

Entwicklungen von Regelungseinrichtungen am Mähdrescher

Von Manfred Eimer, Göttingen

Die bekannten Regelungseinrichtungen zum Regeln der Fahrgeschwindigkeit entsprechend dem Erntegutdurchsatz erlauben das Anpassen eines Mähdreschers an ein mittleres Bestandsniveau. Aufgenommene Ernteguthaufen, hervorgerufen durch Bestandsänderungen und haufenweise Aufnahme, gelangen aber unverändert in die Dreschorgane und führen häufig zu Verstopfungen. Eine zweite Regelungseinrichtung, die die Dreschtrommel-drehzahl nach dem Durchsatz regelt, zieht die Haufen durch eine dann schneller umlaufende Dreschtrommel auseinander, ermöglicht ein optimales Dreschen, läßt höhere Fahrgeschwindigkeiten zu und schließt Verstopfungen weitgehend aus. Erste Versuchsfahrten mit Einrichtungen zum Regeln der Fahrgeschwindigkeit und Dreschtrommeldrehzahl stellten die Funktionsfähigkeit unter Beweis und ließen bei wachsenden Bestandschwankungen eine deutliche Leistungssteigerung zu. Erste Ausführungen von Einrichtungen zur kontinuierlichen Körnerverlustbestimmung am Schüttler und Siebkasten erfassen die Masse der anteilig verlorengehenden Körner.

Die Entwicklung im Mähdrescherbau konzentrierte sich in den letzten Jahren auf eine Steigerung der Verarbeitungsleistung (möglichst ohne die baulichen Abmessungen zu vergrößern), eine Verbesserung der Arbeitsqualität und damit auch eine Senkung der Verluste, den Bau zusätzlicher Einrichtungen, die eine bessere Anpassung des Mähdreschers an die wechselnden Erntebedingungen erlauben, und die Erhöhung des Fahrkomforts für den Mähdrescherfahrer. Diese Entwicklungen sind zum großen Teil nur durch den Einsatz entsprechender Meß- und Regelungseinrichtungen möglich.

Dipl.-Ing. Manfred Eimer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Landtechnik (Direktor: Prof. Dr.-Ing. Franz Wieneke) der Universität Göttingen.

1. Einleitung

Das Anpassen des Mähdreschers an die unterschiedliche Dichte und die wechselnden Eigenschaften eines Getreidebestandes sowie an die Unebenheiten des Geländes erfordert es, daß der Mähdrescherfahrer dauernd sehr viele Informationen aufnimmt und sie bewertet, um daraufhin den Mähdrescher rechtzeitig durch Ändern der Einstellungen auf die unterschiedlichen Bedingungen abzustimmen [1]. Zwar ist der Mensch in der Lage, die anfallende Informationsfülle zu erfassen, kann aber – schon bei mittelschweren Erntebedingungen – nicht ohne Qualitätseinbußen oder eine geringe Flächenleistung die erforderlichen, richtigen Verstellungen vornehmen. Die Notwendigkeit der Entlastung des Mähdrescherfahrers führte dazu, verschiedene Steuerungsaufgaben zu automatisieren.

2. Bekannte Regelungseinrichtungen

Das Anpassen des Schneidtisches an die Bodenunebenheiten durch Regelungseinrichtungen wurde weiterentwickelt [2 bis 4]; meist tastet ein unter der Schneidwanne angelenkter Fühler den Abstand zum Boden ab.

Zum Ausgleich von Hangneigungen dienen ebenfalls Regelungseinrichtungen, die als Lagen-Meßeinrichtung schwingungsgedämpfte Pendel, mit Quecksilber gefüllte Schaltlibellen oder auch Lotkreisel enthalten [5; 6]; solche Einrichtungen sind beim Getreidemähdrescher zwar noch selten, doch bei Erbsenschwad-dreschern üblich, weil die Arbeitsqualität des Dresch- und Abscheideorgans bereits mit kleinen Hangneigungswinkeln erheblich abnimmt.

Das ununterbrochene Abstimmen des Mähdreschers auf die Erfordernisse des Bestandes verlangt das Ändern mehrerer Maschinen-Einstellgrößen, wie die der Haspeleinstellung, die Wahl der Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers, die Ausnutzung der Schnittbreite durch entsprechende Lenkung sowie die Einstellung der Trommel-Umfangsgeschwindigkeit und des Dreschspaltes; es umfaßt weiterhin die Steuerung der Aufnahme der Erntegutmasse und das Abstimmen der Dreschorgane auf die Ernteguteigenschaften. Die Auswirkungen der Einstellungen und die der Ernteguteigenschaften auf die Bewertungsgrößen des Dreschprozesses (Ausdruschverluste, Kornabscheidung des Dreschkorbes und Kornbeschädigungen) sind in **Bild 1 und 2** an Hand von Ergebnissen der Arbeiten von *Arnold, Wieneke* und *Caspers, Baader* und *Schulze* zusammengestellt [7]; sie zeigen die Vielgestaltigkeit dieses Abstimmproblems, das der Mähdrescherfahrer nur durch das Setzen von Prioritäten lösen kann.

Bild 1. Einflüsse auf den Dreschvorgang durch die Einstellung der Dreschorgane.

Nach [7]

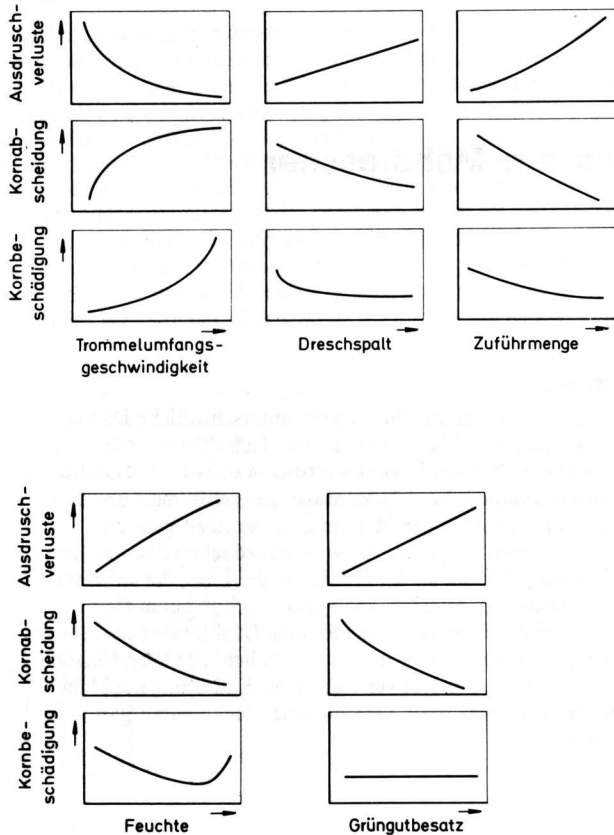


Bild 2. Einflüsse auf den Dreschvorgang durch die Beschaffenheit des Dreschgutes.

Nach [7]

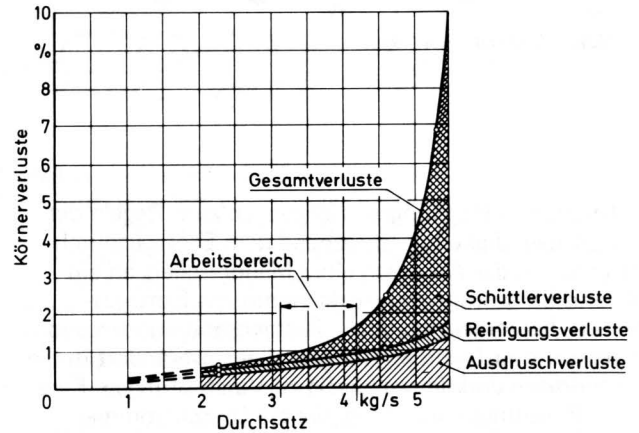
Wichtigste Einflußgröße auf den Dreschprozeß ist der Erntegutdurchsatz, der sich aus dem Produkt von spezif. Erntegutbestand (Erntegutmasse je Flächeneinheit), Schnittbreite und Fahrgeschwindigkeit ergibt und der sowohl vom Bestand als auch (insbesondere bei schwierigen Erntebedingungen) von der Aufnahme durch den Mähdrescher her beträchtliche Schwankungen aufweisen kann. Mit steigendem Durchsatz wachsen die Körnerverluste außer bei den Dreschorganen auch bei der Reinigung, vor allem aber beim Schüttler, Bild 3. Außerdem führen größere Durchsatzschwankungen leicht zu Verstopfungen der Arbeitsorgane, so daß der Mähdrescherfahrer gezwungen ist, die Fahrgeschwindigkeit und damit den Durchsatz oft erheblich zu senken.

Zum Ausgleich der Bestandsschwankungen wurden Regelungseinrichtungen entwickelt, die den Erntegutstrom auf dem Wege vom Schneidbalken bis zu und an den Dreschorganen meßtechnisch erfassen und die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers entsprechend regeln [5; 6; 9; 10]. Diese Einrichtungen ermöglichen eine Leistungssteigerung des Mähdreschers durch besseres Anpassen an ein mittleres Bestandsniveau; sie können aber nicht einen einmal von den Zwangsförderorganen erfaßten Ernteguthaufen, der durch eine kurzzeitige Bestandsänderung oder durch eine haufenweise Aufnahme von Erntegut durch den Mähdrescher entstand, durch eine Fahrgeschwindigkeitsänderung auseinander zu ziehen. Der Haufen gelangt unverändert in die Dreschorgane und muß von ihnen verarbeitet werden, was zu unvollständigem Ausdrusch, zu einem erheblichen Drehmomentenanstieg und oftmals zu Verstopfungen führt.

Bild 3. Verluste beim Mähdrusch in Abhängigkeit vom Durchsatz.

Nach [8]

Erntejahr	1962
Ort	Kreis Wolfenbüttel
Erntegut	Sommerweizen (Strubes Grano)
Korn-Stroh-Verhältnis	1 : 1,35
Kornfeuchte	22,8 %
Schnittbreite	3040 (3060) mm
Dreschtrommel:	
Durchmesser	450 mm
Breite	1250 mm



3. Regelung der Dreschtrommeldrehzahl nach dem Erntegutdurchsatz

Eine schnell umlaufende Dreschtrommel zieht das Erntegut weiter auseinander als eine langsame, hat eine bessere Dreschwirkung und vermindert die Ausdruschverluste. Demnach vermag eine drehzahlgeregelte Trommel einen großen Durchsatz mit hoher Trommeldrehzahl und einen geringen Durchsatz mit niedriger Drehzahl zu dreschen; sie ermöglicht es, einen schwankenden Erntegutstrom in Hinblick auf Ausdruschverluste, Kornabscheidung und Kornbeschädigung optimal zu verarbeiten. Voraussetzungen dafür sind, daß der Erntegutdurchsatz meßtechnisch erfaßt und die Dreschtrommel in der Zeit, in der das Erntegut die Dreschorgane erreicht, die erforderliche Drehzahl hat.

Mit den ersten Untersuchungen wurde 1965 begonnen [6]. Zeitmessungen an den Schneid-, Förder- und Dreschorganen ergaben, daß die Fahrgeschwindigkeit auf den Transport des Erntegutes vom Schneidbalken zur Einzugs- und Förderschnecke keinen großen Einfluß hat. Die gleichmäßige Annahme des Erntegutes wird insbesondere durch die Schnecke bestimmt; sie ist damit das erste Organ, an dem eine Durchsatzmessung vorgenommen werden kann. Die gemessenen Förderzeiten für den Weg von der Schnecke bis zur Dreschtrommel betragen etwa 1 bis 1,5 s und vom Anfang des Schrägelevators zur Dreschtrommel etwa 0,4 bis 0,8 s. Größere Erntedurchsätze führen zu etwas kürzeren, kleinere zu etwas längeren Transportzeiten; dies erschwert das Regeln.

Von den bekannten stufenlosen Getriebebauarten (Variatoren) erreichte die mit mechanisch verstellbaren konischen Scheiben und einer Ausgleichsfeder, Bild 4, die kürzeste Verstellzeit für die Trommeldrehzahl. Zum Erproben der Regelung von Fahrgeschwindigkeit und Dreschtrommeldrehzahl entsprechend dem Erntegutdurchsatz diente ein serienmäßiger Mähdrescher, der

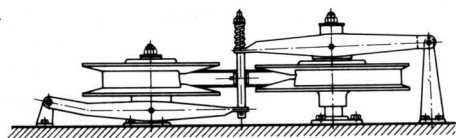
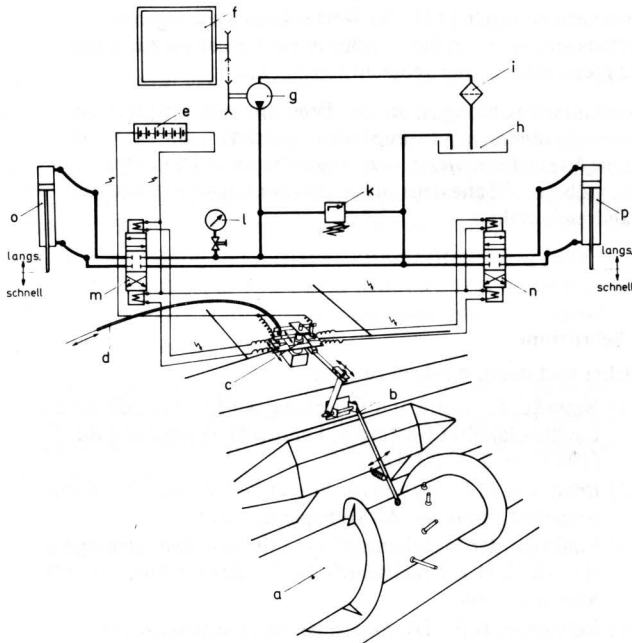


Bild 4. Dreschtrommelvariator mit verstellbaren konischen Scheiben.

Bild 5. Regelung der Fahrgeschwindigkeit und der Dreschtrommel-drehzahl nach dem Erntegutdurchsatz.

- a pendelnd aufgehängte Einzugschnecke
- b federbelastetes Gestänge mit Tastrolle auf der Einzugschnecke
- c Dreipunktregler
- d Stoßdraht zur Rückführung der Dreschtrommeldrehzahl durch mechanische Abtastung der radialen Riemenstellung in den Variatorscheiben
- e 12 V Akkumulator des Mähdreschers
- f Motor des Mähdreschers
- g Zahnradpumpe
- i Hydrofilter
- k Druckbegrenzungsventil, verstellbar
- l Manometer mit Absperrhahn
- m, n elektromagnetisch betätigtes 4/3 Wegeventil
- o doppelwirkender Hydrozylinder am Dreschtrommelvariator
- p doppelwirkender Hydrozylinder am Fahrvariator



einen solchen Variator enthält. Der Durchsatz wurde über die Ausschläge einer pendelnd aufgehängten Einzugschnecke a gemessen, Bild 5, die auf dem Erntegutstrom „schwamm“; eine Rolle b am Ende eines federbelasteten Gestänges c tastete in Schneckenmitte den Halbmesser der mit Erntegut beladenen Schnecke ab und übertrug den Ausschlag zum Regler. Dieser Ausschlag ist eine Meßgröße für den mittleren Erntegutdurchsatz (auch bei einseitiger Beschickung der Schneidwanne). Der Regler wurde als Dreipunktregler ausgelegt und mit mehreren Verstellmöglichkeiten für den Versuchseinsatz vorgesehen; er hat je einen Kontaktsatz e und f für die Regelung der Dreschtrommeldrehzahl und der Fahrgeschwindigkeit. Die Ausschläge des Gestänges werden auf Kontaktplattenpaare übertragen und bewirken den Kontakt jeweils eines Paares, das im Stromkreis eines Elektromagneten der Wegeventile liegt. Eine Rückführung bei dem Fahrgeschwindigkeits-Regelkreis brauchte man nicht vorzusehen, da sie über die fahrgeschwindigkeitsgesteuerte Erntegutaufnahme bereits gegeben ist.

Die Dreschtrommeldrehzahl wird über das Messen der radialen Stellung des Variatorriemens innerhalb der konischen Scheiben ermittelt. Für die Variatorenverstellung am Fahr- und Dreschtrommelantrieb war je ein Ölkreislauf vorgesehen, der schematisch in Bild 5 dargestellt ist.

Das Leitgerät für die Regelungseinrichtung befand sich auf dem Fahrerstand neben der Lenksäule.

Die Funktionsprüfung des Mähdreschers mit der beschriebenen Regelungseinrichtung zeigte 1968 im Feldeinsatz, daß es möglich ist, die Drehzahl einer mit acht Schlagleisten besetzten Dreschtrommel (610 mm Durchmesser, 780 mm breit) mit einem Hydro-

zylinder von bereits 28 mm Dmr. und einem Öldruck von 20 bis 30 at in weitaus kürzerer Zeit zu verstellen, als das Erntegut von der Einzugschnecke bis zur Dreschtrommel benötigt. Die Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel betrug dabei im Leerlauf 25 m/s und unter Nennlast etwa 30 m/s; als Höchstgeschwindigkeit wurden 38 m/s erreicht. Die kurzen Stellzeiten, die am Variator ermittelt wurden, scheinen auch eine Durchsatzmessung am Schrägelevator zuzulassen. Der Regler arbeitete trotz seiner offenen Bauweise und einer Spannung von 12 V störungsfrei.

Nachteilig wirkte sich beim Mähdrusch aus, daß keine Regelungseinrichtung zur Höhenführung des Schneidbalkens vorhanden war, so daß sich der Fahrer weitgehend auf die Höheneinstellung der Schneidwanne konzentrieren mußte; dieser Umstand bestimmte auf manchen Schlägen die maximal mögliche Fahrgeschwindigkeit.

Arbeitszeitmessungen wurden 1969 in einem Weizen- und einem Roggenbestand ausgeführt, die stellenweise verunkrautet waren, aber keine Lagerstellen aufwiesen. Mit eingeschalteter Regelungseinrichtung erreichte man im Roggenbestand eine bis zu 40 % höhere Fahrgeschwindigkeit als ein geübter Mähdrescherfahrer im Durchschnitt ohne eine solche Einrichtung. Die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit betrug im Weizenbestand bis zu 25 %. Daß im Roggen eine größere Leistungssteigerung erzielt wurde als im Weizen, ist darauf zurückzuführen, daß die Bestandsunterschiede bei Roggen größer sind als bei Weizen, was durch Bestandsuntersuchungen belegt werden kann [11].

4. Die kontinuierliche Körnerverlustmessung als zusätzliche Größe zum Steuern des Mähdruschprozesses

Die Wirtschaftlichkeit des Mähdrusches wird weitgehend durch die Größe der Körnerverluste bestimmt. Die Voraussetzung für eine Verlustsenkung ist zunächst eine genaue kontinuierliche quantitative Messung der Verluste; dies ist besonders deshalb schwierig, weil eine anteilig kleine Masse (Körner) aus einem großen und vielgestaltigen Gutstrom (Stroh + Kurzstroh + Kaff + Grüngut) erfaßt werden muß; einen Hinweis gibt Bild 6. Ziel der Überlegung müßte es also sein, einen Anteil der Körnerverluste zu ermitteln, der es erlaubt, in möglichst kurzer Zeit auf den Gesamtverlust zu schließen, um den Mähdrescher den wechselnden Erntebedingungen anzupassen. Ein Zeitintervall von etwa 5 s zwischen Erntegut- und Meßwertaufnahme erscheint bei den üblichen Fahrgeschwindigkeiten von 1 bis 2 m/s aber hinreichend.

Arnold [9] fordert Überwachungseinrichtungen zur Kontrolle der Arbeitsqualität von Schütler und Sieben; durch den qualitativen Zusammenhang von Erntegutdurchsatz und Körnerverlusten, Bild 3, ergibt sich ein Ansatz.

Eingehende Untersuchungen im Labor und auf dem Felde nahmen Reed, Grovum und Krause [12; 13] mit einer Verlustmeßeinrichtung vor. Für das Messen der Körnerverluste am Schütler wird an einer Horde ein Zuführschacht angebracht, der die abgeschiedenen Erntegutkleinteile auf einen Meßfühler prallen

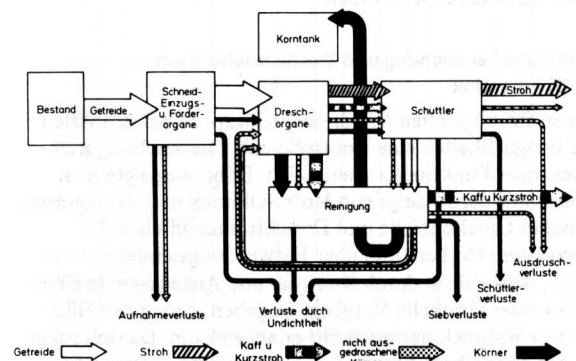


Bild 6. Materialfluß durch einen Mähdrescher.

läßt. Die im Meßfühler induzierten Spannungen werden mit Hilfe eines Diskriminators unterschieden in solche, die von Kaff und von Körnern verursacht werden. Nur die beim Aufprall von Körnern induzierten Spannungen werden an die nachgeschalteten Baugruppen weitergeleitet, deren Impulszahl je Zeiteinheit dem Mährescherfahrer auf einem Anzeigergerät angezeigt wird. Die Versuche ergaben, daß das mit dieser Verlustmeßeinrichtung ermittelte Impulsniveau in einem funktionellen Zusammenhang zur Höhe der Schüttlerverluste steht. Voraussetzung für dieses Meßverfahren ist aber, daß ein deutlich meßbarer Massenunterschied zwischen Kaff und Körnern vorliegt.

Nun gehen in das Zählergebnis außer den von Körnern verursachten Impulsen auch die anderer schwerer Kleinteile ein (wie Halmknoten, Grüngutstengelteile usw.). Dies macht getrennte Versuche für jeden Getreideschlag erforderlich, in denen der Zusammenhang zwischen Impulsanzeige und Größe der Schüttlerverluste ermittelt werden muß. Außerdem beeinflußt die Querverteilung des Gutes in dem Mährescher, hervorgerufen z.B. durch Unregelmäßigkeiten des Bestandes und der Grüngutanteile, einseitig ausgenutzte Schnittbreite und ungleichmäßige Aufgabe des Überkehrgutes vor der Dreschtrommel, die Impulsanzeige. Messungen über die Breite an allen Schüttlerhorden ergaben, daß die Schüttlerverluste und die Impulshöhe auch bei im einzelnen unterschiedlicher Größe einen ähnlichen Verlauf haben, so daß Messungen an einer Horde (auch in der Falllinie eines Hanges) repräsentative Werte liefern.

Mit der gleichen Meßeinrichtung erfaßten *Reed, Grovum* und *Krause* [12; 13] auch den Massenstrom, der über die Siebe auf das Feld gefördert wird. Durch ihre Versuche konnte ein proportionaler Zusammenhang zwischen Körnerverlusten für die einzelnen Siebe und der jeweiligen Impulsanzeige ermittelt werden. Auch hierbei wirkten sich die Einflußgrößen (wie Querverteilung des Siebgutes, Anteil der schweren Kleinteile von Stroh und Grüngut, Hangneigungen des Mähreschers, Änderung der Erntegutfeuchte und des Grüngutanteiles) auf das Ergebnis der Verlustmessung in ähnlicher Form aus, wie es für den Schüttler aufgezeigt wurde.

Über eine Verlustmeßeinrichtung am Schüttler, die die Körner zur Verlustbestimmung über der gesamten Mährescherbreite erfaßt, berichten *Feiffer, Döhler* und *Sörgel* [14; 15]. Dazu wurden an den Enden der Schüttlerhorden anstatt des Bodens Siebe eingesetzt, die durch die Schüttlerbewegungen Körner und Kaff von Stroh- und Grüngutteilen trennen. Das abgeseibte Material wird in einem Trichter aufgefangen und fällt dann durch ein Fallrohr auf einen elektrischen Meßfühler. Die im Meßfühler durch den Aufprall der Körner induzierten Impulse werden in ähnlicher Weise wie bei der oben beschriebenen Einrichtung erfaßt und angezeigt. Ein Gebläse sorgt dafür, daß sich am Meßfühler kein Kaffpolster aufbauen kann. Diese Meßeinrichtung dürfte bei etwas mehr Bauaufwand genauere Messungen erlauben, da Körner über der gesamten Maschinenbreite erfaßt und nur Impulse, die von Körnern stammen, angezeigt werden. Über Versuche mit einer solchen Verlustmeßeinrichtung ist bisher noch nicht berichtet worden.

5. Funktionsüberwachung und Warneinrichtungen am Mährescher

Für einen störungsfreien Mähreschereinsatz ist bei den vielen Stellmöglichkeiten eine Kontrolle und Überwachung wichtiger zentraler Funktionen unerlässlich. Bisher begnügte man sich meist mit der Anzeige von Motor-Öldruck und -temperatur, elektrischer Ladekontrolle und Dreschtrommeldrehzahl. *Zimmermann* [16] berichtet über Entwicklungstendenzen aus den USA, dem Fahrer durch Kontroll- und Anzeigergeräte einen Überblick über sämtliche Vorgänge zu geben, den er mit Hilfe subjektiver Wahrnehmungen nicht erlangen kann. Danach sollen Störungen oder Überschreiten von Grenzwerten optisch und akustisch gemeldet werden. Die Vorschläge gehen soweit, sämtliche wichtigen Betriebsdaten über den Verbrennungsmotor, die

elektrische und hydraulische Anlage, die Arbeitsorgane, die Fahrgeschwindigkeit, die Korntankfüllung und das Klima in der Fahrerkabine zu messen, anzuzeigen und an Störungsmeldeinrichtungen anzuschließen. Danach ist zu erwarten, daß bei Großmaschinen dem Mährescherfahrer eine Betriebsüberwachungswarte für die Prozeßgestaltung zur Seite steht.

6. Ausblick

Bei einer weiteren Leistungssteigerung der Mährescher kann der Mährescherfahrer durch Sinneswahrnehmungen den Mährescherprozeß nicht mehr übersehen; er muß Meß-, Kontroll- und Warneinrichtungen erhalten, um Antriebs- und Arbeitsorgane überwachen zu können.

Die Körnerverlustmessung eröffnet Möglichkeiten, den Erntegutdurchsatz beim Mährescher nach einem einstellbaren Verlustniveau zu regeln [12]. Der Wert solcher Messungen wäre weitaus größer, wenn die Anzeige in ein Verhältnis zur Masse der geernteten Körner gebracht werden könnte.

Regelungseinrichtungen, die den Dreschprozeß entsprechend dem aufgenommenen Erntegutstrom gestalten, führen – wie eigene Versuche erwiesen – zu einem besseren Dreschergebnis und größeren Flächenleistungen; darüber hinaus entlasten sie den Mährescherfahrer.

7. Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] *Wieneke, F.*: Lehre und Forschung der Landtechnik an der Landbaufakultät Göttingen. Landtechn. Forschung Bd. 17 (1967) Nr. 2, S. 33/42.
- [2] *Bredfeldt, R. T.*: Automatic header height control for self-propelled combines. ASAE-Paper 66–617
- [3] Funktion der Mähregulierung mit dem Regelsteuergerät HY/SR 10 H 1. Druckschrift der Fa. Robert Bosch GmbH, Stuttgart 1968.
- [4] *Rehkugler, G. E.*: Dynamic analysis of automatic control of combine header height. ASAE-Paper 68–623.
- [5] ● *Nastencko, N. N.*, u. *L. A. Borošok*: Automation der Produktionsprozesse in der Landwirtschaft. (Orig. russ.) Moskau: Masgiz 1963.
- [6] *Eimer, M.*: Stand der Regelungstechnik beim Mährescher. Grundle. d. Landtechnik Bd. 16 (1966) Nr. 2, S. 41/50.
- [7] *Wieneke, F.*: Das Arbeitskennfeld des Schlagleistendreschers. Grundle. d. Landtechnik Bd. 14 (1964) Nr. 21, S. 33/34.
- [8] Maschinenprüfbericht der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Prüfungsabteilung für Landmaschinen. Frankfurt/M.: Bericht Nr. 880; Gruppe 7b/18 (1963).
- [9] *Arnold, R. E.*: Some aspects of combine harvester design. ASAE-Paper 67–156.
- [10] *Kühn, G.*: Zur Durchsatzregelung bei Mähreschern. Deutsche Agrartechnik Bd. 19 (1969) Nr. 8, S. 353/58.
- [11] *Eimer, M.*: Unveröffentlichte Untersuchungen des Instituts für Landtechnik der Universität Göttingen.
- [12] *Reed, W. B., M. A. Grovum* u. *A. E. Krause*: Combine harvester grain loss monitor. ASAE-Paper 68–607.
- [13] *Reed, W. B., M. A. Grovum* u. *A. E. Krause*: Combine harvester grain loss monitor. Agricult. Engineering Bd. 50 (1969) Nr. 9, S. 524/25, 528.
- [14] *Feiffer, P., K. Döhler* u. *K. E. Sörgel*: Elektronische Verlustkontrolle am Mährescher. Deutsche Agrartechnik Bd. 17 (1967) Nr. 7, S. 296/98.
- [15] *Feiffer, P., u. a.*: Verfahren und Vorrichtung zur Körnerverlustmessung an Dreschmaschinen, insbesondere an Mähreschern. DDR-Patentschrift Nr. 53446 Kl. 45 c, 41/12.
- [16] *Zimmerman, M.*: Combine monitors II, present and future developments. Implement & Tractor Bd. 84 (1969) Nr. 13, S. 24/25, 28.