

Entwicklungsrichtungen der Konstruktion von Getreideerntemaschinen in der VR Polen

Prof. Dr. R. Fajara, Dr.-Ing. A. Roszkowski

Institut für Bauwesen, Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft (IBMER) Warszawa

Die Mechanisierung der Getreideernte nimmt in der VR Polen trotz der noch vorhandenen agrarökonomischen Strukturunterschiede immer mehr zu. In den Großbetrieben erfolgt die Getreideernte bereits jetzt vollmechanisiert, und in den privaten Kleinbetrieben wird sich bis 1980 der Anteil der Vollmechanisierung auf 45 bis 50% erhöhen. Die Zunahme der Vollmechanisierung ist dadurch bedingt, daß einerseits von 1970 bis 1980 in der Landwirtschaft 3,5 Mill. Arbeitskräfte weniger tätig sein werden, und daß andererseits die Agrarproduktion um 90% gesteigert werden soll. Das erfordert die Bereitstellung qualitativ hochwertiger Mechanisierungsmittel in der entsprechenden Anzahl.

Die dominierende Maschine zur Ernte von Getreide und technologisch ähnlichen Kulturen ist der Mähdrescher. Während sein Einsatz in der Getreideernte technisch und technologisch bereits weitgehend beherrscht wird, ist das bei anderen Druschfrüchten mitunter noch nicht der Fall. Untersuchungen haben aber gezeigt, daß bei zweckmäßiger Umrüstung und Anpassung des Mähdreschers auch bei der Ernte von Nichtgetreidekulturen ausgezeichnete Ergebnisse hinsichtlich Flächenleistung, Arbeitsqualität sowie Senkung des Arbeitsaufwands und der Verluste erzielt werden können (Tafel 1). Diese Untersuchungen müssen weitergeführt werden, weil durch sie die Voraussetzungen für eine Erweiterung des Anwendungsbereichs der Mähdrescher, für die Ausdehnung ihrer Einsatzzeitspannen und damit für die Senkung der noch relativ hohen Mechanisierungskosten geschaffen werden. In der VR Polen stimmen die erhobenen Agrotechnischen Forderungen an Mähdrescher mit internationalen Standards überein. Sie umfassen die Durchsatzklassen 5 bis 6 kg/s, 8 bis 10 kg/s und 12 bis 14 kg/s. Gegenwärtig werden in der VR Polen Mähdrescher der beiden erstgenannten Durchsatzklassen hergestellt (Tafel 2). Wie andere Länder bemüht sich auch die VR Polen, Mähdrescher mit einem Durchsatz von 12 bis 14 kg/s herzustellen. Mähdrescher mit dieser Leistung senken den Arbeitsaufwand und ermöglichen die Ernte in einer agrotechnisch optimalen Zeitspanne. Das führt zu geringeren Verlusten und unter den klimatischen Bedingungen der VR Polen auch zur Verringerung der Kornfeuchte des geernteten Getreides. Es ist zu erwarten, daß die höheren Herstellungskosten

solcher Mähdrescher durch bedeutende Einsparungen bei der Körnertrocknung kompensiert werden.

Mähdrescher mit einem Durchsatz von 10 kg/s haben mit den bisherigen konstruktiven Lösungen maximale Außenabmessungen erreicht, die durch Vorschriften für den Transport auf öffentlichen Straßen und Brücken sowie für den Eisenbahntransport festgelegt sind. Die Analyse der technischen Daten moderner Mähdrescher ergibt zwei wichtige Tatsachen (Bild 1):

- Die Steigerung des Durchsatzes führt zu einer proportionalen Vergrößerung der Baugruppen.
- Die Konstruktionsparameter bewegen sich bei gleichem Durchsatz in sehr weiten Grenzen.

Damit ist die Richtung für weitere konstruktive Weiterentwicklungen bestimmt. Die erste Feststellung führt nämlich zu dem Schluß, daß die Vergrößerung herkömmlicher Baugruppen auch die Vergrößerung der Außenabmessungen und der Masse der Mähdrescher nach sich zieht. Weil die zulässigen Außenabmessungen und die zulässige Masse des Mähdreschers aber begrenzt sind, ist eine Durchsatzsteigerung durch Änderung der Raumarchitektur, der Struktur und der Anordnung wichtiger Baugruppen, Wirkpaarungen und Antriebsaggregate herbeizuführen. Diese Möglichkeit der Durchsatzsteigerung leitet sich aus der zweiten Feststellung ab, weil weite Grenzen der Konstruktionsparameter gute und weniger günstige Lösungen bedeuten. Besonderes Interesse verdient die Entwicklung eines Mähdreschers, dessen Arbeitselemente auf einen vielseitig nutzbaren

Tafel 2. Einige Ergebnisse der Prüfung von Mähdreschern polnischer Produktion

Parameter		Bizon-Super Z 050	Bizon-Gigant Z 060
Durchsatz bei Dreschwerk-	kg/s	5,0	9,0
verlusten von 1,5 %			
Reinheitsgrad der Körner	%	99,5	99,4
Körnerbeschädigung	%	1,7	1,1
Leistung	t/h	5,3	9,2

Tafel 1. Ergebnisse bei der Ernte von Nichtgetreidekulturen mit herkömmlichen Methoden und mit Mähdreschern der Typen Bizon-Super und Bizon-Gigant

Kultur	Ernteverfahren	Leistung in T ₀₄ Bizon-Super ha/h	Bizon-Gigant ha/h	Körner- verluste ¹⁾ %	Arbeits- aufwand ²⁾ AK · h/ha
Gräser	herkömmlich	—	—	6...10	100...120
	Einphasenernte mit Mähdrescher	0,3...0,54	0,12...0,37	5... 8	22... 40
Hülsenfrüchte	herkömmlich	—	—	10...20	150
	Zweiphasenernte mit Mähdrescher	0,4...0,9	0,5 ...1,0	4... 5	12... 24
Seradella; Buchweizen	herkömmlich	—	—	12...25	91... 95
	Einphasenernte mit Mähdrescher	0,6...0,8	0,9 ...1,0	15...30	22... 34
Rotklee	herkömmlich	—	—	20...25	100
	Einphasenernte mit Mähdrescher	1,0...1,2	1,2 ...2,0	5...14	30
Sonnenblumen	mit Mähdrescher	0,86	1,51	12...14	31

1) Körnerverluste in der gesamten Erntekette

2) Arbeitsaufwand für alle mit Vorbereitung, Ernte, Transport, Körnerreinigung und Strohhäufung verbundenen Arbeiten

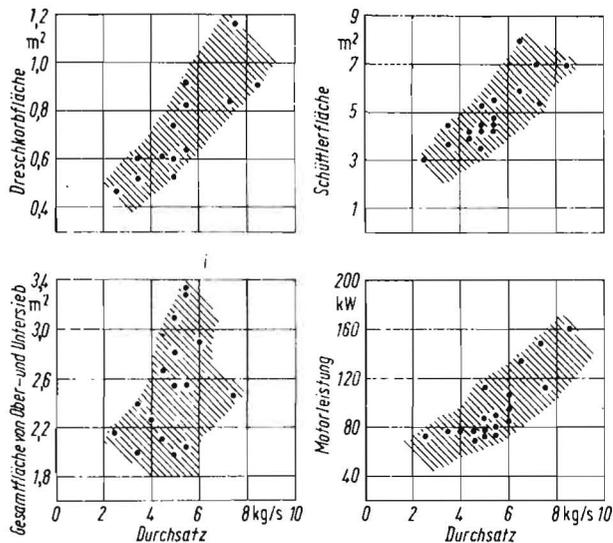


Bild 1. Wichtige Konstruktionsparameter ausgeführter Mähdrescher in Abhängigkeit von ihrem Durchsatz

Tafel 3. Vergleich ausgewählter Kennwerte von Mähdreschern mit einem Durchsatz von 6 bis 8 kg/s

Kennwerte	zu erwartende Werte aus der Datenextrapolation	wirkliche Werte von 5 Mähdreschermodellen
Masse	t 11	8,5... 10,3
Motorleistung	kW 155	110 ... 161
Dreschkorbfläche	m ² 2,2	0,8... 1,15
Schüttlerfläche	m ² 10,2	5,3... 7,9
Körnerbunkerinhalt	m ³ 7	3,0... 5,5

Maschinenträger mit einer Motorleistung von 150 kW aufgesetzt werden, weil dadurch eine höhere Ausnutzung der teuren Antriebseinheit und deren bessere ökonomische Effektivität ermöglicht werden. Eine andere Richtung auf dem Gebiet von Konstruktion und Forschung stellt die Nutzung neuer Wirkprinzipien dar, z. B. der Einsatz von zwei Dreschtrommeln, die Anwendung des Schwingdrusches oder die Ausnutzung anderer physikalischer Effekte. Ebenso sind neuartige Reinigungselemente auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen. Bisher erreichte man mit Hordenschüttlern die besten Ergebnisse. Sie beanspruchen jedoch viel Raum, trotz der Tatsache, daß das Verhältnis zwischen Dreschkorbfläche und Schüttlerfläche von 1:10 in alten Fabrikaten auf 1:5 bei modernen Mähdreschern verringert werden konnte.

Außer durch optimale Gestaltung von Konstruktionselementen kann eine Erhöhung des Durchsatzes mit Hilfe der Automatisierung der Steuer- und Regelfunktionen erreicht werden. Die genannten Problemkreise werden in der VR Polen forschungsmäßig bearbeitet. Erste Ergebnisse sind bereits vorhanden. So wurden am IBMER Warszawa die Auswirkungen verschiedener kinematisch-konstruktiver Lösungen des Schrägförderers auf den Durchsatz des Dreschwerkes untersucht. Dabei konnte nachgewiesen werden, daß fast eine Verdopplung des Durchsatzes möglich ist. Dabei handelt es sich um Prüfstandsergebnisse, die noch in der Praxis zu realisieren sind. Ähnlich gute Ergebnisse wurden bei der Verlustsenkung durch optimale Abstimmung von Haspel und Schneckenförderer erzielt.

Weitere Untersuchungen sollten auch die Auswirkungen der Dreschtrommelgröße (besonders ihres Durchmessers) beinhalten, weil trotz mehrfacher Behandlung dieses Problems gegenwärtig nur Teilergebnisse vorliegen.

In den Jahren 1970 bis 1972 wurden die Konstruktionsparameter

von Mähdreschern mit einem Durchsatz von 3 bis 4 kg/s auf solche mit einem Durchsatz von 6 bis 8 kg/s extrapoliert. Aus den Ergebnissen wurde gefolgert, daß die geschätzten Parameter den Einsatz der Mähdrescher bedeutend erschweren würden. Die in Tafel 3 angegebenen Daten beweisen jedoch, daß der höhere Durchsatz mit wesentlich kleineren als den geschätzten Bauteilabmessungen erreicht wurde. Lediglich bei der Motorleistung besteht Übereinstimmung zwischen Schätzung und Konstruktion.

Eine Steigerung der Mähdrescherleistung ist außerdem mit Hilfe von automatisierten Einrichtungen möglich, die zwei Hauptgruppen umfassen:

- Automatisierung der Regelung von Arbeitsparametern einzelner Baugruppen
- Automatisierung der vom Fahrer ausgeführten Bedientätigkeiten.

Zwischen beiden Gruppen bestehen enge Wechselbeziehungen. Die Steigerung der Mähdrescherleistung gelingt über die automatisierte Regelung der Arbeitsparameter einzelner Baugruppen nachhaltiger. Solche Arbeitsparameter sind die Zuführung des Druschgutes zur Trommel, der Drusch und die Trennung der Körner von Stroh und Spreu auf Schüttlern und Sieben.

Als Ausgangsgrößen zur Bestimmung der richtigen Arbeitsparameter können folgende Kennwerte angenommen werden:

- Durchsatz und Belastung einzelner Baugruppen
- Körnerbeschädigungen und nicht ausgedroschene Körner
- Reinheitsgrad und Körnerverluste auf Schüttlern und Sieben.

Als Regelgrößen wirken Arbeitsgeschwindigkeit, Drehzahl von Dreschtrommel und Gebläsen sowie Dreschspaltbreite.

Die für Mähdrescher polnischer Produktion vorgesehene Automatik besteht aus drei Baugruppen:

- Aufnehmersatz
- Relais- und Stellglieder
- zentrales Steuer- und Regelsystem.

Zum Aufnehmersatz gehören Aufnehmer für Drehmomente, Dreschtrommeldrehzahl und für die Menge des der Dreschtrommel zugeführten Erntegutes. Weiterhin zählen dazu Minimalwertaufnehmer der Arbeitsgeschwindigkeit sowie solche Aufnehmer, die zur Anzeige der Überlastung einiger Förderer und der Verluste an Schüttlern und Sieben genutzt werden. Letztere funktionieren entweder innerhalb des zentralen Systems oder sie geben Informationen an den Mechanisator, der dann die Maschineneinstellung verändert.

Das zentrale automatische System regelt die Arbeitsgeschwindigkeit, die durch Stellglieder konstant gehalten wird, wenn von den Aufnehmern keine Signale abgegeben werden. Die Priorität haben dabei die Signale des Verlustaufnehmers; sie führen zur Senkung der Arbeitsgeschwindigkeit, wenn die Sollgröße der Verluste überschritten wird und umgekehrt.

Das Hauptproblem bei der konstruktiven Weiterentwicklung von Einrichtungen zur automatischen Steuerung besteht in der Genauigkeit der Messung und der Umformung von Signalen des Verlustaufnehmers. Diese Genauigkeit ist von vielen veränderlichen Faktoren, wie Feuchtigkeit und Art des Erntegutes, Unkrautart und Verunkrautungsgrad, Korn-Stroh-Verhältnis, Geländeunebenheiten usw., abhängig. Die große Anzahl von sich schnell verändernden Faktoren führt bei den automatischen Verlustmessungen entweder zur Verminderung der Genauigkeit (das ist der Fall bei allen bekannten konstruktiven Lösungen des Verlustaufnehmers), oder sie erhöht infolge des komplizierten Aufbaus der Einrichtung den Preis so sehr, daß ihre praktische Anwendung in Frage gestellt wird. Eine Analyse bewies jedoch, daß während der vergangenen zwei bis drei Jahre die Konstruktion der Aufnehmer ständig vervollkommen wurde. Die ersten Meßgeräte hatten einen relativen Anzeigefehler von rd. 50%. Während der Kampagne geprüfte Geräte haben auch bei schwierigeren Arbeitsbedingungen (höhere Körnerfeuchtigkeit) bereits einen relativen Anzeigefehler von etwa 20 bis 25% erreicht. Man darf erwarten, daß die weitere Entwicklung beim Bau dieser Einrichtungen einen relativen Anzeigefehler von 10% ermöglichen wird, was ihre ständige Anwendung als Steuerungsgeber für das Zentralsystem bei allen Arbeitsbedingungen des Mähdreschers gestattet.

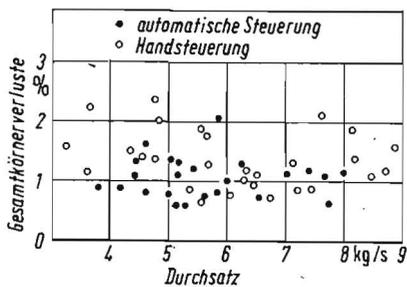


Bild 2
Gesamtkörnerverluste bei der Weizenerte in Abhängigkeit vom Durchsatz bei Automatik- und Handsteuerung (Konstruktionsdurchsatz 8 bis 10 kg/s, Kornfeuchte etwa 15%, Korn-Stroh-Verhältnis 1:0,8 bis 1:1,1)

Erste Untersuchungen zeigen, daß Mährescher mit automatischem Steuer- und Regelsystem eine um etwa 20% höhere Leistung erreichen als Mährescher ohne automatische Einrichtungen, wobei die Verluste auf dem zulässigen Sollniveau gehalten werden. Die Anwendung der Automatik bewirkt keine absolute Senkung der momentanen Körnerverluste, da für deren Größe bei gegebenen Einsatzbedingungen vor allem der Durchsatz und die Gleichmäßigkeit des Erntegutdurchflusses entscheidend sind. Sie kann jedoch die Gesamtverluste, die während der Einsatzperiode (Arbeitstag, Kampagne) auftreten, durch Eliminieren momentaner Über- oder Unterlastungen der Mährescherbaugruppen verringern (Bild 2).

Die Automatisierung der Bedienfunktionen soll vor allem die Arbeit des Mährescherfahrers erleichtern, was indirekt die Ernteleistung steigert, aber weder unmittelbar den Durchsatz vergrößert noch die Verluste verringert. Zu Einrichtungen dieses Typs gehören u. a. die automatische Regelung der Schnitthöhe, die automatische Kontrolle und Anzeige des Arbeitszustands von Förderrichtungen und Schüttlern, des Kornbunkers, des Triebwerks usw. Die Mehrzahl dieser Meß- und Kontrolleinrichtungen findet auch in Mähreschern polnischer Produktion Anwendung.

Die Einführung weiterer Systeme, wie die automatische Einstellung der Haspel, ist Gegenstand aktueller Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Als letzte Hauptrichtung der Forschungstätigkeit sind Untersuchungen hinsichtlich Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit von Mähreschern zu nennen. Dazu wurde vom IBMER eine Methode der Datenerfassung und Auswertung auf Digitalrechnern entwickelt. Seit Beginn der Serienproduktion wurden einige hundert Mährescher erfaßt und statistisch gesicherte Ergebnisse über Einsatzleistungen in Abhängigkeit von Einsatzbedingungen und Nutzungsdauer erzielt. Im Ergebnis dieser Analysen wurden konstruktive Änderungen an Einzelteilen vorgenommen, die übermäßigen Verschleiß oder hohe Störanfälligkeit aufwiesen. Ihre Fertigungsqualität wurde verbessert. Eine gleichzeitig ausgearbeitete Methode erlaubt es, den genauen Ersatzteilbedarf zu prognostizieren. Die ausgearbeitete und in die Praxis übergeleitete Methode wurde im vergangenen Jahr mit dem Preis des Ministers für Landwirtschaft der VR Polen ausgezeichnet.

A 1407

Entwicklung von Verfahren und Mechanisierungsmitteln für die Getreideernte in der Ungarischen Volksrepublik

Dozent Dr. F. Varga, Landwirtschaftliche Universität Debrecen, UVR

Die Mechanisierung der Getreideernte begann in der Ungarischen Volksrepublik erst nach der Befreiung im Jahr 1945. Zuerst kamen noch Mähbinder zum Einsatz, nach 1950 wurden sowjetische Mährescher eingesetzt. Im Zuge der Erzeugnisspezialisierung wurde die begonnene Eigenproduktion von Mähreschern eingestellt und Maschinen aus der UdSSR und aus der DDR eingeführt. Mit Hilfe der Mährescher SK-3, SK-4 und E 512 konnte die komplexe Mechanisierung in der ungarischen Landwirtschaft zuerst in der Getreideproduktion verwirklicht werden. Die Mechanisierung der Getreideernte hat zur Senkung der Anzahl der in der Landwirtschaft beschäftigten Arbeitskräfte beigetragen (1950: 52%; 1960: 45%; 1970: 24%), was z. B. die Entwicklung anderer Volkswirtschaftszweige fördert.

Neben der Mechanisierung der Erntearbeiten entwickelten sich auch die Erträge der Getreidearten dynamisch. Bei Weizen, der mehr als 75% der Getreideanbaufläche einnimmt, betrug der mittlere Ertrag in den Jahren 1956 bis 1960 15 dt/ha, im Jahr 1971 30,7 dt/ha, und 1974 37,5 dt/ha. Diese gute Entwicklung ist das Ergebnis vieler Forschungsarbeiten sowie der allgemeinen Einführung sowjetischer Intensivweizensorten, mit denen einige Landwirtschaftsbetriebe rd. 60 dt/ha erreichten.

Die Senkung der Körnerverluste war ebenfalls ein Grund, der die erweiterte Mährescherzuführung dringend erforderte. Erfahrungsgemäß muß eine Weizenart innerhalb von 5 bis 6 Tagen geerntet worden sein, wenn die Verluste gering bleiben sollen. Die Verzögerung der Ernte um 5 bis 6 Tage kann etwa 8 bis 12% Verlust des Erntegutes verursachen. Im allgemeinen müssen deshalb die 3 verschiedenen Weizensorten mit unterschiedlichen Reifezeiten und die anderen Getreidearten (Roggen und Gerste) innerhalb von 17 bis 18 Tagen geerntet werden. In der Praxis werden dagegen unter günstigen Witterungsverhältnissen oft 20 bis 25 Arbeitstage, unter schlechten Witterungsverhältnissen 30 bis 35 Arbeitstage benötigt. Die ungarische Landwirtschaft braucht also entweder mehr Mährescher oder Mährescher mit

höheren Leistungen. Da der Arbeitskräftebesatz in der Landwirtschaft weiter sinkt, muß nicht die Anzahl der Maschinen, sondern deren Leistungsfähigkeit erhöht werden. Der Mährescher E 512 brachte deshalb Fortschritte, denn der Durchsatz lag höher als beim SK-4. Die Anzahl der eingeführten Maschinen war aber verhältnismäßig niedrig, so daß sie die Anforderungen aus gestiegenem Ertrag und erhöhter Anbaufläche nicht erfüllen konnte.

Mit der Zusammenlegung von Staatsgütern und der Vereinigung von LPG in den 70er Jahren entstanden Betriebsgrößen, die die Bildung der ersten industriemäßigen Produktionssysteme¹⁾ ermöglichten, ein Faktor, der die technische Entwicklung in der Getreideernte beschleunigte.

Die am Anfang ihrer Entwicklung auf Mais spezialisierten industriemäßigen Produktionssysteme setzten zum ersten Mal in Ungarn in großem Umfang Mährescher mit Maisadapter ein. Durch die Verwendung der Mährescher bei Weizen und Mais, die zusammen 60 bis 70% der Ackerfläche der Betriebe einnehmen, erhöhte sich die Auslastung der Mährescher nachhaltig. Sie sind in der ungarischen Landwirtschaft neben dem Traktor die wichtigste Landmaschine. Leistung, Ausnutzung und Betriebssicherheit spielen eine entscheidende Rolle bei der Verlustsenkung im Ernteprozeß und bei der Verminderung des landwirtschaftlichen Arbeitskräftebedarfs. Folgende Druschfrüchte werden außerdem mit Mähreschern geerntet: Sonnenblumen, Sojabohnen, Luzernesamen, Kleesamen, Futtererbsen, Reis, Raps, Linsen sowie Gemüse- und Heilpflanzensamen. Obwohl die Anbauflächen dieser Kulturen im Verhältnis zu Weizen und Mais gering sind, gibt es Spezialbetriebe, die beim Anbau solcher Kulturen die Mährescher von Mitte Juni bis Mitte November einsetzen.

Der ungarische Fünfjahrplan sieht für den Zeitraum von 1976 bis 1980 vor, den mittleren Ertrag bei Weizen auf 39 bis 40 dt/ha und bei Mais auf 48 bis 49 dt/ha zu steigern. Gleichzeitig wird sich die