

# Mikroprozessorgestützte Informationsverarbeitung bei Trennprozessen

Dr.-Ing. G. Knöchel, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Weimar-Werk  
Dozent Dr.-Ing. L. Kollar, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion

## 1. Problemsituation

Neben der Erhöhung der Gebrauchseigenschaften neuer Erzeugnisse besteht für die Produzenten gleichzeitig die Aufgabe, die Aufwendungen zur Herstellung zu senken. Ein allein durch Erweiterung der Funktionen der Elektronikbaugruppe mit Hilfe konventioneller Strukturen und Technik weiterentwickeltes Erzeugnis ist meist durch einen erhöhten Aufwand und größere Störanfälligkeit gekennzeichnet. Dieses Problem kann aber durch die mikroprozessorgestützte Informationsverarbeitung gelöst werden. Voraussetzungen für die volle Nutzung der technisch-ökonomischen Vorteile der Mikroprozessortechnik sind:

- konsequente Anwendung der spezifischen Vorzüge der neuen Technik und Beachtung ihrer Besonderheiten vom Einstieg über die Projektierung adäquater Systemstrukturen bis hin zur Instandhaltung
- Beachtung der Besonderheiten der Automatisierung landwirtschaftlicher Prozesse
- Erwerb umfassender Prozeßkenntnisse bis hin zur Modellierung des Prozeßablaufs
- Einheit von Stoff-, Informations- und Energiefluß in der Maschinenkonzeption.

Die Realisierung dieser Zielstellung soll am Beispiel der Beimengungsabtrennung aus einem Kartoffelerntegutgemenge demonstriert werden.

## 2. Analyse

### der Echtzeiteingangsinformationen – Ableitung des Trennalgorithmus

Prinzipiell verläuft der Informationsfluß bekannter Trennautomaten von der Baugruppe der Informationsgewinnung über die Baugruppe der Informationsverarbeitung zur Baugruppe der Informationsnutzung.

Die Informationsgewinnung erfolgt z. B. bei der derzeit produzierten automatischen Trennanlage E691 des VEB Weimar-Werk nach dem Verfahren „Auswertung der Transmission von Röntgenstrahlung“. Das in mehreren parallelen Stoffflußkanälen linienförmig aufgereichte Kartoffelerntegut passiert die den Stoffflußkanälen zugeordnete Röntgenstrahlung. Die der Transmissionsstrahlung aufgeprägte Strahlungsschwächungsinformation (STS) ist maßgeblich von der momentanen Absorptionsdicke und der Dichte des Untersuchungsobjekts abhängig. Ein Empfängermodul stellt die STS als Spannungssignal ausgangsseitig zur weiteren Verarbeitung bereit.

Für die Erarbeitung des Trennalgorithmus ist die Kenntnis der Echtzeiteingangsinformation eine notwendige Voraussetzung. Die Aufzeichnung dieser Echtzeiteingangsinformationen erfolgt zweckmäßig digital. Als Analog/Digital-Umsetzer (A/D-Umsetzer) sind nur schnelle Ausführungen mit Umsetzzeiten im Mikrosekundenbereich geeignet. Zur Speichersteuerung, Datenverdichtung und Datenübertragung auf Massenspeicher ist der Mikrocomputer MC80 auf der Basis des Mikrorechnersystems K1520 sehr vorteilhaft einsetzbar. Die statistische Auswertung

der Erntegutinformationen ist nur rechnerunterstützt umfassend möglich. Diese Untersuchungen führten letztlich zur Formulierung von Algorithmen des Trennprozesses. Sie wurden als Programmablaufpläne notiert.

## 3. Bauelementepotential

Die Mikroprozessortechnik nimmt eine besondere Stellung unter den Erscheinungsformen der Mikroelektronik ein. Allgemeingültige Konsequenzen für neue Automatisierungskonzepte auf der Grundlage der Mikroprozessortechnik und für deren Projektierung werden z. B. in [1, 2] behandelt. Auf die Besonderheiten der Automatisierung landwirtschaftlicher Prozesse sowie auf Probleme, Schwerpunkte und Entwicklungstendenzen wird z. B. in [3, 4] hingewiesen.

Charakteristisch für die Mikroprozessortechnik ist die Synthese von höchstem Integrationsgrad und universeller Anwendbarkeit der Schaltkreise. Die Universalität wird erreicht, indem die Anwenderfunktionen im Schaltkreis nicht fest „verdrahtet“, sondern als Algorithmus aufbereitet und kodiert als Befehlsfolge (Programm), meist extern in Halbleiter-Festwertspeichern (EPROM), realisiert sind. Eine getaktete zentrale Steuereinheit (Mikroprozessor, CPU) arbeitet das Programm sequentiell unter Auswertung von Eingangsinformationen ab und stellt ggf. Ausgangsinformationen bereit. Die Zwischenspeicherung von aktuellen Daten übernehmen Operativspeicher (RAM).

Der Informationsaustausch zwischen CPU, EPROM, RAM sowie der Eingabe-Ausgabe-Einheit (EAE) erfolgt bidirektional auf parallelen Datenleitungen (BUS). Diese Konfiguration wird meist schon als Mikrorechner (MR) bezeichnet. In der DDR ist die Schaltkreisfamilie auf der Basis des Mikroprozessors U880 am weitesten verbreitet. Das Mikrorechnersystem K1520 gehört zu dieser Tech-

nik. Die Fortschritte auf dem Gebiet der Schaltkreisintegration ermöglichen die Realisierung eines MR auf einem Chip. Die Schaltkreise U881 und U882 sind typische Einchipmikrorechner (EMR). Nachteilig für EMR ist die fest vorgegebene Konfiguration und damit die eingeschränkte Leistungsfähigkeit.

## 4. Automatisierungsstrukturen

Der sich gegenwärtig vollziehende Wandel im Aufbau von Automatisierungseinrichtungen bleibt keineswegs auf die Hard- und Software der Informationsverarbeitung begrenzt, sondern beeinflusst auch die Automatisierungsstrukturen erheblich.

Die unter Anwendung der konventionellen Prozeßrechenstechnik aufgrund des geringen Aufwands gebräuchliche Sternstruktur war auch noch in der Einführungsphase der Mikroprozessortechnik dominierend. Erst eine verbesserte Bauelemente- und Gerätetechnik in Verbindung mit fortgeschrittenen Konzeptionen der Steuerungstheorie ermöglichen die Hinwendung zu den von Dezentralisierung der Informationsverarbeitung und hierarchischer Untergliederung gekennzeichneten Automatisierungsstrukturen.

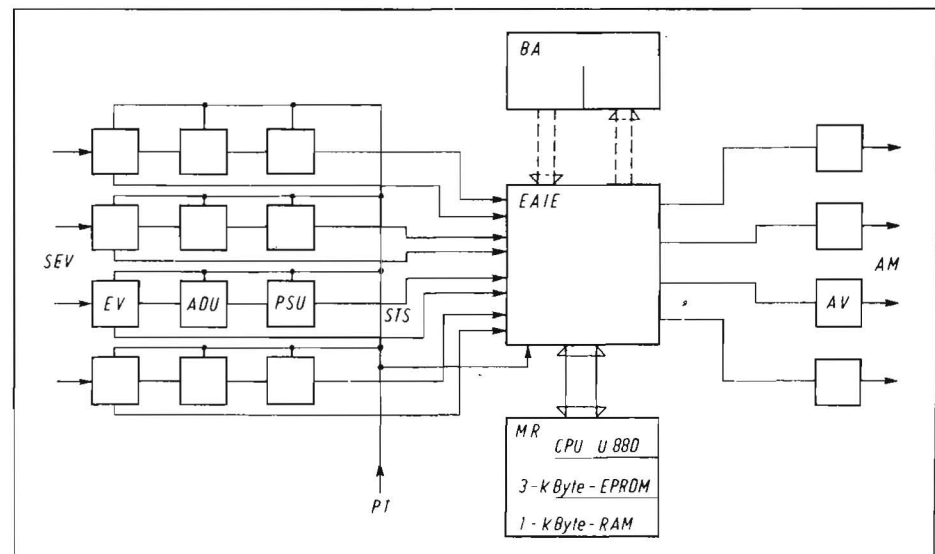
Für die Automatisierungsstrukturen existieren zwei typische Varianten:

- zentraler Einsatz der Mikroprozessortechnik
- dezentraler Einsatz der Mikroprozessortechnik.

Charakteristisches Merkmal der Variante mit zentraler Mikroprozessortechnik ist der Einsatz bereits eingeführter und gut verfügbarer leistungsfähiger Technik (Bild 1). Weitere Merkmale sind:

- hardwareintensive Informationsverarbeitung zur Gewährleistung der geforderten Operationszeiten bis vier Stoffflußkanäle
- Parallel-Serien-Umsetzung (PSU) der in den Stoffflußkanälen mit Hilfe von Sekun-

Bild 1. Zentraler Einsatz der Mikroprozessortechnik



därelektronenervielfachern (SEV) gewonnenen, in Eingangsverstärkern (EV) und A/D-Umsetzern (ADU) aufbereiteten Signale

- serielle Informationsübertragung zur zentralen Eingabe-, Ausgabe- und Interrupt-ebenenenerweiterungsbaugruppe (EAIE)
- Einsatz der Mikroprozessorschaltkreisfamilie U880
- zur Kommunikation mit dem Betreiber dient eine Bedien- und Anzeigebaugruppe (BA)
- Ansteuerung der den Stoffflußkanälen zugeordneten Auslenkmechanismen (AM) über Ausgangsverstärker (AV)
- Steuerung der Informationsgewinnung und -verarbeitung über den Prozeßtakt (PT).

Mit EMR ist eine *Dezentralisation* möglich. Sie bietet sich an, da der Trennprozeß ohnehin in Stoffflußkanäle untergliedert ist (Bild 2). Die Koordinierung der dezentralen EMR durch einen weiteren koordinierenden EMR (KMR) schafft eine neue Qualität auf den Gebieten:

- Kommunikation Mensch - Maschine
- Überwachung und Service
- Bilanzierung des technologischen Prozesses.

Eine weitere Erhöhung der bereits durch die Dezentralisierung verbesserten Zuverlässigkeit ist durch die Einführung einer ringförmigen Struktur zwischen den funktionell getrennten Mikrorechnern erzielbar. Beim Aus-

fall eines Mikrorechners kann der Nachbar-MR, gesteuert vom KMR, dessen Funktion mit Einschränkungen übernehmen. Der KMR verkehrt über die bidirektionale bitserielle Schnittstelle (UART) mit den dezentralen Mikrorechnern.

Im Trennautomaten ist die Informationsverarbeitungsvariante mit überwiegend dezentral eingesetzter Mikroprozessortechnik vorteilhaft anwendbar.

### 5. Programmierung

In der Phase des Programmentwurfs werden wesentliche Qualitätsmerkmale der Software bestimmt. Die Sicherung der Qualität der Software beginnt mit der Aufgabenspezifizierung und bei der Notation des Algorithmus.

Programmiersprachen unterscheiden sich prinzipiell in ihrem Niveau der Umsetzung des Problems in die Maschinenebene. Die Anwendung einer höheren problemorientierten Programmiersprache unterstützt die übersichtliche Strukturierung, gute Anpassungsfähigkeit und Portabilität, erhöht aber gegenüber den maschinenorientierten Programmiersprachen den Programmumfang und die Operationszeiten.

Aufgrund der begrenzten Programmspeicherkapazitäten beim EMR und der zeitkritischen Informationsverarbeitung erfolgt die Programmierung des Trennalgorithmus, ausgehend von einem detaillierten Programmablaufplan, maschinenorientiert.

### 6. Teststrategie

Das relativ niedrige Niveau der Programmiersprache erfordert hohe Aufwendungen in der Testphase. Folgender Testablauf hat sich als vorteilhaft erwiesen:

- Modultest der Software am Entwicklungssystem der Mikroprozessortechnik
- Echtzeittest mit simulierter Informationsein- und Informationsausgabe
- Baugruppentest mit simuliertem Stofffluß
- Komplextest im Trennautomaten
- Erprobung in der Landwirtschaft.

Aufgaben des Modultests sind:

- syntaktischer Test
- statischer Test (Strukturtest)
- dynamischer Test, vor allem Grenzwerttest der Parameter.

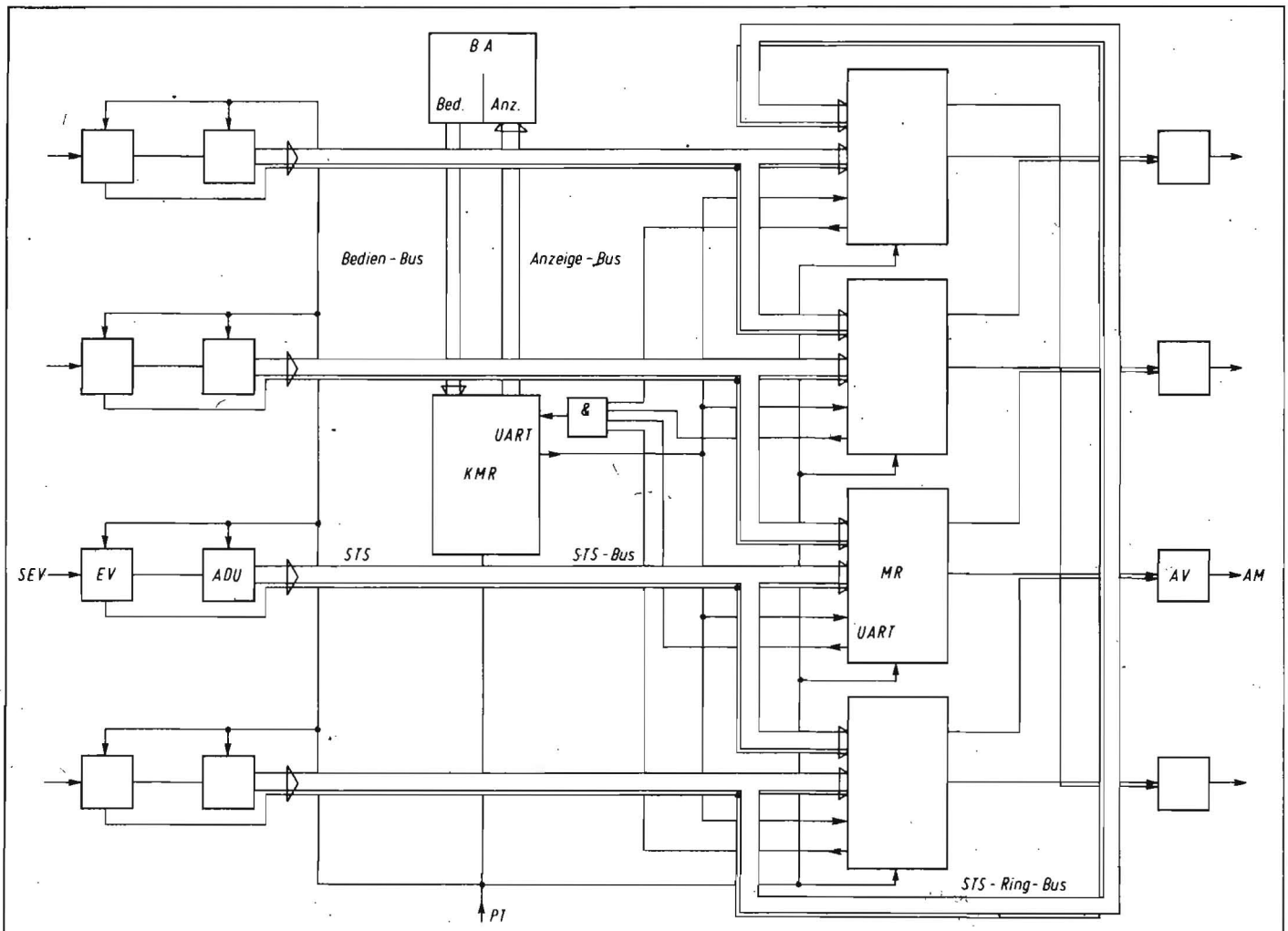
Als Testmittel ist der Mikrocomputer MC 80 gut geeignet: Erweiterungen hinsichtlich der Arbeit mit EMR sind notwendig.

Der Baugruppentest bezieht die Baugruppen der Informationsgewinnung und der Informationsnutzung schrittweise in den Test mit ein.

Aufgabe der Erprobung in der Landwirtschaft war der Nachweis der Einhaltung der projektierten Kennwerte unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion.

Bei Nennbelastung konnten die projektierten Kennwerte der Trennqualität eingehalten werden.

Bild 2. Dezentraler Einsatz der Mikroprozessortechnik mit koordinierenden, hierarchisch übergeordneten Mikrorechnern



## 7. Schlußfolgerungen

National und international ist der Trend zu erkennen, daß die Leistungsfähigkeit und der Gebrauchswert, aber auch der Material- und Fertigungsaufwand moderner maschinenbautechnischer Erzeugnisse in immer stärkerem Maß durch das Niveau der Informationstechnik bestimmt wird. Der untersuchte Trennautomat für Kartoffelerntegutmengenerbrachte folgende Vorteile:

- Verringerung der Maschinenmasse bzw. des Materialaufwands

- Verringerung des Energiebedarfs
- Erhöhung der Trennqualität
- Erweiterung des Größenbereichs für die Untersuchungsobjekte
- Erhöhung der Verfügbarkeit
- Verbesserung des Bedienkomforts.

## Literatur

- [1] Töpfer, H.; Kriesel, W.: Automatisierungssysteme mit Mikroprozessoren – Konsequenzen für die Projektierung, messen – steuern – regeln, Berlin 21 (1978) 8, S. 427–432.

- [2] Töpfer, H.; Fuchs, H.; Willem, H.: Moderne Konsequenzen für neue Automatisierungskonzepte, messen – steuern – regeln, Berlin 23 (1980) 1, S. 2–10.
- [3] Kollar, L.; Oberländer, P.: Entwicklungsstand und -tendenzen mobiler landtechnischer Aggregate unter Beachtung ihrer Automatisierung, agrartechnik, Berlin 29 (1979) 11, S. 498–500.
- [4] Soucek, R.; Kühn, G.; Kollar, L.: Stand, Probleme und Aufgaben bei der Automatisierung landwirtschaftlicher Produktionsprozesse, messen – steuern – regeln, Berlin 23 (1980) 1, S. 42–47. A 4764

# Stand und Möglichkeiten der Saatgutflußkontrolle an Einzelkornsämaschinen, besonders bei der EKS A 697

Dr. sc. agr. K. Berndt, KDT, Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben der AdL der DDR

## 1. Problemstellung

Der Prozeß der Vervollkommnung der Landtechnik vollzieht sich in immer schnellerem Tempo. Dabei gewinnt der Einsatz der Mikroelektronik für vielfältige Aufgaben, angefangen von einfachen Kontrollfunktionen bis hin zur vollautomatischen Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen, eine immer größere Bedeutung. So wurde in den letzten Jahren auch in der Aussaattechnik die Mikroelektronik immer stärker für Funktionskontrollen oder Überwachungseinrichtungen eingesetzt. Dies ist objektiv notwendig, da die exakte Saatgutablage vervollkommt und bei einer Reihe von Kulturpflanzen die Einzelkornablage zur Einsparung von Handarbeit bei der Vereinzelung angewendet wird.

In der Zuckerrübenproduktion der DDR besteht eine bedeutende Aufgabe von Forschung und Praxis darin, Verfahren der handarbeitsarmen bzw. handarbeitslosen Rübenpflege durch weite Kornablagen bei Gewährleistung hoher und sicherer Erträge zu entwickeln.

Bei der früher angewendeten Drillsaat bei Zuckerrüben war eine Pflanzenreserve von 1 bis 2 Mill. Rüben/ha vorhanden. Aus 10 bis 20 dichtstehenden Pflanzen konnten bei der Vereinzelung genügend kräftige Rüben zur Bestandsbildung ausgewählt werden.

Mit der Einführung monokarper Zuckerrübensorten sowie der Entwicklung von Einzelkornsämaschinen und von spezifischen Rübenherbiziden konnten die Aussaatmenge gegenüber der Drillsaat entscheidend gesenkt und der Handarbeitsaufwand für die Pflege der Zuckerrüben bedeutend reduziert werden. Unter günstigen Bedingungen ist sogar eine handarbeitslose Pflege der Zuckerrüben durch Endablage des Saatgutes möglich. Bei Anwendung dieses Verfahrens muß aber garantiert werden, daß 80 000 bis 100 000 annähernd gleichmäßig verteilte Rüben/ha zum Zeitpunkt der Ernte stehen.

Eine bedeutende Voraussetzung für eine erfolgreiche handarbeitsarme bzw. handarbeitslose Pflege der Zuckerrüben ist eine exakte Ablage der Körner sowie eine hohe Feldkeimfähigkeit. Durch eine komplexe Erfassung von Parametern bei der Aussaat kann eine hohe Funktionsqualität der Aussaattechnik und damit eine wichtige Etappe zur Erzielung hoher und stabiler Erträge er-

reicht werden. Für die Aussaat der Zuckerrüben stehen in der DDR im wesentlichen Einzelkornsämaschinen (EKS) A 697 zur Verfügung.

## 2. Arbeitsweise der Säeinheiten der EKS A 697

Hauptelemente der EKS A 697 sind die 12 Säeinheiten (Bild 1). Sie sind über Parallelogramme am Rahmen der Maschine montiert. Aus dem Vorratsbehälter gelangen die Körner in die Zellenscheibe. Im Gehäuse ist über der Zellenscheibe der pneumatische Auswerfer befestigt, der als Abstreifer wirkt und Doppelbelegungen der Zellen der Sä-scheibe verhindert.

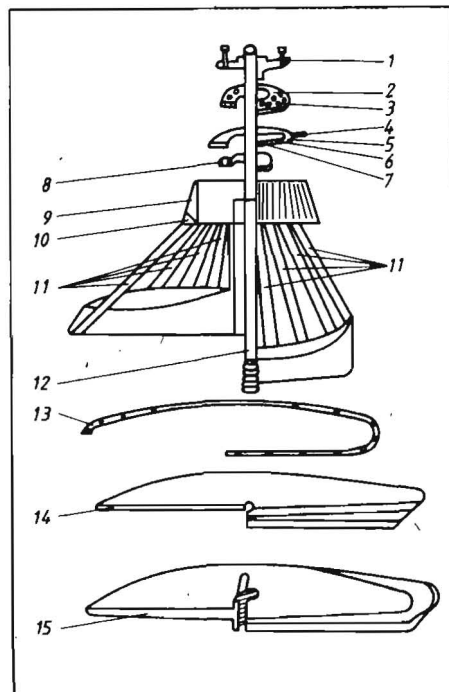
Unter der Zellenscheibe ist die Blende mit ei-

ner Öffnung angeordnet. Durch die Blende werden die Zellen der Zellenscheibe nach unten abgedeckt. Unterhalb der Öffnung in der Blende befindet sich ein pneumatischer Auswerfer. Die Körner gelangen mit Hilfe des Luftstroms mit einem Druck von mindestens 2,75 kPa durch die Öffnung in der Blende in die Basisscheibe. Von dort werden sie durch die Zentrifugalkraft des rotierenden Sägegels in die Rohre des Verteilerkegels befördert. Anschließend fallen die Körner an der Aussparung am Abdeckblech in die Saattrinne.

Um die Funktionsfähigkeit der Zellenscheibe zu erhöhen, befindet sich ein negativer Auswerfer auf der Blende. Durch ihn werden die Körner gelockert, die sich in den Zellen verklemmt haben.

An der EKS befinden sich keine Saatgutflußkontrollen. Während der Arbeit können Verstopfungen der einzelnen Rohre des Verteilerkegels nicht kontrolliert werden. Da derartige Verstopfungen äußerlich nicht sichtbar sind, können sie zu erheblichen Fehlstellen im Zuckerrübenbestand führen. Weiterhin werden Störungen am Antrieb der EKS A 697, die ebenfalls zu Fehlstellen führen, nicht signalisiert.

Bild 1. Schematische Darstellung des Verteilerkegels der EKS A 697 (verändert für die pneumatische Saatgutflußkontrolle); 1 Mitnehmerkruz, 2 Zellenscheibe, 3 Zellen, 4 Anschlag, 5 Blende, 6 nasenartige Erhebung, 7 Durchbruch, 8 Zentrierung, 9 Basisscheibe, 10 Klemmscheibe, 11 angebohrte Rohre, 12 Achse, 13 Kugelring, 14 Abdeckblech, 15 Gehäusedeckel



## 3. Internationaler Stand der Anwendung von Saatgutflußkontrollen

International wurde eine Reihe von Vorrichtungen zur Bestimmung, Kontrolle und Regulierung der Aussaatmengen an Sämaschinen entwickelt [1]. Im allgemeinen können drei Hauptgruppen von Systemen der Aussaatkontrolle unterschieden werden:

- Vorrichtung zur Bestimmung der Kontrolle der Aussaatnorm unter Verwendung von Umrechnungstabellen

Als Maßmerkmal werden die Anzahl der ausgesäten Samen und als Verrechnungsbasis der Weg bzw. die Fläche oder Zeit genutzt. Diese Vorrichtungen sind einfach in ihrer Realisierung, jedoch arbeitsaufwendig und gewährleisten keine ausreichende unmittelbare Kontrolle.

- Vorrichtung zur automatischen Bestimmung und Kontrolle der Aussaatnorm  
Hierbei werden ständig Informationen über die tatsächliche Aussaatnorm in Form von Ziffern auf einer Anzeige ausgegeben.