

# Beitrag der Verfahrensforschung im Wissenschaftsbereich „Technologie der Landwirtschaft“ zur Entwicklung und Gestaltung der Getreideernteverfahren

Dozent Dr. agr. G. Listner, KDT

Das Getreide ist infolge seiner Universalität und Attraktivität der Lagerfähigkeit und Verwendungsmöglichkeit weltweit das entscheidende Problem jeglicher Ernährung. Deshalb muß die Getreideproduktion zwangsläufig eine weitere Ausdehnung erfahren, um die zunehmende Weltbevölkerung ausreichend zu ernähren. Auch für die DDR ist und bleibt das Getreide ein Hauptfaktor der ökonomischen Strategie. Das stellt eine Herausforderung an die Beschleunigung und Vertiefung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in Wissenschaft und Praxis dar. Alle Wissenschaftsdisziplinen sind aufgerufen, ihre Möglichkeiten bei der Schaffung des wissenschaftlichen Vorlaufs für den notwendigen Ertrags- und Leistungsanstieg in der Getreideproduktion voll zu nutzen. Dabei erhält die Technologie eine zentrale Funktion, weil jeder wissenschaftlich-technische Fortschritt erst über die Technologie und ihr erreichtes Niveau produktionswirksam und effektiv wird [1].

## 1. Zielsetzung, Aufgaben und Ergebnisse der Verfahrensforschung

Die Herausbildung und Vervollkommnung sozialistischer Produktionsverhältnisse in der Landwirtschaft der DDR mit tiefgreifender Um- und Neugestaltung der technologischen Prozesse prägte die Ziel- sowie Aufgabenstellungen der technologischen Forschung auf dem Gebiet des Prozeßabschnitts Getreideernte im Bearbeitungszeitraum ab 1960. Anfangs konzentrierten sich die Forschungsarbeiten vorwiegend auf die Ablösung des zwar hangtauglichen, aber sehr arbeitsaufwendigen, mit hohen Körnerverlusten und schlechten Arbeitsbedingungen behafteten Mähbinderernteverfahrens [2]. Die objektiv notwendig gewordene Einführung effektiver Ernteverfahren für landwirtschaftliche Großbetriebe im hängigen Gelände stellte infolge der schwierigen Mechanisierungsbedingungen auf den rd. 300 000 ha Getreidefläche besondere Aufgaben. Umfangreiche Untersuchungen wiesen nach, daß die Mechanisierung der Getreideernte bis zur volkswirtschaftlich begründeten Anbaugrenze in der DDR von  $\leq 25\%$  Hangneigung weder durch Verbesserung der Hangtauglichkeit damals vorhandener Erntemaschinen (Mährescher E 173/E 175) [3] noch durch völlig neue Verfahrenslösungen (Feldhäckseldrusch) [4, 5, 6] gerechtfertigt erschien, sondern nur durch Entwicklung neuer Mährescher, wo die verfahrens- und hangspezifischen Forderungen mit den technologischen Realisierungsmöglichkeiten einschließlich der ökonomischen Aufwendungen und ihrer vielfältigen Wechselbeziehungen bereits im Stadium der Erzeugniskonzeption Berücksichtigung finden konnten, wirtschaftlich vertretbar war [7]. Aspekte der Verfahrensstandardisierung, der Erzielung größerer Fertigungsstückzahlen und damit geringerer Fertigungskosten [8] sprachen ebenfalls dafür. Sie beeinflussten auch wesentlich den zuneh-

menden Feldhäckslereinsatz in der Strohernte [9], der den Übergang zur sog. Häckselwirtschaft erforderte und damit weitreichende neue, verfahrensgestaltende Entwicklungen in der Tierproduktion auslöste [10]. Mitte der 60er Jahre begann mit der Entwicklung der Technologie als Disziplin der Landwirtschaftswissenschaften in der DDR [11] die verfahrenstechnische Gestaltung der Getreideernte mit dem Mährescher E 512 und die Ausarbeitung des darauf basierenden Maschinensystems. Als zentrale Maschine der Getreideernte bestimmte er wesentliche technologische Zielstellungen, wie Steigerung der Arbeitsproduktivität durch größere Arbeitsbreite, höhere Arbeitsgeschwindigkeit, Einmannbedienung, verbesserte Hangtauglichkeit [12]. Neben der hohen Maschinenkapazität bei niedrigen Körnerverlusten, dem geringen Pflege- und Wartungsaufwand, der erheblichen Vergrößerung des Einsatzbereichs mit verschiedenen Zusatzeinrichtungen wurden durch hohen Bedienungskomfort in Verbindung mit der Kabinengestaltung erstmalig bedeutende Fortschritte bei der Verbesserung der Arbeitsbedingungen auf Erntemaschinen erzielt [13]. Der Mährescher E 512 entsprach dem damaligen progressiven Entwicklungsstand der sozialistischen Landwirtschaft, der durch schrittweise Einführung industriemäßiger Leitung und Organisation der Produktion, Herausbildung vielfältiger Kooperationsbeziehungen und weitere Rationalisierung der Getreideernte in Verbindung mit dem Komplexeinsatz technischer Arbeitsmittel zur Korn- und Strohernte gekennzeichnet wurde [14]. Deshalb begann mit der Einführung des Mähreschers E 512 ab 1968 eine neue Etappe der komplexen Mechanisierung der Getreideernte. Bereits die ersten technologischen Analysen beim Einsatz der neuen Maschinenlinien und -ketten mit dem Mährescher E 512, LKW W 50, Feldhäcksler E 280 widerspiegeln die umfangreiche Problematik und die interessanten vielseitigen Fragestellungen zur wissenschaftlichen Durchdringung dieses Aufgabengebiets, das nur durch koordiniertes Zusammenwirken von wissenschaftlichen Einrichtungen, Forschungs- und Entwicklungsstellen des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen und landwirtschaftlichen Betrieben gelöst werden konnte [15]. Die zunehmende Verkettung der Erntemaschinen mit Transport- und Aufbereitungs- bzw. Einlagerungseinrichtungen stellte höhere Anforderungen an die Verfügbarkeit und löste kurzfristig Forschungsarbeiten konzentriert auf die technologische Verfügbarkeit aus [16]. Weitere Untersuchungen zur Kapazitätserhöhung, der arbeitsqualitativen Anforderungen, der Einsparung an Arbeitskräften und Arbeitsplätzen, der Kostenkalkulation sowie Verfahrensbewertung rundeten die Analyse des technologischen Istzustands beim Einsatz der neuen technischen Arbeitsmittel zur Korn- und Strohernte ab [13].

Schlußfolgernd daraus begannen Anfang der 70er Jahre technologische Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung des Mähdruschverfahrens und die Suche neuer Verfahrenslösungen für die Getreideernte.

Für das Hochschnittverfahren beim Mähdrusch entstanden umfangreiche verfahrenstechnische Grundlagen [17, 18]. Es wurde nachgewiesen, daß bei entsprechenden Voraussetzungen des Getreidebestands und in Verbindung mit der Anwendung von Halmstabilisatoren der „Hochmähdrusch“ möglich sowie neben der erzielbaren höheren Flächenkapazität gleichzeitig eine Verringerung der Druschgufteuchte, der Körnerverluste im Mährescher, des Kraftstoffverbrauchs bei niedrigem Arbeitszeitaufwand erreichbar ist.

Unter Nutzung der entstandenen rechen-technischen Möglichkeiten wurden optimierte Maschinenketten für die Kornernte mit wesentlich höherer potentieller technologischer Kapazität gegenüber dem Mährescher E 512 auf der EDVA 300 berechnet. Durch Anwendung der kombinatorischen deterministischen Simulation wurden Ergebnisse erzielt, die hinsichtlich der optimalen Gestaltung von Beetbreiten, Schlag- und Komplexgrößen, der technologisch vorteilhafteren Vergrößerung der Arbeitsbreite gegenüber der Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit, der notwendigen Vergrößerung der Nutzmasse der Transportmittel inzwischen auch in der Praxis vielfache Bestätigung fanden. Diese 1973 abgeschlossenen Untersuchungen [19] bestätigten, daß mit der mathematischen Modellierung von Verfahrensvarianten bereits im frühzeitigen Forschungsstadium durch Berechnung wesentlicher Einfluß- und Kenngrößen für die Weiter- und Neuentwicklung von Verfahren und technischen Arbeitsmitteln die Entscheidungsfindung auf den Gebieten Herstellung, Nutzung und Instandhaltung beträchtlich erleichtert werden kann. Internationale Entwicklungstendenzen [20, 21, 22] und neue volkswirtschaftliche Erfordernisse für die Verfahrensforschung (wie z. B. wesentliche Einsparung von Arbeitsplätzen und Verbesserung der Arbeitsbedingungen, umfassende Teilautomatisierung und Prozeßkontrolle in Verbindung mit dem Einsatz der Mikroelektronik, Substitution von Dieselmotoren durch volkswirtschaftlich vorteilhaftere Elektroenergie, bessere Material- und Energieökonomie, Erweiterung des Einsatzspektrums – d. h. Universalität der Maschinenketten für die Getreide- und Futterernte mit dem Ziel der Vergrößerung ihrer Einsatzzeit) waren bestimmend für die ab 1974 begonnenen Untersuchungen neuer Getreideernteverfahren mit stationärer Aufbereitung. Die Ergebnisse zur Senkung der Ernteverluste und Verbesserung der Häcksellängenzusammensetzung beim Einsatz des nicht für die Getreideernte konzipierten Feldhäckslers E 280 zur Getreideganzpflanzenernte [23] wurden sofort überführungswirksam bei der

damaligen Einführung dieser Verfahrenslösung und vermittelten wertvolle Erkenntnisse für nachfolgende Forschungsvorhaben. Zwei weitere Arbeiten [24, 25] verfolgten das Ziel, auf wesentlich höherem technologischen Niveau unter Prognosebedingungen Getreideernteverfahren mit stationärer bzw. teilstationärer Aufbereitung zu konzipieren, Verfahrensvarianten sowie Zielkriterien aufzustellen und eine ortsfeste Aufbereitungsanlage für Korn-Stroh-Gemische zu projektieren. Die anschließende Verfahrensmodellierung sowie -bewertung und Optimierung mit der elektronischen Datenverarbeitung, die Gegenüberstellung der Vorzugsvarianten mit künftigen Mähdruschvarianten ergab eindeutige Vorteile und daraus schlußfolgernd Aufgabenstellungen für die Weiterentwicklung und Vervollkommnung der Mähdruschverfahren. Die ausgewiesene höhere Arbeitsproduktivität bei stationärer bzw. teilstationärer Aufbereitung läßt sich nach dem gegenwärtigen Entwicklungsstand nur mit größerem und deshalb unvertretbarem Aufwand an Material, Energie und Investitionen erreichen. Eine spürbare Kapazitätserhöhung ist vorrangig bei den rd. 80 % der Verfahrenskosten verursachenden und arbeitszeit- sowie energieaufwendigen TUL-Prozessen notwendig [26]. Deshalb gewinnt die Gestaltung feldnaher Umschlag- und Lagerplätze auch für den Prozeßabschnitt Getreideernte zunehmende Bedeutung. Die bei der Modellierung und Bewertung neuer Getreideernteverfahren gewonnenen Erkenntnisse bilden ein wertvolles methodisches Rüstzeug für die Modellierung technologischer Prozesse in Forschung und Entwicklung [27].

Die Verwirklichung der auf dem X. Parteitag der SED formulierten ökonomischen Strategie, neue Anforderungen aus den veränderten Reproduktionsbedingungen der Volkswirtschaft der DDR und Schlußfolgerungen aus der Analyse bisheriger Forschungsergebnisse aus Wissenschaft, Industrie und Landwirtschaft bestimmen die Ziel- und Aufgabenstellung der technologischen Forschung ab 1980.

Zur Einsparung volkswirtschaftlich begrenzt verfügbarer Energieträger sollen energetische Untersuchungen der Verfahren Mähdrusch-Getreidetrocknung beitragen [28]. Durch die in dieser Form erstmalig erfolgte Ermittlung und Wertung der energetischen Aufwendungen werden Schwerpunkte gekennzeichnet und Wege eines effektiven Energieeinsatzes gezeigt. Infolge der kurzen Einsatzzeit der Mähdröschler hat der Verfahrensabschnitt Getreideernte innerhalb des gesamten Produktionsverfahrens den höchsten Bedarf an vergegenständlicher Energie (3468 MJ/ha  $\approx$  68 %). Dieser Sachverhalt spricht zunächst gegen eine Vergrößerung der Mähdröscherkapazität, obwohl damit weniger Vorernteverluste, niedrigere Kornfeuchten und eine Reduzierung der Nachtröschungsansprüche [11] erreichbar sind. Die Lösung dieses Optimierungsproblems ermöglicht Ertragssteigerungen bei gleichbleibendem Gesamtenergiebedarf.

Die Aufgabenstellung einer weiteren Bearbeitungsrichtung soll zur Erhöhung der Effektivität und Rationalisierung der Mähdruschverfahren beitragen. Ausgehend von der Entwicklung technologisch-ökonomischer Kenngrößen bei Mähdröschern und ihrer Analyse werden Möglichkeiten besonders zur Verbesserung des Verhältnisses von potentieller und effektiver technologischer

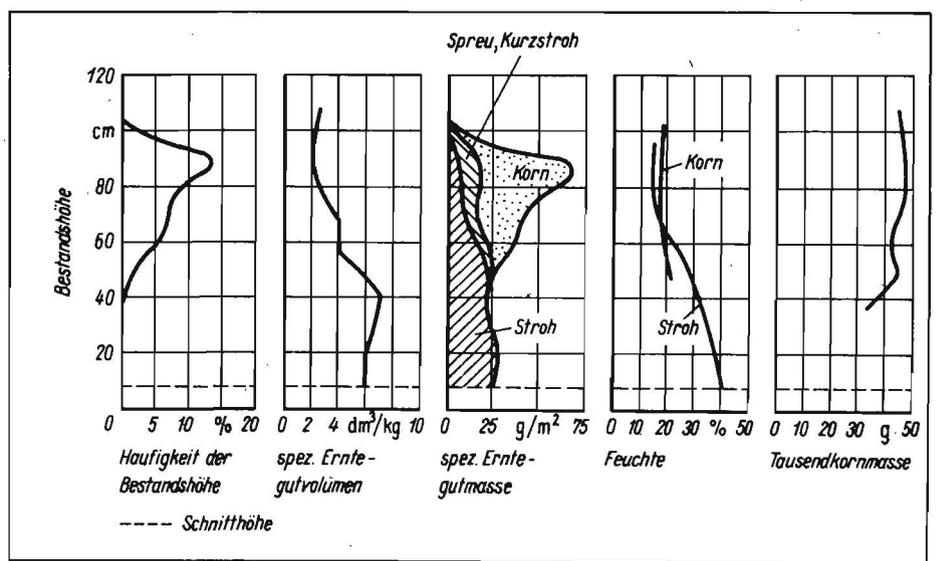


Bild 1. Bestandshöhenverteilung und Abhängigkeit des spezifischen Erntegutvolumens, der spezifischen Erntegutmasse, der Korn- und Strohfuchte sowie der Tausendkornmasse von der Bestandshöhe bei Sommerweizen (nach [30]); mittlere Halmlänge 69,2 cm, spezifisches Erntegutvolumen 4,2 dm<sup>3</sup>/kg, spezifische Erntegutmasse 0,77 kg/m<sup>2</sup>, Korn-Stroh-Verhältnis 1:1,26, mittlere Strohfuchte 30,7 %, mittlere Kornfeuchte 19,0 %, mittlere Tausendkornmasse 46,9 g

Kapazität für Hersteller und Nutzer dargestellt. Aus dieser Arbeit [29] wird erkennbar, daß die bisher teilweise praktizierte Kapazitätsvergrößerung allein bei kapazitätsbestimmenden Maschinen zu keiner wesentlichen Effektivitätssteigerung der Arbeitsverfahren führt. Der Kapazitätsanspruch ist durchgängig im Verfahren zu realisieren. Im Prozeßabschnitt Getreideernte haben diesbezüglich die TUL-Prozesse akuten Nachholbedarf [26]. Die aus früheren Untersuchungen bekannten und aus Bild 1 ersichtlichen Vorteile des Hochschnittprinzips haben heute einen völlig anderen Stellenwert. Da nur der ährenenthaltende obere Teil des Erntegutes den Mähdröschler durchläuft, werden überflüssige Erntegutmassen mit hohem Wasser- sowie eventuell Grüngutanteil und schlechterer Strohqualität eliminiert [30]. Mit der erwarteten Kapazitätserhöhung, Körnerverlustsenkung im Mähdröschler, dem geringeren spezifischen Energie- und Arbeitszeitaufwand deuten sich Lösungswege einer durchgreifenden Verbesserung des Aufwand-Ergebnis-Verhältnisses an. Die verfahrenstechnische Realisierung bedarf noch umfangreicher Untersuchungen [31], deren Ergebnisse für die weitere Verfahrensgestaltung bestimmend sind. Eine weitere Rationalisierungsmöglichkeit besonders für Futtergetreide sind der Mähdrusch mit geringeren Reinheitsansprüchen bzw. die Verarbeitung der Korn-Kurzstroh-Spreu-Gemische ohne weitere Trennung. Der hohe Futtergetreideanteil berechtigt zu Überlegungen, dafür weniger aufwendige und mit der stationären Aufbereitung kombinierfähige Verfahren zu konzipieren sowie zur Praxisreife zu führen. Sie gewährleisten minimale Reinigungsverluste, Energieeinsparungen im Mähdröschler und die Ernte der Spreu als zusätzliches Futtermittel.

Da neben der künftigen Ertragsentwicklung und der Anbaustruktur in den Einsatzländern vor allem der Getreidebestand mit seinen quantitativen und qualitativen Stoffkennwerten (Tafel 1) eine wichtige Führungsgröße für die Verfahrens- und Erzeugnisforschung darstellt und die Zuverlässigkeit der zur Verfügung stehenden Bemessungsgrundlagen

nicht ausreicht, sind auf diesem Gebiet die Forschungsarbeiten zu verstärken.

Die seit 1960 skizzierte Entwicklung der Verfahrensforschung im Prozeßabschnitt Getreideernte läßt sich in folgenden Bearbeitungsschwerpunkten zusammenfassen:

- Charakteristik des Getreidebestands, Anforderungen an Ernteverfahren
- Analyse der Ernteverfahren
- Verbesserung der Einsatzbedingungen, Erhöhung der Hangtauglichkeit
- Materialflußdarstellungen
- Verfahrensmodellierung und -optimierung
- Gestaltung der Ernteverfahren mit Mähdröschern
- Erhöhung der technologischen Verfügbarkeit
- Kapazitätserhöhung der Erntemaschinen
- arbeitsqualitative Anforderungen, vor allem Verlustsenkung
- Reduzierung des Material- und Energieaufwands
- Einsparung an Arbeitskräften bzw. Arbeitsplätzen
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen
- Gestaltung neuer Ernteverfahren
- Kostenkalkulation, Verfahrensbewertung, -vergleich.

## 2. Kooperationsbeziehungen und Überleitungspartner

In der über 20jährigen Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Verfahrensentwicklung in der Getreideernte haben sich zur Gewährleistung der erforderlichen Praxiswirksamkeit und beschleunigten Überleitung vielseitige Kooperationsbeziehungen entwickelt.

Entsprechend den steigenden Anforderungen wurden die Zusammenarbeit 1970 auf weitere Wissenschaftsbereiche der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik ausgedehnt sowie die Kooperation mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen, mit der Industrie und Landwirtschaft ständig erweitert und vertieft. Dabei haben sich gemeinsame Forschungskollektive, Arbeits- und Forschungskooperationsgemeinschaften bewährt. Die im Jahr 1970 begonnene, außerordentlich effektive Vertragsforschung mit

Tafel 1. Zusammenstellung der Stoffkennwerte des Getreidebestands für technologische Untersuchungen

quantitative Kennwerte	qualitative Kennwerte
Korn-, Stroh-, (Spreu-) Ertrag	Korn-, Stroh-, (Spreu-) Feuchte
Korn-, Stroh-, (Spreu-) Verhältnis	Feuchteverlauf Korn und Halm
Halmhöhe	Bestandsdichte
Ährenansatzhöhe	Dichteverteilung am Halm
Ährenspitzenhöhe	spezifisches Erntegutvolumen
Halmverkürzungsfaktor	Reifegrad von Korn und Stroh
spezifische Strohmasseverteilung	Zwiewuchs, Unterwuchs, Grünbesatz
Standfestigkeit einschließlich Halmstabilität	Länge der optimalen Druschzeitspanne
Halm-, Ährenknickfestigkeit	Druschreinigung
Grannen- und Spelzenbesatz	Ausfallfestigkeit
	Auswuchsfestigkeit

dem VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen wurde zielstrebig ausgebaut. Ergebnisse der Verfahrensforschung bilden wichtige Grundlagen für die sich anschließende Erzeugnisforschung und -entwicklung im Kombinat.

Stellvertretend für zahlreiche praxisreife Lösungen sollen die Orientierung auf das Mähdruschverfahren, die Ablehnung der Schwad Trocknung in maritimen Erntegebieten, die Einführung des Häckselverfahrens zur Strohernte, Empfehlungen für Häckselaufbauten, der Beitrag zur verfahrenstechnischen Gestaltung der Getreideernte mit dem Mähdrusch E 512, die Mitwirkung bei der Entwicklung, Erprobung, Prüfung und Einführung der neuen Maschinengeneration in die breite Praxis, die Verbesserung der Hangtauglichkeit bei Mähdruschern und die technologische Einordnung der neu- bzw. weiterentwickelten Mähdrusch- und Feldhäckslertypen in die Verfahren der Korn- und Strohernte genannt werden. Darüber hinaus wurden vielseitige Möglichkeiten genutzt, die wissenschaftlichen Erkenntnisse in schriftlicher und mündlicher Form zu popularisieren.

### 3. Zusammenfassung

Die seit 1960 im Wissenschaftsbereich Technologie der Landwirtschaft der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der TU Dresden durchgeführte Verfahrensforschung zum Prozeßabschnitt Getreideernte wurde analysiert und nach den heutigen technologischen Anforderungen gewertet. Daraus ableitend werden Ansatzpunkte für die weitere Rationalisierung und Gestaltung der Getreideernteverfahren dargestellt. Zusammenfassend ergeben sich aus diesem Erkenntnisstand folgende Zielschwerpunkte für weitere Untersuchungen:

- Verringerung der verfahrensbedingten Verluste und Verbesserung des Gebrauchswerts von Korn und Stroh
- Optimierung der Ernte-, Drusch- und Aufbereitungsprozesse einschließlich Einordnung kapazitätsgesteigerter Mähdrusch
- Erarbeitung energie- und materialsparender Verfahrenslösungen, Substitution von Dieselkraftstoff durch die volkswirtschaftlich vorteilhaftere Elektroenergie, Reduzierung des Energieeinsatzes bei der Trocknung
- Erhöhung der Verfügbarkeit und Einsatzsicherheit technischer Arbeitsmittel für die Getreideernte auch unter ungünstigen Witterungsbedingungen
- Zeitspannenverkürzung durch höhere Verfahrenskapazität
- Rationalisierung und Kapazitätserhöhung bei den Hilfsprozessen

- Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen
- Vereinfachung des Mähdruschverfahrens besonders in Verbindung mit feldnahen Umschlag- und Lagerplätzen
- verfahrenstechnische Gestaltung des Hochschnittverfahrens für Getreideerntemaschinen
- Vervollkommnung der Verfahrensmodellierung und -bewertung.

### Literatur

- [1] Hager, K.: Wissenschaft und Technologie im Sozialismus. Berlin: Dietz-Verlag 1974.
- [2] Listner, G.: Feldhäckseldrusch in Hanglagen. TU Dresden, Institut für Landtechnische Betriebslehre, Forschungsbericht 1963 (unveröffentlicht).
- [3] Fleischhauer, R.: Untersuchungen über die Hangtauglichkeit des Mähdruschers E 173. Friedrich-Schiller-Universität Jena, Landwirtschaftliche Fakultät, Dissertation A 1961.
- [4] Listner, G.: Erprobung des provisorischen Maschinensystems „Feldhäckseldrusch“ im hängigen Gelände. Feldwirtschaft, Berlin 6 (1965) 6, S. 269-272.
- [5] Listner, G.: Untersuchungen über die Arbeitsqualität verschiedener Trommelfeldhäcksler in der Getreideernte. Humboldt-Universität Berlin, Landw.-Gärtnerische Fakultät, Dissertation A 1965.
- [6] Weigt, H.: Untersuchungen über das Getreidehäckselverfahren unter besonderer Berücksichtigung von Korn-Häcksel-Gemischen. Humboldt-Universität Berlin, Landw.-Gärtnerische Fakultät, Dissertation A 1968.
- [7] Listner, G.; Schmiedel, H.: Untersuchungen über die Möglichkeiten der Mechanisierung der Getreideernte im hängigen Gelände, speziell mit Feldhäckselern. TU Dresden, Institut für Landtechnische Betriebslehre, Forschungsbericht 1966 (unveröffentlicht).
- [8] Thurm, R.: Technologie der landwirtschaftlichen Produktion. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag 1970.
- [9] Listner, G.: Erfahrungen bei der Strohbergung mit verschiedenen Feldhäckslertypen. Wissenschaftlich-technischer Fortschritt für die Landwirtschaft, Berlin 5 (1964) 6, S. 253-256.
- [10] Schröder, E.: Probleme der Innenmechanisierung bei der Häckselwirtschaft. Die Deutsche Landwirtschaft, Berlin 15 (1964) 7, S. 326-328.
- [11] Müller, M.: Technologische Grundlagen für die industriemäßige Pflanzenproduktion. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag 1980.
- [12] Gubsch, M.: Ergebnisse der Körnerverlustermittlung beim Hangeinsatz des Mähdruschers E 512. Dt. Agrartechnik, Berlin 18 (1968) 6, S. 296-298.
- [13] Listner, G.: Technisch-ökonomische Gesichtspunkte beim Einsatz des Mähdruschers E 512. Markkläberberg: agra-Broschürenreihe „In der Schule der Kooperation“, Heft 2, 1968.
- [14] Listner, G.; Pinkau, H.; Staudte, W.: Der Mähdrusch E 512 und die Maschinenketten der Getreideernte. Dt. Agrartechnik, Berlin 18 (1968) 6, S. 255-258.

- [15] Listner, G.; Wünsche, R.: Ergebnisse und Schlußfolgerungen aus dem Komplexeinsatz der Mähdrusch E 512 in der Erntekampagne 1968. Kooperation, Berlin 3 (1969) 5/6, S. 42-48.
- [16] Listner, G.; Rößner, K.: Untersuchungen der technologischen Verfügbarkeit des Mähdruschers E 512 und Schlußfolgerungen zu ihrer Erhöhung. agrartechnik, Berlin 24 (1974) 6, S. 267-270.
- [17] Große, W.: Zur Optimierung der Schnitthöhe bei Getreide. Dt. Agrartechnik, Berlin 22 (1972) 3, S. 128-130.
- [18] Lehmann, H.-G.: Der Einfluß der Schnitthöhe auf die Körnerverluste des Mähdruschers. Wiss. Zeitschrift der TU Dresden 24 (1975) 3/4, S. 715-717.
- [19] Engel, L.: Simulation des Getreideernteverfahrens Mähdrusch-Korntransport. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Forschungsbericht 1971 (unveröffentlicht).
- [20] Fateev, M. N.; Fedotov, N. M.: Perspektivny razvitiya prognozych mašin dlja sel'skogo chozjajstva (Die zukünftige Entwicklung der Maschinen für die Landwirtschaft). Traktory i sel'chozmašiny, Moskva (1971) 1, S. 27-29.
- [21] Aniskin, V. D.: Perspektiven für die Mechanisierung der Ernte und Nachbehandlung von Getreide in der UdSSR. Dt. Agrartechnik, Berlin 22 (1972) 3, S. 106.
- [22] Lucas, N.: What odds on whole crop harvesting? (Worauf geht die Ganzpflanzenernte hinaus?). Power Farming, London 57 (1978) 8/9, jeweils S. 8-11, 10, S. 8-9.
- [23] Dworek, R.: Möglichkeiten der Senkung der Ernteverluste am Feldhäckslers E 280 bei der Getreideganzpflanzenernte. agrartechnik, Berlin 27 (1977) 6, S. 269-272.
- [24] Darnstädt, M.: Methodische Fragen der Verfahrensentwicklung in der Getreideernte. agrartechnik, Berlin 28 (1978) 9, S. 406-408.
- [25] Schmidt, S.: Untersuchungen zur Projektierung stationärer Aufbereitungsanlagen für Korn-Stroh-Gemische. Wiss. Zeitschrift der TU Dresden 30 (1981) 6, S. 83-87.
- [26] Listner, G.: Einige Anforderungen an zukünftige Getreideernteverfahren. agrartechnik, Berlin 28 (1978) 9, S. 403-406.
- [27] Listner, G.; Darnstädt, M.: Optimierung der Getreideernteverfahren unter Verwendung mathematischer Modelle. Tagungsberichte der AdL der DDR, Berlin (1981) 188, S. 85-94.
- [28] Große, W.: Spezifischer Energieaufwand bei der Getreideernte und Möglichkeiten der Reduzierung. Tagungsberichte der AdL der DDR, Berlin (1982) 203, S. 171-178.
- [29] Thieliicke, G.: Untersuchungen über die Entwicklung technologisch-ökonomischer Kenngrößen der Mähdrusch E 175, E 512 und E 516. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Arbeitsmaterial 1981 (unveröffentlicht).
- [30] Eimer, R.: Untersuchungen zur Durchsatzregelung am Mähdrusch. Georg-August-Universität Göttingen, Landwirtschaftliche Fakultät, Habilitationsschrift 1973.
- [31] Axmann, M.: Arbeitsmaterialien zu technologisch-ökonomischen Untersuchungen der Getreideernteverfahren 1983. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (unveröffentlicht).

A 3925