

Spezielle Probleme der Automatisierung von Arbeitsorganen technischer Arbeitsmittel zur Zuckerrübenproduktion

Prof. Dr. sc. techn. P. Jakob, KDT/Dipl.-Ing. H. Albrecht/Dipl.-Ing. H. Illini
Martin-Luther-Universität Halle — Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

1. Methodik und Grundsatzfragen

In der Zuckerrübenproduktion bestehen folgende Forderungen:

- Sicherung eines hohen Feldaufgangs und einer Bestandsdichte von 80 000 Pflanzen je Hektar bei der Ernte
- Intensivierung der Rübenvereinzlung und -pflege
- aufwandarme Verwirklichung der Rübenenernte, besonders des Grundprinzips der Rübenwurzelernte (Tafel 1).

Sie zwingen dazu, bei Beachtung der hauptsächlichsten Qualitätsparameter —

- Sicherung der Aussaat aller Saatgutarten und -formen von Betarüben

- Gewährleistung der Variabilität für alle erforderlichen Parameter der Standraumzuzemessung (Reihenabstand a, Pflanzenabstand b und Aussaatiefe c)
- Vereinzlung und Führung der Einzelkörner ohne Beeinträchtigung der physikalischen und biologischen Eigenschaften des Saatgutes
- Einbettung des Saatgutes in das Saatbett nach den Qualitätsmerkmalen einer Handablage und als Voraussetzung für die Förderung und Sicherung des Feldaufgangs der Saaten
- Steigerung der Arbeitsproduktivität bei der Rübenvereinzlung und -pflege

Tafel 1. Grundprinzip der beimengungsarmen Rübenaufnahme

Kriterium	Erläuterung
Definition	<ul style="list-style-type: none"> — Herauslösen der Rüben aus dem Wuchsraum bei Überwindung der Bindungswiderstände und durch Störung der Bodenstruktur des Wuchsrums — Entmischen der Rüben von anderen Wuchsraumbestandteilen (Beimengungen) und Fördern der Rüben auf eine Höhe h_1 — < 5 % Massenanteil rüben große Beimengungen (Steine, Kluten) und < 3 % Massenanteil nichtrüben große Beimengungen (Feinerde, Rübenkraut, Unkraut) in den Rüben enthalten
Realisierung folgender Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> — Erkennen der Rüben im und über dem Wuchsraum — Trennen der Rüben vom Wuchsraum (Boden) durch Überwindung der Bindungswiderstände (Herauslösen) — Trennen der Rüben von Beimengungen (Wuchsraumbestandteilen) nach physikalischen Größen (Entmischen) — Fördern der Rüben auf das Niveau der Transporteinrichtung (Höhe h_1)
Verbesserung der Ökonomie durch	<ul style="list-style-type: none"> — Aufnahme der Rüben mit einem Minimum an Beimengungen (Wuchsraumbestandteilen) — Verringerung der Beschädigungen an den Rüben und der Verluste von Rüben — Steigerung der Flächenleistung der Rübenerntemaschine — Erhöhung der Arbeitsproduktivität — Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen

Fortsetzung von Seite 15

die Zusammenhänge zwischen Zugkraft, Bodenbewegung und Arbeitsgeschwindigkeit (Bild 4). Es wurde festgestellt, daß die Verwendung konventioneller Hackwerkzeuge wegen des erheblichen Bodenwurfs nach der Seite und wegen der Ungenauigkeit der Werkzeugführung bei 9 km/h nicht zweckmäßig ist. Deswegen wird wahrscheinlich in der Zukunft im Fall der Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit eine Hackmaschine mit rollenden Werkzeugen eingesetzt werden.

Einige solcher Maschinen sind schon serienmäßig hergestellt worden. Unter besonderer Berücksichtigung der Zuckerrübe und auch der engen Reihenabstände bei Paprika wurde an der Agrarwissenschaftlichen Universität Gödöllő in den letzten Jahren eine automatische Lenkeinrichtung mit elektronischem Taster entwickelt. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Die bisherigen Ergebnisse sind aber als gut zu bezeichnen.

A 3588

- Senkung der Beschädigungen, der Verluste und der Beimengungen —

neue Möglichkeiten in der Methodik der Forschung und Entwicklung von Arbeitsorganen und Maschinen unter besonderer Beachtung der Automatisierung und Mikroelektronik zu suchen.

Der Ausgangspunkt bei der Erarbeitung der Methodik ist die heuristische Betrachtungsweise des Problems (Bild 1).

Ausgehend von der jeweiligen Aufgabenstellung und unter Berücksichtigung der vorhandenen Umstände sowie der Einbeziehung des Standes der Forschung (Erkenntnisse) ergeben sich die Lösungswege zum angestrebten Ziel. Am Ende der Bearbeitungszeit einer solchen Automatisierungsaufgabe erhält man die Lösung (gelöste Aufgabe) und methodische Erkenntnisse (Erfahrungen).

Bei der Lösung des Problems sollte man sich nicht nur auf die üblichen Wirkprinzipie beschränken, sondern muß man grundsätzlich auch die entsprechend dem Stand von Naturwissenschaft und Technik möglichen Effekte in die Betrachtung einbeziehen.

Die Umstände, unter denen eine Aufgabe zu lösen ist, sind besonders zu beachten und meistens auch von den eingeschlagenen Lösungswegen abhängig. Forschungs- und Entwicklungskapazität, Stand und Niveau der Laboreinrichtungen, des Musterbaus und der Materialversorgung sowie zielgerichtete Leitungstätigkeit auf der Grundlage der Methoden der Wissenschaftsorganisation haben großen Einfluß auf die Lösung der Aufgabe. Analysiert man den Stand der Forschung, so zeigt sich, daß es mit dem z. Z. vorhandenen theoretischen Grundlagenwissen in der Landtechnik und landtechnischen Automatisierungstechnik nur erst begrenzt möglich ist, neuartige Arbeitsorgane einschließlich zweckentsprechender Automatisierungseinrichtungen zu erforschen. Dabei fehlen z. B. noch Kenntnisse und damit Untersuchungsergebnisse, die sich u. a. mit dem mehrphasigen Feststoffgemenge Rübensaatgut, Rübenwurzeln, Boden, Kluten und Steine befassen.

Auch die analytische Beschreibung der Einsatzgrenzen einer Rübenerntemaschine mit Hilfe mathematisch-physikalischer Modelle ist noch nicht gelöst (Bild 2). Diese Zusammenhänge bilden jedoch eine wichtige Basis für einen sinnvollen Einsatz von Automatisierungseinrichtungen. Wie Bild 1 zeigt, werden die Lösungswege vom Stand der Forschung mitbestimmt. Gegenwärtig sind drei Wege möglich:

- empirische Entwicklung von Arbeitsorganen
- exakte Berechnung der Arbeitsorgane aufgrund des Verhaltens des landtechnischen Stoffs (z. B. Feststoffgemenge, Wuchsraum und Rüben bzw. Rübensaatgut) unter Einwirkung von Energie (z. B. Kräfte)
- systematische Untersuchung von Elementen des betreffenden Arbeitsorgans.

Der erste Weg hat keine wissenschaftliche Bedeutung. Auch der zweite Weg ist z. Z. nur bedingt realisierbar, für die Hauptanwendungsfälle überhaupt nicht gangbar. Der dritte Weg ist der z. Z. gangbarste. Durch systematische experimentelle Untersuchungen von Arbeitselementen wurde versucht, über den Einfluß der Form, z. B. durch geometrische Parameter, wie Schnittwinkel, Scharfschneidenwinkel, Breite, Länge usw., den Arbeitserfolg zu bestimmen.

Die Untersuchungen an den Automatisierungseinrichtungen wurden unter idealisierten Bedingungen nacheinander bei verschiedenen Abstraktionsstufen durchgeführt, um Konstruktions-, Betriebs- sowie Stoffparameter systematisch zu variieren.

Die experimentellen Untersuchungen sollten bei hoher Abstraktionsstufe begonnen und schrittweise den Praxisbedingungen angepaßt werden. Die Verwendung von Modellböden bei den Experimenten, z. B. mit Rübenaufnahmeelementführungen bzw. automatischen Steuerungen für Einbettungsorgane und Sämaschine, stellt bereits eine Abstraktionsstufe dar. Die Auswahl der Modellböden ist sehr schwierig. Einerseits müssen

Bild 1. Leitblatt zur Methodik der Forschung und Entwicklung von Automatisierungseinrichtungen an Maschinen für die Zuckerrübenproduktion

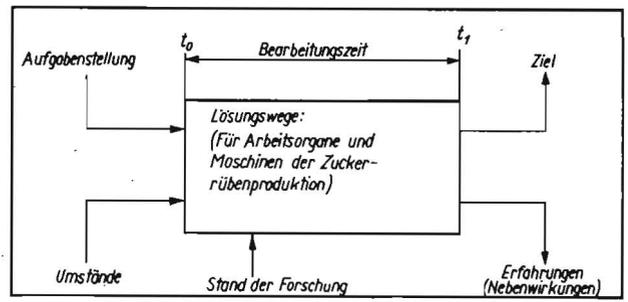
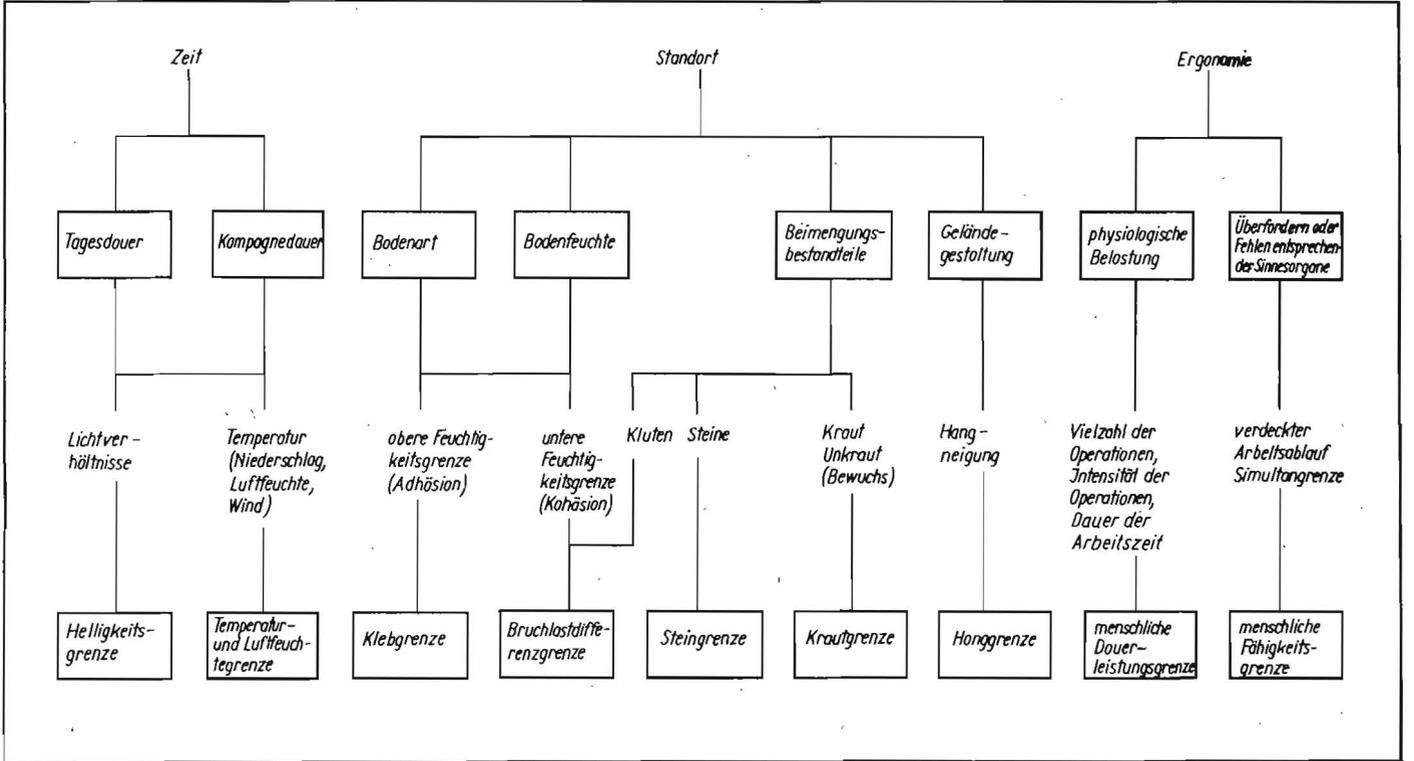
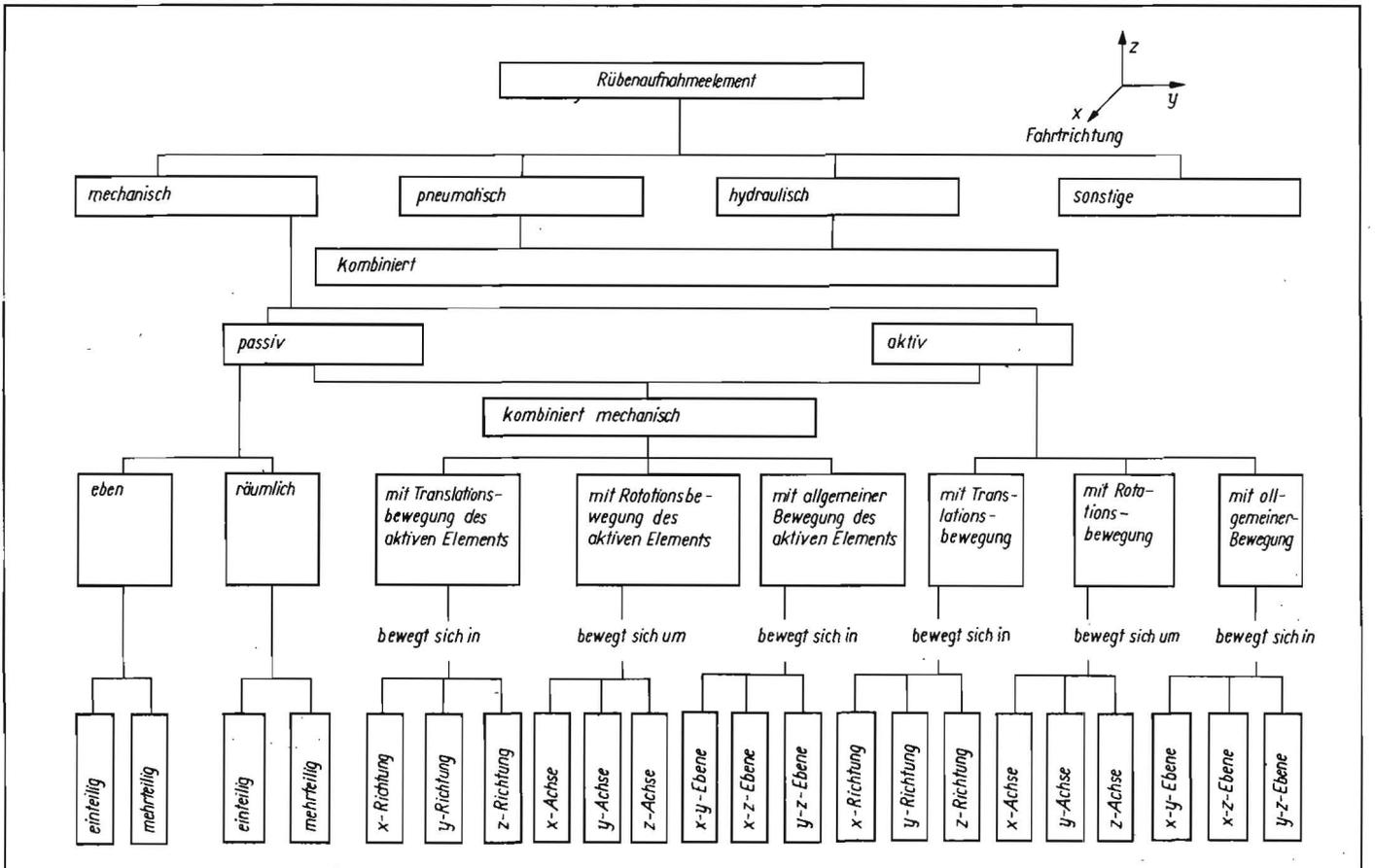


Bild 3. Systematik der Rübenaufnahmeelemente

Bild 2. Kriterien der Einsatzgrenzen einer Rübenerntemaschine



3



sie die Praxisbedingungen widerspiegeln und andererseits sollen mit ihnen homogene, sehr gut reproduzierbare Zustände des mehrphasigen Feststoffgemenges erreichbar sein. Eine Maßstabsänderung der automatischen Führung der Rübenaufnahmeelemente ist nicht zweckmäßig, da für diese Fälle die Modellbeziehungen im Wuchsraum der Rüben sehr kompliziert und ungeklärt sind. Grundsätzlich sind z. B. Rübenaufnahmeelemente vor allem nach dem Grad der Rübenaufnahme zu bewerten:

$$\eta_{AR} = \frac{m_R}{m_B + m_R} \rightarrow \text{Maximum};$$

η_{AR} Grad der Rübenaufnahme

m_R Rübenmasse

m_B Masse der Beimengungen.

Diese Optimierung nach dem Grad der Rübenaufnahme sollte selbstverständlich unter Beachtung der Rübenschädigungen und -verluste bei geringstem Energieaufwand erfolgen. Aus der Analyse der gegenwärtigen Rübenaufnahmeverfahren ergibt sich der Aufnahmeegrad $\eta_{AR} = 15 \dots 80\%$, d. h. 20 bis 85% der aufgenommenen Wuchsraummasse ist Beimengungsmasse m_B (Verunreinigung der Rüben mit Steinen, Kluten, Hafterde u. a.). Die Masse der Beimengungen bewirkt eine unnötige Belastung sowohl für die Rüben als auch für die Arbeitsorgane der Erntemaschine.

Die Auswirkungen sind verminderte Rübenqualität (d. h. größere Rübenbeschädigungen und -verluste), begrenzte Arbeitsgeschwindigkeit und erhöhte Störanfälligkeit der Erntemaschine. Da diese Probleme vor allem durch die Konstruktion der verwendeten Aufnahmeelemente bedingt sind und gegenwärtig auch weitere wesentliche Verbesserungen der bisherigen Formen nicht zu erwarten sind, ist die Entwicklung effektiverer automatisierter Rübenaufnahmeelemente bzw. die Erforschung und Anwendung neuartiger Wirkprinzipie der Rübenaufnahme eine vorrangige Aufgabe.

Für die wissenschaftliche Analyse des Standes der Technik und die Erarbeitung der erforderlichen theoretischen Grundlagen ist aufgrund der Vielzahl der vorhandenen Rübenaufnahmeelemente und der Uneinheitlichkeit ihrer Bezeichnungen eine systematische Ordnung erforderlich. Im Bild 3 wird eine Systematik vorhandener und möglicher Rübenaufnahmeelemente dargestellt. Nach der Operationsenergie werden die Rübenaufnahmeelemente in mechanische, pneumatische, hydraulische, sonstige und deren Kombinationen eingeteilt.

Die wohl ältesten Rübenaufnahmeelemente

sind passive Rodeorgane (bzw. -schar). Sie sind einfach gebaut, billig in der Herstellung, von hoher Zuverlässigkeit und eignen sich für ein- und mehrreihige Erntemaschinen. Bei älteren Rübenerntemaschinen werden die feststehenden gespreizten Zinken-, Schar- oder Plattenpaare mit vorn liegender Öffnung verwendet. Seitlich von den Aufnahmezinken sind meist passive Scheibenseche oder Rollen und bei Plattenaufnahmeorganen auch angetriebene (aktive) Scheiben mit Mitnehmerleisten angeordnet, so daß ein Umfallen der Rüben beim Aufnahmevorgang verhindert und eine vollständige Aufnahme gewährleistet ist. Rotierende Aufnahmeelemente (Roderäder) werden in modernen Rodeladern eingesetzt und ermöglichen höhere Arbeitsgeschwindigkeiten. Jeweils zwei rotierende Aufnahmeelemente erfassen die Rüben und ziehen sie fast senkrecht aus dem Boden. Verwendet werden entweder zwei passive Räder, die im Boden abrollen, oder ein passives Rad (nur Bodenantrieb) und ein angetriebenes Rad. Die rotierenden Aufnahmeelemente dringen bis zu 100 mm tief in den Boden ein, lockern die geköpften Rüben und nehmen neben den Rüben auch Bodenbestandteile auf. Die Arbeitsorgane sind deshalb durchbrochen ausgeführt oder haben teilweise abnehmbare Speichen, so daß die Erdabscheidung gewährleistet bzw. die Bodenaufnahme verringert werden können. Für eine Kombination Roderad—Rodeschar, die als Naß- und Trockenschar bekannt ist, konnte die Eignung für extrem nasse und trockene Böden nachgewiesen werden.

Schwingende Rübenaufnahmeelemente werden erst seit relativ kurzer Zeit angewendet. Den wirkungsvollsten Reinigungseffekt (beimengungsarme Rübenaufnahme) erreichen diese Arbeitsorgane bei Bodenfeuchtigkeiten bis zu 16%. In den Maschinenkonstruktionen werden in noch stärkerem Maß Rübenaufnahmeelemente mit Antrieb, automatische Tiefenführungen für die Aufnahmeelemente, die automatische Lenkung der Gesamtmaschine sowie Automatisierungseinrichtungen zur Kontrolle des Betriebs der wichtigsten Arbeitsorgane und Baugruppen angewendet werden.

2. Automatisierung von Arbeitsorganen bei der Aussaat

Auch nach exakter Einstellung der Arbeitsorgane der Einzelkornsämaschine wirken während der Säarbeit auf dem Feld so viele Störfaktoren auf die Maschine ein, daß Fehler in der Aussaat entstehen. Beispielsweise sind Erschütterungen, unterschiedliche Füllstände im Kasten, Hanglagen und Fließhemmnisse durch Brückenbildung die Ursachen und wir-

kende Einflußgrößen. Notwendig wäre ein Überwachungssystem (automatische Kontroll- und Sicherungseinrichtungen), das die laufende Kontrolle und eventuelle Korrektur der ausgebrachten Saatmenge während der Arbeit auf dem Feld ermöglicht. Universell einsetzbare robuste Meßfühler (Sensoren) für unterschiedliche Saatgutarten sollten eine ständige Kontrolle der Maschinenfunktion sichern helfen. Ein Signal (z. B. Licht, Ton) wird gegeben, wenn das Saatgut den Meßfühler nicht berührt.

Geschwindigkeits- und Flächenmeßgeräte helfen dem Maschinenbetreiber, die genaue Geschwindigkeit einzuhalten und die zu bearbeitenden Flächen exakt zu ermitteln. Die Meß- und Überwachungsgeräte sichern eine stabile Aussaat auch bei schwierigsten Sichtverhältnissen, bei Staub, bei Nacharbeit, bei verschmutzten Kabinenfenstern und bei Großmaschinen, bei denen der Fahrer den eigentlichen Arbeitsvorgang nicht sehen kann.

Untersuchungswürdig wären auch folgende Automatisierungseinrichtungen:

- Mehrmaschinenbedienung
- automatisches Wenden am Feldende
- automatische Lenkung (Horizontalführung) der Einbettungsorgane und Gesamtmaschine
- automatischer Neigungsausgleich
- automatische Tiefenführung der Einbettungsorgane in Abhängigkeit von Bodenfeuchte, Boden- und Saatgutart
- automatisches Säen des Einzelkorns als Funktion von Bodenfeuchte, Boden- und Saatgutart.

Die Ordnung nach Wichtigkeit und der möglichen Anwendungszeitpunkt können selbstverständlich erst nach entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erfolgen.

3. Automatisierung der Rübenpflege

Die mechanische Rübenpflege wird gegenwärtig meist mit Heckanbauvielfachgeräten (z. B. P435 oder P437) ausgeführt, wobei aus Effektivitätsgründen zwei der Geräte miteinander gekoppelt werden sollten. Der Arbeitskräftebedarf für ein Aggregat beträgt drei Personen: einen Traktoristen, zwei Bedienpersonen, von denen eine die Reihenführung der Arbeitswerkzeuge übernimmt (mechanisch oder durch Betätigung eines Steuerschiebers einer Hydraulikanlage). Für die manuelle Nachführung ergibt sich aufgrund der physischen Belastung der Bedierson eine günstige Fahrgeschwindigkeit, die bei etwa 4 km/h liegt.

Die automatische Reihenführung der Arbeitswerkzeuge ist eine Aufgabe, die man sich schon vor einem Jahrzehnt gestellt und am Lehrstuhl Landtechnik der Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg realisiert hat. Dabei wird die Tatsache genutzt, daß biologische Systeme elektrisch leitend sind. Zur Rübenerkennung wird über die Rübe, den Ackerboden, das Hackschar, den Rahmen, die Energieversorgung und die Rübe ein elektrischer Stromkreis geschlossen, der nur dann existiert, wenn die Taster die Pflanzen (auch Unkraut) berühren (Bild 4). Der Stromfluß im geschlossenen Kreis wird verstärkt, um dann über ein Hydraulikventil und den beweglichen Hilfsrahmen die Hackschare (entsprechend den Taster signalen) an der Rübenreihe selbstständig entlang zu führen. Die Aufgaben der Bedienperson beschränken sich vorwiegend auf eine Kontrolltätigkeit und die Beobachtung der Arbeitsorgane, um bei Verstopfungen eingreifen zu können.

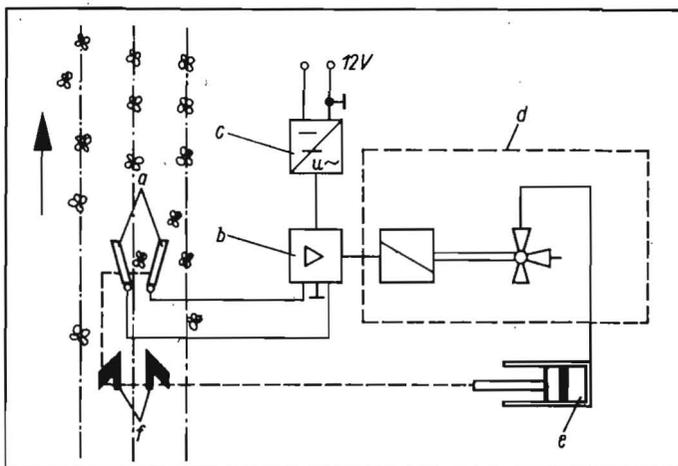


Bild 4 Funktionsprinzip einer automatischen Führung der Arbeitsorgane für ein Vielfachgerät; a Taster, b Verstärker, c Transverter, d Magnetkernstättig, e Kolbenantrieb, f Hackschar

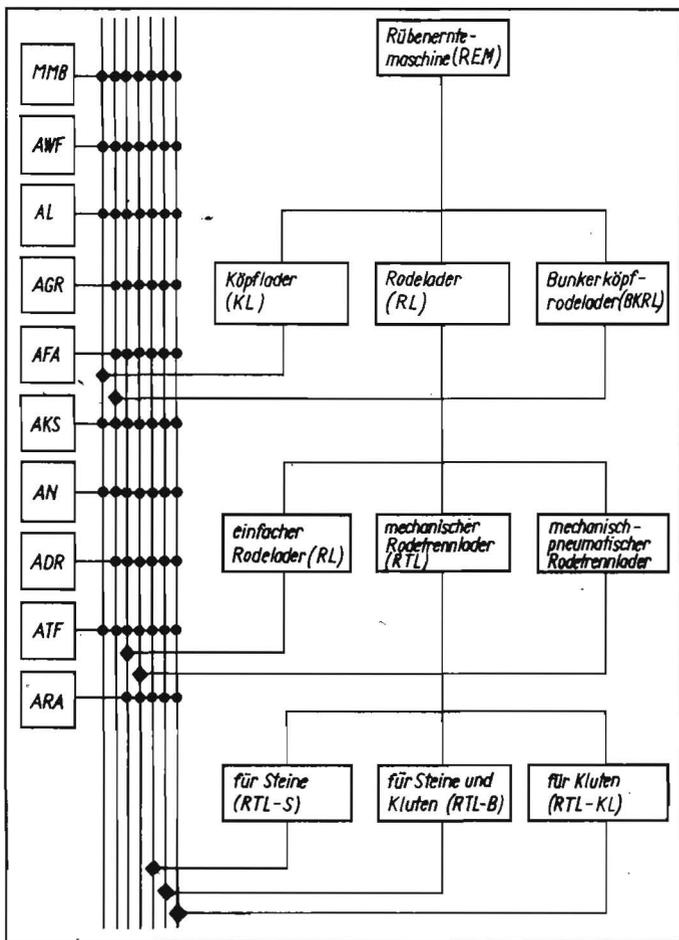


Bild 5. Einsatzbarkeit der automatisierten Arbeitsprinzipie auf verschiedenen Typen von Rübenerntemaschinen

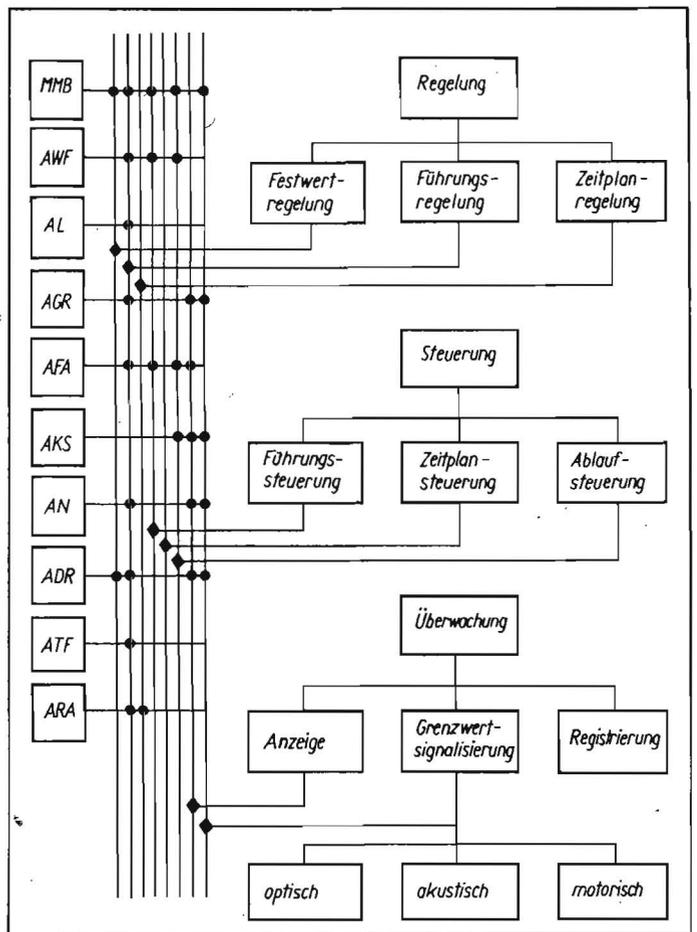


Bild 6. Mögliche Realisierungsstufen der automatisierten Arbeitsprinzipie

Tafel 2. Automatisierte Arbeitsprinzipie für die Rübenerntemaschine

Aufgabe	automatisiertes Arbeitsprinzip
gleichzeitige Bedienung von zwei oder mehr hochgradig automatisierten und sich selbst überwachenden Maschinen (Erntemaschine und/oder Transportfahrzeug) durch Mehrmaschinenbedienung (Regelung der horizontalen Koordinaten x und y)	Mehrmaschinenbedienung (MMB)
automatische Lenkung der Rübenerntemaschine vom Rübenreiheneende bis zum Wiedereinspuren durch entsprechende Leitsysteme in Form des automatischen Wendens am Feldende	automatisches Wenden am Feldende (AWF)
Führung der Rübenaufnahmeelemente (RAE) entlang der seitlichen Verbindungslinie der Zuckerrüben durch die automatische Lenkung der RAE und der Gesamtmaschine (Regelung der horizontalen Koordinate y)	automatische Lenkung (AL)
Konstanthaltung des seitlichen Abstands und der Relativgeschwindigkeit zwischen Rübenerntemaschine und Transportfahrzeug durch automatische Gleichlaufregelung (Regelung der horizontalen Koordinaten x und y)	automatische Gleichlaufregelung (AGR)
Begrenzung der Fallenergie der Zuckerrüben durch Konstanthaltung der optimalen Übergabehöhe des Verladeelevators der Erntemaschine zum Transportfahrzeug durch automatische Fallhöhenanpassung (Regelung der vertikalen Koordinate z)	automatische Fallhöhenanpassung (AFA)
Erfassung und Eliminierung vereinzelt auftretender Störgrößen großer Amplitude und ursächliche Ausschließung systembedingter Fehlfunktionen durch automatische Kontroll- und Sicherungseinrichtungen (Anzeige von Koordinaten, Masse, Temperatur u. a.)	automatische Kontroll- und Sicherungseinrichtungen (AKS)
Aufrechterhaltung einer zur Horizontalebene definierten Lage neigungsempfindlicher Arbeitsorgane durch den automatischen Neigungsausgleich (Regelung der vertikalen Koordinate z)	automatischer Neigungsausgleich (AN)
Beeinflussung des Stoffflusses innerhalb der REM zur Ausnutzung der maximalen Durchlaßfähigkeit der Baugruppen bei Einhaltung vorgegebener Arbeitsqualitätskennziffern durch die automatische Durchsatzregelung (Regelung der Massen m_R und m_B)	automatische Durchsatzregelung (ADR)
Führung der RAE entlang der seitlichen Verbindungslinie der Zuckerrüben durch die automatische Tiefenführung der RAE (Regelung der vertikalen Koordinate z)	automatische Tiefenführung (ATF)
selektive Einwirkung auf die einzelne Zuckerrübe zur Herauslösung und Förderung der Einzelzuckerrübe durch die automatische Einzelzuckerrübenaufnahme (Regelung der Massen m_R und m_B)	automatische Einzelrübenaufnahme (ARA)

Bisherige Ergebnisse und Erfahrungen beweisen die Vorteile einer solchen Einrichtung zur Rübenpflege, aber auch zur Pflege anderer Kulturarten. Durch den Einsatz der Mikroelektronik besteht die Möglichkeit, bei vertretbarem Aufwand zu schnellen und erweiterungsfähigen Lösungen zu kommen, wenn geeignete Stromversorgungsgeräte für mobile Aggregate bereitstehen und entsprechende Meß-, Prüf- und Stelltechnik verfügbar ist. Die vorhandene automatische Führung der Arbeitsorgane, die mit diskreten elektronischen Bauelementen aufgebaut ist, wird z. Z. in einer weiteren Bearbeitung und zur Ergänzung mit Kontrollfunktionen auf der Grundlage mikroelektronischer Bauelemente projektiert. Der Aufbau nach dem Baukastensystem soll eine universellere Einsetzbarkeit ermöglichen.

4. Automatisierungseinrichtungen an der Rübenerntemaschine

Entsprechend dem allgemeinen Trend werden an selbstfahrenden Erntemaschinen folgende Automatisierungseinrichtungen eingesetzt bzw. forschungsmäßig untersucht:

- automatische Lenkung der Gesamtmaschine
- automatische Tiefenführung der Arbeitsorgane
- automatische Durchsatzregelung
- automatische Fallhöhenanpassung des Verladeelevators an die Beladehöhe des Transportfahrzeugs
- automatischer Havarieschutz des Verladeelevators
- automatische Kontrolleinrichtung zur

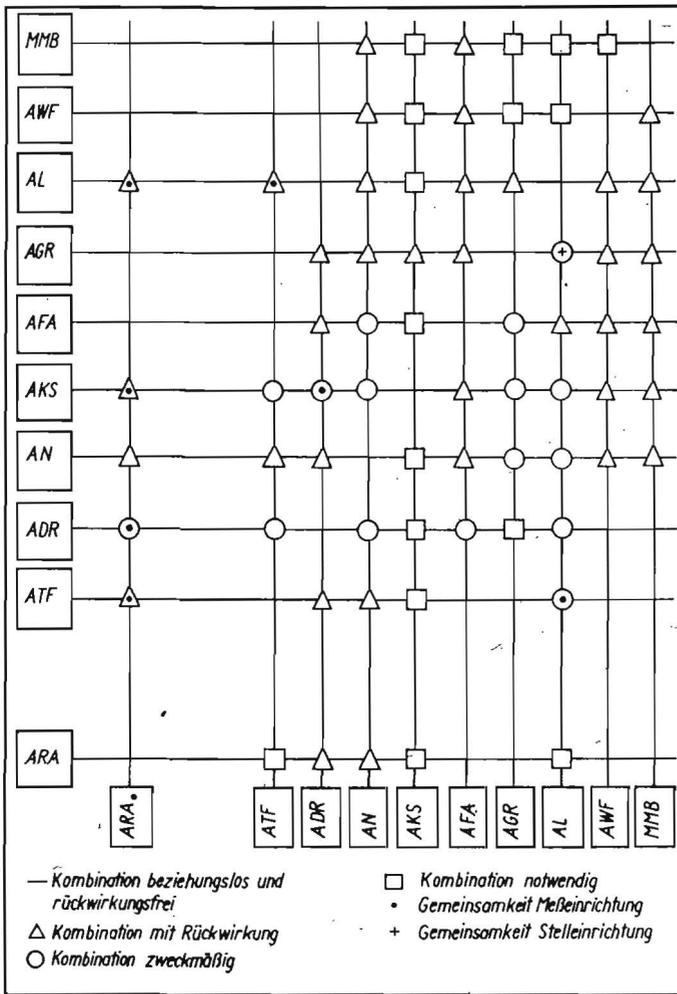


Bild 7
 Verflechtung der Automatisierungseinrichtungen

Zählerwerk dar, das mit Hilfe eines induktiven Näherungsinstruments n Impulse je Umdrehung des Anhängerhinterrades zählt. Die Anzahl der gezählten Impulse während des Beladevorgangs einer Transporteinheit dient somit der Berechnung der Beladestrecke, und nach Wägung der Erntemaschine dieser Transporteinheit berechnet sich der Erntertrag E :

$$E = \frac{m_n}{A}$$

$$E = \frac{m_n (1 - k_b) n}{b Z d_w \pi (1 - \sigma)}$$

- m_n Nettomasse der mit Rüben beladenen Transporteinheit
- k_b relativer Beimengungsgehalt
- n Impulszahl der Radumdrehung
- b Arbeitsbreite der Erntemaschine
- Z Zählerstand
- d_w wirksamer Raddurchmesser
- σ Radschlupf
- k Fahrweg je Impuls
- A Erntefläche

$$E = \frac{m_n (1 - k_b)}{b Z k}$$

$$k = \frac{d_w \pi (1 - \sigma)}{n}$$

Da k von Reifeninnendruck, Reifenverschleiß und Schlupf abhängig ist, sollten die Werte für k im praktischen Versuch ermittelt und von Zeit zu Zeit überprüft werden:

$$k = \frac{s}{Z}$$

- s Länge der Versuchsstrecke
- Z Zählerstand nach Befahren der Versuchsstrecke.

Eine Ertragsermittlung mit ausreichender Genauigkeit wird somit möglich, obwohl nur ein oder zwei Transporteinheiten des Komplexes (mit Zählgerät ausgerüstet) ständig zum Wägen und Probennehmen fahren. Diese Fahrzeuge sollten ohne feste Zuordnung zu Beeten und Erntemaschine arbeiten, um ein repräsentatives Querschnittsergebnis zu erhalten.

Voraussetzung für ordnungsgemäße Ertragsermittlung ist es, das zurückgesetzte Zählerwerk genau zum Beladbeginn bzw. -ende (und bei Wendemanövern entsprechend am Feldrand) mit Hilfe von START/STOP-Tasten zu bedienen.

6. Zusammenfassung

Um in der Zuckerrübenproduktion bestehende Aufgaben zu lösen, sind Arbeiten an methodischen und konstruktiven Problemen unter besonderer Berücksichtigung der Automatisierung und Mikroelektronik notwendig. Wichtige spezielle Probleme der Automatisierung von Arbeitsorganen technischer Arbeitsmittel zur Aussaat, Pflege und Ernte werden diskutiert.

Literatur

Jakob, P.: Zu einigen Problemen und Ergebnissen bei Untersuchungen an Arbeitsorganen und Maschinen zur Zuckerrübenaussaat und -ernte. In: Referate der wissenschaftlichen Konferenz anlässlich des 20. Jahrestages der Gründung der Landwirtschaftlichen Hochschule Nitra 1982, Tagungsmaterial, Teil C. S. 114—124.

Überwachung des technologischen Prozesses

- mobile elektronische Beimengungstrennung
- automatisches Wenden am Feldende und Mehrmaschinenbedienung.

Durch den konzentrierten Einsatz der Mikroelektronik (Mikroprozessorsysteme, Mikrorechner) ergeben sich weitere mögliche Automatisierungseinrichtungen, die eine umfassende Automatisierung der Steuer- und Regelungsvorgänge sowie eine automatische Überwachung des technologischen und technischen Gesamtprozesses sichern. Ein Mikrorechner bedient dann neben automatischen Kontroll- einrichtungen auch automatische Sicherungseinrichtungen.

Der Einsatz von hochintegrierten Speichersteuerungen, Mikroprozessorsystemen und Mikrorechnern sollte durch die Konstrukteure jetzt schon eingeplant und bei der Projektierung berücksichtigt werden.

Prinzipielle Bedeutung für eine Rübenerntemaschine haben die in Tafel 2 zusammengestellten automatisierten Arbeitsprinzipie. Diese Automatisierungseinrichtungen können auch für andere Maschinen der Feldwirtschaft und Erntemaschinen allgemein eingesetzt werden. Unterschiedliche Rüstzustände der Rübenerntemaschine (Bild 5) erfordern auch verschiedene Automatisierungseinrichtungen.

Mögliche Realisierungsstufen der automatisierten Arbeitsprinzipie (Bild 6) sichern eine den

Erfordernissen notwendige Anwendung der Automatisierungseinrichtungen.

Aufgrund der Verflechtung der Automatisierungseinrichtungen (Bild 7) in Form notwendiger und zweckmäßiger Kombinationen, gemeinsamer Meß- und Stelleinrichtungen u. a. kann der Konstrukteur über eine Standardisierungskonzeption Material und Energie einsparen.

5. Kraftstoffsparende Ertragsermittlung

Für die ordnungsgemäße Wirtschaftsführung der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe ist die Bestimmung des Flächenertrags bzw. die Feststellung der Erntemaschinen unumgänglich. Dazu ist eine Wägung der Gesamtmasse der Erntegüter auf stationären Fuhrwerkswaagen üblich. Verschiedene landwirtschaftliche Produkte (z. B. Stroh, Grüngut, Zuckerrüben, Kartoffeln usw.) werden vor der eigentlichen Weiterverarbeitung in Mieten, Silos oder sonstigen Lagerstätten zwischengelagert. Die genaue Ermittlung der Masse erfolgt bei der Auslagerung, d. h. vor der Weiterverarbeitung bzw. vor der Lieferung an die Verarbeitungsbetriebe. Für die optimale Leitung und Planung der Produktion ist eine möglichst genaue Kenntnis der zwischengelagerten Masse vorteilhaft, eine zusätzliche Wägung der Gesamtmasse des Erntegutes jedoch ökonomisch nicht vertretbar. Eine mögliche technische Lösung stellt ein vierstelliges elektronisches Dezimal-