

Tafel 1. Einstelldaten für die CCM-Ernte

Parameter	E512/E514	E516
Korbeinstellung	mm 22...25 (Einlauf) 5...8 (Auslauf)	35
Dreschtrommel-drehzahl	min ⁻¹ 750...850	600...750
Klappensieböffnung	mm 25...30	25...30
Reinigungs-gebläsedrehzahl	min ⁻¹ 650...710	2 000...2 300

zung durch die Fahrgeschwindigkeit beeinflusst. Mit steigender Fahrgeschwindigkeit sinkt der relative Spindelanteil.

Die Arbeitsorgane sind so ausgelegt, daß selbst maximale Erträge von 12 bis 15 t/ha störungsfrei und in hoher Qualität geerntet werden können. Hohe Maschinenkapazitäten sind bei der Ernte von CCM besonders wichtig, um in der Lage zu sein, das Silo schnell zu füllen, Luftabschluß nach der Verdichtung zu erreichen und so den gezielten Konservierungsprozeß einleiten zu können.

Prüfergebnisse

Die Mährescher E514 und E516 wurden bei der Ernte von Maiskorn-Spindel-Gemisch in der DDR, in der ČSSR, in der UVR und in der VRB im Zeitraum von 1983 bis 1985 erfolgreich geprüft. In den staatlichen Prüfungen wurden je nach Einsatzbedingungen Durchsätze zwischen 5 kg/s und 13 kg/s auf der Prüfstrecke erreicht (Tafel 2).

Die angegebenen Flächenleistungen sind Richtwerte, die je nach Einsatzbedingungen nach oben und unten abweichen können.

Die Kornverluste über Schüttler und Reinigung sind sehr gering. Sie liegen bei einwandfreier Maschineneinstellung unter 0,5%.

Die Verlustwerte am Pflücker sind sehr von den Qualitätsparametern des Maisbestands abhängig. Kolbenansatzhöhen über 60 cm und gleichmäßige Reihenabstände sowie exakte Fahrweise garantieren geringste Verluste. Bewährt hat sich in diesem Zusammenhang die Lenkautomatik für die selbsttätige Führung der Maschine entlang der Maisreihe.

Für die Restmaisernte kann an den sechsreihigen Maispflücker der Schwadleger RR-6 angebaut werden. Der Schwadleger schneidet während des Pflückvorgangs die Maispflanze ab, führt die Stengel über Schneckenpaare zur Maschinenmitte zusammen und legt die Pflanzenteile zwischen den

Triebädern der Maschine ab. Auf diese Weise wird ein Schwaden gebildet, der in einem zweiten Arbeitsgang vom Feldhäcksler oder anderen Erntemaschinen mit Schwadaufnehmern aufgenommen und für die Silierung zur Verfügung gestellt werden kann.

Zusammenfassung

Die Ernte von Maiskorn-Spindel-Gemisch (CCM) ist eine mögliche Verfahrensvariante zur Gewinnung betriebseigenen Futters. Sie gehört heute neben der Körnermaisernte zum Einsatzumfang moderner Mährescher. Für die CCM-Ernte wird ein spezieller Umrüstsatz für den Mährescher angeboten. Bei sachgemäß umgerüsteter und eingestellter Maschine könnten bis zu 90% der Spindeln bei sehr geringen Kornverlusten geerntet werden. Die volle Funktion der Maschine ist bis zu einer Kornfeuchte von 45% gewährleistet. Mit dem Einsatz des Stengelschwaders sind gute Voraussetzungen für die Restmaisernte gegeben.

A 4824

Möglichkeiten und Grenzen der Automatisierung von Arbeitsprozessen beim Mährescher

Dr.-Ing. L. Voß, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Mährescherwerk Bischofswerda/Singwitz
Dipl.-Ing. R. Schaller, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb
Dr.-Ing. T. Uhlig, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Problemstellung

Mährescher haben heute international einen so hohen technischen Entwicklungsstand erreicht, daß sich auf der Teststrecke unter definierten und idealisierten Bedingungen kaum noch Unterschiede zwischen verschiedenen Maschinen gleicher Motorleistungsklasse nachweisen lassen.

Maßgebend ist die Effektivität im technologischen Prozeß der praktischen Getreideernte. Sie wird neben der technischen Verfügbarkeit von folgenden Fragen beeinflusst:

- In welchem Maß reagiert die Maschine auf wechselnde Einsatzbedingungen?
- Wie gelingt es dem Fahrer, Fahrgeschwindigkeit und Maschineneinstellung optimal zu wählen?

Aus diesen Fragen ergibt sich für den Konstrukteur die Aufgabe, die Arbeitsorgane so auszulegen, daß in der Nähe des Nennlastbereichs möglichst schwache Abhängigkeiten der Verluste vom Durchsatz und von den Geteigenschaften entstehen.

Der Automatisierungstechniker muß den Fahrer mit Hilfe interner Kontroll-, Steuer- und Regelvorgänge weiter entlasten und ihm Mittel zur Verfügung stellen, nach denen der Prozeßablauf bewertet und geführt werden kann. In der Praxis tritt vor allem dann ein Erfolg ein, wenn Baugruppenkonstrukteur und Elektroniker eng zusammenarbeiten, um ge-

meinsam ein Optimum für die Effektivität der Maschine zu finden.

2. Landtechnische Konzeption und Automatisierungskonzept - eine Einheit im Fortschritt-Programm

2.1. Störungsfreie Schneidwerksarbeit als eine Voraussetzung für die Auslastung des Mähreschers

Während des Ernteprozesses muß sich der Mährescherfahrer hauptsächlich auf die störungsfreie Arbeit des Schneidwerks konzentrieren. Er soll die volle Schnittbreite ausnutzen, Störungen im Gutfluß vermeiden und Schäden durch Fremdkörper ausschließen.

Kopiereinrichtungen am Schneidwerk in Längs- und Querrichtung, Schnellstoppkuppelung und Schneidwerkrücklaufgetriebe, hydraulische Horizontal-, Vertikal- und Drehzahlverstellung der Haspel sowie Lenkautomatik helfen ihm, den technologischen Prozeß möglichst sicher zu führen.

Mit der Lenkautomatik wurde ein erster interner Regelkreis in der Maschine realisiert. Für die Getreideversion gelang es jedoch noch nicht, die Betriebssicherheit hinreichend zu gewährleisten. Neue Möglichkeiten zum Erkennen der Leitlinie sowie zur Erhöhung der funktionellen Betriebssicherheit

deuten sich an und lassen eine weitere Verbesserung dieser notwendigen Einrichtung erwarten.

Bewährt hat sich bereits der Einsatz der Lenkautomatik am reihengebundenen Maisadapter, wo mit hohen Arbeitsgeschwindigkeiten die Maschine sicher entlang der Maisreihe geführt werden kann - eine Aufgabe, die der Fahrer in hohen Maisbeständen nicht mehr in dieser Präzision beherrscht.

Zur Zeit wird an der Entwicklung einer Einrichtung zur Regelung der Haspeldrehzahl in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit gearbeitet (Bild 1). Das Verhältnis von Haspelgeschwindigkeit zu Fahrgeschwindigkeit wird vorgewählt und dann vom Regler beibehalten. Damit wird der Fahrer von einer weiteren Bedienhandlung weitgehend entlastet.

2.2. Einstellung und Steuerung des Verarbeitungsprozesses in der Grundmaschine

Das Verkaufsprogramm des VEB Mährescherwerk Bischofswerda/Singwitz umfaßt mit den Maschinen E512, E514 und E516 die Leistungsklassen 5,5 t/h, 6 t/h und 12 t/h. Die Schließung der Lücke zwischen 6 und 12 t/h ist festgelegt. Erklärtes Ziel bleibt, die robuste, zuverlässige Konstruktion von Drescheinrichtung, Schüttler und Reinigungsein-

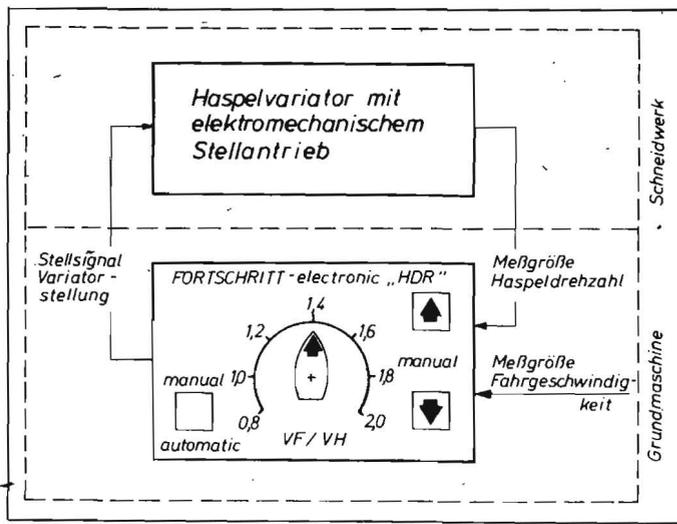
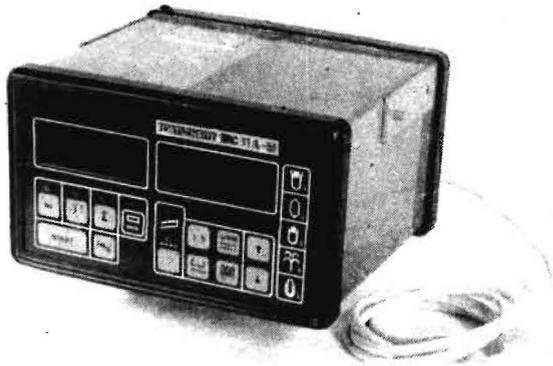


Bild 1. Schematischer Aufbau der Haspeldrehzahlregelung



Angebotslinie I	Angebotslinie II
Grundausrüstung	Grundausrüstung
kraftfahrzeugspezifisch	kraftfahrzeugspezifisch
mährescherspezifisch elektronisches Kontrollsystem	mährescherspezifisch erweitertes elektronisches Kontrollsystem
Zusatzrüstung	Erfassung, Verrechnung, Speicherung und Anzeige ernte-technolo- gischer Größen (Bordcomputer)
Verlustkontrolle	
Erntefläche	
Zusatzrüstung	Zusatzrüstung
Lenkautomatik Getreide Mais	Lenkautomatik Getreide Mais
Zusatzrüstung	Zusatzrüstung
Haspeldrehzahlregelung	Haspeldrehzahlregelung
Service-technik	Service-technik
Serviceprüfkoffer II, III	Serviceprüfkoffer II, III

Bild 3. Ausrüstungsvarianten der Bordcomputer

◀ Bild 2. Erntemaschinen-Bordcomputer EBC 14 für den Mährescher E514 (Foto: E. Fröde)

richtung, den Mährescher als Alledrescher mit flacher Durchsatz-Verlust-Kennlinie im Arbeitsbereich zu erhalten. Mit diesem Arbeitsverhalten bleibt das Dreschaggregat gegen Laständerungen relativ unempfindlich, solange sich die Einsatzbedingungen nicht extrem ändern.

Trotzdem kann der Fahrer nicht sicher entscheiden, ob er die richtige Fahrgeschwindigkeit gewählt hat und damit das vorhandene Leistungsvermögen der Maschine ausnutzt. Mit dem Erntemaschinen-Bordcomputer EBC (Bild 2) steht ihm dafür eine wichtige Entscheidungshilfe zur Verfügung. Dieses Gerät wird ab 1987 für die Fortschritt-Mährescher E512, E514 und E516 angeboten. Es zeigt den aktuellen Verlustwert in % des Ertrags digital an und wahlweise eine seiner beiden Komponenten, den Reinigungsverlustwert. Parallel dazu können die Fahrgeschwindigkeit, die abgeerntete Fläche, die Erntezeit und die Flächenleistung schichtbezogen oder kumulativ angezeigt werden. Wird ein Verlustsollwert vorgegeben, z. B. 1% des Ertrags, so erhält man mit dem neuen EBC einen Orientierungswert für die zu wählende Fahrgeschwindigkeit. Andererseits stehen auch Ausgangswerte für die Planung des Ernteablaufs sowie für die Leistungsbewertung der Fahrer bereit.

Für die Mährescher der neuen Generation werden Kontroll-, Anzeige- und Überwachungseinrichtungen stärker in die Gestaltung von Bedienstand und Kabine integriert. Kraftfahrzeug- und mährescherspezifische Elemente werden zusammengefaßt und optisch voneinander getrennt. Motordrehzahl, Dreschtrommeldrehzahl, Fahrgeschwindigkeit und Reinigungsgebläsedrehzahl werden je nach Angebotslinie über Zeigerinstru-

mente oder digital angezeigt. Drehzahlen weiterer Arbeitsorgane, wie Kornelevator, Ährenelevator, Schüttler und Strohreförderer, werden intern kontrolliert. Nur bei Abweichung von einem vorgegebenen Grenzwert erfolgt eine Signalisierung. Mit diesen Maßnahmen wird die Übersichtlichkeit des Bedienfelds weiter erhöht. Diese Grundausrüstung läßt sich durch verschiedene Zusatzausrüstungen wahlweise weiter komplettieren (Bild 3).

In der *Angebotslinie I* kann der Anwender die Grundausrüstung durch Verlustkontrolle, Hektarzähler, Lenkautomatik und Haspeldrehzahlregelung ergänzen.

Die *Angebotslinie II* enthält neben der Grundausrüstung eine umfangreiche Ausstattung an elektronischen Baugruppen entsprechend dem fortgeschrittenen Stand der Technik. Auch hier werden Lenkautomatik und Haspeldrehzahlregelung vorgesehen.

Für die Fehlersuche, Instandsetzung und Funktionsüberprüfung der elektronischen Baugruppen werden neue Serviceprüfkoffer angeboten, wobei jeweils eine Erweiterung im Funktionsumfang von Servicekoffer I (Digital-Elektronik-Tester für E516) zu Servicekoffer II und III vorgenommen wird.

3. Entwicklungsrichtungen in der Mährescherautomatisierung

Das bisher charakterisierte Niveau wird in den nächsten Jahren etwa dem Stand der Technik entsprechen. Für die Realisierung der folgenden Niveaustufe sind noch umfangreiche Forschungsarbeiten erforderlich. Dabei steht die Schaffung neuer bzw. verbesserter Sensoren, vor allem für die Messung der Kornverluste und der Durchsätze, im Vordergrund des Interesses. Außerdem

werden die Arbeiten zur mathematischen Beschreibung des Prozeßablaufs im Mährescher als Grundlage für die Gestaltung der Steuer- bzw. Regelabläufe weitergeführt. Wenn diese Aufgaben gelöst sind, ist es möglich, an der schrittweisen Automatisierung der Maschineneinstellung zu arbeiten. Dazu gehören die Weiterentwicklung der Schneidwerkshöhenführung sowie die automatisierte Einstellung von Dreschwerk und Reinigung. Die Fahrerinformation über Maschinenauslastung und Verlustverhalten ist weiterzuentwickeln. Für alle genannten Funktionen sind Durchsatz und Verlustverhalten wesentliche Größen für die Prozeßführung.

Mit dem Einsatz von Bordrechnern sind die Voraussetzungen gegeben, zusätzliche wichtige Maschinendaten zu erfassen, zu verarbeiten und zu speichern. Das hat vor allem für die technische Diagnose von Motor und Hydraulikanlage, aber auch für spezifische Baugruppen des Landmaschinenteils Bedeutung. Kritische Lastzustände, kritische Temperaturen und Drücke sowie Verschleißzustände können registriert, gespeichert und zu beliebigen Zeiten abgerufen werden. Die Auswertung dieser Daten kann mit stationärer Rechentechnik erfolgen. Somit werden Werte über die Restnutzungsdauer von Baugruppen und für die Organisation von Instandhaltungsmaßnahmen gewonnen. Zur Lösung dieser Aufgabe sind noch umfangreiche Forschungsarbeiten erforderlich. Vor allem sind für die Auswertung der gespeicherten Meßdaten noch mehr zuverlässige Zusammenhänge zu finden.

Bei den modernen Bordsystemen kann es heute nicht mehr nur darum gehen, die technische Funktion der Maschine zu kontrollie-

ren und zu regeln. Im Zusammenwirken mit Bürocomputern ist gleichzeitig die Einordnung der Maschine in den technologischen Prozeß der Getreideernte zu optimieren. Informationen über vor- und nachgelagerte Prozesse, wie Reifeverlauf, Ausfallverhalten, Ertrag, Feuchte, Wetter, Transportorganisa-

tion u. a., sind zu einer Erntestrategie zu verarbeiten. Für die Umsetzung dieser Strategie sind mit dem Bordsystem der Erntemaschine Voraussetzungen vorhanden. Automatisierungsmaßnahmen gewinnen immer mehr an Effektivität, je mehr sie Einfluß auf den technologischen Ablauf der Ernte

nehmen, je mehr sie helfen, die vielen zufälligen Einflüsse beim Maschineneinsatz und die Randbedingungen bei der Organisation des Maschineneinsatzes zu beherrschen. Maschinenkonzeption und Automatisierungskonzeption müssen dabei eine Einheit sein. A 4888

Herstellung von Maisganzpflanzenschrot und Lieschkolbenschrot aus trockensubstanzreichem Mais mit einem Feldhäcksler mit Schneidwurftrummel

Dr.-Ing. H. Schumacher, KDT/Dr.-Ing. G. John, KDT
Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb

Verwendete Formelzeichen

d_T	—	Trommeldurchmesser
g_K	%	Anteil ganzer Maiskörner
l_{th}	mm	theoretische Häcksellänge
Q	t/h	Originalmassedurchsatz
s_{RA}	mm	Reibanfangsspalt
s_{RE}	mm	Reibendspalt
TS_{GPS}	%	Trockensubstanzgehalt von Ganzpflanzenschrot
TS_{Korn}	%	Trockensubstanzgehalt von Maiskorn
TS_{LKS}	%	Trockensubstanzgehalt von Lieschkolbenschrot
v_{ZW}	m/s	Umfangsgeschwindigkeit der Zerkleinerungswalze

1. Einleitung

Mit dem Feldhäcksler sind im Mais drei verschiedene Häckselprodukte herstellbar:

- Ganzpflanzenhäcksel (GPH) mit einem mittleren Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) von 22 %
- Ganzpflanzenschrot (GPS) mit einem mittleren TS-Gehalt von 35 % (Körner liegen als Grobschrot vcr)
- Lieschkolbenschrot (LKS) mit einem mittleren TS-Gehalt von 45 % (Maiskorn und Spindel als Grobschrot, Lieschblätter und teilweise Stengelteile als Häcksel). Der TS-Gehalt der Körner sollte bei GPS und LKS 60 % nicht wesentlich übersteigen. Für einen TS-Gehalt über 60 % werden die Verfahren zur Ernte von Körnermais mit dem Mähdescher als Korn und Maiskornspindel-Gemisch (CCM) angewendet. Durch die weitere Verlagerung des Anbaus von TS-reichem Mais in nördliche Gebiete ergibt sich auch in der DDR die Notwendigkeit, GPS und teilweise LKS herzustellen. Dazu ist die aktive Nachzerkleinerung des Maiskorns mit Hilfe von Zerkleinerungswalzen in Feldhäckslern erforderlich. Um diese Zerkleinerungswalzen in die vorhandenen Häckselaggregatssysteme einordnen zu können, müssen Zusatzbeschleuniger bzw. Gebläse für das Auswerfen des Häckselgemisches auf das Transportfahrzeug vorhanden sein. Damit ist ein zusätzlicher Energiebedarf verbunden. Deshalb wurde forschungsseitig untersucht, wie eine aktive Nachzerkleinerungseinrichtung in das Schneidwurftrummelhäckselaggregat, z. B. in den Feldhäcksler E281C, zu integrieren ist [1].

2. Forderungen an die Arbeitsqualität

Entsprechend den Forderungen der Tierernährung ist aus der Sicht der Verdaulichkeit

der Maissilage bei der Herstellung von Maisganzpflanzensilage ab einem TS-Gehalt von 30 % ein strukturiertes Futter mit einem geringen Anteil ganzer Maiskörner erforderlich. Nach internationalen Veröffentlichungen wird ein maximaler Anteil ganzer Maiskörner, bezogen auf die Kornmasse, von 5 %, und, bezogen auf die Pflanzenmasse, von rd. 2 % gefordert. Die Stengel- und Blatteile sollen aus gleichem Grund zerfasert sein und eine „wollige Struktur“ aufweisen. Bei der Herstellung von Lieschkolbenschrot wird eine Arbeitsqualität von maximal 1 % ganze Körner im LKS gefordert. In der ČSSR soll bei LKS der Anteil der feinen Teilchen unter 4 mm (Siebdurchgang) über 35 % betragen [2].

3. Stand der Technik

Zur Zerkleinerung von Maiskörnern bei der Herstellung von GPS und LKS mit hohem TS-Gehalt wurde in den vergangenen 15 Jahren eine Vielzahl passiver und aktiver Nachzerkleinerungseinrichtungen im Häckselaggregat der Feldhäcksler entwickelt.

Passive Nachzerkleinerungseinrichtungen zum Anschlagen der Maiskörner für die Herstellung von GPS sind z. B. als Reibböden unterhalb von Schneidwurftrummeln, Schneidtrummeln und Wurfgebläsen ausge-

führt (Bild 1, Pos. 2.1 und 2.3). Auch der VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb des Kombinats Fortschritt Landmaschinen, bietet als Zusatzausrüstung für den Feldhäcksler E281C eine Wurfwanne mit Reibboden an.

Ähnliche Wirkungen erzielen zusätzliche Gegendrehungen, die in der Wurfwanne angeordnet werden (Bild 1, Pos. 2.2). Zum Anschlagen der Maiskörner dienen auch profilierte scharfkantige Schlagleisten an den Messerträgern von Häckseltrummeln (Bild 1, Pos. 1.1 und 1.2). Ebenfalls im Angebot ist ein Zinkenamm am Beginn des Auswurfschachtes von Wurfgebläsen, der in einer Kombination mit Reibböden eingesetzt werden kann (Bild 1, Pos. 3.3).

Diese Einrichtungen sind relativ einfach, ihre ausreichende Wirkung für LKS ist aber umstritten.

Zur Herstellung von LKS wurde in der Vergangenheit die bekannteste passive Nachschneideeinrichtung, das sog. Nachschneidesieb (Recutter), das unterhalb der Häckseltrummel angeordnet ist, entwickelt (Bild 1, Pos. 3.1 und 3.2). Der Einbau von Recuttern in Schneidwurftrummelhäckselaggregaten ist aber funktionell nicht möglich.

Der Recutter ist nur bei einem getrennten Häckselaggregat mit Schneidtrummel und

Bild 1. Anordnung der passiven Nachzerkleinerungseinrichtungen

Ort Arbeitselement	Schneidwurftrummel		Schneidtrummel	Wurfgebläse/Scheibenrad
	1	2	3	3
1 Häckselmesser; Wurfschaufel, Wurfgebläseschaukel	1.1	1.2		1.3
2 Gehäusemantel (Wurfwanne/Wurfgebläse bzw. Scheibenradgehäuse)	2.1	2.2		2.3
3 Abwurfbereich des Häckselgutes	3.1	3.2		3.3