

# Rationalisierungsmaßnahmen an Pflanzenschutzmaschinen

Dr. agr. H. Zschaler, Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der AdL der DDR  
Ing. H. Leiste, VEB Ausrüstungen Agrochemische Zentren Leipzig, Betriebsteil Steinbach

## 1. Problemstellung

Zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (PSM), Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse (MBP) und zunehmend auch von Flüssigdüngern auf einer Fläche von rd. 7,5 Mill. ha stehen den agrochemischen Zentren (ACZ) und Pflanzenproduktionsbetrieben neben 1444 NKW-Aufbaumaschinen 2183 traktorgezogene Aufsatzmaschinen der Baureihe Kertitox zur Verfügung [1]. Die vergrößerte Palette an PSM und MBP, die zunehmende Applikation von Tankmischungen von PSM untereinander, von PSM und MBP sowie einzeln und in Kombination mit Flüssigdüngern stellt z. B. höhere bautechnische und funktionelle Anforderungen an das Flüssigkeitssystem bei vorhandener Pflanzenschutztechnik. Hinsichtlich Verteilgenauigkeit, zielgerichteter Ausbringung und Auslegeraufhängung wird der internationale Stand bei der traktorgezogenen Technik derzeit nicht erreicht. Die starr aufgehängten Ausleger unterliegen einem hohen Verschleiß, verursachen erhebliche Ausfallzei-

ten und führen zu Verteilungleichmäßigkeiten. Aus diesen Gründen waren primär Entwicklungsarbeiten zur Modernisierung der Pflanzenschutztechnik hinsichtlich Auslegeraufhängung, Rührwerk, Druckregulierung und Filtersystem notwendig, die ein Nachrüsten vorhandener Maschinen ermöglichen.

## 2. Rationalisierungslösungen für traktorgezogene Feldbaumaschinen der Baureihe Kertitox

### 2.1. Auslegerpendelaufhängung mit Horizontalstabilisierung

Bei starrer Auslegeraufhängung werden bekanntermaßen die von den vorhandenen Bodenunebenheiten stammenden Erregerschwingungen [2] auf das Grundfahrzeug und die Ausleger übertragen [3]. Dies führt zu einem streifigen Verteilungsbild in Querrichtung und einer Welligkeit in Längsrichtung sowie zu starker Materialbeanspru-

chung. International sind deshalb die Ausleger, zumindest in vertikaler Schwingungsrichtung, federnd und pendelnd aufgehängt. Werden die Auslegerbewegungen bei großen Arbeitsbreiten ( $\geq 13,5$  m) auf einem Prüfstand untersucht, so zeigen sich neben dem vertikalen Schwingungseinfluß auch durch Bodenunebenheiten bedingte Horizontalschwingungen, die hauptsächlich die Auslegerbrüche an den Kertitox-Maschinen verursachen [4].

Die Zusammenhänge zwischen Erregerschwingungen, Masse, Trägheitsmoment und Eigenfrequenz der Ausleger sind Grundlage für die von Moll [5] aufgestellten Beziehungen in Form von Differentialgleichungen für das vertikale und horizontale Schwingungssystem Ausleger. Mit diesen Gleichungssystemen können rechnergestützt optimale Größen für die Konstruktion einer Auslegeraufhängung mit passiver vertikaler und horizontaler Lagestabilisierung jedes beliebigen Auslegers berechnet werden (Pendellänge, Drehpunkte, Dämpfungsfaktoren, Federkonstanten). Für den 18-m-Ausleger betragen die optimalen Dämpfungsfaktoren für beide Schwingungsrichtungen zwischen 0,2 und 0,7, d. h., der einmalig erregte Ausleger muß nach etwa 2 Schwingungsperioden zur Ruhe gekommen sein.

Die Erprobungsergebnisse der vom Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow entwickelten neuen Auslegeraufhängung wurden auf dem Fahrwerksprüfstand der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim gewonnen und weisen die schwingungstechnische Effektivität der realisierten Konstruktion nach.

Die verteilungsmäßigen Verbesserungen gehen aus Tafel 1 hervor, wobei der Variationskoeffizient der Brüheverteilung um 25 % in Querrichtung und um 32 % in Längsrichtung vermindert werden konnte [4].

Die Verschleißprüfung auf dem Fahrwerksprüfstand zeigt, daß selbst unter den Bedingungen der größten Belastung nach 120000 Lastspielen keine Brüche an der Aufhängung und den Auslegern auftraten. Bei starr oder nur vertikal pendelnd aufgehängten Auslegern kommt es dagegen bereits nach kurzer Zeit zum Auslegerbruch.

Beim Einsatz der Pendelaufhängung mit Horizontalstabilisierung an Hängen über 3,5 % Neigung ist die Inbetriebnahme einer Hanganpassung notwendig, die manuell-hydraulisch von Fahrerhaus bedienbar ist. An der

Tafel 1. Am Ausleger aufgenommene schwingungstechnische Parameter und Verteilparameter bei starrer und pendelnder Aufhängung mit Horizontalstabilisierung

Art der Aufhängung	Auslegerbewegungen		extreme Abweichung cm	Querverteilung		Überschreitung des ATF-Werts (15 s %) %
	mittlere Abweichung cm	%		s %	%	
vertikal						
starr	15,9	100	64	14,0	100	30
pendelnd	7,7	48	32	10,5	75	rd. 1
horizontal						
starr	14,3	100	48	9,2	100	12
pendelnd	6,5	45	16	6,2	67	0

1) Agrotechnische Forderung

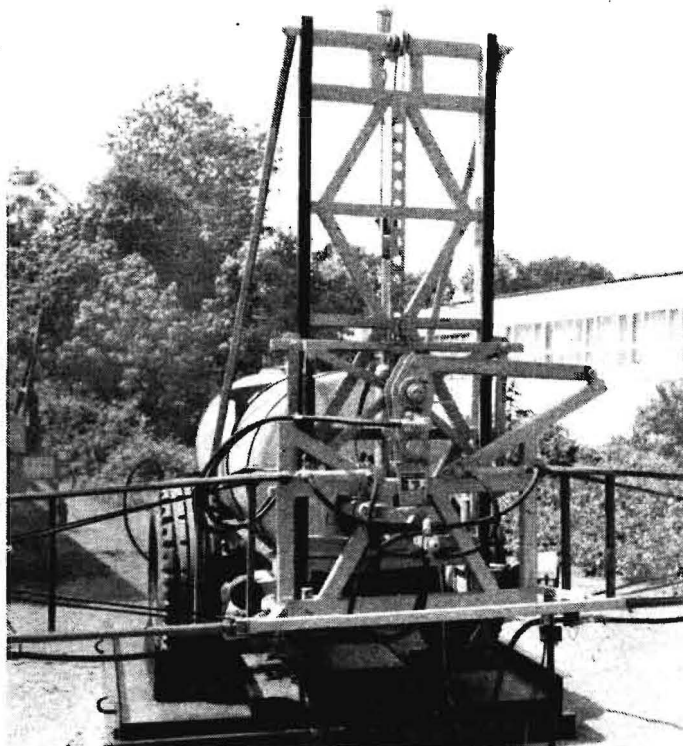
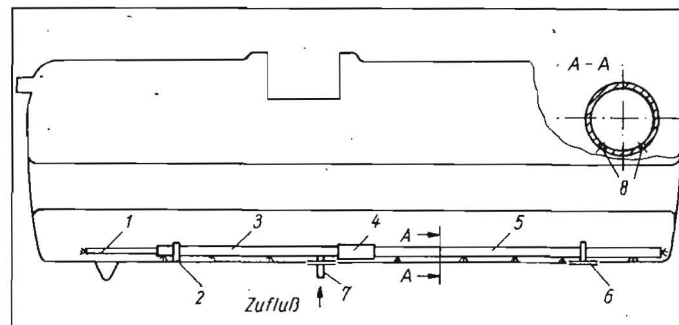


Bild 1  
Auslegerpendelaufhängung PA 1

Bild 2  
Modernisiertes Rührwerk;  
1 Gummischlauch, 2 Gummiauflage, 3 Rührrohr (Teil 1), 4 Gummischlauch, 5 Rührrohr (Teil 2), 6 Gummischelle, 7 Anschlußstutzen, 8 Düsenbohrungen



Entwicklung eines automatischen Regelsystems, besonders für stark profilwechselndes Gelände, wird beispielsweise gearbeitet. Auf der Grundlage der Forschungsdokumentation des Instituts für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow und des Prüfabschlusses der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim im Jahr 1985 wurde beim VEB Ausrüstungen ACZ Leipzig die Konstruktion fertigungsgerecht überarbeitet sowie die Produktion der Auslegeraufhängung mit Horizontalstabilisierung, vorerst ohne Hanganpassung, unter der Typenbezeichnung PA 1 aufgenommen. Die Auslegeraufhängung mit Horizontalstabilisierung PA 1 (Bild 1) besteht aus folgenden Baugruppen:

- Säule mit Höhenverstellung
- Schlitten
- Schwinge (Pendel)
- Schwenkrahmen (Pendelrahmen)
- Hydraulikanlage.

Zur Aufnahme der neuen Auslegeraufhängung wird analog der Originalausrüstung der Pflanzenschutzmaschinen eine aus Stahlleichtbauprofilen gefertigte Säule verwendet. Die Säule wurde zur Erzielung größerer Abspritzhöhen (bis 1700 mm) und bedingt durch den höheren Platzbedarf der Schwingenlagerung um rd. 1000 mm verlängert. Sie wird am Maschinengrundrahmen über die vorhandenen Dämpfungselemente befestigt. Zusätzlich ist eine neue Abstützung angebracht.

Der rollengeführte Schlitten zur Einstellung der Abspritzhöhe wurde beibehalten. Die Verstellung erfolgt allerdings nicht mehr über eine Kinematik, sondern über einen Seilzug, der von einem hydraulischen Arbeitszylinder betätigt wird. Zur Sicherheit gegen Absturz des Auslegers bei Seilriß ist eine Fangvorrichtung angebracht.

Die optimierte Auslegeraufhängung besteht aus 2 in vertikaler und horizontaler Richtung getrennt funktionierenden Schwingungssystemen mit den entsprechenden Lagern, Dämpfern und Federn. Zur Dämpfung der Vertikalschwingungen ist ein asymmetrisch wirkender Stoßdämpfer aus dem Fahrzeugbau so angeordnet, daß die Ausleger bei einmaliger Erregung nach maximal 2 Schwingungsperioden zur Ruhe kommen. Ein „Aufschaukeln“ wird dadurch vermieden.

Die erheblichen Horizontalschwingungen des Grundfahrzeugs werden durch ein Vertikallager unterbrochen, wobei die Aufhängung des Schwenkrahmens durch eine spezielle Feder-Dämpfer-Kombination gegen das Pendel abgestützt wird.

Zur Absicherung der Funktionen „Ausleger ein- und ausschwenken“, „Schwingenarretierung“ und „Einstellen der Abspritzhöhe“ sind am Traktor zwei Steuerschieber erforderlich. Für die Hydraulikanlage gelangen die originalen Kertitox-Baugruppen Ventilkombination und Schwenkzylinder zum Einsatz. Vom Traktor aus werden mit einem Steuerschieber die Funktionen „Ausleger ein- und ausschwenken“ und „Einstellen der Abspritzhöhe“ realisiert. Der zweite Steuerschieber dient zur Steuerung der Funktion „Schwingenarretierung“. Die Montage des Geräts kann durch die Betreiber selbst erfolgen. Günstig ist die Montage bei einer Instandsetzung der Maschine. Zur Erhöhung der Stützlast der Maschine auf den Anhängzug ist es möglich, den Rahmenüberstand hinter dem Brühbehälter zu kürzen. Dabei ist der Platzbe-

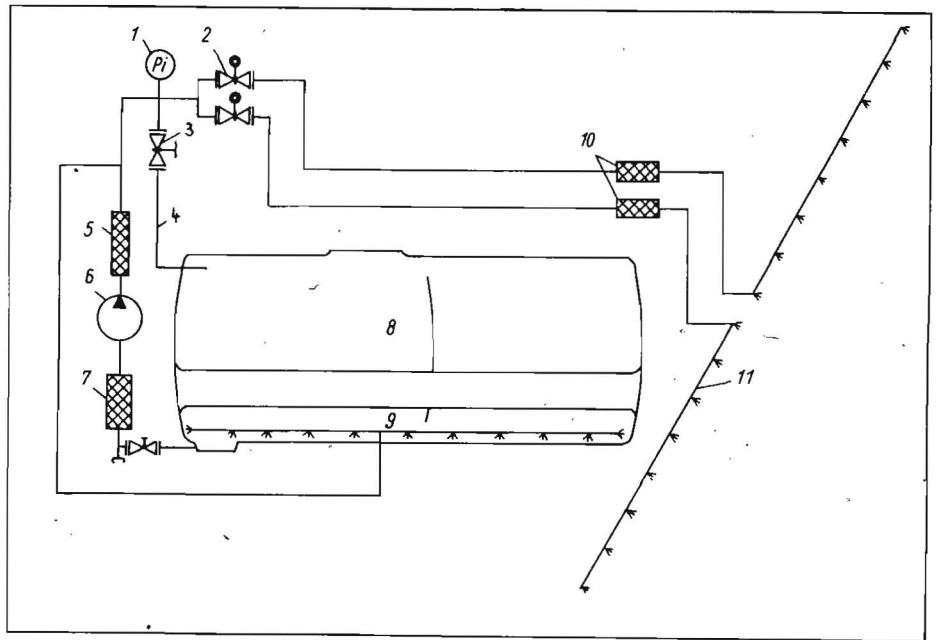


Bild 3. Brühfluß einer modernisierten Kertitox K20;

- 1 Druckanzeige, 2 Teilbreitenschaltung, 3 Druckregulierung, 4 Rückfluß, 5 Filter, 6 Pumpe, 7 Filter, 8 Behälter, 9 Rührwerksrohr, 10 Filter, 11 Feldspritzrohr

darf eventueller Zusatzausrüstungen, z. B. für Spurmarkierungen, zu beachten.

Die gekürzten Rahmenteile sind durch Bleche zu verschließen. Für die neue Abstützung sind zusätzliche Halterungen am Rahmen zu befestigen.

Die Auslegerpendelaufhängung wird den Betreibern in Form von kompletten Umrüstsätzen bereitgestellt.

Die Produktion wurde 1986 begonnen und wird 1987 und in den Folgejahren in größeren Stückzahlen weitergeführt.

## 2.2. Rührwerk

Die Maschinen Kertitox K10 und K20 sind mit einem hydraulischen Rührwerk ausgestattet. Dieses in Form von Injektordüsen ausgebildete Rührwerk hat folgende Nachteile:

- Volumendurchsatz ist zu gering ausgelegt, wodurch die umfassende Wirkung fehlt
- im Behälter verbleiben sog. „Schattenzonen“, die vom Rührwerk ungenügend erfaßt werden
- Gefahr der Düsenverstopfung ist relativ hoch.

Zur Gewährleistung der gewünschten Anwendungskonzentration und damit der Verhinderung möglicher Schadwirkung wurde vom Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow ein verändertes Rührwerk für Niederdruckmaschinen vorgeschlagen (Bild 2). Dabei wurde davon ausgegangen, daß die Flüssigkeits-Luft-Spiralpumpe einen Volumenstrom von rd. 200 l/min bei einem Druck von 0,3 MPa erzeugt. Für die Applikationseinrichtungen werden im Höchstfall 100 l/min benötigt. Die verbleibenden etwa 80 bis 100 l/min stehen damit für ein hydraulisches Rührwerk zur Verfügung. Die Injektordüsen nutzen bisher nur einen Bruchteil dieser Menge.

Das neue Rührwerk wurde als Rührrohr über die gesamte Behälterlänge ausgebildet. Als Düsen sind in dieses Rohr 19 Bohrungen (Durchmesser 3 mm) so eingebracht, daß die beim Rührwerkstest erkannten Ablagerungen ebenfalls aufgerührt werden und die

Brühe im vorderen Behälerteil dem Saugsumpf zuströmt. Leitungs- und Bohrungsquerschnitt wurden auf den verfügbaren Volumenstrom abgestimmt. Das bei den Erprobungsmustern im Jahr 1986 verwendete Stahlrohr wird in der Serienproduktion durch Plastrohr ersetzt. Zur besseren Montage besteht das Rührrohr im Mittelteil aus Gummi. Die Befestigung erfolgt in den Aufnahmeöffnungen für die Injektordüsen im Behälter.

Der Volumenstrom wird dem neuen Rührwerk über eine Schlauchleitung zugeführt. Über ein T-Stück wird die Versorgung unmittelbar hinter dem Druckfilter vorgenommen, so daß der Rührstrom unabhängig von der Düsenbestückung an den Auslegern konstant bleibt. Das Rührwerk ist beim VEB Ausrüstungen ACZ Leipzig zu bestellen und wird den Betrieben mit einer Montageanleitung bereitgestellt.

## 2.3. Druckregulierung

Zur Verbesserung der Arbeitsqualität und Erhöhung des Bedienkomforts ist eine Druckregulierung (Bild 3) vom Traktor aus erforderlich. Dazu ist es notwendig, den Brühverteiler am Traktor zu installieren. Der Aufbau des Brühverteilers wurde analog der Lösung bei der Pflanzenschutzmaschine Kertitox-Global gewählt. Der Volumenstrom vom Druckfilter wird über eine Schlauchleitung dem Verteilergehäuse zugeführt. Vom Verteilergehäuse gehen über Kugelhähne die Zuleitungen für den linken bzw. rechten Ausleger ab. Der Druck wird über das am Verteilergehäuse verschraubte Druckminderventil der Kertitox-Global reguliert. Als Ersatz für dieses Druckminderventil kann auch ein Muffenschieberventil (3/4") eingesetzt werden. Der Rückfluß dieses Ventils wird über eine Schlauchleitung dem Brühbehälter zugeführt. Zur Kontrolle des Arbeitsdrucks ist am Verteilergehäuse ein Manometer angebracht.

## 2.4. Verbessertes Filtersystem

Zur Filterung der Brühe stehen in der bisherigen Ausführung saug- und druckseitig je

eine Filterkombination zur Verfügung. Die Maschenweite des vorhandenen Druckfilters läßt bei Düsenbohrungen  $\leq 1,6$  mm keine störungsfreie Applikation zu.

Aus diesem Grund wird der Einbau eines Zentralfilters des Spritzgeräts S041 in jede Auslegerzuleitung empfohlen, wobei gleichzeitig die Zuleitung bis zur Auslegermitte geführt werden sollte. Der Filter ist über den Ersatzteilhandel des VEB Bodenbearbeitungsgeräte „Karl Marx“ Leipzig beziehbar.

### 3. Zusammenfassung

Zweijährige Praxiserprobungen der Auslegerpendelaufhängung mit Horizontalstabilisierung PA1 auf fast 40000 ha LN zeigen die gute Einsetzbarkeit besonders auf Kartoffeln, Grünland und Getreide bei wesentlich verlängerter Grenznutzungsdauer der Ausleger,

verringerten Instandsetzungskosten, teilweise größerer Arbeitsbreite, z. B. bei Kartoffeln, und verbesserter Brüheverteilung. Die höhere Verfügbarkeit läßt größere Flächenleistungen zu.

Rührwerk und Druckregelung befinden sich z. Z. mit gutem Ergebnis in der Breitenerprobung, das Filtersystem hat sich bereits vielfach bewährt.

Die beschriebenen Rationalisierungsmaßnahmen führen insgesamt zu einer verbesserten Effektivität und Qualität der Applikation von Pflanzenschutzmitteln.

### Literatur

- [1] Schwahn, P.: Der Beitrag des Pflanzenschützes zum weiteren Leistungsanstieg in der Landwirtschaft. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR, Berlin 40 (1986) 4, S. 65–67.
- [2] Wendeborn, J. O.: Die Unebenheiten landwirt-

schaftlicher Fahrbahnen als Schwingungserreger landwirtschaftlicher Fahrzeuge. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 15 (1965) 2, S. 33–46.

- [3] Schmitt-Ott, M.: Konstruktive und regelungstechnische Maßnahmen zur Erhöhung der Verteilungsgüte von Pflanzenschutz- und Düngemaschinen. Technische Universität Berlin (West), Dissertation 1976.
- [4] Zschaler, H.; Moll, E.; Schüler, F.; Kaul, P.: Entwicklung und Erprobung einer Ausleger-Pendelaufhängung mit Horizontalstabilisierung. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR, Berlin 40 (1986) 4, S. 78–81.
- [5] Moll, E.: Modellanalytische Betrachtung vertikaler und horizontaler Auslegerbewegungen bei passiver Auslegerstabilisierung an Pflanzenschutzmaschinen als Grundlage konstruktiver Lösungen. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Dissertation 1984 (unveröffentlicht).

A 4849

## „Agroprozessor V“ zur Regelung und Funktionskontrolle der Applikation mit Pflanzenschutzmaschinen der UVR

Dipl.-Ing. I. Lamfalusi, Landmaschinenwerk Mezögép Debrecen (UVR)

Infolge der ansteigenden Verfahrenskosten, die sich aus den erhöhten Pflanzenschutzmittelpreisen und dem Anstieg der Behandlungshäufigkeit ergeben, rückte der moderne Pflanzenschutz im landwirtschaftlichen Arbeitsprozeß in den letzten Jahren immer mehr in den Vordergrund und stellt damit hohe Forderungen an die Applikationstechnik. Erhöhte Maschinenleistungen, bessere und einfachere Bedienbarkeit und hoher Komfort sind neben gesicherter Funktionstüchtigkeit der Maschinen erforderlich, um qualitätsgerechte Arbeit im Pflanzenschutz durchführen zu können. Neben der Erhöhung der Maschinenleistung durch größere Arbeitsbreiten, größere Behälter und geringere Aufwandmengen sowie einer gleichmäßigen Mittelverteilung auf der gesamten zu behandelnden Fläche, die durch entsprechende Parameter der eingesetzten Technik zu gewährleisten ist, wird der Funktionskontrolle und -überwachung ein besonderes Gewicht beigemessen. Dazu wurde im Betrieb Mezögép Debrecen (UVR) eine Reihe von Versuchen in der Forschung und Entwicklung durchgeführt, um geeignete Lösungen für neue bzw. zu modernisierende Maschinen der 1. Generation der Kertitox-Pflanzenschutztechnik bereitzustellen. Besonders hervorzuheben sind die Bemühungen bei der Entwicklung einer automatischen Dosiereinrichtung. Um gleichbleibende Aufwandmengen unter Berücksichtigung zulässiger Abweichungen zu applizieren, ist eine wege- und damit flächenabhängige Dosierung erforderlich. Der zusammen mit anderen ungarischen Institutionen entwickelten Einrichtung unter der Bezeichnung „Agroprozessor V“, die in Verbindung mit einer Feldspritzmaschine Kertitox-Favorit in der DDR der Prüfung zugeführt wurde, liegt die Aufgabe zugrunde, über die Erfassung und Speicherung wichtiger Betriebsparameter durch den Prozessor zu gewährleisten, daß in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit die gewünschte konstante Aufwandmenge aus-

gebracht wird. Der Agroprozessor hat folgende Bestandteile:

- Zentraleinheit auf der Basis eines Mikrorechners, die im Fahrerhaus des Traktors angeordnet ist und zur Eingabe bzw. zum Abrufen von Betriebsdaten sowie deren Anzeige dient; sie verfügt über alle Rechnerfunktionen, die zur Regelung und ständigen Einsatzüberwachung erforderlich sind
- Geberteile zur Erfassung der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit, der Ausbringmenge und des Drucks  
Der Geschwindigkeitsgeber ist an einem am Traktorrads anliegenden Rad angebracht und erzeugt fahrgeschwindigkeitsproportionale Impulse, die dem Rechner als elektrische Signale zugeführt werden. Die Erfassung der Ausbringmenge erfolgt mit Hilfe eines Durchflußmengenmessers, der in der Druckleitung eingebaut ist und eine gegen Pflanzenschutzmittel beständige Ausführung aufweist. Der Druckgeber befindet sich am Filtergehäuse.
- Stellglieder für die Druckregelung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit, das An- und Abschalten von Teilarbeitsbreiten der Feldspritzrohre und der Arbeitsbreitenmarkierung.

Die Vorteile dieser Dosierautomatik lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die gewünschten Aufwandmengen können vor Beginn der Arbeit leicht einprogrammiert werden.
- Die Applikation konstanter Aufwandmengen wird durch automatische Regelung gesichert.
- Wichtige Arbeitsparameter lassen sich während des Einsatzes laufend abrufen.
- Ein automatisches Abschalten ist vor dem Wenden möglich.
- Zur nachträglichen Kontrolle der Behandlungsmaßnahmen werden wichtige Einsatzdaten gespeichert.
- Bei falscher Maschineneinstellung oder ei-

ner Störung wird die Alarmfunktion der Automatik wirksam.

- Eine Verbesserung der Arbeitsqualität wird erreicht.
- Energie- und Mitteleinsparungen sind möglich.

Die Stell- und Schaltglieder werden über ein elektro-pneumatisches System betätigt. Die Beaufschlagung mit Druckluft in der gewünschten Richtung wird durch Wegeventile erreicht. Diese werden über Drucktasten auf der Bedieneinheit im Fahrerhaus des Traktors gesteuert. Über die Reglerfunktion hinaus werden mit der Speicherung wichtiger Einsatzdaten die behandelte Fläche, die ausgebrachte Gesamtbrühemenge und die Daten der Maschineneinstellung erfaßt. Im Zusammenhang mit der Füllstandsanzeige im Behälter und der ausgebrachten Brühemenge ist die Kontrolle des Behälterfüllstands möglich. Neue Füllstandsanzeigen sind noch in der Entwicklung.

Einen besonderen Einfluß auf die Mittelverteilung haben die Düsen, an die in bezug auf Querverteilung, Durchflußmenge und Lebensdauer sowohl einzeln als auch im Verband hohe Anforderungen gestellt werden. Um diesen Erfordernissen Rechnung zu tragen, werden für die Feldspritztechnik Keramik-Pralldüsen entwickelt, die ein günstiges Verteilungsbild, geringere Verstopfungsgefahr und hohe Verschleißfestigkeit aufweisen. Die Düsenkörper werden mit Membranrückschlagventilen zur Nachtropfsicherung ausgestattet. Besondere Maßnahmen wurden in der Produktion zur Prüfung der Ventileingeleit. Dadurch soll die Einhaltung eines Schließdrucks von etwa 0,05 MPa gewährleistet werden. Um Düsenverstopfungen vorzubeugen, werden selbstreinigende Filter in den neuen Maschinen eingesetzt, die zusätzlich mit Filtern je Teilarbeitsbreite ergänzt werden. Sollte es doch zu einer Düsenverstopfung kommen, wird diese durch den Agroprozessor angezeigt. Gegenwärtig wird untersucht, ob durch die Erfassung des