln, da der Stifter die Agrartechnik an der Universität durch die Teilfinanzierung der Stiftungsprofessur für Mess- und Prüftechnik an der Fakultät Agrarwissenschaften unterstützt [1; 2].

### **Messtechnik**

Die Messtechnik (Sensorik) ist fundamental für das Prüfwesen und ist in ihrer Entwicklung weiter sehr dynamisch. Interessant dabei ist, dass zunehmend die Analyse von Daten mittels bestimmter Algorithmen im Mittelpunkt steht. Die Datenanalyse ist ein entscheidender Prozess bei dem aus Daten (Zahlenwerte) Informationen generiert werden. Mit Algorithmen werden Daten auch aus multipler Sensorik (Sensorfusion) analysiert und miteinander verknüpft, um beispielsweise komplexe und mehr-parametrische Systeme zu beschreiben. Häufig ist dabei der Algorithmus innovativ und entscheidend, da dieser zum Teil auch aus bestehenden Datenbeständen neue und erstaunliche Informationen extrahieren kann (BigData). Fortschrittliche Messtechnik wird in Zukunft vermehrt mit innovativen Algorithmen gekoppelt wer-

den. Die Relevanz von Datenalgorithmen hat heute eine allgemeine gesellschaftliche Bedeutung und zum Teil kritische Aufmerksamkeit erhalten [3].

## **Prüftechnik**

Im Berichtsjahr 2014 hat das DLG-Testzentrum Technik & Betriebsmittel rund 80 Prüfzeichen für technische Prüfungen vergeben. Die DLG-Maßstäbe und Qualitätsvorgaben orientieren sich dabei immer an den Anforderungen der Praxis und entsprechen darüber hinaus neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Viele Prüfungen sind aber forschungs- und entwicklungsbegleitende Prüfungen mit entsprechendem Prüfbericht an den Hersteller, somit lag die Gesamtzahl technischer Prüfungen um ein vielfaches höher als nach außen durch die Prüfzeichen und veröffentlichten Berichte erkennbar war. Beispielhaft greifen wir hier drei Bereiche mit hohem messtechnischem Aufwand bzw. Bezug zur Forschung im Rahmen der DLG-Stiftungsprofessur auf.

### *Prüfung Betriebsfestigkeit bei Heuwerbemaschinen*

Im Laufe eines Maschinenlebens, das bei Heuwerbemaschinen häufig mit rund 5.000 Hektar Lebensleistung angenommen wird, sollten keine schwerwiegenden, strukturellen Schäden auftreten. Jedoch steigen durch heutige größere Arbeitsbreiten und höhere Fahrgeschwindigkeiten die Schwingungsbelastungen in der Maschinenkonstruktion stark an. Hier kann eine Betriebsfestigkeitsuntersuchung bei der DLG bereits in der Entwicklungsphase die Berechnungen der Konstrukteure unterstützen. Die Maschinen werden üblicherweise so ausgelegt, dass sie mehr als das Doppelte der rechnerischen Lebensdauer umfassen.

Unregelmäßig angeordnete Hindernisse von bis zu 10 cm Höhe bei Geschwindigkeiten von 5 bis 8 km/h auf dem DLG-Rundlauf sind für die zu prüfenden Maschinen eine Herausforderung. Die durch den unebenen Untergrund und die Geschwindigkeit eingebrachten dynamischen Kräfte setzen sich als Schwingungen in der Maschinenkonstruktion fort. Sie führen an bestimmten Verbindungen und Bauteilen zu Materialermüdung und eventuell sogar zu Bruch. Dabei ist es für die Konstrukteure der Hersteller schwer, die genauen Stellen vorab durch Simulation zu ermitteln. Doch genau diese im Laufe eines Maschinenlebens auftretenden Folgen dynamischer Belastungen gilt es in möglichst kurzer Zeit aufzuspüren, um die Konstruktion bis zur Serienreife des Prototyps zu verbessern. Zusätzlich können – oftmals bei der Reparatur aktuell aufgetretener Schäden – z.B. Bauteile anderer Zulieferer oder konstruktive Änderungen direkt im Vergleich getestet werden. [4; 5; 6]

### *Erweiterung des DLG-PowerMix um Transportfahrten*

Aktuell umfasst die DLG-PowerMix-Prüfung vierzehn Belastungszyklen, die den spezifischen Kraftstoffverbrauch von Traktoren unter verschiedenen, in der Landwirtschaft typischen Belastungen abbilden. Durch die Kombination dynamischer Anteile von Zug-, Zapfwellen- und Hydraulikarbeiten werden so auf der Prüfbahn unter standardisierten, reproduzierbaren Bedingungen Feld- und Grünlandarbeiten sowie Transportfahrten simuliert.

Die Verbrauchsmessungen bei schweren und leichten Transportarbeiten am Berg und in der Ebene wurden Anfang 2014 von der Prüfungskommission in den DLG-PowerMix aufgenommen. Die Messungen werden zurzeit noch auf der Straße durchgeführt, da auf der DLG-Prüfbahn Fahrgeschwindigkeiten von 40, 50 oder gar 60 km/h nicht erreichbar sind. Der festgelegte 36 km-Rundkurs umfasst dabei alle Belastungsstufen: Von der Ebene bis zum Steilstück mit 13 % Steigung, von Fahrten mit bauartbedingter Höchstgeschwindigkeit bis zum Einknicken auf durchschnittlich 25 km/h und von der Beschleunigung aus dem Stand bis zu Messungen aus laufender Fahrt. Vergleichsmessungen verschiedener Fahrten unter gleichen Bedingungen wie in Grafik 1 belegen, dass die Messwerte im gleichen Fehlerbereich liegen wie unter den Prüfstandsbedingungen der übrigen zwölf Zyklen auf der Messbahn.

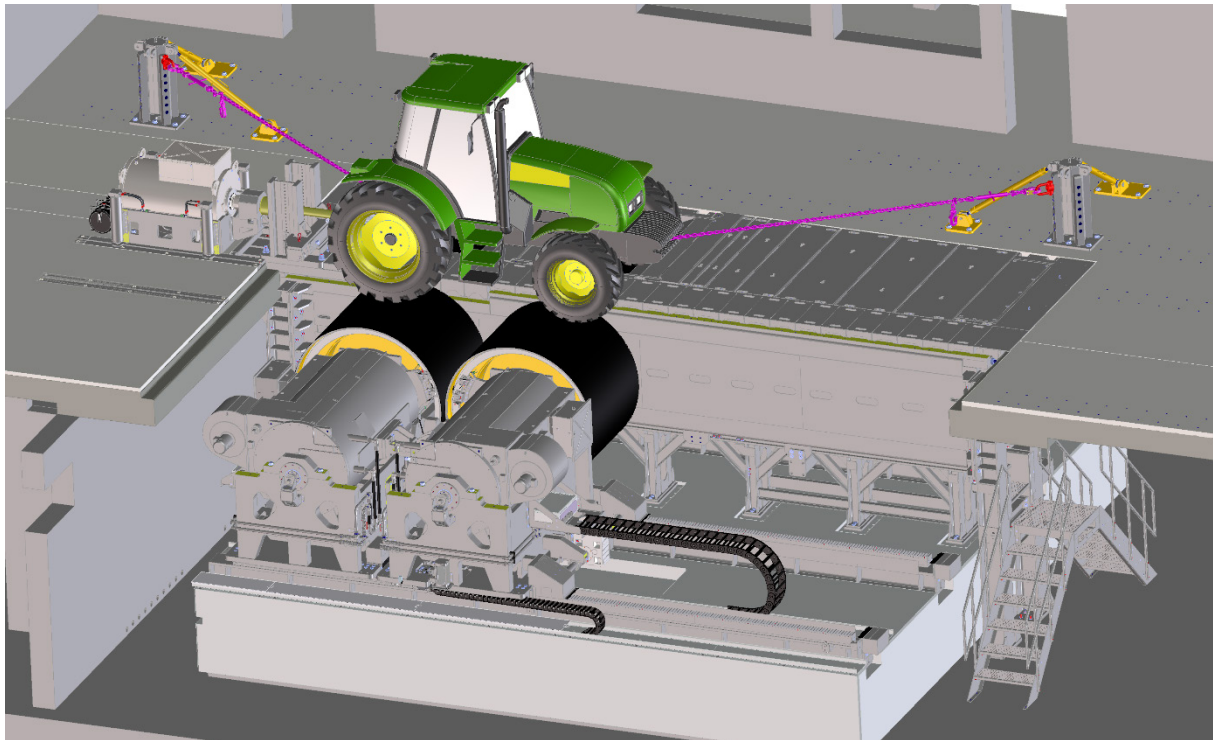
Die Belastung des Traktors erfolgt über einen in Abhängigkeit von der Zapfwellenleistung ballastierten Anhänger. Mit jeder Leistungsstufe von 10 kW werden 700 kg mehr Last aufgebracht, was einem gleichbleibenden Verhältnis von etwa 14,3 kW pro Tonne Last entspricht. Damit kann man die Effizienz über alle Leistungsklassen vergleichen. Eine hochgenaue Kraftstoff- und Geschwindigkeitsmesstechnik versteht sich ebenso von selbst wie Messungen bei 40 km/h und ggf. 50 oder 60 km/h, wenn verfügbar. Die Ergebnisse werden als spezifischer Verbrauch (g/kWh) ermittelt und können dadurch mit den bestehenden Zyklen des DLG-PowerMix verrechnet werden [7].

#### *Neubau eines Rollenprüfstands für Traktorenprüfungen*

In Bezug auf ihre Traktorenprüfungen rüstete sich die DLG 2014 für die Zukunft mit dem Neubau eines Rollenprüfstands. Die Bauarbeiten sind zum Großteil abgeschlossen und es wurde mit der Inbetriebnahme durch den Hersteller des Prüfstands begonnen. Nach seiner Fertigstellung sollen auf dem neuen Rollenprüfstand der spezifische Kraftstoff- und AdBlue-Verbrauch von Traktoren mit bis zu rund 1.000 PS geprüft werden können. Wie bisher mit dem DLG-Messwagen auf der Prüfbahn bzw. unter Belastung auf der Straße werden dabei die Verbräuche eines Traktors unter 14 verschiedenen praxisrelevanten Belastungsszenarien gemessen. In Zukunft bewegt sich der Traktor aber nicht mehr von der Stelle, er steht stattdessen auf vier Stahlrollen mit jeweils 2,0 m Durchmesser, die von Elektromotoren angetrieben und gebremst werden können. Diese sind zwischen 2,05 m und 6,00 m auf den nötigen Achsabstand einstellbar. Insgesamt rund 35 Tonnen bringt jede Einheit aus Rolle, Elektromotor und Motorhalterung auf die Waage – stabil genug, um maximale Achslasten von 30 Tonnen, d.h. insgesamt maximal 60 Tonnen tatsächliches Gewicht des Traktors erreichen zu können. Die maximal übertragbare Zugbelastung pro Rad beträgt dabei 135 kN. Neu ist auch eine Klimaanlage, die durch Austausch von 100.000 m<sup>3</sup> Luft pro Stunde für eine gleichbleibende Raumtemperatur von 25 °C in der Prüfhalle sorgt.

Mit dem neuen Rollenprüfstand werden sich die Prüfmöglichkeiten im DLG-PowerMix weiter verbessern. Zunächst entfällt für die DLG-Prüfingenieure die Abhängigkeit vom Wetter, das bisher durch Regen, Frost aber auch Hitze den Zeitplan der Prüfungen immer wieder durcheinandergeworfen hat. Zum Zweiten ist geplant, auch eine Belastungseinheit für elektrische Antriebe von bis zu rund 200 PS Leistung zu ergänzen. Zum Dritten wird es in der Halle möglich, nicht nur die Leistung und den Verbrauch, sondern auch die Emissionen der Trakto-

ren unter Praxisbedingungen zu messen. Und viertens sollen ab 2017 auch die Transportprüfungen stationär und damit ohne Einfluss von Verkehrsbedingungen möglich sein [8].



**Bild 1:** Schematischer Aufbau des neuen DLG-Rollenprüfstands [9]  
**Figure 1:** Schematic installation of the new DLG-roller test rig [9]

#### *Neues Prüfverfahren für automatische Melksysteme (Melkroboter)*

Mit der Markteinführung der ersten automatischen Melksysteme stellte sich für viele Praktiker die Frage, ob solche hochkomplexen technischen Systeme in der Umgebung eines Stalls, d.h. unter Belastungen durch Staub, Ammoniak und Reinigungs- und Desinfektionsmittel sicher funktionieren. Heute haben sich die Praxisanforderungen verschoben, da die Systeme in der Praxis eine hohe Betriebssicherheit gezeigt haben. Dies machte eine Aktualisierung des DLG-Prüfrahmens für Melkroboter in 2014 notwendig um Hygiene- und Verbrauchsaspekte zu integrieren.

Die Produktion hygienisch einwandfreier Milch beginnt mit der Zitzenreinigung und hängt untrennbar mit der Effizienz der verschiedenen Reinigungsprozesse an den milchableitenden Teilen des AMS zusammen. Keimverschleppungen von Kuh zu Kuh gefährden die Eutergesundheit der gesamten Herde. Deshalb wird für die Beurteilung der Hygieneleistung die Keimbelastung von Zitzenreinigungsbürsten und Melkbechern mit und ohne Melkzeugzwischeninfektion durch Tupferproben bestimmt.

Die Messung der Verbrauchskennwerte erfolgt im Labor getrennt für alle wesentlichen, im Laufe eines Tages ablaufenden Prozesse. Dazu gehören das Melken mit hoher und vergleichsweise geringer Auslastung genauso wie die verschiedenen Reinigungen bis hin zum

Leerlauf. Die Melkungen erfolgen weitgehend realistisch an einer „künstlichen Kuh“, die definierte Milchflusskurven für Leicht- und Schwermelker vorgeben kann. Die Messmimik erfasst dabei die Stromverbräuche für Vakuumpumpe, Kompressor, internen Boiler, die optional zuschaltbare Dampfdesinfektion und das eigentliche AMS, ferner den Druckluft- und Wasserverbrauch sowie die Verbräuche an Reinigungsmitteln und Zitzenspray. Außerdem werden Reinigungsdauer und -temperatur ermittelt und die Konzentration des Reinigers in der Reinigungslösung überprüft [10].

### **Wissenschaftliche Forschung**

Im Berichtsjahr 2014 wurden folgende Forschungsprojekte an der Universität Hohenheim zusammen mit dem DLG-Testzentrum Technik & Betriebsmittel definiert und von wissenschaftlichen Mitarbeitern angegangen bzw. fortgesetzt.

#### *Betriebsfestigkeit von Landmaschinen*

Nach der Erfassung der Belastungen an der Maschine (Schwader) wurden 2014 die Fahrbahn- und Feldoberflächen in ihrer Rauigkeit erfasst [11; 12; 13]. Parallel dazu wurden die Teststrecken zur Betriebsfestigkeit der DLG (Rundlauf) und der Fa. CLAAS in Bad Saulgau vermessen. Dabei wurde Bezug auf eine ISO-Norm genommen [14]. Ziel dabei war es, einerseits die Ursachen für die Maschinenbeanspruchungen unter den realen Bedingungen zu analysieren und andererseits die realen Bedingungen mit den Bedingungen der Teststrecken zu vergleichen [13]. Für die Vermessung der Oberflächen wurde ein spezieller Rahmen mit entsprechender Sensorik entwickelt [13].

#### *Einsatzprofile von Maschinen*

Kenntnisse über Einsatzprofile erlauben die Beschreibung eines Maschineneinsatzes oder Arbeitsprozesses hinsichtlich des Bedarfs an Zeit- und Energieressourcen [15 bis 18]. Der universelle, ganzjährige Einsatz einer landwirtschaftlichen Zugmaschine macht die automatisierte Beschreibung des Maschineneinsatzes in einem Einsatzprofil schwierig, da eine Vielzahl von verschiedenen Anbaugeräten und Arbeitsverfahren unterschiedliche Analysemodelle zur Zeiterfassung erfordern. Gleichzeitig bieten die Kommunikationsschnittstellen moderner Landmaschinen die Chance, nicht nur Zeitanteile, sondern gleichzeitig auch Daten anderer Maschinenparameter mit den ermittelten Zeitanteilen zu verknüpfen [15].

Die so ermittelten Einsatzprofile können im Prüfwesen gezielt genutzt werden, um heutige Maschinenbelastungen zu beschreiben und um beispielsweise Teststrecken für Betriebsfestigkeitsprüfungen zu definieren. Da die landwirtschaftlichen Betriebsstrukturen in Deutschland sehr heterogen sind, können über die Definition von Referenzbetrieben sogar die verschiedenen Bauteillebensdauern für eine Maschine je nach Betriebsstruktur geprüft oder vorhergesagt werden. Eine Veröffentlichung mit den Spezifikationen der regionaltypischen Betriebsstrukturen (Nord, Süd und Ost) ist geplant [19].

### *Erfassung dynamischer Maschinenzustände*

Bei der Prüfung von Maschinensteuerungen mittels hochgenauer Satellitenortungssysteme (RTK-GNSS) werden Messverfahren als Referenz benötigt, die eine höhere Genauigkeit aufweisen. Die aus der Geodäsie stammenden zielverfolgenden Ortungssysteme (Tachymeter) weisen heute die nötige Genauigkeit als auch Geschwindigkeit auf. Gekoppelt mit Neigungs- und Beschleunigungssensorik können dynamische Maschinenzustände erfasst und anschließend analysiert und bewertet werden. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde das grundlegende Messverfahren mit einem Tachymeter zur Prüfung von automatischen Traktorlenksystemen entwickelt [20; 21]. Dies führte zu bisher sieben abgeschlossenen und veröffentlichten DLG Fokusprüfungen von Lenksystemen [22].

### *Weiteres*

Als Anmerkung zur Erweiterung des DLG-PowerMix um Transportfahrten sei erwähnt, dass an der italienischen Universität Bologna ein Testverfahren für den Straßeneinsatz entwickelt wurde, um Zugbelastungen in einem definierbaren Lastprofil durchführen zu können. Das Lastprofil kann dabei auch aus realer Feldarbeit stammen. Hierfür ist das Anhängegerät für hohe Zugkräfte entsprechend ballastiert und mit einer aktiven Fahrzeugbremse ausgestattet [23]. Mit diesem Verfahren können realistische Betriebsfestigkeitsprüfungen an Maschinenkomponenten mit starker dynamischer und horizontaler Belastung durchgeführt werden.

Am österreichischen Josephinum in Wieselburg wurde neueste Sensorik genutzt, um über 3D-Kamerasysteme Bodenprofile zu beschreiben. Die Auswertung der Daten erlaubt ebenfalls eine Quantifizierung der Oberflächenrauigkeit und kann deshalb zur Bewertung der Arbeitsqualität von Bodenbearbeitungsgeräten herangezogen werden [24].

Das Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim hat seit 2014 alle Fachartikel der deutschen Landtechnikzeitschriften 'Grundlagen der Landtechnik' inklusive der 'Konstrukteurhefte' (1951 bis 1990) sowie die 'agrartechnik' inklusive 'Deutsche Agrartechnik' (1951 bis 1990) digitalisiert und als Open Access im Internet veröffentlicht [25]. Der enorme Fundus dokumentierten Wissens zur Methodenentwicklung im Prüfwesen aus der Bundesrepublik (BRD) und der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) ist elektronisch im Volltext suchbar und dadurch einfach zu recherchieren und zu erschließen.

### **Zusammenfassung**

Das Prüfwesen von landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten erhält neue Impulse über die Stiftungsprofessur Mess- und Prüftechnik des Stifters Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. (DLG). Im Berichtsjahr wurden wichtige Prüfverfahren für die Innen- als auch Außenwirtschaft im DLG-Testzentrum neu erarbeitet oder aktualisiert. Moderne Messtechnik als auch neue Prüfverfahren aus der Forschung konnten neue Möglichkeiten eröffnen, um das Prüfwesen zu verbessern und damit die Qualität der Landmaschinen anwendungsspezifisch zu erhöhen.

## Literatur

- [1] Knoke, M.: Hightech auf dem Land. Serie Stiftungsprofessuren, Nr. 6, Wirtschaft & Wissenschaft 3 (2012) S.34-35
- [2] Griepentrog, H. W.: Stiftungsprofessur für praxisnahe Forschung. VDL-Journal 2 (2013) S.13
- [3] Kreye, A.: Neue Weltsprache - Algorithmen bestimmen über unseren Alltag und die Welt in der wir leben. Süddeutsche Zeitung, 18. Juli 2014
- [4] Buhrmester, J.: Herangetastet. Schwader Fokus Test - Bodenangepassung und Futtermittelschmutzung. DLG Test Landwirtschaft, Nr. 1 (März 2014), S.24-25
- [5] Sturmfels, W.: Langlebige Qualität. Schwader Fokus Test - Betriebsfestigkeit. DLG Test Landwirtschaft, Nr. 2 (Mai 2014), S.12-13
- [6] Sturmfels, W.: Maschinen. Leid. Geprüft. Schwader Fokus Test - Betriebsfestigkeit. DLG Test Landwirtschaft, Nr. 4 (November 2014), S.26-27
- [7] Ai, A.: Straße frei für Zyklus 13 - PowerMix-Transporttest. DLG Test Landwirtschaft, Nr. 4 (November 2013), S.14-15
- [8] Volz, F.: One step further - a new test station for tractor tests. Agrifuture No. 3 (October 2014), S.26-27
- [9] DLG e.V.: Schematischer Aufbau des neuen DLG-Rollenprüfstandes. 2014.
- [10] Gäckler, S.: Hygiene und Verbrauch im Blick - Melkroboter Fokus Test - Hygiene, Verbrauchskennwerte. DLG Test Landwirtschaft, Nr. 4 (November 2014), S.16-17
- [11] Paraforos, D.; Griepentrog, H.W.; Sturmfels, W.: New methodology to assess and test the durability of agricultural machinery. In: VDI-MEG AgEng, 8.11.2013, Hannover, VDI-Verlag, S.407-412, VDI-Berichte Nr. 2193
- [12] Paraforos, D.S.; Griepentrog, H.W.; Vougioukas, S.; Kortenbruck, D.: Fatigue life assessment of a four-rotor swather based on rainflow cycle counting. Biosystems Engineering 127(0) (2014), S.1-10
- [13] Paraforos, D.; Griepentrog, H. W.: Surface Profiles Acquisition for Assessing Fatigues Life of Agricultural Machinery in Test Facilities. In: 18th International ISTVS Conference, 22.9.2014, Seoul, Korea
- [14] International Organization for Standardization. ISO 8608: Mechanical vibration – road surface profiles – reporting of measured data. S.30, 1995
- [15] Kortenbruck, D.; Griepentrog, H.W.; Holzhauser, A.: Ermittlung von Einsatzprofilen durch automatisierte Arbeitszeitanalyse an Landmaschinen. In: Agricultural Engineering - Land.Technik 2014 - VDI-MEG - Agrartechnik, 19.11.2014, Berlin, VDI, Düsseldorf, S.227-235
- [16] Häberle, S.; Speer, J.: Einsatzprofile bei Mähdreschern. DLG Test Landwirtschaft, Nr. 2 (Mai 2014), S.8-11
- [17] Brünnhäuser, J.; Knorr, T.; Meyer, H.J.: Herstellerunabhängiges System zur Prozess- und Maschinendatenanalyse, Landtechnik 96(4) (2014), S.196– 00



- [18] Jensen, M.; Bochtis, D.: Automatic Recognition of Operation Modes of Combines and Transport Units based on GNSS Trajectories. In: 4th IFAC Conference on Modelling and Control in Agriculture, Horticulture and Post Harvest Industry, S.213-218, Espoo 2013, Finnland, 2013.
- [19] Schröers, J. O.: Persönliche Mitteilung 19.01.2015, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 2014.
- [20] Groth, S.; Goldmann, J.; Griepentrog, H. W.: Development of a Sensing System to Assess Automatic Steering Systems. In: International Conference of Agricultural Engineering (AgEng), Hanover, 08-09.11.2013, S.419-424, VDI-Berichte Nr. 2193
- [21] ISO 12188-2:2012 - Tractors and machinery for agriculture and forestry -- Test procedures for positioning and guidance systems in agriculture -- Part 2: Testing of satellite-based auto-guidance systems during straight and level travel.
- [22] DLG e.V.: Download von DLG-Prüfberichten. URL <http://www.dlg.org/landtechnik.html>. – Aktualisierungsdatum: 02.02.2015 – Groß-Umstadt
- [23] Mattetti, M.; Molari, G.: Draft simulator to reproduce field work on the road. In: International Conference of Agricultural Engineering (AgEng) 06-10.07.2014, Zurich, 2014
- [24] Riegler, T.; Rechberger, C.; Handler, F.; Prankl, H.: Bildverarbeitungssystem zur Qualitätsbeurteilung von Bodenbearbeitung. Landtechnik 69(3) (2014), S.125-131
- [25] Universität Hohenheim: eJournals – Institut für Agrartechnik – Universität Hohenheim. URL <http://440ejournals.uni-hohenheim.de/>. – Aktualisierungsdatum: 02.02.2015 - Hohenheim

**Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Griepentrog, Hans W.; Volz, Frank: Prüfwesen und Qualitätssicherung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2014. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2015. S. 1-9

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055082>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/220.html>