

Karl Theodor Renius, München

Traktoren 2006

Über die Hälfte des Umsatzes deutscher Agrartechnikfirmen betrifft Traktoren, von denen man in Deutschland 2005 insgesamt 54 590 im Wert von 2,35 Mrd. € produzierte und 44 601 (82%) davon exportierte. Auch bei den großen, weltweit tätigen Landtechnikfirmen [1] ist der Traktor nach wie vor die wichtigste Agrarmaschine. Der Beitrag beleuchtet die globale Marktvielfalt, die Strukturierung durch Baureihen, die Rolle von Technologiestufen und die derzeitigen Entwicklungstendenzen mit zwei bemerkenswerten Produktbeispielen.

Während der Fordson-Traktor der 20er Jahre mit einem einzigen Grundmodell den Weltmarkt beherrschte, ist die Bandbreite der Marktforderungen und damit die Vielfalt der Modelle heute weltweit überaus groß und wächst eher noch weiter.

Baukastenprinzip und Technologiestufen

Ein klassisches Prinzip der strategischen Kosteneinsparung besteht in der Bildung von Traktorfamilien [2, 3], heute bei Standardtraktoren für westliche Märkte mindestens vier (Tab. 1). Man differenziert nach der Zylinderzahl der Motoren (Baulänge). Vereinzelt wird Familie 2 auch durch 6-Zylinder-Motoren aus Familie 3 erweitert. Bei den Familien 1 bis 3 ist ein Hubvolumen von etwa 0,9 bis 1,1 l je Zylinder üblich, bei Familie 4 deutlich mehr.

Für weltweite Aktivitäten ist eine weitere Segmentierung nach Spezifikationen und Märkten notwendig, die nach [3] von fünf Technologiestufen ausgeht (Tab. 2). Die niedrigste Stufe I ist gekennzeichnet durch

kleine Motorleistungen, nur Hinterradantrieb, wenig Komfort, keine Kabine und sehr einfache Komponenten – typisch für eine erste Traktorgeneration in einem Entwicklungsland. Stufe 2 bietet bereits mehr, ist derzeit typisch für Traktoren in Indien. Die Stufen III, IV und V mit erneut mehr Technik betreffen die Märkte der hoch entwickelten Industriestaaten. Nicht in Tabelle 2 angesprochen, aber auch ähnlich abgestuft, sind die Anforderungen durch technische Regelwerke, die in den letzten Jahren vor allem in der EG und in den USA sehr stark in den Vordergrund getreten sind. So repräsentiert die Stufe V nicht nur das international höchste technologische Niveau, sondern auch das höchste Vorschriftenniveau bezüglich Straßenverkehr, Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz.

Alle Firmen versuchen, möglichst mehrere Technologiestufen durch einen Baukasten abzudecken, um mit begrenztem Bauteilvolumen möglichst viele Modelle und Varianten kostengünstig darzustellen [3]. Dies erfordert eine sehr gute Produktplanung.

Technische Tendenzen

Hier sollen in Ergänzung zu Tabelle 2 einige typische Tendenzen für Traktoren der Technologiestufen 4 und 5 aus europäischer Sicht aufgezeigt werden:

Fahrzeug, Fahrwerk, Bremsen, Lenkung Allradantrieb, Frontachsfederung, überproportional angewachsene Reifenabmessun-

Tab. 1: Familienprinzip bei Standardtraktoren (Modell)

Familie	1	2	3	4
Nom. Leistung kW ECE R24	30 - 55	60 - 90	90 - 130	135 - 240
Nenn Drehz., min ⁻¹		2100 ... 2200 ... 2300		
Dieselmotor	3 Zylinder	4 Zylinder	6 Zylinder	6 Zyl. groß
Zahl Traktorfunkt.	mittel	sehr groß		groß
Komfortniveau	mittel	hoch		sehr hoch

Table 1: Family pattern for standard tractors (model)

Tab. 2: Basismerkmale von Standardtraktoren nach Technologiestufen [3]

Table 2: Basic specifications of standard tractors by technology levels [3]

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Karl Theodor Renius war bis zum 30. 9. 2003 Inhaber des Lehrstuhls für Landmaschinen der TU München. Er leitet seither im Ruhestand das Fachgebiet Mobile Arbeitsmaschinen am Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik der TU München, Boltzmannstr. 15, 85748 Garching; e-mail: renius@ftm.mw.tum.de

Schlüsselwörter

Traktoren, Entwicklungstendenzen, Produktplanung, Baukastenprinzip, Technologiestufen, Motoren, Emissionen, Getriebe

Keywords

Tractors, development trends, product planning, modular systems, technology levels, engines, emissions, transmissions

Technologiestufe / tech. level	Leistung Power	Fahrwerk Chassis	Dieselmotor Diesel engine	Schaltgetriebe Gear box	Zapfwelle PTO	Hydraulik Hydraulics	Kabine Cab	Elektronik Electronics
	klein / low mittel / medium groß / high	kein Allradantr. / only 2WD Allradantr. opt. / 4WD opt. Allradantr. std. / 4WD std.	1 Zyl. / 1 cyl. 2 Zyl. / 2 cyl. 3 Zyl. / 3 cyl. 4 Zyl. / 4 cyl. 6 Zyl. / 6 cyl.	sehr einfach / very simple einfach / simple Teillastschaltg. / partial p.s. Vollastschaltung / full p.s. stufenlos / infinite	540/min 540 + 1000/min 3, 4 Drehz. / 3, 4 speeds Heck-Kraftheber / rear hitch	Remote Control Heck- u. Front-Kraftheber rear and front 3-point hitch Load Sensing	keine Kabine / no cab Einfachk. / simple cab Komfortk. / comfort cab	nicht vorhanden / no etwas vorh. / little bedeutend / important
I	X	X	X X X	X	X	X	X	X
II	X X	X	X X X X	X	X	X X	X (X)	X (X)
III	X (X)	(X) X	X X X	X	(X) X	X X X	X (X)	X (X)
IV	X X	X	(X) X X	X X	X	X X X X	X	X
V	X X	X	X X	X	X	X X X X	X	X



Bild 1: Gewinner der Goldmedaillen der Agritechnica 2005: Fendt 936 Vario (243 Nenn-kW ECE, 2006) und John Deere Reihe 8030 (158 bis 236 Nenn-kW ECE R24, 2006)

Fig. 1: Winner of the Agritechnica 2005 Gold Medals: Fendt Vario 936 (243 kW nominal ECE R24, 2006) and John Deere series 8030 (158 to 236 kW nominal ECE R24, 2006)

gen (Modellgesetz) und „explodierende“ Kühlungs-systeme für Motor, Ladeluft, Abgasrückführung, Kraftstoff, Getriebeöl, Hydrauliköl und Klimaanlage verändern derzeit die Gesamtkonzepte [4].

Nasse Vollscheibenbremsen gibt es zunehmend an allen Rädern, Hilfskraftlenkungen bekommen integrierte elektrohydraulische Ansteuerungen für automatisches Fahren.

Dieselmotoren

Die neue Richtlinie 2005/13/EG (identisch mit 2004/26/EG für mobile Arbeitsmaschinen) fordert eine stufenweise, drastische Absenkung der Dieselmotoremissionen (derzeit aktuell ist EG-Stufe IIIA). Ähnliche Forderungen bestehen in den USA (Tier 3). Für die bereits elektronisch gesteuerten 4-Ventil-Dieselmotoren werden daher derzeit weitere Maßnahmen eingeführt, um die Emissionen zu senken und trotzdem ihre Sparsamkeit möglichst zu erhalten. Die Nenndrehzahlen betragen oft nur noch 2100 oder 2200/min. Die Leistungen steigen jedoch weiter, manche Motoren geben sogar automatisch Extraleistung („Boost“-Leistung) für Zapfwellenarbeiten und/oder schnelle Transporte frei.

Getriebe

Weitere stufenlose Automatikgetriebe mit Leistungsverzweigung wurden von John Deere, Claas (ZF) und Fendt eingeführt (max. 40, 50 oder bei Fendt 60 km/h). Auch die Stufengetriebe werden immer umfassender automatisiert.

Fahrerplatz und Automatisierung

Die leisen Sicherheitskabinen (70 bis 75 dBA/OECD) sind zunehmend weich gefedert mit ersten aktiv gefederten Sitzen. Alle Verbindungen zum Rumpf gestaltet man körperschallarm („drive by wire“). Ein Terminal für das System Traktor-Gerät(e) mit Kommunikation nach ISO 11783 dient der Prozessunterstützung mit vielfältigen programmierbaren Automatisierungen wie zum

Beispiel Traktor-Gerät-Optimierung, Vorgehendemanagement, Antriebsstrangmanagement oder Autonavigation (GPS). Ergebniskartierungen erleichtern dem Landwirt die Folgeplanung.

Hydraulik und Geräteanbau

Die immer besseren Load-Sensing-Hydrauliken mit Verstellpumpen erhalten zunehmend elektronische Ventilansteuerungen (Remote, Frontlader) und Power-beyond-Anschlüsse (ISO 17567, 2005) für Geräte mit eigenen LS-Steuerungen.

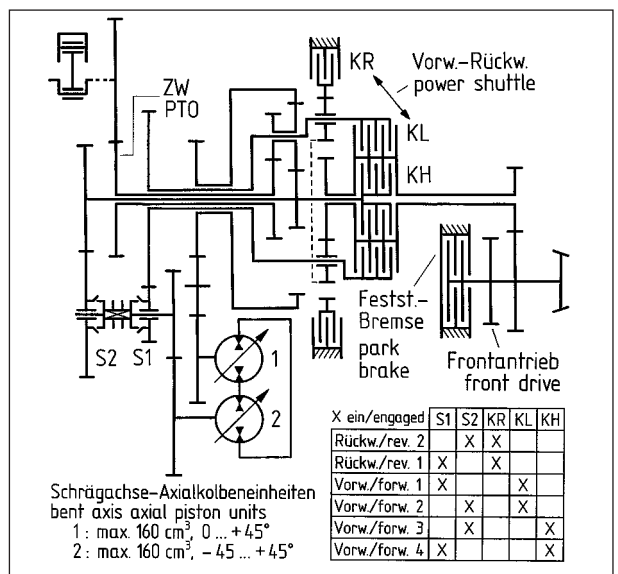
Modernste Technik an zwei Beispielen

Bild 1 zeigt zwei Traktoren, die auf der Agritechnica 2005 Goldmedaillen gewannen und modernste Traktorentechnik darstellen.

Die neue Baureihe John Deere 8030 (Produktion ab Anfang 2006) mit Frontachs-Einzelradfederung hat neue, eigene 9,0-l-Motoren mit neuem Kühlkonzept sowie ein neues, eigenes hydrostatisch-leistungsverzweigtes Fahrgetriebe „AutoPowr“ (40 oder 50 km/h) alternativ zu automatischen 16/5-Lastschaltgetriebe. Trotz Erfüllung von EG IIIA/Tier3 sind die Motoren nach Werksangabe sparsamer als ihre Vorgänger. Dazu trägt nicht nur die 4-Ventiltechnik, die elektronische CommonRail-Einspritzung und die gekühlte

Bild 2: Stufenloses leistungsverzweigtes Automatikgetriebe John Deere „AutoPowr“ der neuen Baureihe 8030 (Bild 1)

Fig. 2: Infinitely variable automatic power split transmission John Deere „AutoPowr“ for the new 8030 tractors (Fig. 1)



externe Abgasrückführung (AGR) bei, sondern auch die auf 2100/min gesenkte Nenndrehzahl sowie die bei Traktoren erstmalig verwendeten Turbolader mit variabler Turbinengeometrie (VTG) und die stufenlosen Kühlgebläse.

Das Getriebe (Bild 2) arbeitet mit vier automatisch synchronisiert geschalteten Fahrbereichen (Eigenentwicklung, Axialkolben-einheiten von Sauer-Danfoss) und einem Reversierer ähnlich dem des 7020 AutoPowr.

Fendt plant für Herbst 2006 die Einführung des auf der Agritechnica 2005 gezeigten „936 Vario“, des weltweit ersten, für eine Serienproduktion entwickelten Standardtraktors mit 60 km/h Höchstgeschwindigkeit. Die Frontachs-Einzelradfederung ist mit einer geschwindigkeitsabhängigen Wankstabilisierung ausgestattet. Der neue Deutz-Motor (Euro IIIA/Tier 3) arbeitet mit elektronischer CommonRail-Einspritzung, 4-Ventil-Technik und externer gekühlter AGR und erreicht nach Werksangabe auch sehr günstige spezifische Verbräuche.

Die zukünftig vor allem in der EG und den USA geforderte weitere Emissionsminderung wird nochmals einschneidende technische Maßnahmen erfordern.

Literatur

- [1] Kutschenreiter, W.: The Big 8. Eilbote 54 (2006), H. 19, S. 12-14
- [2] Welschhof, G.: Entwicklungslinien im Schlepperbau. Kriterien für die heutige und zukünftige Entwicklung. Grundlagen der Landtechnik 24 (1974), H. 1, S. 6-13
- [3] Renius, K.Th.: Global tractor development: Product families and technology levels. 30. Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering"; Opatija, Kroatien, 12-15. 3. 2002. Proceedings, pp. 87-95
- [4] Knechtges, J.: Trends bei Traktoren und Transportfahrzeugen. Landtechnik 60 (2005), H. 6, S. 324-326