

Selbstfahrende Landmaschinen im Wettbewerb mit Maschinenträgern und Systemtraktoren

Dr.-Ing. K. Ulrich, KDT/Dr. agr. M. Zenker/Dipl.-Ing. G. Wagenlehner
Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb

1. Problemstellung

Mit der Entwicklung der Produktion leistungsfähiger selbstfahrender Landmaschinen wurden in der zweiten Hälfte der 60er Jahre von seiten der Landmaschinenindustrie in Zusammenarbeit mit der sozialistischen Landwirtschaft der DDR, der UdSSR, der ČSSR u. a. RGW-Länder wichtige Voraussetzungen für eine umfassende Mechanisierung der landwirtschaftlichen Produktion geschaffen. Der Einsatz selbstfahrender Mährescher, Schwadmäher, Feldhäcksler, Zuckerrübenerntemaschinen u. a. Maschinen führte in der sozialistischen Landwirtschaft vor allem zu einer wesentlichen Steigerung der Arbeitsproduktivität, zur Senkung der Kosten und zur Verringerung der Verluste. Heute dominieren deshalb in vielen sozialistischen Ländern die Selbstfahrer bei der Ernte von Getreide, Mais, Halmfutter und Zuckerrüben. Das Kombinat Fortschritt Landmaschinen hat mit der Produktion von bisher über 70000 Mähreschern, rd. 50000 Feldhäckslern und über 60000 Schwadmähern einen maßgeblichen Anteil an der hohen Ausstattung der sozialistischen Länder mit selbstfahrenden Landmaschinen.

Die Veränderung der ökonomischen Bedingungen auch für die Landwirtschaft Ende der 70er, Anfang der 80er Jahre sowie das Erreichen von technisch-ökonomischen Leistungsgrenzen bei selbstfahrenden Landmaschinen führten und führen dazu, daß erneut Maschinenträger und Systemtraktoren als Alternativlösungen im internationalen Maßstab diskutiert und auch realisiert werden [1, 2, 3, 4, 5].

Die Durchsetzung des fondssparenden Typs

der Intensivierung in der sozialistischen Landwirtschaft ist mit der Anforderung verbunden, die jährliche Nutzungsdauer vor allem der wertintensiven Maschinen weiter zu erhöhen. Die Strukturveränderung der landwirtschaftlichen Betriebe und der enorme Kostendruck auf die Landwirtschaft in der kapitalistischen Industrieländern animierter die Landmaschinen- und Traktorenindustrie im NSW, den Kompromiß zwischen Traktoren und selbstfahrenden Spezialmaschinen bei Maschinenträgern und Systemtraktoren zu suchen.

Für das Kombinat Fortschritt waren diese Entwicklungstendenzen Anlaß, bereits in der Jahren 1979/80 die Möglichkeiten der Vereinheitlichung selbstfahrender Landmaschinen in einer umfassenden Studie [6] zu untersuchen. Da die Diskussion zum Problem „Selbstfahrende Landmaschine – Maschinenträger – Systemtraktor“ fortgesetzt wird jedoch bisher keine vergleichende Bewertung bekannt wurde, soll nachfolgend in Auswertung der o. a. Studie mit Ergebnissen und Schlußfolgerungen Stellung genommen werden.

2. Zur Entwicklung der Konzeptionen für selbstfahrende Landmaschinen – Maschinenträger – Systemtraktoren

Die Entwicklung in der Landtechnik verlief vom Ersatz der tierischen Zugkraft durch ein fache Ackerschlepper über den Traktor mit Dreipunktanbau und Zapfwellenantrieb für unterschiedliche Geräte an Front- und Heckseite zur selbstfahrenden Landmaschine, zu erst realisiert beim Mährescher. Da beim Mährescher die jährliche Einsatzzeit mit rd.

200 h gering ist, wurden bereits Ende der 50er bzw. Anfang der 60er Jahre Versuche unternommen, über eine sog. Maschinenträger-Konzeption (selbstfahrendes Antriebsagregat mit Kabine) weitere Einsatzgebiete (z. B. Aufsätze zum Mähhäckseln, für die Hackfruchternte, für Transporte) zu erschließen. Die UdSSR realisierte den Maschinenträger Sch-65, der DDR-Landmaschinenbau brach in einem fortgeschrittenen Stadium die Entwicklung eines Maschinenträgers aufgrund der umfangreichen Kompromisse ab. Parallel dazu fanden Aktivitäten statt, den Traktor noch umfassender für die vielfältigen Mechanisierungsaufgaben der Landwirtschaft zu nutzen. In der DDR entstand Anfang der 50er Jahre die Grundkonzeption des Geräteträgers in Einholmbauweise mit kastenförmigem Träger, die den Front-, Zwischenachs- und Heckanbau von Geräten ermöglichte. Im VEB Traktorenwerk Schönebeck wurden bis 1970 über 120000 Geräteträger der Typen RS08, RS09 und GT124 produziert. Ausländische Traktorenhersteller, wie z. B. Fendt und Lanz, entwickelten ähnliche Geräteträger, jedoch in Zweiholmbauweise, und produzieren sie teilweise heute noch.

Anfang der 70er Jahre entschieden sich führende Landmaschinenhersteller der RGW-Länder, neben der Produktion von selbstfahrenden Mähreschern die Produktion von weiteren selbstfahrenden Erntemaschinen aufzunehmen.

Dieser Entscheidung gingen umfangreiche Variantenuntersuchungen mit dem Vergleich zwischen Spezialmaschine, Maschinenträger und traktorgebundener Landmaschine voraus.

Entsprechend den spezifischen Bedingungen der privaten Landwirtschaft entwickelten NSW-Firmen in den 70er Jahren neben selbstfahrenden Landmaschinen neue Generationen von Maschinenträgern (z. B. Uni-System von NEW IDEA, USA; Steyr 8300 von Steyr-Daimler-Puch, Österreich) und Systemtraktoren (z. B. MB-trac-Baureihe von Mercedes Benz). Daraus ergibt sich die Frage, ob die selbstfahrenden Landmaschinen jetzt und zukünftig im Wettbewerb mit Maschinenträgern und Systemtraktoren noch ökonomisch ihre Berechtigung für die sozialistische Landwirtschaft haben.

3. Über Untersuchungen und Ergebnisse

Ausgangspunkt waren vorliegende Variantenuntersuchungen [7, 8, 9] zum Vergleich zwischen selbstfahrenden Spezialmaschinen, Maschinenträgern und traktorgebundenen Landmaschinen. Die grundlegenden Arbeiten von Leuschner [10], Algenstaedt [11], Pribe [12] und Rothe [13] wurden für die Erarbeitung einer eigenen Methodik ausgewertet. Im Vordergrund standen dabei entsprechend den heutigen ökonomischen Anforderungen die Auswirkungen der Vereinheitlichung selbstfahrender Landmaschinen auf den Energie- und Materialbedarf.

Tafel 1. Zuordnung selbstfahrender Landmaschinen zu Leistungsgruppen

Leistungsgruppe	Maschinenart	notwendige Motorleistung	
		mechanischer Antrieb kW	hydraulischer Antrieb kW
35... 60	Schwadmäher Baugröße (BG) 1	45... 55	50... 60
	Entsteinungsmaschine	50... 60	55... 65
	Kartoffellegemaschine	50... 60	60... 80
	Kartoffelpflegemaschine	30... 50	40... 65
	Rübenvereinzelmaschine	35... 60	40... 65
	Rübenköpflader (3reihig)	50... 55	55... 60
	Ballenpresse	60... 65	65... 75
70... 100	Mährescher (7 kg/s)	80... 90	90... 100
	Schwadmäher BG2	70... 80	75... 90
	Kartoffelkrautschläger (bis 8 Reihen)	55... 70	60... 75
	Einzelkornsämaschine und Kombination	60... 90	70... 100
	Rübenpflegemaschine	50... 85	55... 90
	Kartoffelerntemaschine (2- und 3reihig)	60... 95	65... 112
	Rübenköpflader (6reihig)	80... 85	85... 90
	Rübenrodelader (3reihig)	65... 70	70... 80
	Grünfutterernte- und -verteilfahrzeug	... 80	... 90
	Feldhäcksler BG 1	100... 110	110... 115
120... 150	Kartoffelerntemaschine (4- und 6reihig)	90... 115	100... 125
	Rübenrodelader (6reihig)	110... 120	120... 130
	Rodebunker (6reihig)	135... 145	145... 155
	Köpflade-Rodebunker (3reihig)	145... 155	160... 170
	Pflanzenschutz- und Düngungsmaschine	85... 125	95... 140
	Mährescher (14 kg/s)	170... 195	180... 205
180... 220	Feldhäcksler BG2	220... 230	230... 245
	Köpflade-Rodebunker (6reihig)	235... 255	265... 280

3.1. Bauformen selbstfahrender Landmaschinen und Traktoren

Zur Ermittlung möglicher und optimaler Bauformen zukünftiger unfizierter Landmaschinen wurden die vorhandenen und konzipierten selbstfahrenden Spezialmaschinen, Maschinenträger und Traktoren analysiert. Die Einteilung der Maschinen erfolgte nach Bauformen unter Beachtung der Funktionsgruppen Motor, Fahrerstand und landtechnische Einrichtungen. Im Ergebnis konnten 17 typische Bauformen ermittelt werden, wobei es Überschneidungen bei der Zuordnung der einzelnen Maschinen zu den drei genannten Hauptgruppen gibt. So kann z. B. der MB-trac sowohl den Traktoren als auch den Maschinenträgern zugeordnet werden.

Bild 1 enthält ausgewählte typische Bauformen der drei Hauptgruppen, wobei vor allem die Bauformen 1 bis 5 die Konzipierung aller aktuellen selbstfahrenden Maschinen ermöglichen.

3.2. Erforderliche Maschinenleistungen

Ausgehend von den unterschiedlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen der sozialistischen Landwirtschaft und unter Beachtung der vorhandenen und konzipierten Leistungsklassen selbstfahrender Landmaschinen wurden für die einzelnen Arbeitsarten die notwendigen Motorleistungen bestimmt.

In Anlehnung an die Arbeiten des Koordinierungszentrums (KOZ) des RGW, des Forschungsinstituts für Landtechnik Prag-Řepy, sind die ermittelten Motorleistungen folgenden Leistungsgruppen zuzuordnen [14]:

- Gruppe A: 35 bis 60 kW
- Gruppe B: 70 bis 100 kW
- Gruppe C: 120 bis 150 kW
- Gruppe D: 180 bis 220 kW.

Die Zuordnung der einzelnen Maschinen zu den Gruppen ist in Tafel 1 enthalten. Die relativ große Breite des notwendigen Leistungsspektrums resultiert aus der Berücksichtigung sowohl mechanischer als auch hydraulischer Antriebe.

3.3. Zeitliche Reihenfolge und Umfang der jährlichen Arbeiten in der Pflanzenproduktion

Zeitliche Reihenfolge und Umfang der jährlich zu bewältigenden Arbeiten in der Pflanzenproduktion wurden in Form eines Arbeitszyklogramms für die Bedingungen der DDR-Landwirtschaft erarbeitet. Dabei kann aber davon ausgegangen werden, daß der charakteristische Verlauf des Anfalls der einzelnen Arbeitsarten im landwirtschaftlichen Produktionsprozeß auch für die anderen europäischen Länder Gültigkeit hat, jedoch können bestimmte zeitliche Verschiebungen und bei hohen Anbaukonzentrationen einzelner Fruchtarten eine Vergrößerung der Arbeitsspitzen auftreten. Einschränkend muß aber festgestellt werden, daß in Ländern mit überwiegend einzelbäuerlicher Struktur der Landwirtschaft z. T. andere Bedingungen als in der sozialistischen Landwirtschaft wirken, so z. B. der Zwang zur überwiegenden Einmannarbeit bei Familienbetrieben. Deshalb haben diese Untersuchungsergebnisse für jene Länder nur bedingt Gültigkeit.

3.4. Ermittlung zweckmäßiger Maschinenvarianten

Neben den Bauformen ist zur Charakterisierung von Maschinenvarianten eine Reihe von technisch-technologischen Kennzahlen

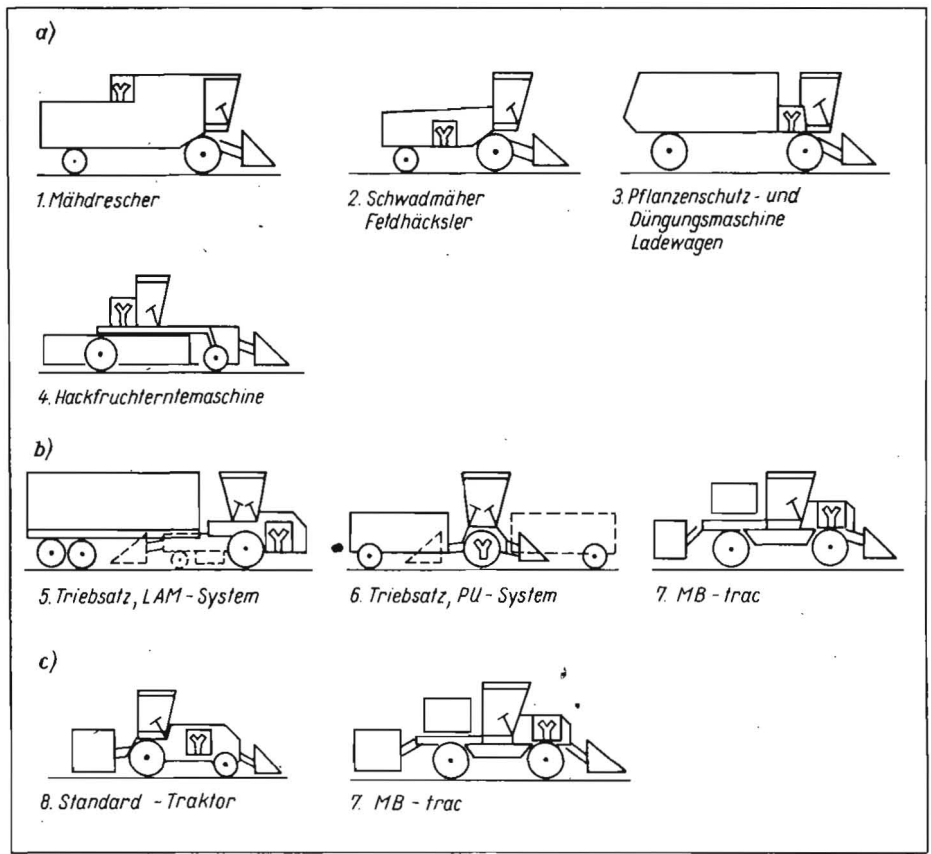


Bild 1. Typische Bauformen von selbstfahrenden Spezialmaschinen, Maschinenträgern und Traktoren; a) selbstfahrende Spezialmaschinen, b) Maschinenträger, c) Traktoren

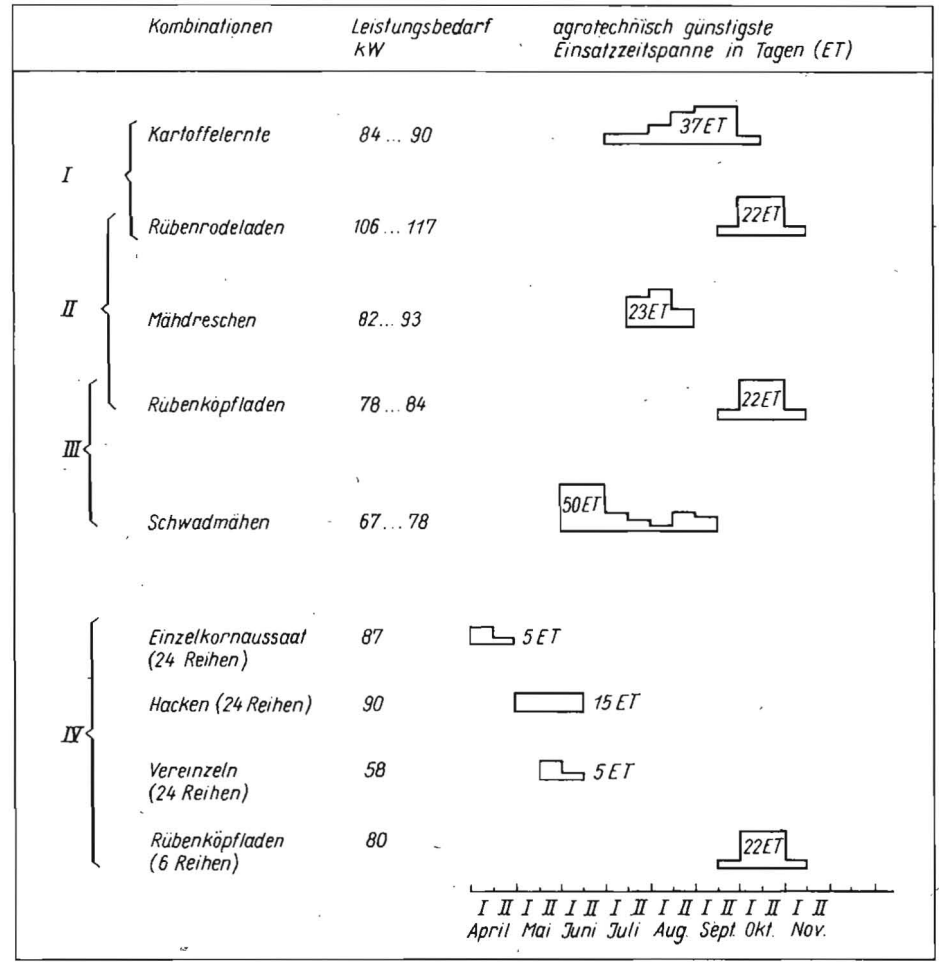


Bild 2. Sinnvolle Kombinationen der Wechselnutzung von selbstfahrenden Grundmaschinen mit fruchtartenspezifischen Adaptern (mögliche jährliche Einsatzzeit unter Beachtung der agrotechnisch günstigsten Zeitspannen und des Arbeitsumfangs je Halbmonat)

Tafel 2. Ergebnisse des Variantenvergleichs Maschinenträger mit selbstfahrenden Spezialmaschinen bzw. traktorgebundenen Maschinen (Angaben in %; selbstfahrende Spezialmaschinen $\hat{=}$ 100 %)

Kombination	Kraftstoffbedarf je Jahr	Materialaufwand je Jahr	Gesamtenergieaufwand je Jahr
I Schwadmäher/Rübenköpflader	110	80	98
II Kartoffelerntemaschine/Rübenrodelader	112	79	99
III Mährescher/Rübenköpflader/Rübenrodelader	112	95	104
IV ZR-Aussaat/ZR-Pflege/Rübenköpflader ¹⁾	93	111	108

1) traktorgebundene Variante $\hat{=}$ 100 %

erforderlich. Diese wurden für die wichtigsten selbstfahrenden Landmaschinen ermittelt. Außerdem erfolgte die Untersuchung der Wechsellnutzung von Grundfahrgestellen für verschiedene Arbeitsarten unter Beachtung des Arbeitszyklogramms. Vor allem die fahrzeugtechnischen Daten dienen als Ausgangspunkt für die Effektivitätsbetrachtungen der einzelnen Maschinenvarianten. Die Ermittlung zweckmäßiger Varianten einer Wechsellnutzung der Grundmaschinen erfolgte im Ergebnis der Analyse

- der für die einzelnen Maschinen zur Realisierung ihrer Arbeitsaufgaben erforderlichen Motorleistungen sowie
- der agrotechnisch optimalen Einsatzzeitspannen der Landmaschinen, wobei nur nacheinander folgende Zeitspannen eine Wechsellnutzung zulassen und damit die jährliche Auslastung der Grundmaschine erhöhen.

Aus diesen Kriterien ergeben sich folgende mögliche Varianten für die Kombination von Landmaschinen:

- I Schwadmäher/Rübenköpflader
- II Kartoffelerntemaschine/Rübenrodelader
- III Mährescher/Rübenköpflader/Rübenrodelader
- IV wechsellnutzbare Maschine für Einzelkornaussaat, Rübenvereinzeln, Rübenhacken und Rübenköpfladen.

Bild 2 enthält für diese Kombinationen neben der notwendigen Motorleistung die agrotechnisch günstigsten Einsatzzeitspannen unter Berücksichtigung des Arbeitsumfangs nach Halbmonaten. In den sich anschließenden technisch-ökonomischen Variantenuntersuchungen und Berechnungen wurden diese Kombinationen mit selbstfahrenden Spezialmaschinen und traktorgebundenen Maschinen verglichen. Im Ergebnis konnte der Material- und Energieaufwand quantifiziert werden.

3.5. Ergebnisse

Zur Kennzeichnung des Material- und Energieaufwands wurden für alle Varianten errechnet:

- Kraftstoffbedarf je Jahr
- Materialaufwand je Jahr
- Energieaufwand je Jahr (als Summe von Kraftstoff und Material).

Flächenleistungen, Durchsätze, Maschinenleistungen und Einsatzbedingungen waren konstante Größen.

Die Ergebnisse des Variantenvergleichs für die vier Vorzugskombinationen sind in Tafel 2 dargestellt.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, daß die Wechsellnutzung selbstfahrender Landmaschinen in Form von Maschinenträgern im Vergleich zum Einsatz selbstfahrender Spezialmaschinen für Ernteprozesse nicht ohne Kompromisse an den Grundmaschinen möglich ist. Die optimal

ausgelegte Spezialmaschine hat einen geringeren Kraftstoffverbrauch. Masseinsparungen sind möglich, wenn ein relativ ausgeglichener Arbeitsanfall der kombinierten Fruchtarten im Einsatzbetrieb vorliegt.

Bei der Gegenüberstellung von Maschinenträgern und traktorgebundenen Maschinen vorwiegend für Aussaat- und Pflegearbeiten lassen sich bei traktorgebundenen Maschinen wesentliche Materialeinsparungen nachweisen, während der Kraftstoffverbrauch keine wesentlichen Unterschiede erkennen läßt. Deshalb sollten für diese Arbeiten auch in Zukunft traktorgebundene Maschinen zum Einsatz kommen.

4. Schlußfolgerungen

Die umfangreichen Untersuchungen [6], über die im Abschn. 3 nur auszugsweise berichtet werden konnte, führen zu der Schlußfolgerung, daß auch unter den gegenwärtigen Bedingungen die selbstfahrenden Landmaschinen ihre ökonomische, technische und landwirtschaftliche Berechtigung behalten. Da die fahrzeugtechnischen Baugruppen einen Wertanteil von rd. 50 bis 60 % haben, muß bei der Entwicklung von selbstfahrenden Landmaschinen vor allem ein hoher Standardisierungsgrad dieser Baugruppen zwischen den selbstfahrenden Landmaschinen sowie zu den Traktoren und NKW durchgesetzt werden. Diese Zielstellung führt zu hohen ökonomischen Effekten für Hersteller und Nutzer.

Die selbstfahrenden Landmaschinen sind entsprechend den unterschiedlichen Einsatzbedingungen in Baureihen zu entwickeln, was die Bereitstellung von Baureihen bei Motoren, mechanischen und hydrostatischen Fahrtrieben, Achsen, Bremsen, Arbeitshydraulik u. a. erfordert.

Folgende weitere Faktoren sprechen für die selbstfahrenden Landmaschinen:

- Anwendung der Automatisierungstechnik und Mikroelektronik von der Funktionsüberwachung bis zur selbsttätigen Regelung der Gesamtmaschine
- Schaffung optimaler ergonomischer Bedingungen für die Bedienperson in der Einheit mit Automatisierungsmaßnahmen
- hohe Auslastung der selbstfahrenden Landmaschinen in der sozialistischen Landwirtschaft (hohe Flächenkonzentration, Schichtarbeit, Staffelung der Erntezeiten durch Sortenwahl) sowie in Spezialbetrieben, durch Lohnunternehmen und Maschinenringe in der Landwirtschaft des NSW.

Um die ökonomische Effektivität der selbstfahrenden Landmaschinen weiter zu erhöhen, sind neue Einsatzgebiete und Verfahren, vor allem über Zusatzausrüstungen und Adapter, zu erschließen (z. B. Einsatz der Mährescher für die CCM-Ernte sowie für den Drusch von Sonderkulturen).

Unter diesen Bedingungen stellen Maschinen-

träger bei gleichzeitiger Realisierung der Wechsellnutzung verschiedener Landmaschinen-Aufbauten keine Alternative, sondern kompromißbehaftete Lösungen dar, die für spezielle Einsatzbedingungen der NSW-Länder (Einmannbetrieb, nur eine energetische Basis für verschiedene Arbeitsverfahren) sowie bei der Mechanisierung der Obst-, Gemüse- und Sonderkulturenproduktion Vorteile aufweisen können.

Der Systemtraktor kann dagegen für bestimmte Mechanisierungsaufgaben eine Konkurrenz für die selbstfahrenden Landmaschinen dann darstellen, wenn nur kurze Einsatzzeiten und ein relativ geringer Anteil landtechnischer Baugruppen vorliegen.

Über die Zweckmäßigkeit des Einsatzes von Systemtraktoren in den Maschinensystemen der Pflanzenproduktion der sozialistischen Landwirtschaft – in Ergänzung zu Standardtraktoren und selbstfahrenden Landmaschinen – sind deshalb weitere Untersuchungen erforderlich.

Literatur

- [1] Chvostov, V. A., u. a.: Samochodnye sel'chozmasšiny s vysvoboždaemyimi energetičeskimi sredstvami (Selbstfahrende Landmaschinen mit abtrennbaren energetischen Mitteln). Traktory i sel'chozmasšiny, Moskva (1983) 12, S. 25–28.
- [2] Petrov, G. D., u. a.: Perspektivy sozdaniya vysokoproduktivnyh samochodnyh mašin ... (Entwicklungsperspektiven selbstfahrender Hochleistungsmaschinen für die industriemäßige Hackfrucht- und Gemüseproduktion). Traktory i sel'chozmasšiny, Moskva (1982) 4, S. 6–8.
- [3] Samojezdny podvozek k ... (Selbstfahrendes Fahrgestell für verschiedene Arbeiten). Zemědělské noviny, Praha (1984) 198, Beilage, S. 3.
- [4] Tool-carrier extraordinary (Ein Geräteträger, der aus dem Rahmen fällt). Power farming, Sutton (1982) 5, S. 45.
- [5] Deterre, D.: L' overtrak: un ton au – dessus (Der Overtrak – eine Stufe über dem Traktor). Tract. et mech. agric., Paris (1983) 806, S. 33–34.
- [6] Studie über die Möglichkeiten der Vereinheitlichung selbstfahrender Landmaschinen. VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Institut für Landmaschinentechnik Leipzig, 1980.
- [7] Ökonomische Untersuchung zum Einsatz selbstfahrender Erntemaschinen in der Landwirtschaft der DDR. ZAG „Selbstfahrende Landmaschinen“, 1967.
- [8] Technisch-ökonomische Untersuchungen über Zuordnung der Landmaschine zur Energiequelle und über die perspektivische Entwicklung selbstfahrender Landmaschinen. Institut für Landmaschinentechnik Leipzig, 1968.
- [9] Bericht zur Gesamtbilanz der Feldwirtschaft. VEB Weimar-Kombinat, Institut für Landmaschinentechnik Leipzig, 1970.
- [10] Leuschner, J.: Die voraussichtliche Entwicklung der Antriebstechnik für Maschinen der Feldwirtschaft. TU Dresden, Dissertation 1970.
- [11] Algenstaedt, K.-P.: Untersuchungen zu einem System von Futtererntemaschinen hoher Leistung, mit hohem Standardisierungsgrad und unifizierten Baugruppen. AdL der DDR Berlin, Dissertation 1977.
- [12] Priebe, D.: Grundkonzeption für die Gestaltung des Transportes in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft im Zeitraum bis 1990. AdL der DDR Berlin, Dissertation 1979.
- [13] Rothe, J.: Fahrtmechanische Grundauslegung von selbstfahrenden Landmaschinen. TU Dresden, Dissertation 1979.
- [14] Dolezal, O.: Vereinheitlichtes Aggregat-System mobiler energetischer Mittel. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft, Moskva/Berlin (1978) 3, S. 279–283.