

waage ADU200 Anpassung ADU01A, der ebenfalls eine Anzeige für die Lebendmasse hat, wird unmittelbar an der Wand des Güllerpumpenhauses in einer Höhe von 2 m angebracht. Folgende Parameter sind beim Wägevorgang einzuhalten:

- Wägerhythmus 15 s
- Druckluft für die Arbeitszylinder der Türbetätigung 98,1 kPa
- Anzahl der Arbeitskräfte für den Wägevorgang 1 AK.

3. Technologischer Ablauf der Wägung

3.1. Anfangszustand vor der ersten Wägung

- Auslaßtür der Waage ist offen
- Tastatur-Anzeige-Einheit TAE01A ist stromlos
- Türsteuerung TST01A ist stromlos.

3.2. Erste Wägung

- manuelles Einschwenken des Erkennungsgeräts
- Einschalten der Türsteuerung TST01A
- Einschalten des Druckverdichters
- Freigabe der Vereinzelungseinrichtung durch Öffnen eines Absperrhahns
- Knopfdruck (Taster „AUF“) an der Türsteuerung, dadurch Öffnen der Vereinzelungseinrichtung und Schließen der Auslaßtür der Waage
- Knopfdruck (Taster „ZU“) an der Türsteuerung TST01A, Vereinzelungseinrichtung schließt
- Tier durchläuft die Sende- und Empfangseinrichtung SEE01A und wird erkannt
- H/L-Flanke am Erkennungsgerät startet

Programm: „Lebendmasseerfassung“

- Signal vom Datenerfassungsrechner „Ende der Wägung“ öffnet die Auslaßtür der Waage.

3.3. Zweite und jede fortlaufende Wägung

- Knopfdruck (Taster) an der Türsteuerung TST01A öffnet die Vereinzelungseinrichtung und schließt die Auslaßtür der Waage
- Tier durchläuft die Sende- und Empfangseinrichtung SEE01A und wird erkannt
- Knopfdruck (Taster „ZU“) an der Türsteuerung TST01A schließt die Vereinzelungseinrichtung
- H/L-Flanke am Erkennungsgerät startet Programm „Lebendmasseerfassung“
- Signal vom Datenerfassungsrechner „Ende der Wägung“ öffnet die Auslaßtür der Waage.

4. Besonderheiten

4.1. Transpondernummer nicht erkannt

Würde eine Kuh in der Sende- und Empfangseinrichtung nicht identifiziert, wird vom Lebendmasserechner die Wägung nach der Freigabe durch das Erkennungsgerät nicht durchgeführt.

An der TAE01A wird dieser Zustand durch Dunkelastung der Anzeige für die Tiernummer und je nach Ausführungsart durch ein optisches Signal angezeigt. Diese Signalisierung kann mit der R-Taste ausgeschaltet werden (Bild 2).

Die fehlende Tiernummer ist vom Halsband der Kuh abzulesen und mit den Tasten 0 bis 9

der TAE01A einschließlich führender Nullen 5stellig einzugeben. Eine falsch eingegebene Nummer wird mit der R-Taste gelöscht und anschließend neu eingegeben. Nach Eingabe der Tiernummer wird die automatische Wägung mit der Starttaste ST an der TAE01A gestartet.

Falls die Tiernummer nicht 5stellig eingegeben wurde, leuchtet nach dem Betätigen der Starttaste ST als Fehlerhinweis am Sichtfenster der Ausdruck „5 x F“ auf. Der Start der Wägung ist erst nach Eingabe der korrekten vollständigen Tiernummer möglich.

4.2. Handbedienung der Waagentür

Die Auslaßtür der Waage läßt sich bei geschlossener Vereinzelungstür mit dem Taster „Türen AUF“ der TST01A öffnen (Bild 2).

5. Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag stellt die Neuentwicklung der Teilsystemlösung „Lebendmassebestimmung“ im rechnergestützten Produktions-Kontroll- und Steuerungssystem für Milchviehanlagen des VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda vor. Beschrieben werden der Aufbau, die Funktion und die Einordnung der Lebendmassebestimmung im technologischen Ablauf der MVA1930. Die Verfasser entsprechen hiermit dem Informationsbedarf vieler Praktiker, die zukünftig mit diesem System arbeiten. Die Testung und Erprobung des Systems unter industriemäßigen Bedingungen der Milchproduktion wird z. Z. durchgeführt.

A 4769

Bedeutung der Automatisierungstechnik für die Intensivierung der Getreideernte – Entwicklungsstand, Trends und Aufgaben

Dozent Dr. sc. techn. H. Regge, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

1. Landtechnische Erfordernisse einer wachsenden Getreideproduktion

Getreide nimmt weltweit eine wichtige Position in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft ein. Das veranschaulichen die Produktionsergebnisse ausgewählter Regionen über einen Zeitraum der letzten 35 Jahre (Bild 1). Im Verlauf der letzten 25 Jahre hat sich die

Getreideproduktion der DDR mehr als verdoppelt. Mit einer durchschnittlichen Zuwachsrate von über 260 000 t Getreide je Erntejahr leistet die Landwirtschaft somit einen bedeutsamen Versorgungsbeitrag für die Volkswirtschaft. Derartige Produktionssteigerungen sind nicht frei von Wachstumsproblemen. Das zunehmende Produktionsvo-

lumen erfordert zwangsläufig eine Vergrößerung der Maschinenkapazitäten, wenn vor allem bei rückläufigem Arbeitskräftepotential in der Landwirtschaft das Getreide dennoch in kurzen, agrotechnisch günstigen Zeitspannen verlustarm und in guter Qualität geerntet werden soll.

Diesem Trend der Getreideproduktion und den daraus resultierenden Bedürfnissen Rechnung tragend, hat auch der internationale Landmaschinenbau die obere Leistungsgrenze des Mähdescher-Angebotspektrums fortwährend angehoben. Im Vergleich zu den 50er Jahren hat sie jetzt schon mehr als den vierfachen Wert erreicht. Derartige Leistungssteigerungen, vor allem in Verbindung mit größeren Schnittbreiten und höheren Arbeitsgeschwindigkeiten, führen zwangsläufig zur Ausweitung der Mensch-Maschine-Kommunikation, die der Mähdescherfahrer gemäß seinem begrenzten Leistungsvermögen mit zunehmender Informationsdichte immer weniger vollständig zu bewältigen vermag.

Das hat zur Folge, daß mit steigender Maschinenkapazität die Maschinenauslastung und die Arbeitsqualität zurückgehen, vermeidbare technologische und technische Störungen aber zunehmen und letztlich die

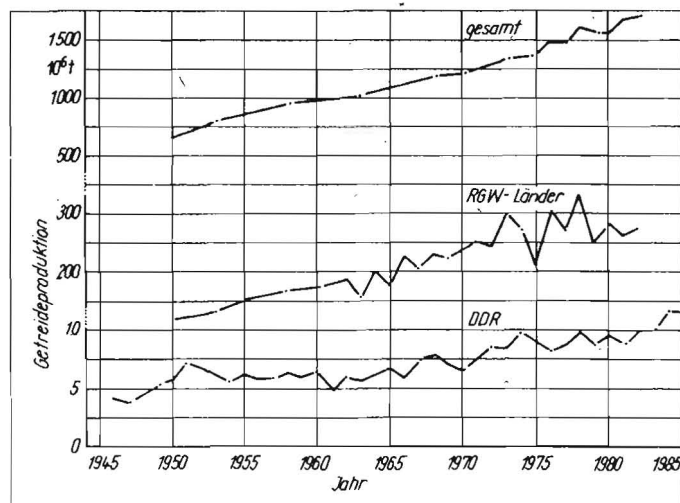


Bild 1 Entwicklung der Getreideproduktion ausgewählter Regionen der Welt

beabsichtigten Mechanisierungseffekte empfindliche Einschränkungen erfahren. So wird die Begrenztheit des menschlichen Leistungsvermögens zu einem Hindernis bei der Entfaltung der Produktivkräfte. Die Beseitigung dieses Defektes wird zu einem vorrangigen Bedürfnis der Landwirtschaft. Die Automatisierungstechnik hält dafür Lösungen bereit, mit deren Hilfe der Mensch immer dann vom unmittelbaren Funktionsvollzug entbunden werden kann, wenn er durch diesen in irgendeiner Weise überfordert wird.

2. Ziele und Aufgaben der Automatisierungstechnik in der Getreideernte

Die Ziele der Automatisierungstechnik und ihre Aufgaben [1, 2], die sich aus den theoretischen Methoden und Verfahren sowie aus dem erreichten Niveau der gerätetechnischen Einrichtungen herausgebildet haben, sind im Bild 2 dargestellt. Mit Hilfe von Bilanzierungseinrichtungen lassen sich Aufwendungen und Ergebnisse erfassen. Auf ihrer Grundlage erfolgen Aufwands- und Produktivitätsberechnungen und Entscheidungen zur Verfahrensgestaltung. Die Überwachung, in der auch die Prozesssicherung eingeschlossen ist, liefert Informationen über das Verhalten der kontrollierten Funktionskreise, signalisiert Grenzüberschreitungen und unterbindet durch entsprechende Sicherungssysteme gefahrdrohende Prozesszustände. Die Prozessstabilisierung gewährleistet über geeignete Störgrößenkompensationen einen Prozessablauf innerhalb vorgeschriebener Toleranzen. Optimale Prozessabläufe sollen durch die Prozessoptimierung herbeigeführt werden. Der automatischen Prozessführung obliegt es schließlich, die technologisch vorgeschriebenen Arbeitsabläufe in sachlich und zeitlich richtiger Reihenfolge selbsttätig abzufahren.

3. Entwicklungsstand und Tendenzen der Mähdrescherautomatisierung

Der heutige Großmähdrescher ist seinem Wesen nach ein komplexes Stoffbearbeitungs- und Energieumsetzungssystem, das rein manuell bedient, schon nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben ist. Die Gewährleistung einer hohen Wirtschaftlichkeit erfordert eigentlich den Einsatz von Automatisierungsmitteln aller Aufgabenklassen.

Am verbreitetsten sind Elemente der automatischen Prozessüberwachung und -sicherung. Sensoren erfassen eine Vielzahl von Be-

triebszustandsgrößen. Als erste Stufe der Prozesssicherung sprechen vor dem Erreichen gefährlicher Grenzzustände optische und/oder akustische Warneinrichtungen an. Ein allgemeiner Trend in Richtung selbsttätig wirkender Sicherheitseinrichtungen ist derzeit nicht feststellbar. Das ist auch solange nicht zu erwarten, wie der Mähdrescherfahrer in der Lage ist, auf angezeigte Warnungen schnell genug gefahrunterbindend zu reagieren. Anders liegen die Dinge im Komplex Fremdkörpereinwirkung. Fremdkörperortung vor dem Schneidwerk des Mähdreschers und ein selbsttätig wirkender Havarie-schutz sind damit wichtige Aufgabenstellungen für die Automatisierungstechnik.

Zur Prozessbilanzierung bedient man sich bereits der Betriebsstundenzähler, Fahrten-schreiber, Kraftstoffverbrauchsmesser und Hektarzähler. Aus den von ihnen erfaßten Ergebnissen werden die verschiedensten betriebswirtschaftlichen Kenngrößen berechnet. Gearbeitet wird an der Entwicklung von Korndruschatzmessern, um Produktivitäts-, Produktions- und Ertragskennzahlen berechnen und schließlich den Ernteverlauf zielgerichteter führen zu können. Große Anstrengungen werden seit den Anfängen der Mähdrescherautomatisierung zur Prozessstabilisierung unternommen. Noch überwiegt die Einstellung der Funktionsgruppen von Hand auf der Grundlage manuell oder automatisch ermittelter Kontrollwerte über den Funktionsvollzug. Es wächst aber die Anzahl der Lösungen für eine vollständige selbsttätige Prozessstabilisierung über geeignete Steuerketten oder Regelkreise. Die automatische Bodenkopierung des Schneidwerks längs und quer zur Fahrtrichtung, die Schnitthöhenregelung und das Halten am Bestand sind Lösungen, die sich in der Erntepaxis bereits bewährt haben. Die automatische Steuerung der Haspelfunktionen befindet sich in der Entwicklung.

Einen herausragenden Platz in der Prozessstabilisierung nehmen die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Ausregelung von Störgrößen ein, die die Flächen- und Körnerleistung des Mähdreschers herabsetzen und seine Körnerverluste negativ beeinflussen. Belastungsregler, die die Beschickung der Drescheinrichtung nach ihrer Belastung und den Verlusten regeln, haben den höchsten Entwicklungsstand erreicht, und die ersten Einsatzergebnisse sind recht ermutigend. Mit dem ungarischen Belastungsregler EMG 2823 [3], in Fortschritt- und Claas-Mähdreschern getestet, wurden im Vergleich zur Handsteuerung die folgenden Ergebnisse erzielt:

- 9 bis 22% höhere Körnerleistungen
- 8 bis 10% geringerer Kraftstoffverbrauch
- 6 bis 7% geringere Betriebskosten.

Der Trend der Prozessstabilisierung verläuft in Richtung automatischer Prozessoptimierung. Es ist das Ziel, für gegebene Einsatzbedingungen unter Beachtung der festgelegten Erntestrategie optimale Arbeitspunkte zu ermitteln und herbeizuführen. Schon durch eine manuelle, lastabhängige Dreschwerks-einstellung erzielte das Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim [4] bereits Verlustsenkungen beim Mähdrusch bis zu 50% und Leistungssteigerungen von 60 bis 80%.

Die automatische Prozessführung befindet sich z. Z. noch im Stadium des Konzipierens. Ergebnisse erster Erkundungsforschungen weisen auf weitere Zeiteinsparungen hin.

Der größte Nutzen ist aber durch Arbeits-krafteinsparungen zu erreichen, indem zu-nächst einzelne manuell besetzte Leitmaschi-nen zugeordnete Maschinengruppen auto-matisch führen und im Zuge der Weiterent-wicklung die automatische Maschinenfüh-rung vollständig an eine Steuerzentrale über-geht.

4. Zu einigen Schwerpunkten der Mähdrescherautomatisierung

Forschung und Entwicklung streben an, mit Hilfe aller Aufgabenklassen der Automatisierungstechnik, die Produktivität und Effektivität des Mähdrusches kontinuierlich zu steigern. Vorherrschend sind z. Z. Insellösungen für einzelne Funktionsbereiche des Mähdreschens, wie z. B. Mähen, Dreschen, Strohschütteln und Kornreinen. Nun kommt es darauf an, die effektivsten Teillösungen zu immer komplexeren Lösungen zusammenzuführen bis schließlich der Mähdrusch als Gesamtfunktion automatisch und zugleich optimal im Sinne einer vorgegebenen Erntestrategie steuerbar ist. Der Fortgang dieser Entwicklung wird dadurch begünstigt, daß gegenwärtig, wie auch in nächster Zukunft, der Mähdrescherfahrer immer noch als übergeordnetes Steuerorgan zur Verfügung steht (Bild 3). Er überwacht den Mähdrescher und sein Informationssystem und kann in die automatisch ablaufenden Steuerfunktionen immer dann eingreifen, wenn sich durch Störeinflüsse funktionelle oder technische Störungen anbahnen. Hemmend wirkt dagegen der Umstand, daß die Stoff- und Prozesskenntnisse aus der Blickrichtung der Automatisierung noch erhebliche Lücken aufweisen.

Vorrangig sind weitere Kenntnisse über schlagbezogene Ertragscharakteristiken, über die Variation des Kornanteils und über Feuchteschwankungen im Bestand erforderlich, um solche Entscheidungen treffen zu können, ob überhaupt und in welcher Weise dafür ein Regelsystem auszulegen ist. So senkt z. B. der Hochschnitt im Mähdrusch nicht nur die spezifische Belastung der Dresch- und Trennorgane, sondern es wird auch mit hoher Wahrscheinlichkeit die Variabilität wichtiger Stoffparameter eingeschränkt, was mit Sicherheit einfachere Automatisierungslösungen ermöglicht.

Nicht weniger wichtig ist die tiefgründige Analyse der einzelnen Prozessabschnitte und deren statische wie auch dynamische Model-

Bild 2. Ziele und Aufgaben der Automatisierungstechnik in der Getreideernte

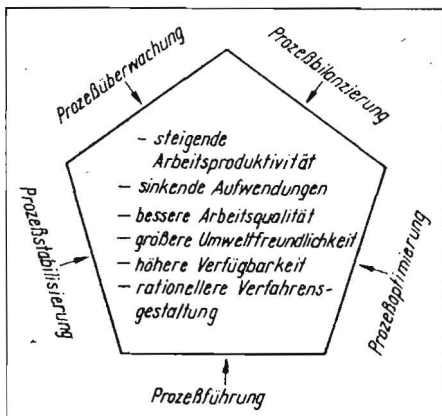
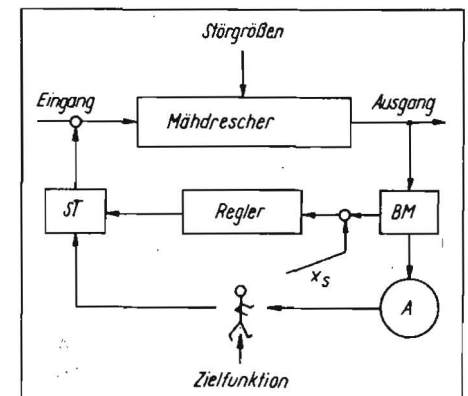


Bild 3. Mensch-Maschine-Beziehungen in einem Mähdreschermodell mit automatischer Steuerung; A Anzeigeeinrichtung, BM Betriebsmeßeinrichtung, ST Stelleinrichtung, x_s Sollwert der Regelgröße



lierung. Es ist davon auszugehen, daß die heutigen Meßgrößen zur Belastungsregelung die tatsächlichen Gesetzmäßigkeiten noch nicht genügend wirklichkeitsgetreu widerspiegeln und daß es immer schwieriger werden wird, aus den sinkenden Verlusten am Überlauf der Trennorgane einen für Steuerzwecke genügend repräsentativen Signalstrom zu gewinnen. Dagegen sind, wie aus den Untersuchungen an der Technischen Universität Dresden hervorgeht, im Inneren der Prozeßräume geeignete Regelgrößen zu finden. So kommt die ideelle Strohlust der wahren Belastung der Arbeitsorgane bedeutend näher als etwa der Schnittwiderstand des Mähmessers oder die Schachtkettenauslenkung als Maß der Schichtdicke des Gutflusses im Schrägförderschacht. Da die Koeffizienten der Kornabscheideeffektivität im linearen Verhältnis zur ideellen Strohlust stehen, ist zu erwarten, daß dann, wenn der Einfluß der Störgrößen auf die Koeffizienten hinreichend geklärt ist, die ideelle Strohlust auch eine geeignete Ersatzmeßgröße für die Verlustregelung sein kann. Es sei ferner erwähnt, daß nach eigenen Untersuchungen auch zwischen der Korn- und Beimengungsabscheidung nahezu determinierte Beziehungen existieren und daß diese Gesetzmäßig-

keit ebenfalls einen möglichen Lösungsweg in sich birgt, die Unzulänglichkeiten der Körnersignalstromerfassung zu umgehen. Aufgaben der Prozeßanalyse resultieren auch daraus, daß jegliche Prozeßsteuerung nicht nur den Funktionsvollzug zu verbessern, sondern in gleicher Weise auch die Wirtschaftlichkeit desselben anzuheben hat. So ist es nach eigenen Erkenntnissen aus wirtschaftlichen Erwägungen vorteilhaft, die Funktionsoptimierung der Drescheinrichtung auf niedrigstem Niveau der Dreschtrumdrehzahl über die Anpassung der Dreschspaltweite vorzunehmen und mit höherer Dreschtrumdrehzahl erst dann zu arbeiten, wenn die erste Möglichkeit voll ausgeschöpft ist.

Von außerordentlicher Bedeutung ist es, die Zuverlässigkeit des Mähdreschers so zu erhöhen, daß die Nutzelemente der automatischen Steuerung nicht durch zu häufige Ausfälle von Maschinen- und Steuerelementen unwirksam werden. Dieser Aufgabenkomplex ist vor allem das Wirkungsfeld der technischen Diagnostik, die durch Lösungen zur Systemüberwachung und Schädigungsdiagnose ihren Beitrag zur Realisierung der Gesamtzielstellung einbringen wird.

5. Zusammenfassung

Die Automatisierung des Mähdreschers als Basismaschine der Getreideernte ist eine objektive Gesetzmäßigkeit, die den Bedürfnissen der DDR-Landwirtschaft entspringt. Mit den 5 Aufgabenklassen der Automatisierungstechnik sind, wie verschiedene Teillösungen zeigen, erhebliche Produktivitäts- und Effektivitätssteigerungen im Mähdrusch zu erreichen. Anstehende Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung wurden kurz umrissen.

Literatur

- [1] Brack, G.; Maertens, H. D.: Prozeßautomatisierung. Berlin: VEB Verlag Technik 1974.
- [2] Töpfer, H.; Rudert, S.: Einführung in die Automatisierungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
- [3] Meßgeräte für die Landwirtschaft. Prospekt des Werkes für elektronische Meßgeräte Budapest, 1983.
- [4] Algenstaedt, K.-P., u. a.: Ausschöpfung der Möglichkeiten für höhere Mähdruschleistung. Getreidewirtschaft, Berlin 13 (1979) 7, S. 150-156.

A 4758

Zur Automatisierung des Mähdrusches

Dr.-Ing. T. Uhlig, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

\dot{A}	ha/h	Flächenleistung
l	mm	Sieblänge
\dot{m}	kg/s	Gesamtdurchsatz
\dot{m}_k	kg/s	Korndurchsatz
\dot{m}_{k_r}	kg/s	Teilkorndurchsatz (Rückführung Schüttler)
\dot{m}_{k_r}	kg/s	Teilkorndurchsatz (Rückführung Reinigung)
\dot{m}_s	kg/s	Strohdurchsatz
\dot{m}_{vk}	kg/s	gesamte Körnerverluste
t	s	Zeit
V_L	%	Vorernteverluste an Körnern
y		Zielfunktion
μ	mm	Siebkoeffizient
τ	s	Totzeit
φ	rad	Phasenverschiebung
ω	rad/s	Winkelfunktion

Indizes

nk	Reihe im Spektrum
0	Teilung am Dreschwerk
1	Zweigstrom Kornbunker
2	Schüttlerausgang
3	Reinigungsausgang

1. Einleitung

Verschiedene Autoren befassen sich mit der automatischen Regelung des Arbeitsprozesses des Mähdrusches [1 bis 5]. Er umfaßt den Stoff- und Energiefluß im Mähdrescher mit Tangentialdreschwerk. Axialmähdrescher sollen aus den Betrachtungen ausgeklammert werden, ebenso die Automatisierung von Hilfsprozessen des Mähdrusches (wie Lenkung der Maschine, Höhenführung des Schneidwerkes, Hangneigungsausgleich sowie unterschiedliche Kontroll- und Überwachungseinrichtungen). Hauptthema des Beitrags wird der verteilte Stoffprozeß sein, der die Baugruppen Schneidwerk einschließlich der Zuführung zum Dreschwerk, Dresch-

werk mit den Hauptbestandteilen Dreschtrummel und Dreschkorb, Korn-Stroh-Trennung (Schüttler) und Korn-Spreu-Trennung (Reinigung) beinhaltet. Die Energie wird in diesem Prozeß hauptsächlich aufgewendet, um den landwirtschaftlichen Stoff zu schneiden, zu transportieren, zu trennen und die Maschine zu bewegen.

Der Energieprozeß sei optimiert und wirke nicht begrenzend auf den Stoffprozeß.

Eine Regelung des Arbeitsprozesses hängt von komplex wirkenden Parametern ab und führte bisher aus folgenden Gründen zu mangelhaftem praktischem Erfolg:

- Über den Arbeitsprozeß existieren wenige explizite Zusammenhänge. Der Zustand des Stoffes kann, bezogen auf druschrelevante Parameter, nur unzureichend beschrieben werden.
- Die bekannten Regelsysteme hatten ausschließlich den gesamten Durchsatz als Führungsgröße und vielfach die Fahrgeschwindigkeit der Maschine als einzige Stellgröße. Als Grenzkriterien wurden die Kornverluste herangezogen.
- Die Kornverluste können nur mit relativ hohem statistischem Fehler gemessen werden.
- Der Zusammenhang zwischen den Stoffeigenschaften und den konstruktiven Elementen sowie den zu stellenden Parametern ist nicht determiniert.

Grundsätzliche Aufgaben der Automatisierung des Mähdrusches sind:

- Verhältnis zwischen der konstruktiven und der verfahrensseitig nutzbaren Leistung verbessern und somit die Produktivität erhöhen
- Qualität der Produkte verbessern (hohe

Keimfähigkeit, geringer Beimengungsanteil, wenig Kurzstrohanteile)

- Körnerverluste verringern (vom Mähdrescher verursachte Feldverluste, Vorernteverluste, Beschädigungen)
- Anteil an störungsfreier Arbeitszeit erhöhen (Vermeidung von Überlastungen der Werkzeuge und Antriebe, Betrieb im optimalen Arbeitsbereich)
- Struktur des Arbeitsplatzes verbessern (Erhöhung des Anteils an vermittelter Information).

2. Zielstellung

Die in der landwirtschaftlichen Praxis angewendete Methode der manuellen Prozeßoptimierung beruht auf der Einschätzung der Eigenschaften des Getreidebestandes, der meßbaren Ausgangsgrößen Schüttler-, Reinigungs- und Ausdruschverluste sowie Flächenleistung und der Begutachtung der Qualität der im Bunker befindlichen Körner. Diese Optimierung hängt von einer hohen Anzahl subjektiver Faktoren ab und nutzt teilweise stark fehlerbehaftete Größen (z. B. Körnerverluste). Sie stellt keine Optimierung im regelungstechnischen Sinn dar. Die manuelle Prozeßoptimierung ist z. T. ein Hilfsmittel für die landwirtschaftliche Praxis, die vor allem zur Leistungserhöhung und Verlustsenkung in volkswirtschaftlich bedeutender Größenordnung führt [6, 7]. Ziel der Anwendung der Automatisierungstechnik ist, die Arbeitselemente den Eingangs- und Störgrößen so anzupassen, daß optimale Ausgangs- bzw. Nutzgrößen entstehen und dabei subjektiv beeinflusste Fehlergrößen vermieden werden. Die in [8] aufgestellte Zielfunktion, den Quotienten aus der Flächenlei-