

zukünftigen Verfahren und Maschinen viel stärker zu berücksichtigen. In der Getreideernte können vor allem die Umwelteinflüsse Lärm, Vibration, Staub, Klima und Beleuchtung erhebliche Beeinträchtigungen hervorrufen. Die Lärminderung ist gegenwärtig am vorrangigsten. Häufig wirken mehrere Schadfaktoren zusammen und beeinträchtigen in starkem Maße die Arbeitsbedingungen. Die Einflüsse mangelhafter Beleuchtung auf Unfallgefahr, Ermüdung und fehlerhafte Arbeit in Industriebetrieben werden im Bild 5 dargestellt [11]. Daraus ergeben sich Schlußfolgerungen für den Maschineneinsatz in der Dämmerungszeit und während der Nachtstunden. Bei allen technologischen Untersuchungen ist die Forderung nach leistungsangepaßten Arbeitsplätzen zu berücksichtigen.

7. Paß- und Kombinationsfähigkeit mit nationalen und internationalen Maschinensystemen

Da Verfahren und Maschinensysteme in Zukunft nur im Rahmen der sozialistischen ökonomischen Integration entwickelt und bereitgestellt werden können, müssen neue Lösungen rechtzeitig den internationalen Maschinensystemen angeglichen und auf Exportwürdigkeit geprüft werden. Die Paß- und Kombinationsfähigkeit mit mehreren Verfahren ist besonders zu beachten und kann zur Verbesserung der Grundfondsökonomie wesentlich beitragen. Soweit möglich, sind unifizierte technologische Typenlösungen auf der Grundlage leistungsfähiger Maschinenketten mit hoher Verfahrenskapazität zu entwickeln, um die Getreideproduktion von negativen Witterungseinflüssen unabhängiger zu gestalten.

8. Entwicklungstendenzen

Unter Beachtung der Gleichwertigkeit von Korn und Stroh ist das Mähdruschverfahren technisch und technologisch weiterzuentwickeln. Nach Untersuchungen von Große [12] und Lehmann [13] ermöglicht das Hochschnittverfahren beim Mähdrusch eine Durchsatzsteigerung um 30 bis 45 % und, bedingt durch größere Arbeitsgeschwindigkeit, eine Erhöhung der Flächenleistung um 60 bis 100 %.

Für Lagergetreide ist das Verfahren nicht geeignet. Mit Halmstabilisatoren läßt sich der Lageranteil jedoch wesentlich verringern. Bei größeren Schnitthöhen verlängert sich infolge geringerer Feuchtigkeit in den oberen Halmteilen die Einsatzeit. Es vermindern sich die Grüngutaufnahme und demzufolge die Reinigungsbelastung. Durch die höhere Leistungsfähigkeit der Mähdrusch kann eine schnellere, verlustarme Ernte zum agrotechnisch günstigen Zeitpunkt bei Verringerung der Mähdruschanzahl und einer verbesserten Auslastung dieses Grundmittels erfolgen.

Die gleichen Vorteile lassen sich auch bei den stationären Getreideernteverfahren das Hochschnittprinzip als aussichtsreiche Variante erscheinen. Dabei dürfte nur der für die weitere Strohverwertung (Fütterung, Einstreu, Industrie) erforderliche Strohanteil aufgenommen werden. Dadurch wären entscheidende verfahrenstechnische Vorteile zu erzielen, wie z. B. niedrigere Feuchtigkeit im oberen Halmabschnitt, Verringerung des Entmischungseffekts, bessere Transportauslastung, Senkung des Belüftungsaufwands sowie hohe Durchsatz- und Flächenleistung der Felderntemaschinen. Bei diesen neuen Getreideernteverfahren gibt es noch zahlreiche ungelöste technologische, technische und ökonomische Probleme.

9. Zusammenfassung

Ausgehend von der Zielfunktion künftiger Getreideernteverfahren ist das volkswirtschaftlich wichtige Getreide und das in der Tierproduktion sowie in der Industrie benötigte Stroh mit hoher Arbeitsproduktivität und Qualität, geringsten Verlusten sowie bei weiterer Senkung des Energie- und Materialaufwands zu ernten, zu transportieren und einzulagern. Der Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen kommt besondere Bedeutung zu. Die Paß- und Kombinationsfähigkeit mit nationalen und internationalen Maschinensystemen muß bei der Entwicklung von Verfahren und landtechnischen Arbeitsmitteln stärker beachtet werden. Der gegenwärtige Entwicklungsstand erfordert neben der Untersuchung neuer Getreideernteverfahren die Weiterentwicklung der Mähdruschverfahren. Die umfangreiche

Zielstellung erfordert eine enge Zusammenarbeit der Forschungseinrichtungen und eine komplexe Bearbeitung.

Literatur

- [1] Ebert, D. u. a.: Grundlagen der Produktion von Mähdruschfrüchten. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag 1976.
- [2] Güther, G.; Flachowsky, G.: Strohpelletierung und Pelletverfütterung. Markkleeberg: agrabuch 1977.
- [3] Graewe, W.-D.: Aspekte der Getreideproduktion und Getreidewirtschaft im Weltmaßstab (I). Getreidewirtschaft 10 (1976) H. 1, S. 11—14.
- [4] Ackermann, A.: Die Produktion von Futtermitteln in der DDR. Getreidewirtschaft 11 (1977) H. 6/7, S. 102—105.
- [5] Aniskin, V. J.: Perspektiven für die Mechanisierung der Ernte und Nachbehandlung von Getreide in der UdSSR. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 3, S. 106.
- [6] Listner, G.; Darnstädt, M.: Erfahrungen bei der Simulation, Modellierung und Materialflußdarstellung neuer Getreideernteverfahren. agrartechnik 27 (1977) H. 6, S. 253—255.
- [7] Feiffer, P.: Wissensspeicher Mähdrusch. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag 1975.
- [8] Herrmann, K.; Mühle, P.: Rationelle Strohberingung unter den Bedingungen der industriemäßigen Getreideproduktion. Getreidewirtschaft 10 (1976) H. 7, S. 161—163.
- [9] o. V.: Energieverbrauch bis zum Jahr 2000. Kooperation 10 (1976) H. 8, S. 397.
- [10] Ehrlich, P.: Untersuchungen zum Einfluß der persönlichen, sozialen und beruflichen Entwicklung und Haltung von Jugendlichen auf Arbeitsleistung und Krankenstand. Ergonomische Berichte, Heft 4. Berlin: Verlag Tribüne 1970.
- [11] Quaes, M.: Energie aktuell, Abschnitt: Riesner, W.: Der wachsende Energiebedarf der Gesellschaft. Urania-Verlag Leipzig — Jena — Berlin 1975, S. 110—111.
- [12] Große, W.: Beitrag zur Schnitthöhenoptimierung beim Mähdrusch zukünftiger Sorten der Hauptgetreidearten. TU Dresden, Fakultät für Maschinenwesen, Dissertation A 1973 (unveröffentlicht).
- [13] Lehmann, H.-G.: Der Einfluß der Schnitthöhe auf die Körnerverluste des Mähdruschers — ein Beitrag zur Steigerung der Durchsatz- und Flächenleistung. TU Dresden, Fakultät für Maschinenwesen, Dissertation A 1975 (unveröffentlicht). A 2076

Methodische Fragen der Verfahrensentwicklung in der Getreideernte

Dipl.-Ing. M. Darnstädt, KDT

1. Problemstellung

Die Optimierung künftiger Verfahren, Maschinensysteme und technologisch-ökonomischer Parameter landtechnischer Arbeitsmittel ist im Forschungsstadium eine Entscheidungshilfe für die Verfahrens- und Maschinenentwicklung. Die Bedeutung einer effektiven und gründlichen Verfahrensentwicklung kommt u. a. darin zum Ausdruck, daß die Verfahrenskosten zum größten Teil in der Entwicklung und Einführung und nur zu einem geringen Anteil durch die Anwendung der Verfahren bestimmt werden. In der Industrie werden z. B. die Produktionsselbstkosten durch die Ergebnisse aus Forschung, Entwicklung, Konstruktion und technologischer Vorbereitung zu 90 %, durch die Produktion zu 10 % beeinflußt [1].

Die Verfahrensentwicklung geht von mehreren, mitunter einer großen Anzahl von Varianten aus, die zunächst die Bedingungen der Aufgabenstellung erfüllen. Zur Verringerung dieser Variantenvielfalt ist eine Bewertung der Verfahren im Stadium von Forschung und Entwicklung notwendig. Bewerten ist ein Vergleichen und dient dazu, aus einer Vielzahl von bereits vorhandenen oder neu aufgestellten Varianten das Arbeitsverfahren auszuwählen, das der geplanten Zielstellung entspricht oder nahe kommt. Die Basis für den Vergleich bildet ein bestehendes Verfahren. Das macht deutlich, daß die Vergleichsverfahren unter Einbeziehung neuester Erkenntnisse von Wissenschaft und Technik aufgestellt werden müssen. Die Ermittlung, Weiterentwicklung und An-

wendung der Vorzugsvariante zielt auf einen hohen volkswirtschaftlichen Nutzen.

2. Theoretische Probleme der Bewertung

Bewertungsmethoden wurden bisher vor allem für verschiedene Industriezweige erarbeitet, wobei die Bewertung von Arbeitsmitteln im Vordergrund stand. Nach Ettlich [2], Hönicke [3] u. a. sind folgende allgemeine Forderungen an Bewertungsmethoden gültig:

- Objektivität
- einfache und schnelle Berechnung der Vergleichsvarianten
- Bezugnahme auf den Gebrauchswert des Erzeugnisses
- Möglichkeit der Aufschlüsselung der Kenngrößen auf einzelne Erzeugnisparameter

Tafel 1. Vor- und Nachteile ausgewählter Bewertungsmethoden

	Durchführung	Vorteile	Nachteile
Methode nach Kesselring	<ul style="list-style-type: none"> — Punktbewertung — Berechnung technischer und wirtschaftlicher Wertigkeit — Zusammenfassung der Wertigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> — Bewertung techn. u. ökon. Eigenschaften — klarer Überblick über Schwachstellen und Erfolgsaussichten — gut geeignet für Programmierung 	<ul style="list-style-type: none"> — ungeeignet für überbetriebliche Vergleiche — hoher subjektiver Einfluß — hoher Bewertungsaufwand
Methode nach Amboß/Bahr	<ul style="list-style-type: none"> — Bestimmung der wichtigsten Kriterien durch Expertenbefragung — Punktbewertung — Vergleich mit Standard-Matrix des Pattern-Systems 	<ul style="list-style-type: none"> — besonders geeignet für komplexe Aufgabenstellung — gute Übersichtlichkeit — gut geeignet für Programmierung 	<ul style="list-style-type: none"> — hoher Bewertungsaufwand — für Endbewertung anwendbar
Polarkoordinatenmodell	<ul style="list-style-type: none"> — Bildung einer Basisvariante — grafische Darstellung von Kennziffern in der ZIS-Erfolgsspinne 	<ul style="list-style-type: none"> — große Anschaulichkeit — geringer Aufwand — prognostische Aufgabenstellung ableitbar — Parameterwertigkeiten erkennbar 	<ul style="list-style-type: none"> — bei mehr als 12 Kriterien unübersichtlich — nicht geeignet für Programmierung

- Bereitstellung der für die Beurteilung erforderlichen Größen
- Gewährleistung einer End- und Zwischenbewertung
- Darstellung der Endaussage in einer der jeweiligen Aufgabenstellung des Erzeugnisvergleichs angepaßten Form.

Von den Bewertungsmethoden sind die Methode nach Kesselring, die Methode nach Amboß/Bahr (Zielbaummethode) und die Polarkoordinatenmodelle (ZIS-Erfolgsspinne) die bedeutendsten. Die Vor- und Nachteile dieser Varianten sind in Tafel 1 zusammengestellt. Alle weiteren Bewertungsmethoden sind Ableitungen bzw. Ergänzungen der erwähnten Methoden. Eine Analyse vorhandener Bewertungsmethoden ergibt folgende Probleme:

- Die Methoden unterliegen einem subjektiven Faktor, wobei der Wichtung der Kriterien besondere Bedeutung beigemessen wird.
- Die Eignung der Methoden für eine Berechnung mit Hilfe von EDVA wirkt sich bei einer komplexen Aufgabenstellung positiv aus (ungeeignet sind Koordinatenmodelle).
- Die Anschaulichkeit ist bei den Bewertungsmethoden gut (besonders positiv beim Polarkoordinatenmodell).
- Die Bewertung erfolgt grundsätzlich mit Punkten, Noten oder Platzziffern.
- Die Bewertung ist im wesentlichen nicht von den Methoden, sondern von den aufgestellten Bewertungskriterien abhängig.

Aus dem Dargestellten geht hervor, daß bisher erarbeitete Bewertungsmethoden grundsätzlich für alle Anwendungsgebiete geeignet sind. Der stark subjektive Faktor bei der Wichtung der Kriterien weist auf die Einbeziehung der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik hin, um eine den Anforderungen genügende, berechenbare Anzahl von Varianten aufzustellen.

Bei der Bewertung von Verfahren der Pflanzenproduktion sind deren Besonderheiten zu beachten:

- In der Pflanzenproduktion wird mit lebenden Organismen gearbeitet.
- Das Erntegut ist ständig Witterungseinflüssen ausgesetzt.
- Es vollziehen sich nicht vom Menschen beeinflussbare Prozesse.

- An die Erntegüter werden unterschiedliche Forderungen gestellt.
- Die Pflanzenproduktion ist an agrotechnische Termine gebunden und trägt Kampagnecharakter.
- Bodenqualität und -oberfläche sind sehr verschieden.
- Der Transport vom Feld zu Gebäuden und Anlagen ist notwendig.

Aus diesen Bedingungen wird vor allem der stochastische Charakter der Einflüsse deutlich. Im Ergebnis der Bewertung entsteht eine begrenzte Anzahl von Vergleichsverfahren, die exakt berechnet werden können.

3. Erarbeitung von Vergleichsverfahren

Entsprechend dem Umfang und der Komplexität neuer Getreideernteverfahren werden die Berechnungen auf einer EDVA durchgeführt. Die Berechnung erfolgt nach einer kombinatorischen, deterministischen Simulation. Das

Wesen der Simulation besteht darin, die tatsächliche Gesamtheit von Einflüssen auf das Produktionsverfahren durch ein theoretisches Abbild zu ersetzen und mit Hilfe der Kombination von Arbeitsarten bzw. landtechnischen Arbeitsmitteln ein optimales Getreideernteverfahren zu ermitteln. Das jeweils verwendete mathematische Modell ist damit die Nachahmung realer Objekte oder Vorgänge, wobei insbesondere reale Relationen zwischen den wesentlichen Größen (Ursachen, Wirkungen) eines Systems widergespiegelt werden sollen [4]. Für die Modellbildung sind drei Etappen wesentlich, die die Verfahrensoptimierung charakterisieren (Bild 1). Den größten Einfluß auf die Verfahrensoptimierung übt die Modellbildung mit der Aufstellung der Vergleichsverfahren und der Erarbeitung technologischer Parameter landtechnischer Arbeitsmittel aus.

Es ist notwendig, über eine Variantenanalyse Verfahren aufzustellen, die, mit den entsprechenden Daten versehen, berechnet werden können. Die Zusammenstellung der Elemente zur Kombination kann nach der Methode der ordnenden Gesichtspunkte aus der Konstruktionssystematik erfolgen. Hansen [5] gibt dazu an: „Suche für die als notwendig erkannten Maßnahmen ordnende Gesichtspunkte (OGP), ermittle für diese unterscheidende Merkmale (UM) und vereinige die unterscheidenden Merkmale dann zu Lösungen.“

Die wechselnde Zusammenstellung der unterscheidenden Merkmale eines ordnenden Gesichtspunktes bringt eine Vielzahl von Varianten hervor. Für eigene Untersuchungen zu Getreideernteverfahren bilden die Prozeßteilabschnitte Feldernte, Transport mit mobilen Maschinen, Zwischenlagerung, stationärer Transport, Be- und Verarbeitung sowie Endlagerung die ordnenden Gesichtspunkte. Als unterscheidende Merkmale werden ihnen landtechnische Arbeitsmittel zugeordnet.

Einfluß auf die Verfahrensgestaltung üben sowohl betriebsunabhängige als auch betriebsabhängige Größen aus. Betriebsabhängige Größen sind:

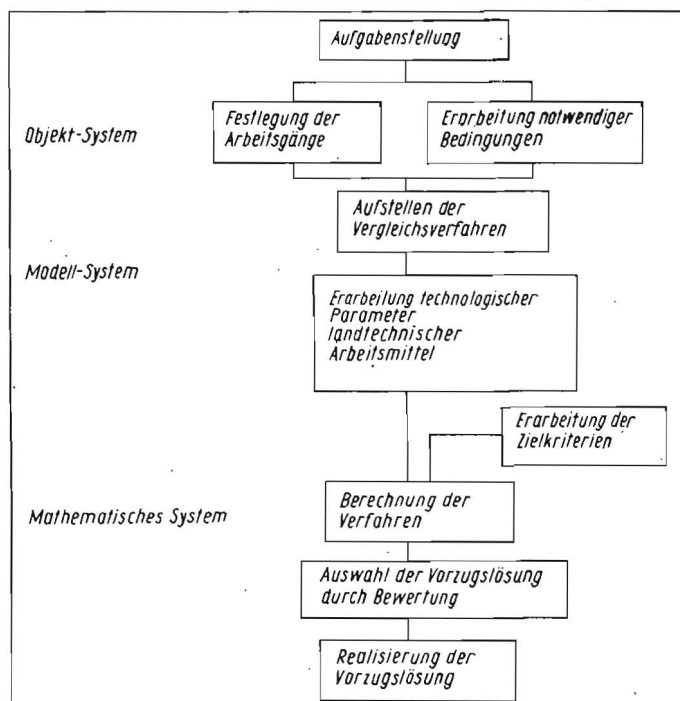


Bild 1 Arbeitsstufen der Verfahrensoptimierung

- Materiell-technische Ausstattung des Betriebs
 - Entwicklungsmöglichkeiten des Betriebs.
- Betriebsunabhängige Größen sind:
- Volkswirtschaftliche Parameter (Energiebilanz, Investitionen u. a.)
 - agrarpolitische Zielstellungen
 - Stand der Technik
 - Standorteinflüsse
 - Verwendungszweck der Ernteprodukte
 - gutspezifische Eigenschaften [6].

Nach diesen Einflußgrößen ist eine Zielstellung zu den Verfahren zu erarbeiten, die hohe Zuverlässigkeit, hohe Auslastung, hohe Qualität, geringe Aufwendung für lebendige und vergegenständlichte Arbeit, Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen sowie Verringerung der Verluste vorsieht.

Auf dieser Basis werden die technologischen Grundverfahren aufgestellt, die an den Produktionsverfahren beteiligt sind. Als technologische Grundverfahren in der Getreideernte können festgelegt werden:

Schneiden, Trennen, Schlagtrennen, Fördern, Sammeln, Vermengen, Verdichten, Dosieren, Trocknen, Lagern.

Aus der Kombination der technologischen Grundverfahren entstehen Konzeptionen landtechnischer Arbeitsmittel für die entsprechenden Prozeßteilabschnitte. Eine übersichtliche Darstellung der technologischen Grundverfahren bietet der Operationsflußplan. Daraus ist neben der Gesamtheit der notwendigen technologischen Grundverfahren die Richtung des Materialflusses erkennbar. Da die Summe der Kombinationsmöglichkeiten meist die Kapazität der Rechner überschreitet und eine exakte Auswertung verhindert, ist die Variationsbreite durch eine Bewertung einzuschränken. Diese Bewertung erfolgt mit notwendigen Kriterien, die aufgrund vorgegebener Bedingungen eine Kombination mit einem ordnenden Gesichtspunkt bzw. mit einem unterscheidenden Merkmal untersagen.

4. Verfahrensentwicklung in der Getreideernte

Die Notwendigkeit der Weiterentwicklung von Verfahren in der Getreideernte ergibt sich im wesentlichen aus zwei Gründen:

- Realisierung der geforderten Steigerungsraten der Arbeitsproduktivität bei verringertem Kostenaufwand und hoher Qualität
- Erzielen maximaler Produktivitätszuwachs-raten beim Erreichen der Grenzparameter konventioneller Maschinen durch Verfahrensumstellung.

Neben der Optimierung des Mähdruschverfahrens bietet die Verlagerung von komplizierten mobilen Prozessen in stationäre Anlagen eine Möglichkeit zur Realisierung der Forderungen. Der Grundgedanke des Verfahrens besteht

Tafel 2. Vor- und Nachteile stationärer Getreideernteverfahren

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> — Feldernte in einem Arbeitsverfahren — frühzeitige Nutzung der abgeernteten Flächen — dreischichtige Auslastung der Bearbeitungsanlage 	<ul style="list-style-type: none"> — gemeinsamer technologischer Fluß der Komponenten Korn, Stroh und Spreu — Eignung der landtechnischen Arbeitsmittel für das Korn-Stroh-Spreu-Gemisch — hoher technischer Aufwand für die Qualitätserhaltung — Umstellung der bewährten Maschinenketten der Korn- und Strohbergung in der Praxis
<ul style="list-style-type: none"> — hoher Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad der stationären Anlage — Erhöhung der Effektivität der landtechnischen Arbeitsmittel — Verbesserung der Arbeitsbedingungen 	

darin, die Prozesse Dreschen, Trennen und Reinigen zu verlagern und die für die weitere Verwertung notwendige Menge Stroh in hoher Qualität zu bergen. Sisjukin [7] und andere berichten über Erfahrungen sowjetischer Betriebe mit stationären Getreideernteverfahren für die Bedingungen des mittelasiatischen Gebietes, denen ähnliche Überlegungen zugrunde liegen. Die wesentlichen Vor- und Nachteile sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Durch die Verringerung der Arbeitsverfahren und die sofortige Bergung des gesamten Erntegutes stehen die Flächen zu einem früheren Zeitpunkt als beim Mähdruschverfahren für die weitere Nutzung zur Verfügung. Damit wird der verstärkte Zwischenfruchtanbau begünstigt.

Der Einsatz der Felderntemaschinen in anderen Zweigen der Pflanzenproduktion führt zur Erhöhung der Effektivität der landtechnischen Arbeitsmittel. Kompliziert erscheint die Projektierung und Entwicklung von landtechnischen Arbeitsmitteln (vor allem für den Transport). Diese müssen körnerdicht sein, aber auch in bestimmtem Maß eine Verdichtung des zu transportierenden Gemisches realisieren. Durch die Forderungen zur Erhaltung der Qualität des Kornes wird der entstehende Aufwand für die anderen Komponenten Stroh und Spreu zu hoch.

Die Zusammenstellung zeigt, daß umfangreiche, genaue Analysen und Berechnungen notwendig sind, um Entscheidungen zur Rationalisierung bestehender und zur Einführung neuer Verfahren treffen zu können. Im Forschungsstadium sind alle Einflußfaktoren zielgerichtet zu untersuchen und Entscheidungen über weiterführende Entwicklungen neuer Verfahren abzuleiten.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Der vorliegende Beitrag ist eine Zusammenstellung von methodischen Problemen der Verfahrensentwicklung in der Getreideernte. Schwerpunkte bilden dabei die Aufstellung von Verfahren, die mit einer Basisvariante bzw.

einem Idealvorschlag verglichen werden, und die Bewertung der Vergleichsverfahren im Forschungsstadium.

Folgende Schlußfolgerungen ergeben sich:

- Durch die komplexe Aufgabenstellung in der Verfahrensentwicklung kann nur eine Bewertungsmethode Verwendung finden, deren Ergebnisberechnung auf einer EDVA erfolgt. Besonders geeignet ist die Zielbaumethode nach Amboß/Bahr.
- Die Einflußfaktoren auf die Bewertung und die Aufstellung der Vergleichsverfahren müssen genau festgelegt werden. In der Pflanzenproduktion ist deren stochastischer Charakter zu beachten.
- Eine Möglichkeit zur Aufstellung der Vergleichsverfahren ist die Konstruktions-systematik.
- Die Anzahl der Vergleichsverfahren ist durch Aufstellen notwendiger Bedingungen einzuengen.

Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Die Anwendung der Gebrauchswert-Kosten-Analyse. Berlin: Dietz-Verlag 1970.
- [2] Ettlisch, W.: Ein Beitrag zur technisch-ökonomischen Beurteilung von Werkzeugmaschinen, dargestellt an Zweiständer-Kurbelpressen. TU Dresden, Dissertation 1968 (unveröffentlicht).
- [3] Hönicke, J. u. a.: Zu Problemen der technisch-ökonomischen Erzeugnisbewertung. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 19 (1970) H. 6, S. 1331—1340.
- [4] Peschel, M.: Grundprinzipien der Modellbildung. messen-steuern-regeln 19 (1976) H. 11, S. 373.
- [5] Hansen, F.: Konstruktionssystematik — Grundlage für eine allgemeine Konstruktionslehre. Berlin: VEB Verlag Technik 1966.
- [6] Fackelmayer, A.: Materialfluß-Planung und Gestaltung. Düsseldorf: VDI-Verlag 1966.
- [7] Sisjukin, J. M./Lipkowsch, E. J.: Fließbandtechnologie der Getreideernte der Ährenkulturen und Vervollkommnung eines Getreidemähdreschers. Sernograd 1976 (unveröffentlicht). A 2077

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

agrartechnik; Die Eisenbahntechnik; die Technik; Feingerätetechnik; Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik; Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik; Schweißtechnik; Seewirtschaft