

Hermann J. Knechtges, Nürtingen

Trends bei Traktoren und Transportfahrzeugen

Nachfolgend werden wichtige Trends der Traktorenentwicklung und des Transportwesens vorgestellt, die die Agritechnica 2005 prägen werden. Die Vorschau kann einen Besuch der Messe nicht ersetzen, sondern dient lediglich der Vorinformation. Es wird auch kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Seit der letzten Agritechnica gab es bei den Herstellern von Traktoren keine neuen spektakulären Übernahmen oder Fusionen. Die Konzerne sind mit der Integration der übernommenen Firmen beschäftigt und versuchen die Produktpaletten an die Bedürfnisse der internationalen Märkte anzupassen. Wesentliche Kosteneinsparungen gibt es nur, wenn entweder Komponenten der Schwestermarken verwendet werden oder die Traktoren verschiedener Marken auf einer gemeinsamen Plattform basieren (etwa bei CNH).

Abgasgrenzwerte bedingen neue Technik

Schon zur letzten Agritechnica haben die Traktorhersteller ihre Motoren und Kühlsysteme überarbeitet, um die Abgasgrenz-

Prof. Dr.-Ing. Hermann J. Knechtges vertritt an der Fachhochschule Nürtingen das Fachgebiet Landtechnik und hat die vorliegende, von der Redaktion gestraffte Übersicht im Auftrag der DLG zusammengestellt.

Schlüsselwörter

Traktorenentwicklung, Transporttechnik, Messe-Neuheiten

Keywords

Tractor development, transport technology, novelties at the fair

werte der Stufe II einzuhalten. Die nächste Stufe (III A) tritt für Traktoren mit mehr als 130 kW bereits am 1. Januar 2006 in Kraft. Ein Jahr später müssen die gleichen Grenzwerte auch in der stückzahlstarken Leistungsklasse von 75 bis 130 kW eingehalten werden. Während bisher teilweise eine elektronisch geregelte Einspritzanlage ausreichte, muss der Motor für die Einhaltung der Stufe III A noch stärker modifiziert werden. Stickoxide lassen sich mit Hilfe der Abgasrückführung wirkungsvoll reduzieren. Dies verlangt mehr Kühlleistung und erhöhten Ladedruck. John Deere verwendet erstmalig bei Traktoren Turbolader mit variabler Turbinengeometrie (Modell 8030). Im Gegensatz zum Turbolader mit Bypass-Ventil erreicht man auch bei hoher Motordrehzahl eine effiziente Aufladung, was sich positiv auf die Verbrauchswerte auswirkt. Dabei verzichtet man bewusst auf extreme Anfahrtdrehmomente (Drehmoment bei 1000 min^{-1}), die in Verbindung mit einem stufenlosen Fahrantrieb ohnehin ihren Stellenwert verlieren.

Sollen die neuen Grenzwerte eingehalten werden und dabei der Kraftstoffverbrauch nicht gleichzeitig ansteigen, dann ist ein ganzes Bündel von technischen Maßnahmen erforderlich, die jedoch nahezu alle Auswirkung auf die Kühlanlage haben. Die Ladeluft muss stark abgekühlt werden, da niedrige Gastemperaturen für weniger Stickoxide sorgen. Dies gilt natürlich auch für die rückgeführten Abgase, die in einem zusätzlichen Wärmetauscher abgekühlt werden. Hochdruckeinspritzanlagen erwärmen den Kraftstoff, so dass zusätzlich Kraftstoffkühler erforderlich werden.

Bild 1: Die Kühlanlagen der Traktoren werden immer aufwändiger, um Leistungsfähigkeit, Bauraum und Abgasreduzierung zu optimieren; hier die Kühlanlage des neuen Agrottron K 100 (Foto Dr. Metzner)

Fig. 1: The cooling facilities become more complex in order to optimise efficiency, design area and waste gas reduction; here the cooling unit of the new Agrottron K 100

Kühlanlagen werden zur Herausforderung für den Ingenieur

Die höhere Kühlleistung kann entweder über eine größere Kühlerfläche, eine höhere Effizienz der Wärmeübertragung an die Luft oder über einen erhöhten Luftdurchsatz realisiert werden. Die Forderung nach größeren Kühlern steht allerdings im Widerspruch zu einigen aktuellen Trends im Traktorenbau. Der Kunde hätte gerne einen kompakten, wendigen und handlichen Traktor mit großen Rädern an der Vorderachse für mehr Zugleistung, Übersichtlichkeit durch Schräghauben sowie erweiterte Anbauräume in der Fronthydraulik. All diese Wünsche schränken den verfügbaren Freiraum sowohl für Kühler als auch Ansaugflächen stark ein. Ganze „Kühlerbatterien“ mit mehreren, teilweise eng nacheinander angeordneten Wärmetauschern entstehen. Jedes Element erwärmt die Kühlluft zusätzlich. Um auch für das letzte Element noch eine ausreichende Temperaturdifferenz zu erzielen, muss der Luftdurchsatz erhöht werden. Manche Traktoren haben daher Lüfterdrehzahlen von bis zu 3500 min^{-1} bei Motornendrehzahl, wodurch nicht nur der Motor zusätzlich belastet wird, sondern auch die Geräusentwicklung des Traktors stark zunimmt. Mit den üblichen Viscolüftern lässt sich der Luftdurchsatz nur bedingt an den Kühlleistungsbedarf des Traktors anpassen. Damit schon bei etwa 90 % der Nenndrehzahl, wo übli-





Bild 2: Die neuen 8030er Traktoren von John Deere verbrauchen bei gesteigerter Leistung 5% weniger Kraftstoff. Sie entsprechen der Abgasstufe IIIa und weisen 40% weniger NO₂-Emissionen auf.

Fig. 2: The new 8030 tractor series of John Deere need 5% less fuel at more power; they have waste gas level IIIa and 40% less NO₂-emissions

cherweise die maximale Motorleistung anfällt, die höchste Kühlleistung erreicht wird, hat der Lüfter bei Motornendrehzahl eine unnötig hohe Drehzahl. Der Antriebsleistungsbedarf des Lüfters hängt in der 3. Potenz von der Drehzahl ab, woraus sich theoretisch ein überflüssiger Anstieg der Lüfterantriebsleistung von 33 % ergibt. John Deere verwendet im Modell 8030 erstmalig ein stufenloses Getriebe für den Antrieb des Lüfters. Dadurch kann der Luftdurchsatz sehr genau an den Bedarf angepasst und Kraftstoff gespart werden. Die reduzierte Geräuschentwicklung schont nicht nur die Umwelt, sondern auch den Fahrer.

Für die Reinigung lassen sich eng aufeinander folgende Kühlerelemente in der Regel nach oben oder zur Seite klappen, starre Elemente verfügen über ausreichend Zwischenraum. Von dem vor sechs Jahren auf der Agritechnica ausgezeichneten Verstelllüfter der Firma Hägele wurden mittlerweile über 10 000 Stück verkauft, was die Nachfrage nach wartungsfreundlichen Kühlungssystemen belegt. Die Kühlluft wird zunehmend nicht nur über senkrechte Ansaugflächen, sondern auch über horizontale Flächen an der Motorhaube angesaugt und vor dem Motor wieder nach außen geführt, so dass die Motorgeräusche nicht so stark nach außen dringen.

Lastschaltgetriebe durchweg automatisiert

Nahezu alle Hersteller bieten ihre Lastschaltgetriebe in einer automatisierten Variante an. Bei Teillastschaltung ist bei ausreichender Geschwindigkeit auch ein Gangwechsel im synchronisierten Gruppengetriebe ohne Kupplungsbetätigung möglich (Semi-Power-Shift, bei New-Holland seit Mitte der 90er Jahre). Renault und MF wechseln die Gruppe bei Bedarf automatisch. Die

Stückzahlen der stufenlosen Getriebe erfüllen außer bei Fendt nicht ganz die Erwartungen der Anbieter. John Deere bietet neben Fendt/MF jetzt ebenfalls ein stufenloses leistungsverzweigtes Getriebe in der obersten Leistungsklasse der Standardtraktoren an. Hier findet die Leistungsverzweigung ähnlich wie bei Fendt in einem Planetensatz statt, vier überlagerte Stufen sorgen jedoch für geringere hydrostatisch übertragene Leistungsanteile auch bei niedriger Fahrgeschwindigkeit. Der stufenlose Fahrtrieb mit der Möglichkeit, bei voller Motordrehzahl feinfühlig in der Grenzlastreglung sehr langsam zu fahren, erschließt den leistungsstarken Maschinen viele Anwendungen, die bisher nur von Sondermaschinen (zum Beispiel Forstfräsen) wahrgenommen werden konnten. Fendt führt im neuen Spitzenmodell der 300er Baureihe (312, 92 kW) eine vereinfachte Variante des Variogetriebes mit nur einem Fahrbereich ein. Dieses dürfte zukünftig in kleineren Modellen eingebaut werden. Die Erhöhung der Motorleistung bei erhöhter Fahrgeschwindigkeit oder Zapfwellenarbeiten (Powerboost) findet jetzt auch bei Modellen mit stufenlosem Fahrtrieb bei MF und New Holland Anwendung.

Standardtraktoren mit 255 kW und 60 km/h

Bis vor kurzem glaubte man, dass das Konzept des Standardtraktors nur für Motorleistungen von bis zu 220 kW geeignet sei. Mehr Motorleistung gehöre nur in Raupentraktoren oder Knicklenker. Die führenden Anbieter in der obersten Leistungsklasse haben erneut die Motorleistung gesteigert. Case IH überschreitet beim Modell MX 305 nominell mit der ISO-Leistung von 227 kW die 300 PS-Grenze, John Deere erreicht nach ECE-R24 234 kW und Fendt stellt mit dem neuen Modell 936 eine Nennleistung von 255 kW dar. Der Kraftstoffverbrauch bildet in der obersten Leistungsklasse mit jährlichen Betriebszeiten von oft 1200 h und mehr ein

entscheidendes Verkaufsargument. Ein 250 kW-Traktor verbraucht bei einer angenommenen mittleren Auslastung von 65 % rund 50 l Diesel in der Stunde. Eine Kraftstoffsparsparung von nur 5 % bedeutet bei 1200 Betriebsstunden eine Senkung des Verbrauchs um 3000 l/Jahr. Dies erklärt, weshalb alle technischen Register gezogen werden müssen, um die Wirkungsgrade des Motors und des Getriebes zu optimieren. John Deere schaffte es mit verschiedenen Maßnahmen an Motor, Getriebe und Hinterachse beim neuen Modell 8030 trotz Erfüllung der Abgasstufe III A den Verbrauch gegenüber dem Vorgängermodell um ~ 5 % zu senken. Fendt sichert für das neue Modell mit Stufe III A die Beibehaltung der sehr guten Verbrauchswerte des bisherigen Spitzenmodells zu. Man darf auf die ersten neutralen Testergebnisse der DLG gespannt sein.

Fendt realisiert erstmalig einen Standardtraktor, der 60 km/h fahren kann. Hierzu wurde die Bremsanlage angepasst (2-Kreis-Bremsanlage mit unabhängiger Bremse an jedem Rad). Abhängig von der Fahrgeschwindigkeit wird der Pendelausgleich der einzelradgefederten Vorderachse gedämpft, was zu einer erhöhten Fahrstabilität führt.

Das größte Modell der Challenger-Baureihe (Raupentraktor MT 875B) wartet mit einer Maximalleistung von 438 kW auf und erschließt diesem Fahrzeug einen Leistungsbereich, der bisher nur wenigen Knicklenkern vorbehalten war. Die Firma Harain stellt ein neues Gleisbandlaufwerk vor, das eine Verkürzung der Aufstandslänge beim Wenden ermöglicht, um so Spurschäden zu minimieren. Tragrollen und vordere Umlenkrollen sind hydraulisch gekoppelt und belasten den Boden gleichmäßig.

Dokumentation ist Bestandteil der Feldarbeit

Die EG-Richtlinien verlangen die Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln bis auf das Feld. Der Landwirt oder Lohnunternehmer



Bild 3: Eine pfiffige Lösung ist das variable Frontgewicht - hier am Ares - , das Claas auch für fremde Traktormodelle zur Verfügung stellt.

Fig. 3: A smart solution is the variable front ballasting here at the ARES - , which Claas provides also for other tractor brands

sollte in der Außenwirtschaft alle pflanzenbaulichen Maßnahmen dokumentieren. Bisher scheiterte die für ein gutes Feldmanagement ohnehin notwendige Aufzeichnung an dem damit verbundenen zusätzlichen Arbeitsaufwand. Mit dem ISO-Bus wurde die Basis für eine herstellerübergreifende Dokumentationssoftware geschaffen. Die Datenerfassung erfolgt weitgehend ohne Zutun des Fahrers automatisch, und auch die Übertragung der Daten wird in bestimmten Intervallen vollautomatisch durchgeführt. Die Daten werden bei Fendt (MoDaSys) entweder mit BlueTooth auf dem mitgeführten PDA abgelegt oder direkt über das GSM-Netz auf den Betriebsrechner übertragen, wo sie für den Landwirt jederzeit ohne zusätzliche Kosten verfügbar sind. Andere Systeme speichern die Daten auf zentralen Servern, auf die der Landwirt via Internet zugreifen kann. Mit der Aufzeichnungspflicht wird ein wesentlicher Baustein des präzisen Landbaus quasi per Gesetz eingeführt und somit der Verbreitung dieser zukunftsträchtigen Systeme Vorschub geleistet.

Hydraulikausstattung nach Kundenwunsch

Wie schon in den Vorjahren konzentrieren sich die Neuerungen in der Traktorhydraulik auf das Gebiet der Elektronik und Sensorik. Die Integration der vielfältigen Hydraulikfunktion in das Traktormanagement wird erst mit elektrohydraulischen Ventilen und Sensoren zur Rückmeldung von Positionen und Drücken möglich. Je nach Einsatzbedingungen sind die Anforderungen an das Hydrauliksystem sehr unterschiedlich. MF bietet bei den Volumenmodellen 6400 drei unterschiedliche Hydraulikanlagen mit 58 l/min, 100 l/min (LS-Ventil) oder 110 l/min (Loadsensing) in der Arbeitshydraulik an. Viele Großtraktoren können mit zusätzlichen Hydraulikpumpen (so NH TG: 2571 /min) oder häufig mit vergrößerten Pumpen (etwa Case IH MX: 201 l/min) bestellt werden, so dass sie auch speziellen Anforderungen gerecht werden. Fendt hält beim neuen 936 an der Philosophie des getrennten Ölhaushaltes für Hydraulik und Getriebe fest und realisiert eine maximal entnehmbare Ölmenge von über 60 l.

Komfortable und ergonomische Kabinen

Nahezu jeder Hersteller bietet für fast jedes bedeutende Modell eine Kabinenfederung, zumindest als Option an. Durch die vordere drehbare Lagerung der Kabine führt die üblicherweise nur hinten weich gefederte Kabine eine einfache Nickbewegung gegenüber dem Fahrzeugrupp aus. Bisher hatte nur Claas/Renault eine mechanische Kabi-

Bild 4: Zu neuen Ufern will JCB mit seinem 185 kW starken Fastrac 8250, der 65 km/h schnell ist und über ein modifiziertes Vario-Getriebe verfügt.

Fig. 4: JCB wants to set milestones with the 185 kW Fastrac 8250 with maximum speed of 65 kph and with a modified Vario-transmission



nenfederung, die auch vorne Federelemente aufweist. Fendt lagert die Kabine an drei Punkten auf pneumatischen Elementen und schafft mit einem Abstand von 1,25 m zwischen vorderem und hinterem Lager kinematisch gute Voraussetzungen für eine wirkungsvolle Schwingungsisolierung. Der Neigung zum ungewollten Nicken der Kabine wird durch eine höhere Anlenkung des vorderen Federelementes entgegengewirkt. Hydropneumatische oder pneumatische Federungen ermöglichen einen Niveaueausgleich und niedrigere Eigenfrequenzen.

Mit dem teuren aktiv gefederten Sitz stehen neue Konstruktionen im Wettbewerb, die abhängig von der Schwingungsanregung entweder aktiv die Dämpfung (Sears) oder die Eigenfrequenz (Grammer) des Fahrersitzes verändern. Hierzu wird keine hydraulische Hilfsenergie benötigt, so dass diese Sitze auch leicht nachgerüstet werden können.

Gefederte Vorderachsen leisten einen entscheidenden Beitrag zur Fahrsicherheit und zum Fahrkomfort. In der obersten Leistungsklasse (John Deere 8030, Fendt 936) lassen sich mit dem in der Mittelklasse verbreiteten Konzept einer starren Achse, die im zentralen Pendelpunkt gefedert wird, kein ausreichender Radeinschlag und kompakter Frontkraftheber darstellen. Deshalb verwenden diese Firmen aufwändige Einzelradfederungen. Die Vorderachskonstruktion von Fendt erlaubt dabei einen Federweg von insgesamt 300 mm und hat von Mitte Achse bis zum Koppelpunkt des Frontkrafthebers einen Abstand von nur 1,32 m.

Leistungsfähige Transporte mit 60 km/h

Der landwirtschaftliche Transport wurde gerade in Mitteleuropa in der Vergangenheit zum größten Teil mit dem Traktor und leistungsfähigen Transportanhängern durchgeführt. Hier ist auch keine Trendwende erkennbar. Extrem leistungsfähige Erntemaschinen benötigen eine ausgefeilte Transportlogistik, deren Organisation aufgrund des Witterungseinflusses sehr kurzfristig erfolgt. Dies schließt die Nutzung nicht landwirtschaftlicher Transportkapazität, etwa von Speditionen, in vielen Fällen aus. Zu-

dem führt der Transport mit dem Traktor in der Regel zu einer deutlichen Erhöhung der jährlichen Traktorauslastung, woraus sich betriebswirtschaftliche Vorteile ergeben. Die große Bedeutung des Traktors gerade bei typisch deutschen Lösungen der Transportaufgaben trug zur Einführung von Standardtraktoren mit 60 km/h bei. Diese litten bisher im Vergleich zum LKW an Untermotorisierung. Mit 255 kW stößt man jetzt in die Leistungsdimensionen von LKW vor.

Ein Starrdeichselanhänger mit Sattelkupplung der Firma SIGA Nova ermöglicht auch dem Traktor Sattelaufzieger zu transportieren. Die Sattelkupplung lässt sich verschieben. Zur Erhöhung der Traktion wird auf dem Feld die Stützlast auf den Traktor erhöht, während die Kupplung für den Straßentransport nach hinten wandert.

Das Angebot an Abschiebewagen nimmt zu. Sie erlauben eine gleichmäßigere Verteilung des Siliergutes auf dem Fahrsilo, verdichten das Gut schon vor und lassen sich im Gegensatz zum Muldenkipper auch ohne Kippgefahr auf dem Fahrsilo entleeren. Eine leichtere Entleerung erwartet die Firma Fliegl aufgrund der konischen Ausformung des Transportgefäßes. Mit patentierten Systemen werden der Schiebepoden und die Schiebeward während der Entleerung angepasst, so dass auch der Transport von Getreide kein Problem darstellt.

Ebenfalls von Fliegl wird eine hydraulische Kopplung der Stützdeichsel mit der ersten Achse vorgestellt. Eine erzwungene Einfederung der ersten Achse belastet über einen Hydraulikzylinder Deichsel und Zugtraktor zusätzlich. Dies erleichtert die Überrollung von Bodenerhebungen. Fährt die erste Achse in einer Pflugfurche, so sinkt der Druck im System und die Deichsel gibt nach, was einer unzulässigen Belastung der Anhängerkupplung entgegenwirkt.

Im Bereich der Fahrwerke sorgen zunehmend aufwändige Systeme mit Einzelradaufhängung für mehr Fahrsicherheit und Bodenschonung. Um die Nutzlast der im Gesamtgewicht gesetzlich begrenzten Anhänger zu steigern, hält der Leichtbau auch bei landwirtschaftlichen Transportanhängern Einzug.