

Untersuchungsergebnisse zum Fahrvermögen landwirtschaftlicher Transportfahrzeuge

Dr.-Ing. F. Uhlemann, KDT, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

1. Problemstellung

Zur Bewertung des Fahrvermögens kompletter Transportfahrzeuge ist der Zugkraftbeiwert die geeignete meßbare Größe [1]. Er stellt nicht wie bei Traktoren ein Maß für zu überwindende äußere Arbeitswiderstände dar, sondern ist die Reserve an realisierbarer Triebkraft. Diese Reserve an Triebkraft kann zur Überwindung des Steigungs- oder Beschleunigungswiderstands, aber auch zur Überwindung eines gegenüber den Versuchsbedingungen erhöhten Rollwiderstands genutzt werden.

Aus den durch Messung ermittelten Zugkraftbeiwert-Schlupf-Diagrammen, dem Rollwiderstand und den Masseverhältnissen kann bei Kenntnis (oder Unterstellung) der Fahrwiderstände der auftretende Schlupf abgeleitet werden. Damit wird zusätzlich zum Fahrvermögen ein weiteres Kriterium zur Bewertung der Fahrzeuge geschaffen. Der Einfluß des Fahrwerks auf den Energiebedarf zur Bewältigung einer bestimmten Transportaufgabe wird dadurch deutlich, und die Fahrwerke sind aus energiewirtschaftlicher Sicht einschätzbar.

2. Ermittlung und Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Zur Bestimmung der Zugkraft-Schlupf-Charakteristik wurden die innerhalb einer Meßstrecke bestimmten Werte der Zugkraft und des Schlupfes als Einzelwerte verwendet. Die Meßmethode wurde von Recker u. a. [2] und Uhlemann [3] ausführlich dargestellt. Als Bezugsgröße für die Schlupfberechnung diente der Rollradius der Triebräder des auf der jeweiligen Versuchsfläche gezogenen Fahrzeugs. Auf einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage wurden aus den Wertepaaren, getrennt für jedes Fahrzeug und jede Versuchsfläche, Zugkraftbeiwert-Schlupf-Diagramme gedruckt. Diese Diagramme bilden die Grundlage für den Vergleich des Fahrvermögens der verschiedenen Fahrzeuge (Bild 1).

Unter Praxisbedingungen gemessene Zugkraft- und Rollwiderstandsbeiwerte gelten jeweils nur für einen in der Praxis kurzzeitig auftretenden, nicht reproduzierbaren Bodenzustand. Für den Vergleich der Ergebnisse auf verschiedenen Versuchsflächen können nur die Verhältnisse der Werte untereinander genutzt werden. Deshalb wird vorgeschlagen, alle Ergebnisse auf ein Vergleichsfahrzeug zu beziehen. Dieses Fahrzeug stellt somit ein Normal der Befahrbarkeit des Bodens dar und ermöglicht, die ermittelten Werte unterschiedlicher Versuchsflächen miteinander zu vergleichen. Zur übersichtlichen und handhabbaren Darstellung der Ergebnisse wird es als zweckmäßig erachtet, als Vergleichsfahrzeuge solche zu wählen, deren Fahrvermögen in der Praxis bekannt ist und eingeschätzt werden kann. Im landwirtschaftlichen Transport der DDR sind das vor allem der LKW W50 LA/Z und der Traktor ZT 303 mit Anhänger HW80.11.

Nach Rothe [4] soll im normalen Fahrbetrieb ein Triebradschlupf von 12 bis 15% auf dem Acker nicht überschritten werden, um die Wasserführung des Bodens nicht zu zerstören. Für die weniger häufigen Grenzzustände der Fahrbahn kann bei Erntearbeiten noch ein Triebradschlupf von 20 bis 25% an der Einsatzgrenze zugelassen werden [4]. Zum Vergleich des Fahrvermögens an der Einsatzgrenze werden deshalb die Meßwerte bei einem Schlupf von 20% genutzt.

Der Rollwiderstandsbeiwert wird im Bild 2 als Mittelwert aus den gesamten Meßstrecken aufgeführt. Zum besseren Vergleich der einzelnen Fahrzeuge sind diese gemessenen Werte auf ein Vergleichsfahrzeug bezogen und in einem Säulendiagramm dargestellt.

3. Auswertung

Die in Bild 1 in Abhängigkeit vom Schlupf dargestellten Zugkraftbeiwerte sind nur innerhalb eines Bildes (von einem Versuchstag auf gleicher Versuchsfläche) direkt vergleichbar.

Der Schlupfwirkungsgrad ($\eta_s = 1 - S$) kann für die untersuchten Fahrzeuge aus Bild 1 sehr einfach bestimmt werden. Dazu ist eine geforderte Beschleunigung und (oder) das Befahren einer gewissen Steigung zu unter-

Bild 1. Zugkraftbeiwerte f_z verschiedener Fahrzeugkombinationen in Abhängigkeit von Schlupf und Bodenart;

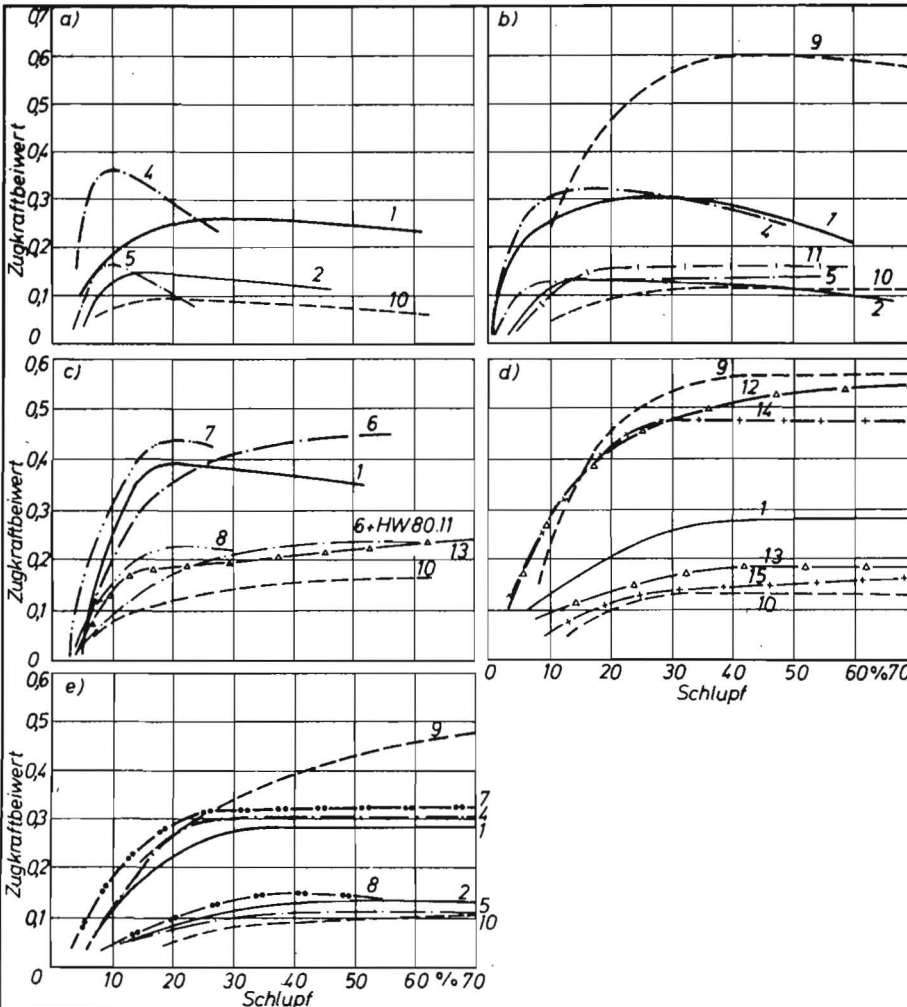
- a) lehmiger Sand (IS), Wassergehalt 8,5 %
- b) Schluff (U), Wassergehalt 23 %
- c) sandiger Lehm (sL), Wassergehalt 20 %
- d) schluffiger Lehm (uL), Wassergehalt 24 %
- e) lehmiger Schluff (IU), Wassergehalt 25 %

LKW:

- 1 W50 LA/Z
- 2 W50 LA/Z + HW80.11
- 3 W50 LA/Z + HW80.11
- 4 LKW 6 × 6 mit Bereifung 16-20/U27
- 5 LKW 6 × 6 (wie 4) + HW80.11
- 6 LKW 6 × 4 mit Bereifung 14.00-20
- 7 LKW 6 × 6 mit Bereifung 14.00-20
- 8 LKW 6 × 6 (wie 7) + HW80.11

Traktoren:

- 9 ZT303
- 10 ZT303 + HW80.11
- 11 ZT303 + HTS90.04
- 12 T-150 K
- 13 T-150 K + HW80.11
- 14 Zetor 16045
- 15 Zetor 16045 + HW80.11



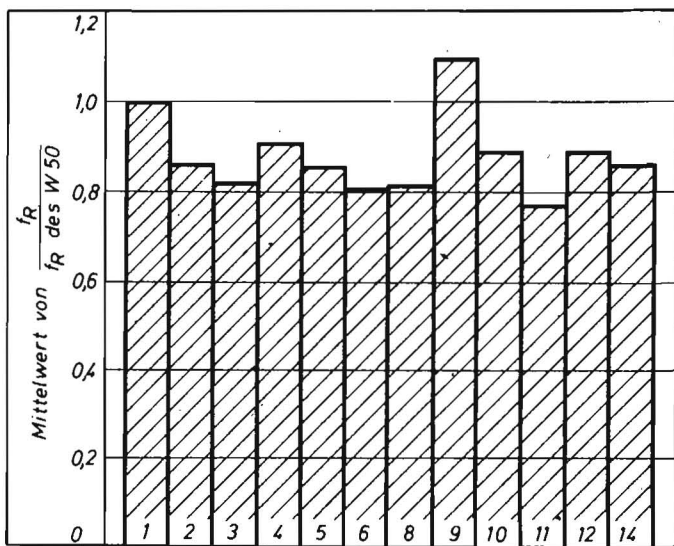
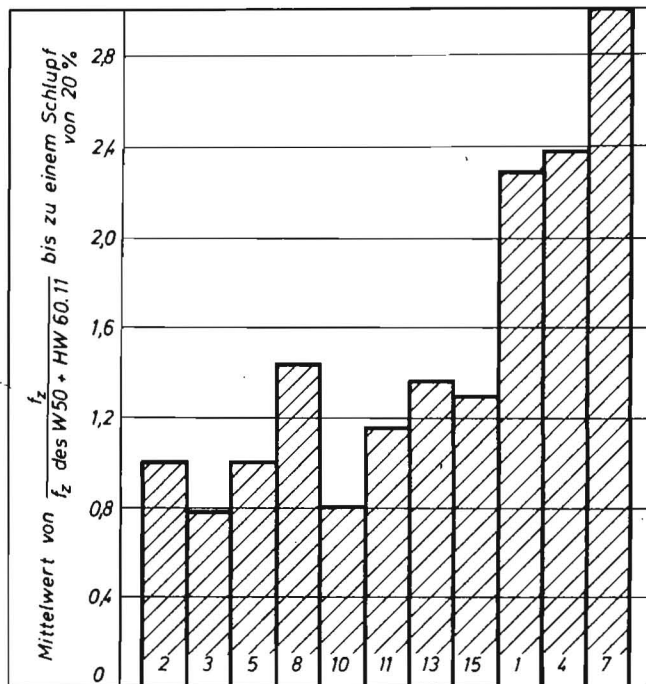


Bild 2. Vergleich der Rollwiderstandsbeiwerte f_R verschiedener Fahrzeuge, bezogen auf W50 LA/Z (Erläuterung s. Bild 1)

Bild 3. Vergleich des Fahrvermögens verschiedener Fahrzeuge, bezogen auf W50 LA/Z mit HW60.11 (Erläuterung s. Bild 1)



stellen, daraus der entsprechende Zugkraftbeiwert zu bestimmen und in den Diagrammen der sich einstellende Schlupf abzulesen.

Aus den durchgeführten Untersuchungen und den daraus ermittelten Zugkraftbeiwert-Schlupf-Kurven können folgende allgemeine Einschätzungen zum Fahrvermögen abgeleitet werden:

- Vergleichbare 6×6-Fahrzeuge sind dem W50 LA/Z im Zugkraftbeiwert gleichwertig bis überlegen und im Wirkungsgrad deutlich überlegen. Sie sind Voraussetzung für die Erhöhung der Nutzmasse und des Fahrvermögens.
- Der LKW 6×4 erreicht den Zugkraftbeiwert des W50 LA/Z (4×4) i. allg. erst bei sehr hohen Schlupfwerten, übertrifft aber bei günstigen Fahrbahnbedingungen dessen Wirkungsgrad. Der höheren Nutzmasse gegenüber dem W50 LA/Z steht ein geringeres Fahrvermögen gegenüber.
- Die Traktoren (solo) - ZT303, T-150K und Zetor 16045 - sind allen anderen untersuchten Zugfahrzeugen im Zugkraftbeiwert deutlich überlegen. Die maximale Zugkraft des ZT303 liegt jedoch, außer auf feuchtem, lehmigem Sand, immer erheblich unter der des LKW W50 LA/Z. Die Zugkraft des T-150K entspricht je nach Bodenbedingung etwa der des LKW 6×6 oder der des LKW 6×4.

Der Vergleich der Fahrzeugkombinationen (Zugfahrzeug mit Anhängerfahrzeug) liefert und bestätigt folgende Erkenntnisse:

LKW 6×6 mit Anhängerfahrzeug

Mit dem Anhänger HW80.11 entwickelt der LKW 6×6 mit der Bereifung 16-20 ein Fahrvermögen, das etwa dem des W50 mit HW60.11 entspricht, erreicht jedoch bei höherer Nutzmasse einen zeitigeren und steileren Anstieg des Zugkraftbeiwerts in Abhängigkeit vom Schlupf und einen höheren Wirkungsgrad des Fahrwerks.

Mit der Bereifung 14.00-20 zeigt der LKW 6×6 stets gegenüber allen anderen Fahrzeugkombinationen den günstigsten Verlauf der Zugkraftbeiwert-Schlupf-Kurve. Trotz etwas verringerter Nutzmasse erreicht

er einen höheren Fahrwerkwirkungsgrad als der LKW 6×4 mit HW80.11.

LKW 6×4 mit HW80.11

Er sichert mit der Bereifung 14.00-20 ein Fahrvermögen, das mit dem des W50 LA/Z mit HW60.11 vergleichbar und höher als das des ZT303 mit HW80.11 ist. Der Wirkungsgrad liegt über dem von Traktoren mit Standardanhängern.

Traktorenanhängerzüge

Auf allen Bodenbedingungen, außer auf feuchtem, schluffigem Lehm, entwickelte der ZT303 mit HW80.11 das schlechteste Fahrvermögen. Sowohl die Höhe des Zugkraftbeiwerts als auch dessen Anstieg im unteren Schlupfbereich sind sehr ungünstig. Eine Verbesserung des Zugkraftbeiwerts um rd. 40 bis 75% bei einem Schlupf von 20% sowie des Wirkungsgrades konnte durch die Kombination des ZT303 mit einem sattellastigen Anhänger (HTS90.04) erreicht werden. Der T-150K zeigte mit HW80.11 stets ein Fahrvermögen, das über dem des ZT303 mit HW80.11 lag. Besonders zu diesem Zugfahrzeug erscheint der Einsatz von sattellastigen Anhängern vorteilhaft und notwendig.

Der Zetor 16045 mit HW80.11 liegt mit seiner Zugkraftbeiwert-Schlupf-Kurve zwischen der des ZT303 und der des T-150K mit HW80.11, aber im Wirkungsgrad über diesen beiden Varianten.

Zur verallgemeinerten und übersichtlichen Darstellung der gesamten Ergebnisse zum Zugkraftbeiwert im unteren Schlupfbereich wurden die Verhältnisse der Zugkraftbeiwerte (Maximalwerte im Bereich bis zum Schlupf von 20%) aller Fahrzeugvarianten, bezogen auf jeweils ein Basisfahrzeug, gebildet und zusammengestellt (Bild 3). Eine solche Übersicht kann das Darstellen der einzelnen Zugkraftbeiwert-Schlupf-Kurven (Bild 1), bezogen auf den konkreten Bodenzustand, jedoch nicht ersetzen. Zu beachten ist weiterhin, daß die angegebenen Mittelwerte durchschnittlich eine mittlere quadratische Abweichung von rd. 20% haben und bodenspezifische Abweichungen auftreten.

4. Vergleich der Ergebnisse mit dem bisherigen Erkenntnisstand

Im Vergleich zu den in der Literatur angegebenen Einflußgrößen auf das Fahrvermögen haben sich vor allem folgende Fakten bestätigt:

- Mit den größeren und schmaleren Reifen 14.00-20 wurde in fast allen Fällen eine höhere Zugkraft als mit der Bereifung 16-20/U27 erzielt.
 - Der Rollwiderstandsbeiwert nimmt mit der Anzahl gleichartig bereifter Achsen ab.
- Abweichend von den veröffentlichten Ergebnissen kann für LKW-Fahrgestelle abgeleitet werden:
- Die Zugkraft-Schlupf-Kurve kann im Bereich bis zu einem Schlupf von 50% ein ausgeprägtes Maximum aufweisen, aber auch in eine annähernd horizontale Kennlinie übergehen.
 - Das Maximum ist um so deutlicher ausgeprägt, je mehr angetriebene Achsen in einer Spur laufen.
 - Die Zugkraft-Schlupf-Kurve kann in vielen Fällen nicht durch eine e-Funktion beschrieben werden.

5. Zusammenfassung

Die vorgelegten Versuchsergebnisse geben einen Überblick über das Fahrvermögen wichtiger landwirtschaftlicher Transportfahrzeuge. Damit können diese Fahrzeuge entsprechend den Versuchsbedingungen konkret verglichen und beurteilt werden. Der Bezug der gemessenen Zugkraftbeiwerte auf ein Basisfahrzeug ermöglicht, den Einfluß unterschiedlicher Bodenbedingungen weitestgehend auszugleichen und ein einheitliches Ergebnis für mehrere Versuchsflächen anzugeben.

Literatur

- [1] Uhlemann, F.: Untersuchungsmethodik zum Fahrvermögen landwirtschaftlicher Transportfahrzeuge. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 8, S. 373-375.
- [2] Recker, W.; Richter, R.; Uhlemann, F.: Zugkraft- und Rollwiderstandsmessungen an land-

Fortsetzung auf Seite 518



Dipl.-Ing. H.-J. Strietz, Internationale Gesellschaft „Agromasch“, Vertretung Berlin

1985 begeht die Internationale Gesellschaft (IG) „Agromasch“ den 20. Jahrestag ihrer Gründung. Die Regierungen der Volksrepublik Bulgarien und der Ungarischen Volksrepublik vereinbarten vor 20 Jahren, im März 1965, die Erweiterung der Zusammenarbeit ihrer Länder bei der Entwicklung und Herstellung von Maschinen und Anlagen für eine komplexe Mechanisierung der Produktionsabschnitte im Gemüse-, Obst- und Weinbau. Dadurch wurden wichtige Voraussetzungen dafür geschaffen, die Vorzüge der sozialistischen ökonomischen Integration in diesen Zweigen der Landwirtschaft effektiv zu nutzen. Auch in den anderen Ländern der sozialistischen Gemeinschaft verstärkten sich die Bemühungen zur Mechanisierung der Arbeitsprozesse im Gemüse-, Obst- und Weinbau. In deren Folge traten die UdSSR (1969), die DDR (1973), die VRP (1977) und die ČSSR (1978) der IG „Agromasch“ bei. Damit eröffneten sich neue Möglichkeiten in der Zusammenarbeit. Auch das Aufgabengebiet erweiterte sich beträchtlich und umfaßt gegenwärtig folgende Bereiche:

- Gemüseproduktion (mit 15 Gemüsearten, z. B. Kopfkohl, Möhren, Tomaten, Zwiebeln, Paprika)
- Obstproduktion (mit 11 Obstarten, z. B. Äpfel, Kirschen, Aprikosen, Erdbeeren)
- Weinproduktion
- Tabakproduktion
- Champignonproduktion
- Produktion von Nußfrüchten
- Baumschulproduktion
- Unifizierung von Baugruppen
- Technik für die Kleinmechanisierung.

Die Produktion in den aufgeführten Zweigen der Landwirtschaft ist durch eine große Artenvielfalt, durch hohe Aufwendungen an Handarbeit und durch hohe Anforderungen an die Arbeitsqualität gekennzeichnet. Die Mechanisierung der einzelnen Arbeitsprozesse erfordert eine Vielzahl von Spezialmaschinen mit hohem technischem Niveau und übersteigt die Möglichkeiten der einzelnen Länder, die anstehenden Probleme in relativ kurzer Zeit aus eigener Kraft zu lösen.

In der DDR arbeiten der VEB Kombinat für Gartenbautechnik Berlin, einige durch Rationalisierungsmaßnahmen frei gewordene ehemalige Instandhaltungsbetriebe der Land-

wirtschaft sowie Werkstattkapazitäten von Landwirtschaftsbetrieben an der Realisierung der Aufgaben.

Die Zusammenarbeit der sozialistischen Länder ermöglicht eine zielgerichtete Spezialisierung und Nutzung der vorhandenen Erfahrungen und der Entwicklungs- und Produktionspotentiale zum gegenseitigen Vorteil.

Im Rahmen der IG „Agromasch“ koordiniert ein Verwaltungs- und Arbeitsapparat die gesamte Tätigkeit der Gesellschaft. Zur Gewährleistung einer komplexen Lösung der anstehenden Aufgaben sind in die Zusammenarbeit staatliche Organe, Forschungseinrichtungen der Landwirtschaft, Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen des Landmaschinenbaus, Maschinenbaubetriebe, Prüfinstitutionen und Außenhandelsbetriebe der Mitgliedsländer einbezogen.

In ihrer Tätigkeit konzentriert sich die Gesellschaft auf folgende Aufgabengebiete:

- Abstimmung der agrotechnischen Voraussetzungen für den Einsatz der vorhandenen und der neu zu entwickelnden Maschinen (Produktionstechnologien, pflanzenbauliche Voraussetzungen)
- Abstimmung der technischen und ökonomischen Grundlagen für die Maschinenentwicklungen (agrotechnische Forderungen, technische Aufgabenstellungen)
- Koordinierung und Kontrolle des Ablaufs der Maschinenentwicklungen (Planabstimmungen, Teilnahme an den Maschinenerprobungen, Eignungsprüfungen)
- Ausarbeitung und Abstimmung von Empfehlungen zur Produktionsspezialisierung und -kooperation sowie zu den gegenseitigen Maschinenlieferungen.

Die unterschiedlichen Organisationsstrukturen und Bestimmungen in den einzelnen Mitgliedsländern machten es erforderlich, eine Reihe von Dokumenten als Grundlage für ein einheitliches Herangehen an die gemeinsamen Aufgaben auszuarbeiten, die sich weitgehend an die im RGW üblichen Bestimmungen anlehnen. Solche Dokumente sind z. B.:

- Hauptrichtungen der Spezialisierung und der Produktionskooperation
- Richtlinien zur Durchführung der gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten
- Prüfordnung
- Plan der gegenseitigen Maschinenlieferungen.

Im Ergebnis der gemeinsamen Bemühungen aller Mitgliedsländer der IG „Agromasch“ und der konsequenten Nutzung der gewonnenen Erfahrungen wurde eine hohe Intensität der Zusammenarbeit erreicht, und der Landwirtschaft konnten in bedeutendem Umfang Maschinen und Anlagen bereitgestellt werden, die besonders bei der Ernte und Aufbereitung von Gemüse, Obst und Wein die Arbeitsproduktivität erhöhten und schwere körperliche Arbeit ersetzten.

Im Verlauf der Zusammenarbeit hat sich eine Spezialisierung der einzelnen Länder auf die Entwicklung und Produktion bestimmter Erzeugnisse herausgebildet.

VRB:

Pflanzmaschinen
Bodenfräsen für Obst- und Weinanlagen
Erntemaschinen für Steinobst und für Nußkulturen

Weinbautraktoren
Maschinen für den Tabakanbau

UVR:

Erntemaschinen für Gemüseerbsen, Gemüsebohnen, Gurken, Zwiebeln, Paprika
Aufbereitungsanlagen für Zwiebeln, Tomaten, Gurken, Äpfel
Maschinen zur Schnittholzbesichtigung in Obst- und Weinanlagen

DDR:

Erntemaschinen für Möhren, Kopfkohl, Blumenkohl, Rosenkohl, Erdbeeren
Aufbereitungsanlagen für Kopfkohl, Rosenkohl, Blumenkohl

VRP:

Erntemaschinen für Strauchbeeren
Maschinen für die Champignonproduktion
Maschinen für die Baumschulproduktion

UdSSR:

Mehrrheilige Erntemaschinen für Kopfkohl, Erntemaschinen für Tomaten und Weintrauben

Aufbereitungslinie für Wurzelgemüse
Geräteträger

ČSSR:

Maschinensystem für die Produktion von Jungpflanzen

Maschinen für die Baumschulproduktion.

Die abgestimmte Nomenklatur der Maschinen, die sich in die Spezialisierung im Rahmen der Gesellschaft einordnen, umfaßt gegenwärtig bereits 70 verschiedene Positionen und wird entsprechend dem Maschinenangebot ständig erweitert (Einige Maschinen aus dieser Nomenklatur werden auf der 2. Umschlagseite dieses Heftes im Bild vorgestellt. Red.).

In der Landwirtschaft der DDR gelangte bisher jedoch nur ein geringer Teil dieser Spezialmaschinen zum Einsatz. Gründe hierfür sind teilweise erhebliche Unterschiede in den Produktionstechnologien, Sortenunterschiede bei den einzelnen Kulturen und kommerzielle Probleme bei der Bereitstellung der Maschinen.

Die für den Gemüse- und Obstbau der DDR aus den befreundeten Ländern importierten Maschinen und Anlagen führten zu einer bedeutenden Senkung des Arbeitsaufwands und zur teilweise vollständigen Mechanisierung der Produktionstechnologien einiger Gemüsearten. Importiert wurden z. B.:

- Erntemaschinen für Gemüsebohnen FZB (UVR)
- Dreschmaschinen für Gemüseerbsen NBC und BC 75/20 (UVR)
- Erntemaschinen für Einlegegurken VU (UVR)
- Pflanzmaschinen RSMB-4,8 (VRB)
- Apfelaufbereitungslinien Variman und Hungaria (UVR).

Auch die DDR leistet einen wichtigen Beitrag mit der Lieferung von Maschinen in die anderen Mitgliedsländer. Solche Maschinen sind z. B.:

Fortsetzung von Seite 517

wirtschaftlichen Fahrzeugen. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 1, S. 12–14.

[3] Uhlemann, F.: Bewertung des Fahrvermögens von Transportfahrzeugen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Arbeiten zur Mechanisierung der Pflanzen- und Tierproduktion, Heft 2. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim 1983.

[4] Rothe, J.: Fahrmechanische Grundauslegung der selbstfahrenden Landmaschine. Technische Universität Dresden, Dissertation 1978. A 4018