

berücksichtigt, die bei jeweiliger Motorhöchstleistung gemessen wurden. Der Vergleich der absoluten Zugleistungsbestwerte zeigte geringfügig bessere Werte des Favorit 822: 79,9 % ohne Ballast, 79,6 % mit Ballast zu den entsprechenden Werten des Favorit Vario 926 von 76,7 % und 78,3 %. Um die Vergleichbarkeit aller gemessenen Getriebegänge und Fahrgeschwindigkeiten zu verbessern, wurde für die folgende Betrachtung aus allen Zugleistungsmessungen der jeweilige Reifenschlupf herausgerechnet. Damit erhält man die „Achsleistungswirkungsgrade“, was allerdings begrifflich auch nicht ganz exakt ist, denn in der Achsantriebsleistung ist immer noch der Rollwiderstand der vier Traktorräder enthalten.

In Bild 1 sind alle derartig errechneten Wirkungsgrade für die Leistungsübertragung vom Motor bis zu den Antriebsachsen eingezeichnet,

- beim Favorit 822 für alle gemessenen Gänge, mit und ohne Ballast,
- beim Favorit Vario 926 für alle gewählten Geschwindigkeiten, für die beiden mechanisch wählbaren Fahrstufen I und II, ebenfalls mit und ohne Ballast.

Die Kurven, die die jeweiligen Ergebnisse einer Meßreihe verbinden, lassen ganz klare und eindeutige Beurteilungen zu:

- Die beiden Kurvenzüge des 822 sind etwas unregelmäßig und eckig, wie bei Messungen mit Stufengetrieben üblich. Ihre einzelnen Spitzenwerte liegen etwa (bis zu 2 %) über denen des Vario.
- Die vier Kurven des Vario zeigen sehr gleichmäßige, harmonische Verläufe, die Linien fallen teilweise sogar zusammen (Stufe I (mit und ohne Ballast)).
- Der Wirkungsgrad des Vario in Stufe II verschlechtert sich bei abnehmenden Fahrgeschwindigkeiten unterhalb von etwa 8 km/h.
- Alle Werte für 822 und Vario liegen, mit Ausnahme des oben genannten Stufe II-Bereichs, in einem ganz schmalen Band von maximal etwa $\pm 1,5$ % Abweichung vom Mittelwert.

Die Ursache für die mit geringerer Fahrgeschwindigkeit schlechter werdenden Wirkungsgrade in Stufe II ist technisch-physikalisch begründet. Der Hydrostat erreicht hier seinen maximalen Arbeitsdruck und damit die in Stufe II maximal mögliche Zugkraft. Bei noch langsamerer Fahrt mit dieser maximal möglichen Zugkraft würde das nur zu unnötiger Ölerwärmung und, wäre keine Überwachungselektronik vorhanden, im Dauerbetrieb zu Ölüberhitzung führen. Das ist natürlich der Grund für die Fendt-Anweisung, schwere Zugarbeiten im Geschwindigkeitsbereich unter etwa 15 km/h nur in Stufe I durchzuführen.

Die Stufe I eignet sich für alle Arbeiten außer den schnellen Straßentransporten mit Geschwindigkeiten von mehr als 35 km/h. Die maximale Zugkraft in Stufe II beträgt, nach den Messungen der DLG-Prüfstelle, sowohl beim Anfahren als auch bei Geschwindigkeiten bis zu etwa 6,5 km/h rund 7000 daN. Theoretisch müßte sie dann beim gleichen maximalen Arbeitsdruck des Hydrostaten in Stufe I doppelt so hoch sein, also rund 14000 daN. Das konnte allerdings nicht gemessen werden, weil trotz Ballast und der extrem hohen Reibbeiwerte der DLG-Meßstrecke in Groß-Umstadt die Reifen schon lange vorher durchdrehten.

Gesamturteil

Der Zugleistungswirkungsgrad des stufenlosen Vario-Traktors ist fast gleich gut

Markus Demmel und Hermann Auernhammer, Freising

Spezialisten oder Alleskönner?

Anforderungen an Traktorkonzepte für Pflege- und Verteilarbeiten

Ausgehend von veränderten Rahmenbedingungen für den Einsatz von Traktoren wurden Anforderungen an Traktorkonzepte für Pflege- und Verteilarbeiten abgeleitet. Aus den Daten einer Einsatzumfrage wurden die spezielle Traktorverwendung und die Geräteparameter ermittelt. Sie dienten der Aufstellung einer Anforderungsliste. Darauf aufbauend wurden in einer Modellbetrachtung alternative Traktormodelle definiert und hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen nutzwertanalytisch beurteilt. Es zeigte sich, daß Trägerfahrzeuge gegenüber Standard- und Systemtraktoren deutliche Vorteile aufweisen. Modellkalkulationen zum Einsatz spezialisierter Traktorkonzepte für Pflege- und Verteilarbeiten schlossen die Arbeit ab.

Prof. Dr. Hermann Auernhammer ist Extraordinarius für Technik in Pflanzenbau und Landschaftspflege am Institut für Landtechnik, Vöttinger Str. 36, 85354 Freising. Dr. agr. Markus Demmel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in dieser Abteilung. Der Beitrag ist eine Zusammenfassung der Dissertation „Analytische und modellhafte Ableitung der Anforderungen an Schlepperkonzepte für Pflege- und Verteilarbeiten“.

wie der Wirkungsgrad des Vierfach-Lastschaltgetriebes im Favorit 800.

Ein Vario-Vorteil ist die viel einfachere und komfortablere Geschwindigkeitswahl und die Möglichkeiten, durch Nutzung der eingebauten elektronischen Regelfunktionen immer mit optimaler Fahrgeschwindigkeit oder optimaler Motorbeziehungswise Zapfwelldrehzahl zu fahren.

Schlüsselwörter

OECD-Test, Getriebevergleich, Wirkungsgrad, stufenloses Getriebe, Lastschaltgetriebe

Keywords

OECD test, comparing transmissions, efficiency, CVT, power shift transmission protection

An der Landtechnik Weihenstephan wie an anderen landtechnischen Instituten lebte Ende der achtziger, Anfang der neunziger Jahre die Diskussion über Traktorkonzepte neu auf. Die Frage konzentrierte sich besonders darauf, ob spezielle Traktorkonzepte in Zukunft die universellen Standardtraktoren verdrängen oder ablösen können. Einsatzvorteile durch die spezifische Konzeption stehen einer kostengünstigen Fertigung aufgrund großer Stückzahlen gegenüber.

In den letzten Jahrzehnten konnte eine zunehmende Verbreitung selbstfahrender Arbeitsmaschinen beobachtet werden. Neben den Erntearbeiten bei Getreide erfaßt diese Entwicklung mittlerweile auch die Silomais- und Zuckerrübenerten. Auch bei Lade- und Transportarbeiten kann sie beobachtet werden. Zugleich veränderten sich die eingesetzten Standardtraktoren. Die Motorleistung wurde kontinuierlich angehoben und die Zugkraftübertragung verbessert.

Ausgehend von diesen Entwicklungen stellt sich die Frage, wie in Zukunft die Pflege- und Verteilarbeiten durchgeführt werden sollen. Die hier vorzustellende Untersuchung hatte deshalb zwei Ziele. Es sollte festgestellt werden,

1. welche Anforderungen Pflege- und Verteilarbeiten an Traktoren stellen und
2. wie Traktorkonzepte, die für Pflege- und Verteilarbeiten optimiert sind, gestaltet sein sollten.

Wie wurde vorgegangen?

Auf die Anforderungsliste eines Traktorkonzeptes wirken sehr vielfältige Einflußfaktoren (Bild 1).

Analysen der offiziellen Statistiken zur Entwicklung der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland bildeten die Grundlage, um die Einflüsse der sich schnell verändernden Agrarstruktur, mit den sich wandelnden Formen der Maschinenverwendung, zu ermitteln. Besonders bemerkenswert ist hierbei das schnelle Anwachsen der Betriebe und deren starke Spezialisierung.

Tab. 1: Anforderungen an die Funktionen eines Traktorkonzeptes für Pflege- und Verteilarbeiten

Table 1: Functional requirements of a tractor concept for husbandry and distribution tasks

Funktionen	Anforderungen
Ziehen	Fahren im Feld, schwerer Zug nicht notwendig
Schieben	leichte Schubarbeiten
Tragen	Tragen ist eine Hauptaufgabe
Antreiben	gering bis mittl. Leistungsbedarf
Heben / Laden	Ladearbeiten nicht notwendig
Informieren / Überwachen / Steuern / Regeln	Mensch-Maschine Schnittstelle, Traktor-Geräte Schnittstellen

Ebenso wurden die von Boden und Pflanze ausgehenden Anforderungen festgestellt. Wissenschaftliche Veröffentlichungen dienten zur Ermittlung zukünftiger Einsatzbereiche und zukünftiger Verfahrens- und Gerätetechnik.

Die aktuellen Einsatzbereiche, die aktuelle Verfahrens- und Gerätetechnik sowie die davon ausgehenden Anforderungen wurden aus zwei Befragungen abgeleitet.

Aufbauend auf die Anforderungsliste

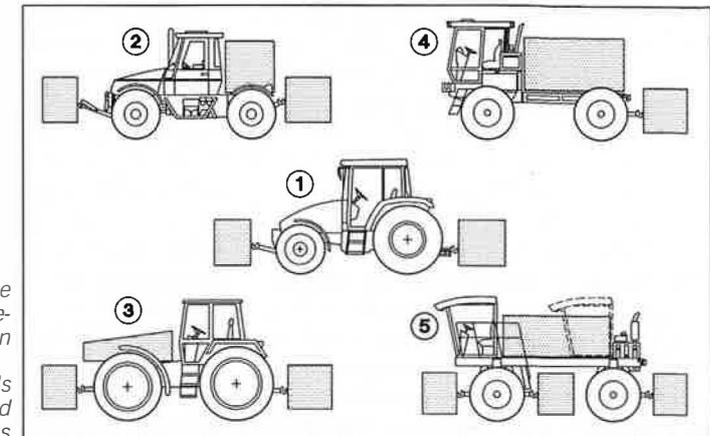
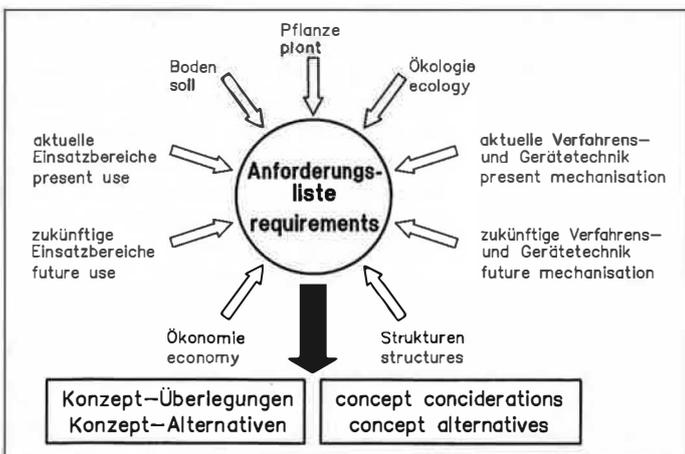


Bild 2: Traktormodelle für Verteil- und Pflegearbeiten

Fig. 2: Tractor models for distribution and husbandry tasks

wurden fünf alternative Traktormodelle definiert und nutzwertanalytisch beurteilt. Mit der Nutzwertanalyse gelingt es, Effekte unterschiedlicher Dimensionierung sowie ausschließlich qualitativ erfaßbare Urteile zu bewerten. Neben dem Ansatz, immer Alternativlösungen zu vergleichen, ist die Gewichtung der Bewertungsziele ein grundlegendes Element. Sie ermöglicht am Ende eine zusammenfassende Wertung.

Mit Modellanalysen für unterschiedliche Betriebstypen, -größen und Einsatzmöglichkeiten wurden die Untersuchungen abgeschlossen.

Anforderungen von Verteil- und Pflegearbeiten

Pflege- und Verteilarbeiten umfassen die Arbeiten Drill- und Einzelkornsaat, Kartoffellegen, Minereraldüngerabgabe, Gülleabgabe in wachsende Bestände, Pflanzenschutzmittelapplikation und die mechanische Unkrautregulierung.

Die Analyse der Geräteverwendung bei Verteil- und Pflegearbeiten zeigt, daß überwiegend sehr leistungsfähige Geräte mit großen Arbeitsbreiten und hohen Arbeitsgeschwindigkeiten eingesetzt werden. Die Geräte verfügen über große Behälterfassungsvermögen und besitzen damit hohe Gesamtmassen.

Aus diesem Grund werden Verteilgerä-

te im Dreipunktbau mit leistungsstarken Traktoren eingesetzt, obwohl sie nur einen geringen Leistungsbedarf aufweisen. Regressionsrechnungen zur Bestimmung des Einflusses unterschiedlicher Parameter auf die Traktorleistung bestätigen dies.

Bezogen auf die Hauptfunktionen eines Traktors lassen sich aus den Bedingungen des Einsatzes mit den unterschiedlichen Geräten bestimmte Anforderungen ableiten (Tab. 1).

Bewertung alternativer Traktormodelle

Entsprechend den Anforderungen an Funktionen und Komponenten eines Traktorkonzeptes für Verteil- und Pflegearbeiten wurden fünf alternative Traktormodelle definiert (Bild 2).

Konzept 1 baut auf einem Allrad-Standardtraktor auf und ist mit einem stufenlosen Fahrtrieb ausgerüstet. Das zweite Konzept bildet ein Systemtraktor in Rahmenbauweise mit Heckaufbau, stufenlosem Fahrtrieb und zusätzlich stufenlos drehzahlverstellbarer Zapfwelle. Konzept 3 entspricht einem Allrad-Geräteträger in Hochradausführung mit Frontaufbau und identischer Antriebs-technik wie Konzept 2. Die Konzepte 4 und 5 stellen Trägerfahrzeuge dar, die in Anlehnung an selbstfahrende Spritzen aufgebaut sind. Beide verfügen über Aufbauräume für Vorratsbehälter und stufenlose hydrostatische Fahrtriebe. Während das Trägerfahrzeug 4 nur mit einer Heckdreipunkthydraulik ausgerüstet ist, besitzt das Trägerfahrzeug 5 auch Front- und Zwischenachsnaumbauräume, eine schwenk- und verschiebbare Kabine und hydraulisch verstellbare Spurweiten. Die Motorleistung beträgt bei allen fünf Fahrzeugkonzepten etwa 90 kW.

In der nutzwertanalytischen Beurteilung wurden die alternativen Modelle entsprechend der Anforderungslisten bewertet. Die Gewichtung der Bewertungsfaktoren für Funktionen und Komponenten erfolgte entsprechend ihrer Bedeutung für Pflege- und Verteilarbeiten (Tab. 2).

Bild 1: Einflussfaktoren, die bei zukünftigen Traktorkonzepten berücksichtigt werden müssen

Fig. 1: Factors to be regarded for future tractor concepts

Tab. 2: Nutzwertanalytische Beurteilung der Erfüllung der Anforderungen an die Funktionen eines Traktorkonzeptes für Pflege- und Verteilarbeiten

Table 2: Benefit analysis assessment for meeting the functional requirements of a tractor concept for husbandry and distribution tasks

Funktionen	Gewichtung	Bewertung der Modelle*				
		Standard-traktor	Geräte-träger	Trac-traktor	Träger-Fahrzeug I	Träger-Fahrzeug II
Ziehen	10 %	5	5	5	3	3
Schieben	5 %	4	4	4	1	3
Tragen	50 %	2	3	3	5	5
Antreiben	15 %	3	4	4	3	3
Heben / Laden	0 %	4	4	4	1	1
Informieren / Überwachen	10 %	3	4	3	2	4
Steuern / Regeln	10 %	1	3	3	4	4
Gesamtwertung	100 %	2,6	3,5	3,4	3,9	4,2

* 5 = sehr gut, 4 = gut, 3 = ausreichend, 2 = mangelhaft, 1 = nicht erfüllt

Die Gesamtwertung zeigt, daß die Trägerfahrzeuge die funktionellen Anforderungen der Pflege- und Verteilarbeiten besser erfüllen als die anderen Traktormodelle. Das gleiche gilt auch hinsichtlich der Komponenten.

Einsatzumfang für Trägerfahrzeuge

Abschließend erfolgte für das Trägerfahrzeug 5 eine modellhafte Kalkulation der notwendigen Einsatzflächen in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad. Dazu wurden 500, 750 und 1000 h jährliche Einsatzzeit unterstellt und die Kenngrößen Arbeitsbreite und -geschwindigkeit aus der Erhebung zugrunde gelegt. Zusätzlich wurden die verfahrenstechnischen Parameter Klima und Boden einbezogen.

Die jährlichen Einsatzflächen schwanken je nach Aufgabenkombination und angenommener Auslastung zwischen 300 und 2500 ha Ackerfläche.

Schlußfolgerungen

Die detaillierte Analyse des Traktor- und

Geräteeinsatzes bei Pflege- und Verteilarbeiten hat gezeigt, daß die verwendeten Geräte sehr leistungsfähig und spezialisiert sind und hohe Anforderungen an die Traktoren stellen.

Die nutzwertanalytische Beurteilung alternativer Traktormodelle bestätigt, daß spezialisierte Konzepte, besonders Trägerfahrzeuge, diesen hohen Anforderungen besser gerecht werden als universell nutzbare Bauformen.

Um eine ausreichende Auslastung der „selbstfahrenden Pflege- und Verteilmaschinen“ zu erreichen, sind jedoch große jährliche Einsatzflächen notwendig.

Bei den selbstfahrenden Erntemaschinen wird dies durch den überbetrieblichen Maschineneinsatz erreicht. Der universelle Traktor wurde hierdurch aus den wichtigen Anwendungsbereichen der Erntearbeiten im Ackerbau beinahe vollkommen verdrängt. Dieser Prozeß zeigt sich sehr deutlich in der Gegenüberstellung der jährlich in der Landwirtschaft neu installierten Motorleistungen von

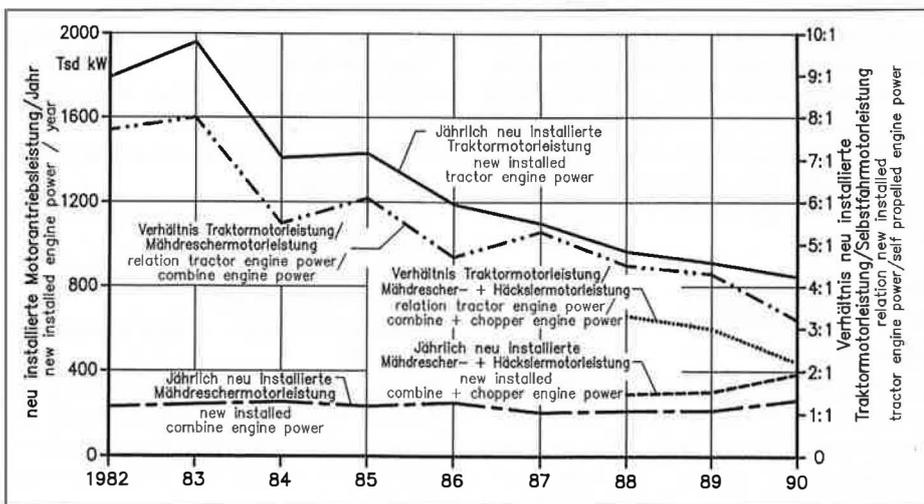


Bild 3: Entwicklung der neu installierten Antriebsmotorleistung von Traktoren, Mähdeschern und Feldhäckslern in der deutschen Landwirtschaft (alte Bundesländer; Quelle: Stat. Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten).

Fig. 3: Development of installed driving power for tractors, combines and forage harvesters in German agriculture (old federal states)

Traktoren und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen (Bild 3).

Im Gegensatz zu den Traktoren sank die jährlich neu installierte Motorleistung selbstfahrender Arbeitsmaschinen nicht, wodurch sich das Verhältnis von acht „Traktor-kW“ zu einem „Selbstfahrer-kW“ im Jahr 1983 auf 3:1 oder 2:1 (incl. Feldhäckslern) im Jahr 1990 reduzierte.

Es kann erwartet werden, daß sich diese Entwicklung fortsetzt und damit neben den Erntearbeiten auch andere Einsatzbereiche erreicht. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß Pflege- und Verteilarbeiten heute bereits hohe Anforderungen stellen, die zur optimalen Erfüllung spezielle Fahrzeugkonzepte erfordern.

Literatur

- [1] Demmel, M.: Analytische und modellhafte Ableitung der Anforderungen an Schlepperkonzepte für Pflege- und Verteilarbeiten, Dissertation, Institut für Landtechnik, 1997, Forschungsbericht Agrartechnik Nr. 309

Schlüsselwörter

Traktorenkonzepte, Einsatzbereiche

Keywords

Tractor concepts, fields of utilization

NEUE BÜCHER

Das Personal Office

Das elektronische Personalbüro auf CD-ROM. Rudolf Haufe Verlag, 79102 Freiburg, Hindenburgstr. 64; 1997, 248 DM, ISBN 3-448-03585-8; Systemvoraussetzungen: IBM kompatibler PC, mind. 80386 Prozessor, 4 MB Arbeitsspeicher, 4 MB Festplatten-Speicher, CD-ROM-Laufwerk, Windows ab 3.1 oder Windows 95 Unternehmen, Freiberufler und Selbständige können sich freuen. Dem Rudolf Haufe Verlag ist es gelungen, auf seiner neuen CD-ROM Personal Office alle wichtigen Informationen und Arbeitshilfen für die Personalarbeit unterzubringen, vom Arbeitsrecht bis zur Sozialversicherung einschließlich Lohnabrechnung. Integriert sind zudem praxisorientierte Werkzeuge wie Prozeßkostenrechner, Dienstwagenabrechnung, Rentenschätzung oder elektronische Steuertabellen. Das eingearbeitete Lexikon enthält über 400 Stichwörter, über die der Anwender in die konkrete Fragestellung einsteigen kann. Die Software erklärt automatisch, welche arbeits- und sozialversicherungsrechtlichen Aspekte berücksichtigt werden müssen. Hyperlinks verweisen auf ausführliche Beiträge zu den jeweiligen Themen. Wesentliche Arbeitsvereinfachungen bieten die bereitgestellten Musterverträge und Mustertexte. Die juristisch geprüften Formulierungen lassen sich bequem in die eigene Textverarbeitung übernehmen und damit das gesicherte Wissen nicht veraltet, sorgen regelmäßige Updates dafür, daß alle Texte und Angaben auf dem neuesten rechtlichen Stand sind.