

Automatische Fallhöhenanpassung — eine wirkungsvolle Maßnahme zur Verbesserung der Kartoffelqualität

Dr.-Ing. U. Riese, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Weimar-Werk

Im Beschluß des XII. Bauernkongresses der DDR wird in Übereinstimmung mit den Zielgrößen der Direktive des X. Parteitagés der SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1981 bis 1985 in bezug auf die Kartoffelproduktion neben der Gewährleistung und schrittweisen Anhebung des Ertragsniveaus eine Verbesserung der Kartoffelqualität gefordert. Eine Analyse der Häufigkeit von vorkommenden Kartoffelmängeln, die die Qualität des Ernte- und Lagergutes negativ beeinflussen, zeigt, daß die mechanischen Beschädigungen einerseits selbst einen wesentlichen Mängelanteil einnehmen und andererseits bei der nachfolgenden Lagerung Ausgangspunkt von Kartoffelfäulen sind.

Nachfolgend soll eine Automatisierungseinrichtung vorgestellt werden, die wirkungsvoll zur Verbesserung der Kartoffelqualität beiträgt.

1. Analyse und Aufgabenstellung

Bei der Übergabe des von der Kartoffelermaschine gerodeten Erntegutes auf das nebenherfahrende Transportfahrzeug treten in Abhängigkeit von Aufprallfläche und Fallhöhe durch unzulässig hohe Stoßbelastungen Kartoffelbeschädigungen auf.

Die in Tafel 1 aufgeführten Aussagen und Untersuchungsergebnisse verdeutlichen diesen

Tafel 1. Abhängigkeit der Kartoffelbeschädigungen von Fallhöhe und Aufprallfläche

Quelle	Fallhöhe m	Kartoffelbeschädigungen %	Bemerkungen
[1]	0,9	20...40	auf Holzboden nach 6 Wochen Lagerzeit — innere Schwarzfleckigkeit
[2]	1,6	bis 21,4	Beladebeginn nach Schüttegabelbildung
	0,65	10,2...16,7	
[3]	1,0	38	auf Holz auf Holz + 5 mm Gummi auf Beton
	1,0	26,3	
	1,0	59,4	
[4]	1,0	85	auf Beton (innere Zellschäden) Verfärbungen
	1,0	29	

Zusammenhang, sind aber bei unterschiedlichen Prüf- und Einsatzbedingungen ermittelt worden, so daß ein Vergleich nur bedingt statthaft ist.

Deshalb wurden im Jahr 1978 eigene Unter-

suchungen zur Ermittlung des Beschädigungswertes und der maximalen Stoßkraft in Abhängigkeit von Fallhöhe und unterschiedlichen Prallflächen in Zusammenarbeit mit der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim durchgeführt [5]. Einige Meßergebnisse sind in den Bildern 1 und 2 dargestellt. Der im Bild 1 aufgetragene Beschädigungswert wurde nach der Definition in [6] errechnet. Die Ergebnisse zeigen eindeutig das starke Ansteigen der Kartoffelbeschädigungen mit zunehmender Fallhöhe und beim Aufprall auf den Transportfahrzeugboden. Faßt man die Aussagen in der Literatur und die eigenen Untersuchungsergebnisse zusammen, so ist bei Beachtung der technischen Realisierbarkeit eine Fallhöhe von < 500 mm erforderlich.

In [7] werden die Netzsutsche und andere Möglichkeiten der Beschädigungsminderung bei der Knollenübergabe vom Roder zum Transportfahrzeug benannt und auf deren unbedingte Nutzung hingewiesen. Spezielle Untersuchungen des VEB Ingenieurbetrieb für Landmaschinentechnik Leipzig [8] zeigen, daß z. B. im Jahr 1977 von 22 untersuchten Kartoffelrodelladern E 684 — verteilt im gesamten Territorium der DDR — nur 4 die Netzsutsche zur Verringerung der Fallstufe einsetzten, und auch diese 4 Netzsutschen wurden nur rd. 20 % der Einsatzzeit der Maschinen angewendet. Die bei Nichteinsatz der Netzsutsche auftre-

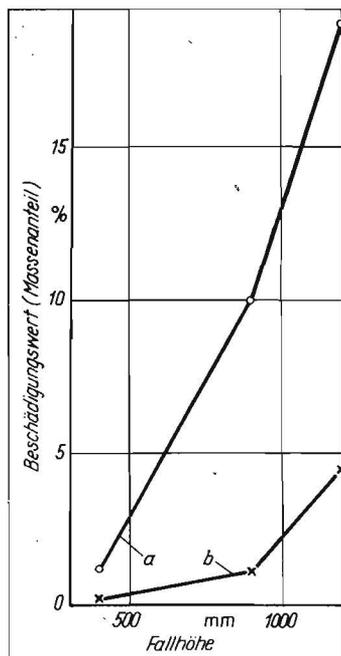
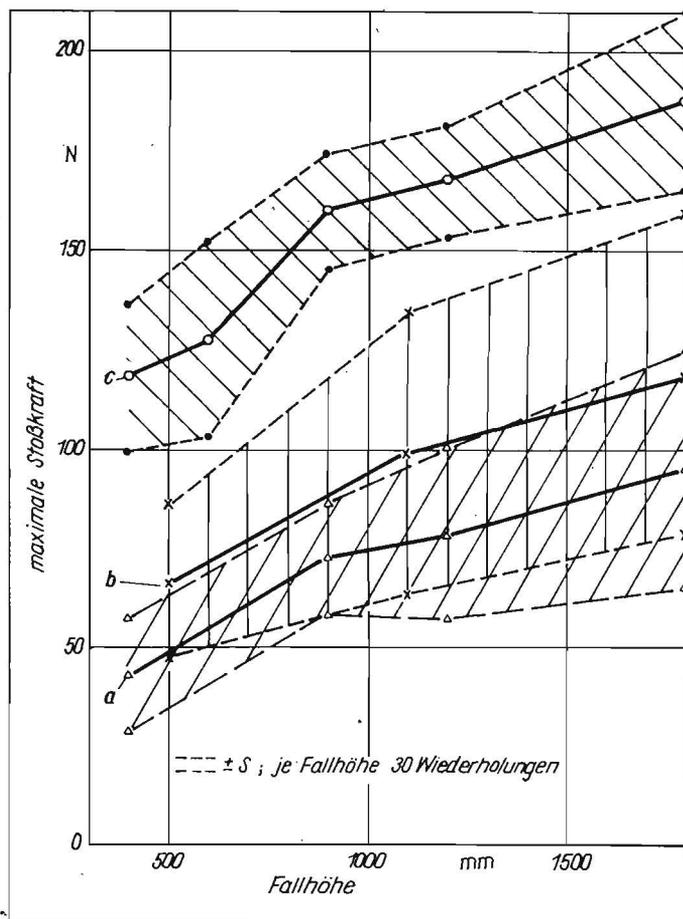


Bild 1. Experimentell ermittelter Zusammenhang zwischen dem Beschädigungswert der Kartoffeln und der Fallhöhe bei unterschiedlichen Aufprallflächen; a Mittelwerte der Kartoffelproben auf dem Transportfahrzeugboden (Stahlblech), b Mittelwerte der Kartoffelproben auf Rodegut mit einem Massenanteil von 27,9 % Steine und 5,7 % Bewuchs

Bild 2. Der mit der „künstlichen Kartoffel“ des Forschungszentrums für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim ermittelte Belastungskennwert „maximale Stoßkraft“ (Mittelwert und Standardabweichung) in Abhängigkeit von der Fallhöhe bei unterschiedlichen Einsatzfällen; a Standversuch auf Rodegut mit einem Massenanteil von 23 % Steine, b Fahrversuch auf Rodegut, c Standversuch auf Boden des Anhängers HW 80



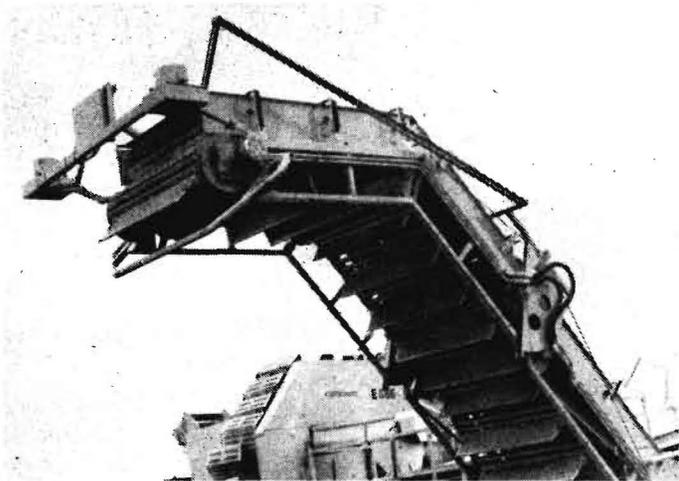


Bild 3. Anordnung der Ultraschall-Meßköpfe am Übergabeorgan der Kartoffelerntemaschine

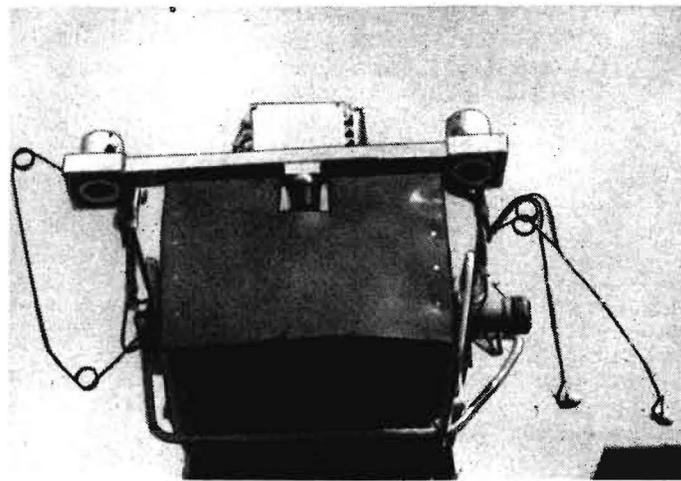


Bild 4. Anordnung des Tastersystems für den automatischen Havarieschutz (hier zwei untersuchte Varianten) am Übergabeorgan der Kartoffelerntemaschine

tenden Fallhöhen betragen während des hauptsächlich Beladezeitraums, bezogen auf das Transportfahrzeug HW 80, 1000 mm bis 1800 mm, was in Abhängigkeit von der Rodegutzusammensetzung zu erheblichen Kartoffelbeschädigungswerten führt. Die Ursachen für diese unbefriedigende Arbeitsweise lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Mechanisatoren werden hinsichtlich der Anwendung der Netzrutsche noch unzureichend kontrolliert und angeleitet. Die Wettbewerbskennziffern sind z.T. ausschließlich auf Rodelleistung orientiert, was eine Vernachlässigung der Kartoffelqualität zur Folge hat.

- Bedingt durch die hohen Bordwände der Transportfahrzeuge herrschen schlechte Sichtbedingungen für den Mechanisator — vor allem bei der Beladung des unteren Laderaums — zur Kontrolle und manuellen Nachsteuerung des Auslegers.

- Bedingt durch die Einmannbedienung am Rodelader und die hohen Rodegeschwindigkeiten ist der Mechanisator zeitweise überlastet. Folgende Tätigkeiten sind z. B. parallel bzw. unmittelbar nacheinander durchzuführen:

- Lenkung des Traktors
- Überwachung der Funktion des Rodeladers und zielgerichtete Einflußnahme z. B. auf guten Rodegutfluß und Vermeidung von Verstopfungen und Störungen
- Kontrolle des Gleichlaufs von Erntemaschine und Transportfahrzeug (Mitverantwortung zur Vermeidung von Kollisionen)
- manuelle Fallhöhenanpassung über Netzrutsche und Auslegerverstellung.

Nach [8] und mehrjährigen eigenen Beobachtungen kann eingeschätzt werden, daß der Ausleger nur so weit abgesenkt wird, daß es zu keinen Kollisionen zwischen Ausleger und Transportfahrzeug kommen kann, was zu erheblichen Beschädigungen und z. T. zu längeren Ausfallzeiten führt.

Als Zielstellung für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wurde folgende präziserte Aufgabenstellung vorgegeben:

- Entwicklung einer Einrichtung zur automatischen Fallhöhenanpassung (AFA) am Übergabeorgan der Kartoffelerntemaschine, die eine konstante Fallhöhe von $400 \text{ mm} \pm 100 \text{ mm}$ — unabhängig vom Beladezustand auf dem Transportfahrzeug — einhält

- Entwicklung eines automatischen Havarieschutzes (AHS), der, bedingt durch das tiefe Absenken des Übergabeorgans bei Einsatz der AFA, notwendig wird, um Kollisionen zwischen Übergabeorgan und der hinteren oder vorderen Bordwand des Transportfahrzeugs in Fahrtrichtung, dem Fahrerhaus der Zugmaschine des Transportfahrzeugs, dem Erntegutschüttkegel auf dem Transportfahrzeug und der hinteren oder vorderen Bordwand durch Aufsetzen zu vermeiden.

Die Wirksamkeit des Havarieschutzes muß theoretisch bis zur maximalen Arbeitsgeschwindigkeit von 6 km/h gewährleistet sein, was beim ungünstigsten Fall — dem plötzlichen Stillstand von Erntemaschine oder Transportfahrzeug — zu einer entsprechend hohen Relativgeschwindigkeit zwischen beiden führt und somit eine geringe Zeit für den Schnellaushub des Übergabeorgans zur Verfügung stehen läßt.

2. Beschreibung der realisierten AFA/AHS-Baugruppe

Auf der Grundlage einer tiefgründigen Weltstandsanalyse und systematischer Untersuchungen wurde das Ultraschall-Echolot-Verfahren für die AFA als geeignetes Meßverfahren herausgefunden. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bezogen sich darauf, das bekannte Meßprinzip geometrisch und energetisch an die Erntemaschine anzupassen, ein geeignetes Regelsystem abzuleiten und somit einen stabilen Steuerungsvorgang zu realisieren. Die Lösung dieser Aufgabe stellt auch bestimmte Forderungen an das Übergabeorgan, z. B. die funktionssichere Absenkbarekeit des Übergabeorgans bis zur geforderten Fallhöhe bei Beachtung der unterschiedlichen Anhängertypen und des im Standard TGL 25864 geforderten Sicherheitsabstands zwischen Elevator und Transportfahrzeug. Im Bild 3 sind die beiden Ultraschall-Meßköpfe am Übergabeorgan der Kartoffelerntemaschine dargestellt, die über ein Führungsgetriebe zwangsgesteuert werden. Die elektronische Signalverarbeitung ist in einem Gehäuse an der Erntemaschine untergebracht. Die Funktion und der Aufbau werden u. a. in [9] betrachtet. Die Lösung der Zielstellung zum AHS stellte sich als komplizierte Teilaufgabe heraus, die an der Schilderung des Extremfalls erläutert werden soll.

Bei Beladebeginn ragt das Abwurfende des Übergabeorgans tief in den Laderaum des Transportfahrzeugs hinein. Kommt es bei der maximal vorgegebenen Rodegeschwindigkeit von 6 km/h zu einem plötzlichen Stillstand eines der beiden Fahrzeuge, so muß gewährleistet sein, daß das Übergabeorgan mit Hilfe eines Schnellaushubs sicher aus dem Laderaum herausgefahren wird. Im Bild 4 ist das Tastersystem zu erkennen, das am Übergabeorgan angebracht werden muß, um dessen Schutz beim praktischen Beladevorgang zu gewährleisten. Tiefgründigere Beschreibungen des Aufbaus, der Funktion und spezieller Anforderungen sind in einem späteren Beitrag vorgesehen. Die vorgestellte AFA/AHS-Baugruppe wurde in den vergangenen Jahren an mehreren speziell umgerüsteten Kartoffelerntemaschinen erfolgreich erprobt, d. h. alle o. g. Forderungen konnten im praktischen Einsatz positiv nachgewiesen werden [5].

Beim Einsatz der AFA/AHS-Baugruppe sind folgende Bedien- und Kontrollfunktionen auszuführen:

- Nach Betätigung eines Tastknopfes senkt sich das Übergabeorgan aus der oberen Endstellung ab und fängt sich im vorgegebenen Fallhöhenbereich selbsttätig, so daß mit dem Beladen begonnen werden kann.

- Bei Gefahr einer Kollision mit den Bordwänden oder mit dem Fahrerhaus des Transportfahrzeugs bewegt sich das gefährdete Übergabeorgan mit Hilfe des Schnellaushubs in die obere Endlage. Die Automatik wird daraufhin abgeschaltet, so daß über Tastknopf ein erneutes Einsetzen erfolgen muß.

- Bei Kollisionsgefahr mit dem Erntegutschüttkegel hebt sich das gefährdete Übergabeorgan mit Hilfe des Schnellaushubs kurzzeitig über die Gefahrenstelle aus und senkt sich nachfolgend selbsttätig bis zum Fallhöhenarbeitsbereich ab, so daß die Anlage wieder arbeitsfähig ist.

Der hauptsächlich Nutzen der Anwendung der AFA/AHS-Baugruppe besteht in der wesentlichen Senkung der Kartoffelbeschädigungen und damit der Lagerverluste. Als quantitativ nicht erfaßbarer Nutzen, aber wesentliche Gebrauchswertsteigerung sind die verbesserten Arbeitsbedingungen für den Mechanisator auf der Erntemaschine durch Einschränkung der bisher umfangreichen Kontrollaufgaben beim Belade- und Gleichlaufvorgang sowie der manuellen Fallstufenregelung aufzuführen [10].

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 Meßwert erfassung, -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

