

Hermann J. Knechtges, Nürtingen

# Trends bei Traktoren und Transportfahrzeugen

*Nachfolgend werden wichtige Trends der Traktorenentwicklung und des Transportwesens vorgestellt, die die Agritechnica 2003 prägen werden. Die Vorschau kann einen Besuch der Messe nicht ersetzen, sondern dient lediglich der Vorinformation. Es wird auch kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.*

**A**ufgrund der gesteigerten technischen Anforderungen, der zunehmenden Komplexität der Produkte und auch der stetigen Verschärfung der gesetzlichen Vorgaben hat sich der Entwicklungsaufwand für Traktoren extrem vergrößert. Nur über ausreichend große Stückzahlen kann der Hersteller diese Kosten wieder einspielen. So scheint es sinnvoll, mit einer Entwicklungsplattform durch Ausstattungs- und Modellvariation unterschiedlichen Märkten gerecht zu werden. Ein Beispiel ist die neue TS-A Baureihe von New-Holland, die an zwei Standorten in unterschiedlichen Varianten produziert und separat als Steyr- und Case-Modell vermarktet wird, jedoch auf einer Entwicklungsplattform basiert. Einen ähnlichen Weg geht der Konzern bei den

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

Großtraktoren, wo trotz der Verwendung weitgehend gleicher Funktionsgruppen ein deutlich differenziertes Produkt für die beiden Marken Case und New Holland entstanden ist.

Plattformstrategien lassen sich markenübergreifend in der Regel nur innerhalb eines Konzerns darstellen. Übernahmen und Kooperationen finden auch statt, um Vertriebsstrukturen zu behalten oder in bisher nicht erschlossenen Märkten zu übernehmen, letztendlich mit dem Ziel, die Stückzahl des eigenen Produktes zu erhöhen und entsprechende Kostendegression zu erreichen. Dies könnte auch der Hauptbestimmungsgrund für die kürzliche Übernahme der Renault-Traktoren durch Claas gewesen sein. Gerade erst hat der AGCO-Konzern das finnische Unternehmen Valtra mit den Bereichen Traktoren und Motoren übernommen. Valtra lieferte bisher schon Motoren an MF.

## Mechatronik und vernetzte Systeme auch in der Agrartechnik

Für die Optimierung agrartechnischer Prozesse integriert man Elektronik in die Maschinen, damit diese selber effizienter arbeiten und sowohl Qualität als auch Umfang der geleisteten Arbeit steigen. In der Vergangenheit beschränkte sich die Elektronikanwendung meist auf einzelne Komponenten. Zu nennen sind Kraftheberregelung, Fahrerinformation, Einspritzpumpenregelung oder Getriebesteuerung. Die Vernetzung der Systeme begann mit der logisch basierten automatischen Schaltung bestimmter Kupplungen, dem Vorläufer des heutigen Vorgewendemanagements. Darin sind folgende Komponenten eingebunden:

- Kraftheberregelung mit Schwingungstilgung, vorn und hinten
- Schaltung von Differentialsperren, Allradantrieb, Zapfwellen
- Fahrgetriebe
- Motor
- Hydraulische Steuerventile mit Hydraulikpumpen
- Automatische Lenkung (bei Challenger)
- Kühlsystem (Steyr)

Diese bilden nahezu komplett alle Funktionsbaugruppen ab und es wird nicht lange dauern, bis auch Vorderachs- und Kabinenfederung oder andere Komfortelemente in das Gesamtmanagementsystem eingebunden sind. Über den ISO-Bus lassen sich zukünftig automatische Abläufe am angebauten Gerät mit einbeziehen.

Schon als Insellösung hatte die elektronische Steuerung der Komponenten genügend Anwendernutzen, um den Weg in die Serie zu finden. So lässt sich etwa mit "Shift by wire" für die Lenkung eine Rückfahreinrichtung darstellen, obwohl die Kabine für die klassische Lösung mit konventionellem Lenkrad keinen Freiraum hat (Fendt). Mittlerweile klammert diese Technik auch nicht mehr die Lenkung bei Straßenfahrt aus, wie eine Lösung von Claas am überarbeiteten Systemfahrzeug Xerion zeigt. Die Vernetzung der Systeme bedeutet nur wenig Mehraufwand an Hardware, bietet jedoch entscheidenden Zusatznutzen.

Für Automatikfunktionen im Getriebe, die entscheidend zum Erfolg der stufenlosen Getriebe beigetragen haben, kann der Lastzustand des Motors berücksichtigt werden. Diese Information wurde auch bei Lastschaltgetrieben genutzt. Umgekehrt kann auch das Getriebe bei Bedarf den Motor beeinflussen, um etwa die Motordrehzahl an die Last anzupassen. Neu ist jetzt, dass das Getriebe beim Wechsel der Lastschaltstufe automatisch "Zwischengas" gibt (John-Deere 6020), wie man es noch vom Gangwechsel bei unsynchronisierten Getrieben kennt. Beim Zurückschalten wird die Motordrehzahl kurzzeitig erhöht und beim Hochschalten abgesenkt, so dass der Schaltvorgang unabhängig von der Last immer sehr sanft stattfindet, was sich zusätzlich positiv auf die Lebensdauer der Lastschaltkupplungen auswirkt. Der CAN-Bus hat sich als Datenbus am Traktor etabliert, und auch die neue ISO-Norm wird von nahezu allen Herstellern für die Kommunikation mit dem angebauten Gerät unterstützt.

Zur Agritechnica 2003 werden einfache satelliten-geführte Systeme für eine automatische Lenkung angeboten (John-Deere, Challenger, AG-Chem, AutoFarm, Claas),



Bild 1: Spurgenaues Anschlussfahren dank AutoTrac Lenkautomatik von John Deere

Fig. 1: Exact guiding with AutoTrac automatic steering by John Deere (Foto John Deere)

die den Fahrer zwar nicht ersetzen, ihn jedoch deutlich entlasten. Die weiterentwickelten automatischen Lenksysteme arbeiten mit einer Genauigkeit im cm-Bereich, berücksichtigen die Hangneigung und können mit Hilfe eines eingebauten Kreisels (John-Deere-AutoTrac) Strecken geradlinig überbrücken, auf denen das Satellitensignal verschattet oder gestört ist. Die bessere Ausnutzung der theoretischen Arbeitsbreite bedeutet nicht nur mit dem Traktor, sondern auch bei selbstfahrenden Maschinen eine deutliche Produktivitätssteigerung. Die Kosten des Gesamtsystems liegen im Bereich von 15000 bis 20000 €, wobei etwa die Hälfte der Kosten auf die traktorseitige Hardware entfällt. Die derzeitige hydrostatische Lenkung muss um einen elektrohydraulischen Regelkreis ergänzt werden. Bei Traktoren, die jetzt schon über elektrohydraulische Lenkungen verfügen, (Claas Xerion oder Fendt 700/800 mit Rückfahroption) dürften deshalb niedrigere Mehrpreise für die automatische Lenkung zu erwarten sein.

### Elektronische Einspritzung für Abgaswerte nach EU Stufe 2

Die Entwicklung der Energiepreise in Verbindung mit dem drohenden Wegfall der landwirtschaftlichen Gasölverbilligung hat eine besondere Sensibilität für den Verbrauch der Traktoren geschaffen. Dabei sollte man sich nicht allein auf die Effizienz des Motors beschränken, sondern die Gesamteffizienz des Traktors und des von ihm erledigten Arbeitsprozesses im Auge behalten. Ab dem 1. Juli 2003 produzierte Traktoren in der sehr bedeutenden Leistungsklasse von 75 bis 130 kW müssen die strengen Anforderungen an die Abgase nach der EU-Stufe

II oder Tier II in den USA erfüllen. Für die nächst kleinere Klasse gelten die neuen Werte ab dem 1. Januar 2004. Die Einhaltung der neuen Grenzwerte bedingt elektronisch geregelte Einspritzpumpen und durchweg auch den Einbau eines Ladeluftkühlers. Diese Ausstattung allein reicht jedoch nicht aus. Ein etwas späterer Einspritzzeitpunkt wirkt sich positiv auf die Stickoxidkonzentration aus, bedeutet jedoch auch mehr Kraftstoffverbrauch. Der Wirkungsgrad sinkt und die Kühlleistung muss vergrößert werden. Der Ladeluftkühler muss zusätzlich mit Kühlluft versorgt werden und die Anforderung an die Lüfterleistung steigt erneut. Während früher bei Nenndrehzahl häufig nur etwa 5 % der Motorleistung für den Lüfterantrieb abgezweigt wurden, gibt es heute Traktoren, wo dieser Wert 10 % übersteigt. John Deere regelt die Lüfterdrehzahl (Baureihe 8000) und betreibt die Baureihe 6000 mit zwei Flüssigkeitskreisläufen. Um Antriebsleistung zu sparen, verstellt Steyr (Modell CVX als Option, Zulieferung durch Firma Hägele) den Winkel der Flügel des Ventilators erst bei zunehmender Kühler Temperatur. Nahezu alle Hersteller haben mit Stufe II auch die Kühlanlage grundlegend überarbeitet, und es ist zu befürchten, dass sich bei einigen Herstellern die Verbrauchswerte deutlich verschlechtern haben.

Modernste Motoren mit 4-Ventil-Technik und Common-Rail-Einspritzung (Case-New Holland, John Deere) tragen dazu bei, die Abgaswerte einzuhalten. Im Gegensatz zu Straßenfahrzeugen muss am Traktor das Kühlsystem ohne Fahrtwind bei extremer Schmutzbelastung der Kühlluft dauerhaft funktionieren. Für großflächige Kühler hat der Traktor keinen Platz, sie schränken die Sicht nach vorne zu sehr ein, gestaffelte Kühler bereiten Probleme bei der Reinigung und haben einen hohen Strömungswiderstand. Die Kühlanlage mit Ventilator, Kühlluftführungskanal, Wärmetauschern und Kühlluftansaugblechen hat bei einigen Herstellern ein größeres Bauvolumen als der eigentliche Motor. Hier ist noch Ingenieurleistung gefragt, gerade wenn man die neuen, wahrscheinlich ab 2006 geltenden, noch strengeren Abgasgrenzwerte zu erfüllen hat. Die erstmalig von Valtra 1997 vorgestellte Motorleistungserhöhung bei Zapfwellenarbeiten setzt sich verstärkt durch. Mit der elektronischen Einspritzung kann die Motorkennlinie und damit die Motorleistung je nach Arbeit variabel gestaltet werden (Powerboost). Case-New Holland erhöht die Motorleistung bei Zapfwellenarbeiten oder schneller Transportfahrt im Modell TM 190 um bis zu 35 kW. Hierzu wird sowohl das vom Motor abgegebene als auch das über den Zapfwellenstrang abgeleitete Drehmoment gemessen und in das Motormanage-

ment einbezogen. Die kleineren neuen TSA-Modelle ermöglichen bei Zapfwellenarbeiten bis zu 17 kW Mehrleistung. John Deere führte diese Technik bereits bei der Baureihe 6020 (Modell S) ein und hat jetzt mit dem neuen Modell 7920 in der 150 kW-Klasse einen leistungsfähigen Traktor im Angebot, dessen Motorleistung bei schneller Transportfahrt bis auf 172 kW erhöht wird. Diese Lösungen werden in besonderem Maße dem hohen Anteil der Transportarbeiten mit Traktoren gerecht.

### Stufenlose Getriebe lösen Volllastschaltgetriebe ab

Sobald an einem Traktormodell der stufenlose Fahrtrieb angeboten wird, sinkt die Nachfrage nach der Volllastschaltung am gleichen Modell drastisch. Diskutiert wird dann eher die kostengünstige Teillastschaltung, bei der sich auch wirkungsvolle Automatikfunktionen, wie etwa Drehzahlabsenkung bei Transportfahrt und Anpassung der Lastschaltstufe beim Gangwechsel im Gruppengetriebe, darstellen lassen. Die Motoren haben jetzt mit der EU-Abgasstufe II ohnehin eine elektronische Regelung. Diese lässt sich auch beim Teillastschaltgetriebe in das Getriebemanagement einbeziehen und könnte den bereits bei New-Holland realisierten automatischen Gangwechsel im Gruppengetriebe ohne Lastschaltkupplung zumindest beim Transport noch sicherer und komfortabler machen.

Die Angebotspalette für stufenlose Fahrtriebe wurde seit der letzten Agritechnica deutlich erweitert. MF greift auf die im AGCO-Konzern von Fendt entwickelte Getriebetechnik zurück und stattet damit die Modellreihe 7400 aus. Es wurde ein eigenes Bedienungskonzept entwickelt. Case-Steyr hat die Benutzeroberfläche der CVT/CVX-Modelle überarbeitet und passte diese Modelle an EU Stufe II an, während die Schwestermodelle mit Vierstufenlastschaltung durch die neuen CNH-Plattformmodelle abgelöst

Bild 2: MF 7480 mit Vario-Getriebetechnik

Fig. 2: MF 7480 with Vario-transmission technology



werden. Für die Neuauflage des Claas Xerion baut man das größte Modell der ZF EC-CON-Baureihe ein. Somit reicht derzeit das Angebot an stufenlosen leistungsverzweigten Getrieben bei den verschiedenen Herstellern von 66 kW (Fendt 400) bis 243 kW (Xerion 3300).

## Hydraulik wird mit Elektronik noch leistungsfähiger

Um die Hydraulik in ein leistungsfähiges Vorgewendemanagementsystem einzubinden, müssen die Steuerventile elektrisch zu betätigen sein. Die digitale Ansteuerung über den CAN-Bus setzt sich verstärkt durch und hat folgende Vorteile:

- Verdrahtungsaufwand wird geringer
- Störungen am Ventil können über den Bus rückgemeldet werden
- Gegenüber der mechanischen Variante lassen sich Durchflussmenge und Öffnungszeiten programmieren und räumlich unabhängig einstellen. Die gerätespezifische Einstellung der Steuerventile kann abgespeichert und bei erneutem Anbau wieder übernommen werden (Fendt).

Mit Proportionalventilen wird die Arbeit mit dem Frontlader feinfühler und effizienter. Wenn der Schnellaushubschalter der EHR zwischen den beiden Endlagen über einen proportionalen Zwischenbereich verfügt, lässt sich der Kraftheber ebenfalls sehr feinfühlig bedienen (John-Deere 7020). Im Dreipunktbau strebt man zusätzliche Freiheitsgrade an, um so den Geräteanbau einfacher und sicherer zu gestalten. Hydraulisch verstellbare Hubstreben tragen ebenso dazu bei, wie die vom Fahrersitz aus mit Fremdkraft (etwa Druckluft) zu öffnende Fangtaschenverriegelung (Walterscheid). Der hydraulische Oberlenker lässt sich beim Geräteaushub gleichzeitig ansteuern, wodurch ein sauberer Parallelaushub oder auch Steilaushub des Pfluges möglich wird.

Sowohl über die Programmierung der Steuerventile als auch mit Hilfe zusätzlicher Sensorik (Positionsgeber) werden verstärkt sich wiederholende Abläufe beim Frontladen teilautomatisiert. Dies sind zum Beispiel die Schaufelrückführung in die Ausgangsposition, gesteuerte hydraulische Parallelführung des Werkzeuges, Ausschüttelautomatik und das automatische Ankippen der Schaufel nach der Schüttgutaufnahme. Die eingeschränkten Sichtverhältnisse auf das Werkzeug des abgesenkten Traktorfrontladers stärken die Nachfrage nach einer automatischen Schaufelrückführung.

Per Daumendruck schaltet die Lenkung bei New Holland vom Normalbetrieb in einen Schnelleinschlagmodus um. Dabei ändert sich die Einschlaggeschwindigkeit proportional zum Lenkradeinschlag (max. 8°).

Am Vorgewende und bei Frontladerarbeiten wird der Fahrer deutlich entlastet. In der letzten Dekade wurde der Hydraulikdruck am Traktor von ~ 175 bar auf bis zu 210 bar angehoben. Teleskoplader und andere Laderarbeiten sogar mit bis zu 250 bar.

## Der Markt verlangt Komfort und der Gesetzgeber schreibt ihn vor

Neben der Zuverlässigkeit ordnet der Kunde die Betriebsmittelkosten und den Komfort ganz oben auf der Anforderungsliste ein. Komfort wird als entscheidendes Element zur Leistungssteigerung des Fahrers und zum Schutz der Gesundheit angesehen. Mit Vorderachs-, Kabinen- und Sitzfederung hat man bereits einen hohen Standard der Schwingungsisolation erreicht, trotzdem gibt es weitere Entwicklungen. MF führt eine vom Fahrersitz schaltbare zweistufige Kabinenfederung ein, Grammer optimiert den gesamten Sitz auch bezüglich der Bedienung und der Sitzflächenklimatisierung. Challenger konzentriert alle sonst auf dem rechten Kotflügel angeordneten Bedien- und Anzeigeneinheiten in ein Armlehnterminal, das komplett mit dem Sitz auf- und abschwimmt und auch verdreht werden kann. Der schon auf der letzten Agritechnica ausgezeichnete aktiv gefederte Sitz wird bei mehreren Traktormarken eingebaut.

Die großen Traktormodelle verursachen naturgemäß höhere Vorbeifahrgeräusche, zu denen der Kühlluftventilator erheblich beiträgt. Auch diesbezüglich wird die Kühlanlage zukünftig einen Entwicklungsschwerpunkt bilden. Die EU verlangt, dass zum Schutz der Gesundheit von Arbeitnehmern die maximalen physikalischen Einwirkungen auf den Menschen bestimmte Grenzen nicht überschreiten dürfen. So schreibt die Vibration Directive vor, dass ab 2007 verkaufte Maschinen den Tagesgrenzwert (8h) von 1,15 m/s<sup>2</sup> nicht überschreiten dürfen. Der Arbeitgeber ist verpflichtet nachzuweisen, dass diese Werte nicht überschritten werden. Vor diesem Hintergrund wird der Kunde verstärkt Fahrkomfort einfordern.

## Leistungsfähiger Transport mit großen Einheiten

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 von Spe-

ditionen meist aus. Zudem führt der Transport mit dem Traktor in der Regel zu einer deutlichen Erhöhung seiner jährlichen Auslastung, woraus sich betriebswirtschaftliche Vorteile ergeben. Für den Gülletransport werden verstärkt große Tankwagen mit 25 m<sup>3</sup> Volumen verwendet. Weitere Nutzlaststeigerungen sind nur noch durch Leichtbau möglich, wie es etwa die Fa. Kotte mit einem Alufass darstellt. In dieser Größenklasse können dadurch rund 2 t Leergewicht eingespart und die Nutzlast um ~8% erhöht werden. Die Untenanhängung stellt bei diesen Fahrzeugen ein wesentliches Sicherheitselement dar. Auf der Straße ermöglicht der 80mm-Kugelkopf 3 t Stützlast, im Feld darf diese sogar 4 t betragen, was zu einer entsprechenden Erhöhung der Zugkraft des Traktors beiträgt. Die tiefe, achsnahe Anhängung kann vom Traktorfahrer beim Ankuppeln nicht eingesehen werden, weshalb sich der Ankuppelvorgang oft sehr mühselig gestaltet. Besserung verspricht die Fa. Scharmüller mit einem vergrößerten Fangbereich und einer automatischen Verriegelung. Für zwangsgelenkte Mehrfachachsaggregate muss zusätzlich ein Geberzylinder am Traktor montiert werden, was die Anhängung zusätzlich erschwert. Die Fa. ADR stellt eine Lösung vor, wo die Zylinderkuppelung vereinfacht und die Betriebssicherheit dieser Anlage erhöht werden. John Deere integriert die 80 mm-Kugelkuppelung in den vorhandenen Kupplungsantriebsbock.

Große Muldenkipper verfügen über eine eigene Bordhydraulik, weil die Entnahme entsprechender Ölmengen aus dem Vorrat des Traktors nicht möglich ist. Mit einem zusätzlichen Ausgleichszylinder löst die Fa. Krampe dieses Problem sehr effizient. Während des Ankippens wird hieraus Öl in die Traktorhydraulik eingespeist und beim Absenken wird der Zwischenbehälter am Anhänger wieder aufgefüllt.



Bild 3: Alter Bekannter im neuen Kleid - der Claas Ares

Fig. 3: The well known Ares in the colours of Claas