

Die AFA/AHS-Baugruppe ist multivalent nutzbar. Die Reduzierung der Fallstufe ist auch mit z. T. größerer Wichtigkeit bei der maschinellen Gemüse- und Obsternte notwendig. Sie ist zum Anbau an Einlagerungsgeräte, Kisten- und Palettenbefüllgeräte bei der Kartoffel-, Gemüse- und Obstverarbeitung geeignet und kann bei der Übergabe von stoßempfindlichen Schüttgütern zum Einsatz kommen.

Die Anwendung der AFA auf der Basis der in [9] näher beschriebenen Lösung ist relativ unproblematisch. Der vorgestellte AHS ist jedoch entsprechend der vorgegebenen Aufgabenstellung ausschließlich für einen speziellen Kartoffelerntemaschinentyp und für die bestimmten o.g. Einsatzbedingungen entwickelt worden. Bei der Anwendung dieses AHS-Prinzips für eine andere Maschine sind, ausgehend von einer Analyse der spezifischen geometrischen und energetischen Bedingungen, Anpassungsarbeiten größeren Umfangs notwendig (z. B. Maßnahmen zur Sicherung der notwendigen Festigkeit des Rahmens für Überbeorgang und Grundmaschine).

### 3. Zusammenfassung

Auf der Grundlage einer tiefgründigen Analyse wurde die Notwendigkeit des Einsatzes einer AFA/AHS-Baugruppe nachgewiesen. Die im Kombinat Fortschritt Landmaschinen entwickelte und erfolgreich erprobte Automatisierungsbaugruppe kann wirkungsvoll zur Verbesserung der Kartoffelqualität beitragen. Auf eine multivalente Nutzbarkeit dieser Automatisierungsbaugruppe wurde hingewiesen.

### Literatur

- [1] Schick, R.: Die Kartoffel — ein Handbuch, Band II. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag 1962.
- [2] Wereschtschagin, N. J.: Wege zur Verminderung von Kartoffelbeschädigungen bei einer maschinellen Kartoffelernte. In: Materialien der ersten wissenschaftlich-technischen Beratung der SU, Moskau 1974.
- [3] Larson, K.: Handling of potatoes in the field (Behandlung von Kartoffeln auf dem Feld). Rep. jardbrukstekn. Inst. 321 (1967); Ref. in Potato Res. 17 (1974) S. 138—151.
- [4] Grison, C.: Wie können Beschädigungen an Kartoffeln während der Einlagerung und Behandlung verringert werden? Pomme de Terre, Paris 1977.

- [5] Riese, U., u. a.: Erprobungsbericht über die experimentellen Untersuchungen der AFA mit AHS im Jahre 1978. VEB Weimar-Werk, Erprobungsbericht 1978.
- [6] TGL 24637/02 Ländertechnische Arbeitsmittel; Prüfvorschriften für Maschinen zur Kartoffelproduktion; Kartoffelerntemaschinen. Ausg. 9.75.
- [7] Pötke, E.: Verfahren, Maschinen und Anlagen der Lager- und Versorgungswirtschaft für Kartoffeln. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag 1980.
- [8] Weyer, J.: Stellungnahme über das Schädigungsverhalten des Verladeelevators am Kartoffelrodelfader E684 in der Kampagne 1977. ILT Leipzig, Bericht 1978.
- [9] Knöchel, G.; Schuch, R.: Aufbau und Arbeitsweise eines Musters der Automatisierungsbaugruppe „Automatische Fallhöhenanpassung“. agrartechnik 32 (1982) H. 8, S. 346—348.
- [10] Braemer, M.; Kuthe, C.: Einschätzung der arbeitshygienisch-ergonomischen Bedingungen der selbstfahrenden Kartoffelerntemaschine beim Einsatz der Automatisierungsbaugruppe „Automatische Fallhöhenanpassung“. Arbeitshygieneinspektion des Rates des Bezirkes Potsdam, Bericht 1978. A 3387

## Aufbau und Arbeitsweise eines Musters der Automatisierungsbaugruppe „Automatische Fallhöhenanpassung“

Dipl.-Ing. G. Knöchel, KDT/Dipl.-Ing. R. Schuch, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Weimar-Werk

### 1. Wirkungsschema

Die Automatisierungsbaugruppe „Automatische Fallhöhenanpassung“ hat die Aufgabe, eine minimale Fallhöhe des Erntegutes bei der Übergabe von der Erntemaschine auf das Transportfahrzeug — unabhängig vom Beladezustand — einzuhalten. Die volkswirtschaftliche Notwendigkeit dieser Automatisierungsbaugruppe wurde in [1] herausgestellt. Die Funktion der automatischen Fallhöhenanpassung (AFA) beruht auf der Messung der Fallhöhe, der Bewertung dieser Information und der entsprechenden hydraulischen Höhenverstellung des Übergabebeförderers im Rahmen eines Regelkreises (Bild 1).

Da sich das Erntegut kegelförmig auf dem Transportfahrzeug aufbaut, ist zur Gewährleistung einer vorgegebenen Fallhöhe beiderseitig des Übergabebeförderers in Fahrtrichtung je ein Ultraschall-Meßkopf angeordnet.

### 2. Meßprinzip

Die Messung der Fallhöhe erfolgt mit Hilfe von Ultraschall nach dem Impuls-Laufzeit-Verfahren. Der von den Ultraschall-Meßköpfen ausgesendete Ultraschallimpuls wird von der Erntegutoberfläche reflektiert und als Echo wieder empfangen. Zweckmäßigerweise wird jeder Ultraschall-Meßkopf alternierend als Sender und Empfänger eingesetzt. Das Ultraschall-Impuls-Laufzeit-Verfahren stellt ein berührungslos diskontinuierlich messendes, für rauhe Einsatzbedingungen gut geeignetes Wegmeßverfahren dar.

Die optimale Ultraschallfrequenz wurde hinsichtlich theoretischer Empfindlichkeit des Wandlertyps, Absorption des Ultraschalls in Luft, Schallschluckgrad des Erntegutes, Richt-

charakteristik des Schallfeldes sowie Frequenzspektrum der Störgeräusche mit 35 bis 45 kHz ermittelt [2].

### 3. Baugruppenbeschreibung

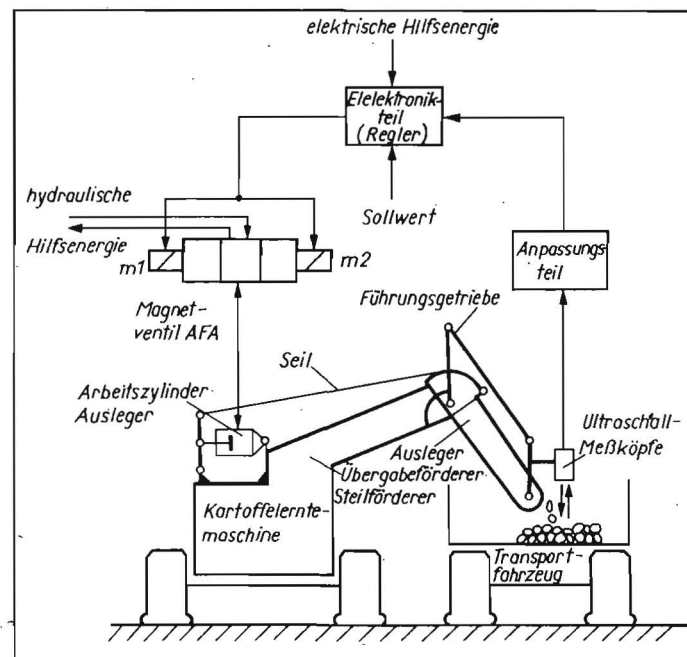
Die Elektronikbaugruppe beinhaltet die Meßwerterfassung, -aufbereitung, -bewertung und die Ansteuerung der Stellorgane. Aus dem Blockschaltbild (Bild 2) lassen sich die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Baugruppen ableiten. Die Elektronikbaugruppe

untergliedert sich in Sensoren (Ultraschall-Meßköpfe, Havarieschutz-Geber), Anpassungsteil und Elektronikteil. Zur Befehlseingabe ist ein Bedienteil in der Kabine des Zugmittelfahrers der Erntemaschine vorhanden.

#### 3.1. Ultraschall-Meßkopf

Der Aufbau der Ultraschall-Meßköpfe ist aus den Bildern 3 und 4 ersichtlich. Kernstück ist der Ultraschall-Wandler (Luft-Ultraschall-Schwinger) Typ 1578.4-1111.00 des VEB Kera-

Bild 1 Wirkungsschema der automatischen Fallhöhenanpassung



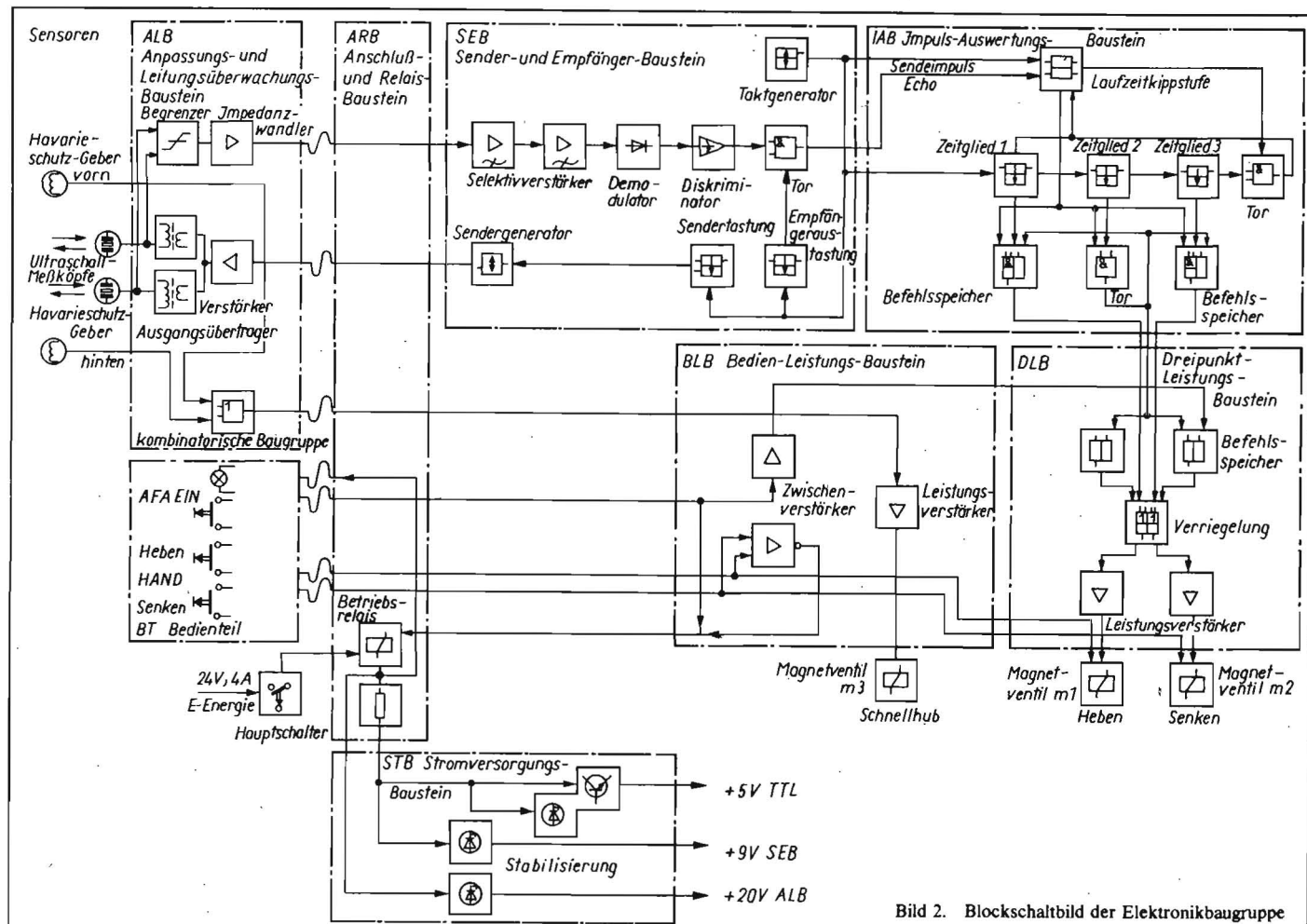


Bild 2. Blockschaltbild der Elektronikbaugruppe

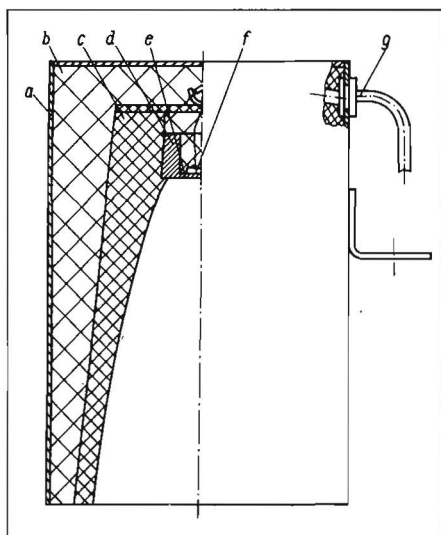


Bild 3. Aufbau des Ultraschall-Meßkopfes; a Blechmantel, b Weichschaum, c PUR-Hartschaum, d Ultraschall-Wandler-Stützkörper, e Plattenschwinger, f Erreger (Piezo-Platte), g Anschluß Koaxialkabel

mische Werke Hermsdorf für eine mittlere Schwingfrequenz von 36 kHz.

Die konstruktive Gestaltung dieser Baugruppe erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten:

- Unterdrückung des Körperschalls der Erntemaschine durch ein theoretisch optimiertes schwingendes Massesystem
- Verringerung der Ausschwingzeit des Ultraschall-Wandlers durch eine mechanische Dämpfung des Stützkörpers
- Verbesserung der Richtcharakteristik durch

### Anordnung eines Paraboltrichters

- Befestigung und Klimaschutz
- Anwendung der PUR-Spritztechnik.

Der Arbeitswegbereich des Ultraschall-Meßkopfes beträgt 0,5m bis 6m, wobei bei großen Objektentfernungen die Lage und der Schallschlußgrad der reflektierenden Flächen zu beachten sind. Die Länge des Anschlußkabels sollte aus Gründen der Anpassung nur wenige Meter betragen.

### 3.2. Anpassungsteil

Das Anpassungsteil enthält den Anpassungs- und Leitungsüberwachungsbaustein in Form einer Leiterplatte mit Kfz-Steckverbindern. Es realisiert in der Sendephase die parallele Ansteuerung der Ultraschall-Wandler und in der Empfangsphase die Impedanzwandlung mit Begrenzung zur Gewinnung des Echosignals. Die kombinatorische Baugruppe zur Verknüpfung der Havarieschutzinformation wirkt derart, daß eine Leitungsunterbrechung als Havariegefahr gewertet und der Übergabeförderer aus dem Gefahrenbereich mit erhöhter Hubgeschwindigkeit bewegt wird. Der Anpassungs- und Leitungsüberwachungsbaustein ermöglicht die Übertragung der im Arbeitsbereich gewonnenen Informationen in einem Kabel über relativ große Entfernungen. Weitere Sensoren können angeschlossen werden. Im Bild 5 ist das geöffnete Anpassungsteil dargestellt. Als Gefäß wird ein Leerkasten des Standard-Kasten-Systems (FSK) eingesetzt.

### 3.3. Elektronikteil

Das Elektronikteil beinhaltet folgende Bausteine:

- Anschluß- und Relais-Baustein
- Sender- und Empfänger-Baustein

- Impuls-Auswertungs-Baustein
- Dreipunkt-Leistungs-Baustein
- Stromversorgungs-Baustein
- Bedien-Leistungs-Baustein.

Im Bild 6 ist das geöffnete Elektronikteil wiedergegeben. Als Gefäß sind Kasteneinschübe C2, Baugruppeneinsatz C4 und Aufbaugeschäube B des einheitlichen Gefäßsystems (EGS) eingesetzt. Die Elektronikbaugruppen sind für eine Betriebsspannung von 24 V ausgelegt. Ein Betrieb am 12-V-Bordnetz einer Zugmaschine ist in der 12-V-Modifikation möglich.

#### 3.3.1. Anschluß- und Relais-Baustein

Dieser Baustein stellt mit Hilfe von Kfz-Steckverbindern die Verbindung zum Prozeß her. Weiterhin enthält er das Betriebsrelais.

#### 3.3.2. Sender- und Empfänger-Baustein

Ein Taktgenerator löst periodisch den Meßablauf aus. Der Sendergenerator wird mit Hilfe eines Tastimpulses aktiviert und schwingt mit der Serienresonanzfrequenz der Ultraschall-Wandler.

Taktfrequenz und Sendertastimpuls sind derart auf das spezielle Meßproblem abgestimmt, daß ein schnelles Ausschwingen des Ultraschall-Wandlers bei maximaler Leistungsabgabe gewährleistet ist und Mehrfachechos unbewertet bleiben. Die empfangenen Signale werden selektiv verstärkt, demoduliert und mit Schwellwertschalter bewertet. Während der Senden- und Nachschwingzeit des Ultraschall-Wandlers erfolgt die binäre Austastung dieser störenden Signale, so daß allein das Echosignal zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung steht.

### 3.3.3. Impuls-Auswertungs-Baustein

Dieser Baustein beinhaltet das Dreipunkt-Vergleichsglied der Automatisierungseinrichtung.

Der Taktgenerator startet bei Sendebeginn die Laufzeitkette, bestehend aus den Zeitgliedern (Monoflops) 1 bis 3, die den Soll-Ist-Wert-Vergleich ermöglichen. Nur der erste Echoimpuls je Messung ist für den Vergleich von Interesse, die ggf. nachfolgenden Impulse werden durch eine bistabile Kippstufe unterdrückt.

Mit Hilfe von Torschaltungen werden die Informationen

Ist < Soll → Heben

Ist = Soll → Sollwert

Ist > Soll → Senken

Ist  $\approx$  ( $\approx$ ) Soll → Echoausfall → Heben

über Befehlsspeicher an den Dreipunkt-Leistungs-Baustein übergeben.

Eine Echoüberwachung löst mit Hilfe eines Pseudo-Echos einen Heben-Befehl aus, wenn kein Echo im Meßbereich der Zeitglieder 1 bis 3 auftritt, d. h. die Fallhöhe zu klein (Übergabeförderer im Erntegut) oder zu groß (z. B. Transportfahrzeug weggefahren) ist.

### 3.3.4. Dreipunkt-Leistungs-Baustein

Dieser Baustein enthält Befehlsspeicher für von Hand über das Bedienteil eingebare Befehle (z. B. den Automatik-EIN-Befehl, der mit einem Senken des Übergabeförderers bis zum Erreichen des Sollwerts verbunden ist). Eine Verriegelung sorgt für eine eindeutige Ansteuerung der Leistungsverstärker. Als Magnetventil mit den Ansteuerermagneten m1 und m2 kommt der Typ 06-306.21/042.12/306.21-0 TGL 26223 zum Einsatz.

### 3.3.5. Stromversorgungs-Baustein

Dieser Baustein stellt die stabilisierten Betriebsspannungen für

— TTL-Schaltkreise (+5 V)

— Analog-Schaltkreise des Sender- und Empfänger-Bausteins (+9 V)

— Ultraschall-Wandler-Ansteuerung (+18 V) zur Verfügung.

### 3.3.6. Bedien-Leistungs-Baustein

Der Bedien-Leistungs-Baustein dient als Verbindungsglied zwischen Bedienteil und den beschriebenen Bausteinen. In ihm lassen sich auf den speziellen Anwendungsfall zugeschnittene Steuerfunktionen realisieren. Im vorliegenden Fall enthält er Zwischenverstärker, bestehend aus diskreten Halbleitern und dem Leistungsverstärker für die Ansteuerung eines Magnetventils bei Havariegefahr (Schnellhubbewegung des Übergabeförderers).

## 4. Regelkreis

Die Regeleinrichtung besteht aus der vorgestellten Meßeinrichtung mit Dreipunkt-Regler einschließlich elektrohydraulischer Wandler (Magnetventil) und zwei parallel betriebener, einseitig gesteuerter hydraulischer Arbeitszylinder.

Die Regelstrecke ist der maschinenbautechnische Teil der Erntemaschine zwischen den Angriffspunkten der hydraulischen Arbeitszylinder und den Ultraschall-Meßköpfen.

In den Stabilitätsuntersuchungen des Regelkreises wurde die Abhängigkeit des notwendigen Totbereichs von der Geschwindig-

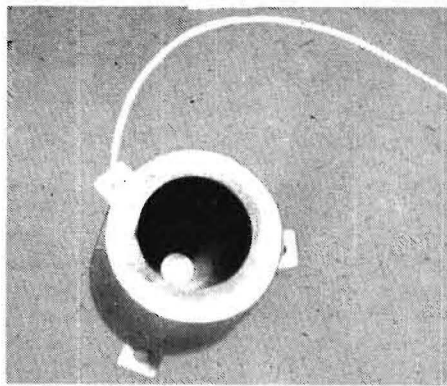


Bild 4. Ultraschall-Meßkopf

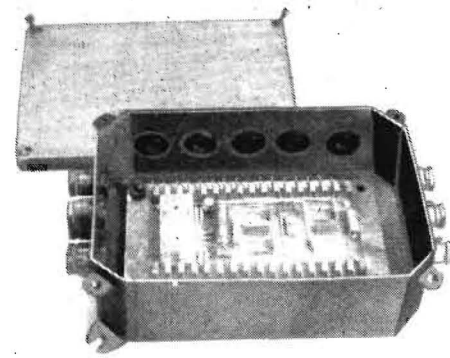
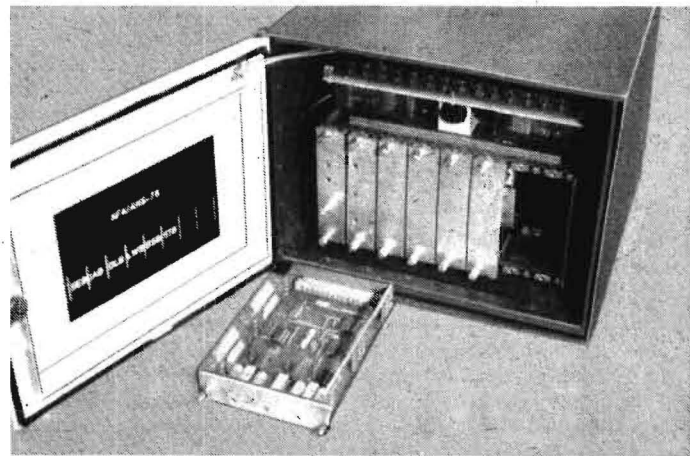


Bild 5. Anpassungsteil

Bild 6  
Elektronikteil (Variante 1978) mit Impuls-Auswertungs-Baustein



keit des Auslegers ermittelt. Die maximale Geschwindigkeit des Auslegers wird durch die Rückwirkung der beschleunigten Masse des Auslegers auf das „Feder-Masse-System“ (hauptsächlich: Bereifung — Masse der Erntemaschine) der Erntemaschine begrenzt. Die benötigte Auslegergeschwindigkeit im praktischen Betrieb ist wesentlich geringer. Die realisierte Geschwindigkeit beträgt 0,2 bis 0,3 m/s.

## 5. Erprobungsergebnisse

Der Totbereich des Dreipunkt-Vergleichsgliedes und die Auslegergeschwindigkeit wurden so gewählt, daß die Fallhöhe entsprechend der Forderung der Landwirtschaft von (400 ± 100) mm mit einer Sicherheit größer als 95% eingehalten wird. Eine Erhöhung der Regelgenauigkeit führt zu einer geringeren Lebensdauer der Magnetventile.

Bei Windgeschwindigkeiten von mehr als 20 m/s (Windstärke 9, Sturm) treten im Regelprozeß durch Abfall der Echoamplitude Störungen auf. Da diese Störungen nur unter extremen Bedingungen und oberhalb der Bordwand des Transportfahrzeugs auftreten, sind diese für die Praxis unbedeutend.

In einem 150stündigen Kampagnebetrieb arbeitete die Automatisierungsbaugruppe AFA ohne Beanstandung.

## 6. Einsatzfälle

Die Automatisierungsbaugruppe AFA wurde an folgenden Kartoffelerntemaschinen erprobt:

— Kartoffelrodeler, 3reihig, gezogen

— selbstfahrender Kartoffelrodeler

— Kartoffelrodertrennlader, 2reihig, gezogen. Der für weitere Einsatzfälle notwendige geringe Anpaßaufwand der AFA unterstreicht die multivalente Nutzbarkeit dieser Automatisierungsbaugruppe.

## 7. Zusammenfassung

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse beweisen die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit der Automatisierungsbaugruppe „Automatische Fallhöhenanpassung“ zur Beschädigungsminimierung bei der Übergabe von Erntegut.

Auf der Basis von industriell gefertigten Luft-Ultraschall-Wandlern wurde eine berührungslos messende, robuste Fallhöhen-Meß- und Regeleinrichtung entwickelt. Dabei handelt es sich um eine Dreipunkt-Regelung mit hydraulischem Stellorgan.

Das starke Interesse von Nachutzern der vorgestellten Automatisierungsbaugruppe läßt die Übernahme von Bausteinen in das URSA-MAT-System als sinnvoll erscheinen.

## Literatur

- [1] Riese, U.: Automatische Fallhöhenanpassung — eine wirkungsvolle Maßnahme zur Verbesserung der Kartoffelqualität. agrartechnik 32 (1982) H. 8, S. 344—346.
- [2] Riese, U., u. a.: Forschungsberichte AFA 1976/78. Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Weimar-Werk (unveröffentlicht). A 3386