

## Zur Situation auf dem Gebiet der Schleppermotoren-Instandhaltung

Die moderne Landwirtschaft strebt nach immer stärkerem Ersatz der lebendigen durch vergegenständlichte Arbeit und hat dabei das Ziel, die gesellschaftlich notwendige Arbeitszeit je Produktionseinheit zu senken und gleichzeitig die Gesamtproduktion zu steigern. In Form des Maschineneinsatzes resultiert daraus für unsere Landwirtschaft ein hoher Investitionsanstieg. Da die Schlepper in der technischen Ausrüstung wert- und zahlenmäßig an erster Stelle stehen, ist ihrem rationellen Einsatz, wozu auch eine zweckmäßige Instandhaltung zu zählen ist, besonderes Augenmerk zu schenken. Obwohl zur Frage der Schlepperinstandhaltung bereits viel theoretische Arbeit geleistet wurde, soll mit dem folgenden Beitrag, der sich in erster Linie auf die Motoren-Instandhaltung bezieht, nachgewiesen werden, daß noch große Reserven für die Senkung der Schlepperkosten vorhanden sind.

Eine wirtschaftliche Instandhaltung erfordert Voraussetzungen, die in einem bäuerlichen Betrieb schwer zu schaffen sind, so daß dort die Instandhaltung über das Stadium des planlosen Reparierens kaum hinauskommt. In Erkenntnis dieser Situation haben sich in den letzten Jahren in Ländern mit vorwiegend mittelbäuerlicher Agrarstruktur – wie in Westdeutschland, in der Schweiz und Österreich – sowohl im Interesse der Hersteller als auch der Schlepperbenutzer verstärkt öffentliche, genossenschaftliche oder firmengebundene Einrichtungen um eine Einflußnahme auf die Schlepperpflege dieses landwirtschaftlichen Sektors bemüht. Diese stationären oder fliegenden Pflegestationen, die in regelmäßigen Abständen die vorgestellten Schlepper auf ihren Zustand prüfen und auf Grund des Befundes Pflege- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen anweisen, haben inzwischen einen regen Zuspruch gefunden.

Auf dem Gebiet der DDR wurden, wie in allen sozialistischen Ländern, der Schlepperinstandhaltung durch die Zusammenfassung der Schlepper bei den MTS wesentliche Verbesserungsmöglichkeiten erschlossen. Mit der Ausbildung und ständigen Weiterbildung der Traktoristen hat man unter Kontrolle der Technischen Leiter Pflege und Wartung laufend verbessert, wie andererseits die Qualität der Instandsetzungen auf dem Wege der Vervollkommnung der Werkstattbasis stieg.

Die wirkungsvollste Maßnahme auf dem Gebiet der Schleppermotoren-Instandhaltung war in der Vergangenheit die Einführung der „Pflegeordnung“ [1] bei den MTS und VEG. In dieser Pflegeordnung sind nach verschiedenen Maßstäben für die einzelnen Schleppertypen die in bestimmten Abständen und Zyklen unter der Bezeichnung „Pflegegruppe“ durchzuführenden Pflege- und Instandsetzungsmaßnahmen vorgeschrieben, die die Behandlung des Motors einschließen.

### Kritik an der alten Pflegeordnung

Mit der Einführung der Pflegeordnung wurde das Ziel verfolgt, die Instandhaltung zu systematisieren, durch vorbeugende Maßnahmen die Schadensfälle auf ein Minimum einzuschränken und die Stillstandszeiten der Schlepper zu verringern.

NITSCHKE [2] weist nach, daß man dieses Ziel dort erreicht hat, wo konsequent nach der „Ordnung“ gearbeitet wurde. Trotz der Erfolge sieht sich die Pflegeordnung mit fortschreitender wissenschaftlicher Durchdringung der landtechnischen Instandhaltung jedoch zunehmend der Kritik ausgesetzt, die sich insbesondere auf die Starrheit des Systems bezieht.

Umfang und Verfahrensweise in der Instandhaltung werden letztlich durch ökonomische Gesichtspunkte bestimmt. Von der Kostenrechnung her ist es falsch, wenn eine Maschine so lange gefahren wird, bis ein Schaden eintritt; unzweckmäßig ist es andererseits, eine Maschine zum Zwecke einer vorbeugenden Überholung zu früh außer Betrieb zu setzen. Im ersten Fall verteuert sich die Maschinenarbeit durch erhöhte Instandsetzungskosten bei der Beseitigung von Schäden; ebenso nachteilig wirken sich die hierbei auftretenden nicht vorauszu sehenden Stillstandszeiten der Maschine aus. Im zweiten Fall wiederum verteuert sich die Maschinenarbeitsstunde dadurch, daß sich die Anschaffungs- bzw. Teil- und Grundüberholungskosten auf eine kürzere Einsatzzeit verteilen.

Es käme nun darauf an, zwischen den beiden denkbaren Extremen einen optimalen Weg zu beschreiten. Dieser ist aber mit der Einhaltung einer starren Pflegeordnung nicht gewährleistet, da in der

\*) Landmaschinen-Institut der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Direktor: Prof. Dr. K. RIEDEL, Dipl.-Ing.)

Abnutzungsgeschwindigkeit zwischen den Motoren große Unterschiede auftreten. SEIFERT [3] gibt für die Lebensdauer von Baugruppen bei Schleppern derartige Unterschiede mit mehreren tausend Betriebsstunden an. Für den Aufbau der Pflegeordnung dienten als Basis bereits verschiedene Größen: Betriebsstunden, Hektar mittleres Pflügen, Leistungshektar und Kraftstoffverbrauch. Keiner dieser Faktoren vermag aber den Abnutzungszustand genau zu charakterisieren, auch nicht der für diesen Zweck bisher noch als vorteilhaft bezeichnete Kraftstoffgesamtverbrauch. Das geht auch aus von NITSCHKE und EICHLER [4] an einer größeren Anzahl von Motoren des RS 01/40 vorgenommenen Untersuchungen hervor, wonach der Laufbuchsenwechsel zu 20% bereits vor Erreichen der mit der Pflegeordnung bei 6500 l festgelegten Kraftstoff-Verbrauchsgrenze erforderlich wurde, während andererseits 12% der Motoren die doppelte Laufzeit von 13000 l Kraftstoffverbrauch erreichten. Die Feststellung der Unterschiedlichkeit in der Abnutzung von Verbrennungsmotoren ist nicht neu, die Ursachen dafür sind mannigfacher Art. Jeder Motor ist inneren (Zusammenfassung der durch Konstruktion, Werkstoff und Technologie gegebenen Einflüsse auf die Abnutzung) und äußeren Abnutzungsbedingungen (in erster Linie durch Pflege und Wartung bedingte Einflüsse) ausgesetzt.

Während die inneren Abnutzungsbedingungen, bezogen auf einen Motortyp bzw. eine Bauserie, bei den neuen Motoren im Rahmen der gegebenen Werkstoleranzen vielleicht noch als einheitlich angesehen werden können, ist diese Annahme für grundüberholte Motoren bereits nicht in dem Maße zulässig. Im Zuge der Aufarbeitung verschiedener Einzelteile auf neue Bearbeitungsmaße (Kurbelwellen, Zylinderlaufbuchsen u. a.) ändern sich Form, Oberflächenhärte und andere Eigenschaften in unterschiedlichem Maße. Durch Ersatz abgenutzter Teile laufen alte und neue Teile nebeneinander. Auf diese Weise haben grundüberholte Motoren hinsichtlich der Abnutzung bereits unterschiedliche Startbedingungen, auf die der Einsatzbetrieb nur beschränkt Einfluß hat.

Zu den äußeren Abnutzungsbedingungen zählen: Einfahren, Belastung, Öl- und Wassertemperatur; Filterung von Luft, Motorenöl und Kraftstoff; Ölwechsel; Öl- und Kraftstoffqualität; Einstellungen (Ventilspiel, Einspritzpunkt); Häufigkeit und Art des Startens u. a. Einer Zusammenstellung von ENGLISCH [5], in der die Zusammenhänge zwischen der Abnutzung und der sie beeinflussenden Faktoren diskutiert werden, sind zwei Diagramme entnommen. Die Abnutzung ist in Bild 1 in Abhängigkeit von der Kraftstoffqualität und in Bild 2 in Abhängigkeit von der Kühlwassertemperatur dargestellt. In bezug auf die Kraftstoff-Lieferqualität sind die Produktionsbetriebe auf das jeweils angebotene Sortiment angewiesen. Wie aber ECKARDT [6] hierzu ausführt, ist infolge der gegebenen Bedingungen in der DDR in nächster Zukunft bei den Öl- und Kraftstoffpro-

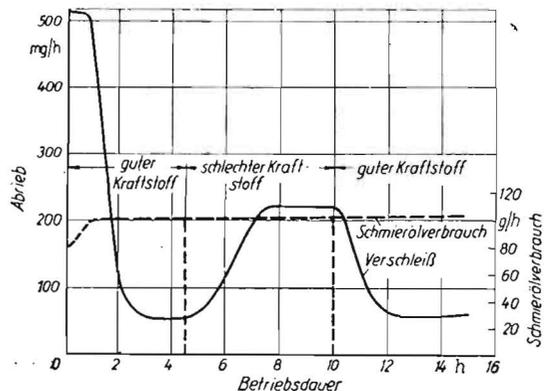


Bild 1. Einfluß der Kraftstoffqualität auf die Zylinderlaufbuchsen-Abnutzung

dukten nicht mit einer einheitlichen und gleichbleibenden Charakteristik zu rechnen. Hieraus resultieren wiederum örtliche und zeitliche Unterschiede im Abnutzungsverhalten unserer Verbrennungsmotoren.

Nicht unerheblich in der Auswirkung auf die Abnutzung sind die vom Schlepperfahrer beherrschbaren Faktoren der Pflege und Wartung. Gerade hier sind heute in der Praxis noch schwerwiegende Fehler anzutreffen, die sich in einer verkürzten Lebensdauer des Motors äußern. Im Zusammenhang mit Bild 2 wird darauf verwiesen,

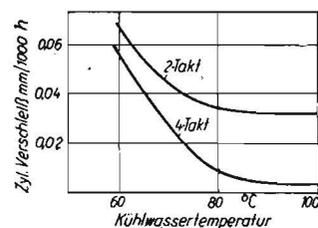
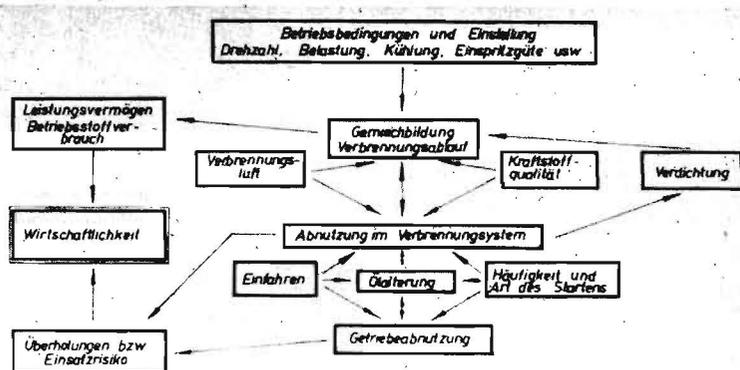


Bild 2. Abhängigkeit der Zylinderlaufbuchsen-Abnutzung von der Kühlwassertemperatur

Bild 3. Wechselwirkung der im Dieselmotor-Betrieb wirksamen Faktoren

daß Schlepperkontrollen immer wieder unterkühlte Motoren ergeben und die Schädlichkeit des langen Leerlaufs nicht beachtet wird. In eigenen Untersuchungen [7] am „Pionier“-Motor wurden Ventilspiele bis zu 5 mm und durch Reglerverstellungen hervorgerufene Kurbelwellendrehzahlen von 2000  $\text{min}^{-1}$  und darüber (die obere Nenn-Leerlaufdrehzahl beträgt 1300  $\text{min}^{-1}$ ) festgestellt.

Bild 3 gibt einen groben Überblick über die enge Verflechtung der im Dieselmotor-Betrieb wirksamen Faktoren. Die Verschlechterung eines beliebigen Faktors hat eine Verschlechterung der übrigen Faktoren zur Folge. Unter Beachtung der Möglichkeit, daß sich die Qualität der einzelnen Faktoren zeitlich verändern kann und Wechselwirkungen sowie Überlagerungen auftreten, läßt sich erklären, daß zwischen den Motoren Unterschiede nicht nur in der Lebensdauer sondern auch im Abnutzungsverhältnis zwischen den einzelnen Baugruppen auftreten.

Im Streben nach besserer Ausnutzung der Motoren sahen sich die landwirtschaftlichen Betriebe immer mehr veranlaßt, von der an sich heute noch verbindlichen Pflegeordnung abzugehen und die Zwischenlaufzeiten vor allem der höheren Pflegegruppen zu verlängern. Diese Tendenz ist positiv zu beurteilen, wenn der Motorenzustand von einer technischen Fachkraft laufend unter Kontrolle gehalten wird. Noch sind wir aber von dem erstrebenswerten Zustand, die technische Ausrüstung der VEG und LPG von einem Ingenieur betreuen zu lassen, sehr weit entfernt. Und so ist leider noch zu oft festzustellen, daß die Pflegeordnung mehr als großzügig behandelt wird und die Motoren auf Grund mangelhaften Verständnisses bis in den Bereich der Havarieabnutzung gefahren werden. Hierzu mag auch noch beitragen, daß die Beurteilung des Motorenzustands in der Praxis nach den verschiedensten Gesichtspunkten erfolgt, weil eine einheitliche Prüfmethode bisher nicht vorlag. Vielfach werden von der LPG während der Kampagnezeit der von der RTS in der Pflegegruppe VI nach Plan vorzunehmende Buchsenwechsel oder der Motorenaustausch mit dem Hinweis verweigert, daß der Schlepper aus betrieblichen Gründen keine Stunde entbehrt werden kann. Diesen Gedanken zu respektieren, heiße die Mehrzahl der Schlepper ähnlich wie Landmaschinen „kampagnefest“ machen zu müssen. Das wiederum würde zu einer ungleichmäßigen Auslastung der weitgehend industrialisierten Motoreninstandsetzung führen oder einen hohen Bestand an Austauschmotoren bedingen, der heute noch nicht verfügbar ist.

Überschaubar man das bisher Gesagte, dann muß man sich fragen, inwieweit erfüllt die alte Pflegeordnung noch ihren Zweck und in welcher Richtung müßte eine Verbesserung in der Instandhaltungstechnik bei den Schleppermotoren herbeigeführt werden.

Daß der derzeitige Zustand in der Motoreninstandhaltung unbefriedigend ist, ergibt sich aus Untersuchungen [7], die am Landmaschinen-Institut Halle mit Unterstützung des MTS-Reparaturwerks Halle sowie des Ministeriums für Landwirtschaft, Erfassung und Forstwirtschaft an Motoren des Typs 4 F 145 Be („Pionier“-Motor mit Benzinanlassung) vorgenommen wurden. Danach zeigte sich folgendes Bild:

Aus den Betriebsunterlagen des MTS-Reparaturwerks konnte entnommen werden, daß der Schadensanteil (Kurbelwellen-, Gehäuse-, Pleuelbrüche u. dgl.) von 540 in einem Quartal zur Grundüberholung eingelieferten Motoren 11% betrug. An 80 beliebig aus der Anlieferung herausgegriffenen noch betriebsfähigen Motoren wurden Prüfungsmessungen zur Ermittlung von Leistungsvermögen und Betriebsmittelverbrauch vorgenommen und die Abnutzung der wichtigsten Motorteile bestimmt. Nach einem Beurteilungsschema waren bei Zugrundelegung der unter einheitlichen Bedingungen gewonnenen Kenndaten einer Versuchsreihe mit 34 Motoren

24% nicht überholungsbedürftig,  
29% teilüberholungsbedürftig (Buchsenwechsel)  
und 47% grundüberholungsbedürftig.

Wird berücksichtigt, daß 26% der Motoren nach dem Abnutzungsstand zu spät angeliefert sind, dann verbleibt nur ein Anteil von 21% im richtigen Zeitbereich der Grundüberholung zugeführter Motoren.

### Schlußfolgerungen

Der Ausweg aus der etwas verkrampften Situation auf dem Gebiet der Schlepper- bzw. Schleppermotor-Instandhaltung kann nur in der Einführung der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung gesehen werden, und zwar in der Form, wie sie von SWIRSTSCHEWSKI [8] bereits vor einem Jahrzehnt beschrieben wurde: ein System von planmäßig vorzunehmenden Pflege- und Prüfmaßnahmen, wobei eine Instandsetzung erst dann vorgenommen wird, wenn ein Prüfbefund deren Notwendigkeit erweist. Von NITSCHKE und EICHLER [4] wird diese Entwicklung der Instandhaltung ebenfalls vertreten und durch die Bezeichnung „planmäßig vorbeugende Instandhaltung nach dem Prinzip der periodischen Überprüfung“ von der alten starren Pflegeordnung abgegrenzt.

Diese Verfahrensweise setzt Prüfmethode voraus, mit denen der Abnutzungsstand der Motoren ohne Demontage hinreichend genau bestimmt werden kann. Am Landmaschinen-Institut Halle wurde eine solche Prüfmethode, der eine Reihe von Meßverfahren zugrunde gelegt wird, erprobt. Die Versuchsergebnisse zeigten, daß bei Einhaltung ganz bestimmter Arbeitsbedingungen die Messung des Öl-drucks zur Beurteilung des Lagerzustands herangezogen werden kann. Für die Bestimmung des Abnutzungsstands im Verbrennungskomplex erwiesen sich unter Heranziehung des Ölverbrauchs die Messung des Verdichtungsdrucks und die Durch-

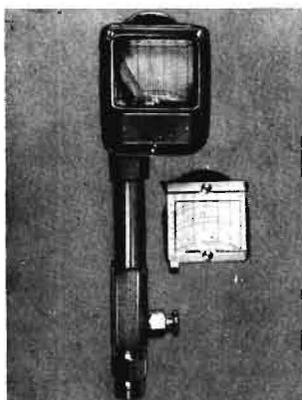


Bild 4. Kompressionsdruckschreiber „Motometer“

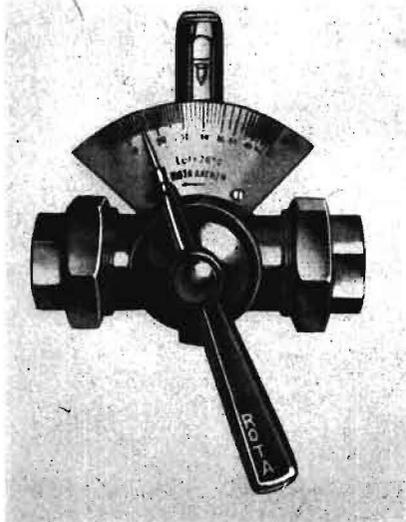


Bild 5. Rota-Hahnmesser zur Bestimmung der Undichtigkeitsverluste am Kolben-Buchsen-System

blasestrom-Messung (Bestimmung der in der Zeiteinheit aus dem Verbrennungssystem in das Kurbelgehäuse durchtretenden Gasmengen) als geeignet. Zur Durchführung dieser Messungen werden am Markt bereits einfach zu bedienende Geräte empfohlen [9], so z. B. der Kompressionsdruckschreiber „Motometer“ (Bild 4) und das Strömungs-Meßgerät von ROTA (Bild 5).

Der Durchführung solcher Messungen müßte in Zukunft von konstruktiver Seite Rechnung getragen werden; das betrifft insbesondere die Einheitlichkeit und gute Zugänglichkeit von Anschlüssen für die einzusetzenden Meßgeräte.

Die in Frage kommenden indirekten Meßverfahren stellen an das ausführende Personal erhöhte Anforderungen und setzen einige Erfahrungen voraus. Infolge des z. Z. noch bestehenden Fachkräftemangels wird man diese Prüfungen vorläufig nicht den Produktionsbetrieben selbst überlassen können. Es scheint dagegen zweckmäßig, ständige Prüfgruppen zu bilden, denen ihrer Kapazität angemessene Einzugsbereiche unterstellt werden. Solche Prüfgruppen kann man mit einer besseren Ausrüstung versehen, weil die teureren und teils empfindlichen Meßgeräte dann sachgemäß behandelt und auch gut ausgenutzt werden können.

Es mag der Einwand auftreten, daß durch die Einrichtung eines Schlepperprüfdienstes, dessen Arbeit in der Folge auf die Prüfung des gesamten Schleppers ausgedehnt werden sollte, zusätzlich menschliche Arbeitskräfte gebunden würden. Dem kann entgegen werden, daß durch die Tätigkeit der Prüfgruppen ja andererseits wieder Arbeit eingespart wird, weil die Überholungsanweisungen dann jeweils zum rechtzeitigen Termin erfolgen können und durch Schadensfälle bedingte Stillstandszeiten vermindert werden. Durch die Prüfung am Ort des Einsatzes läßt sich ferner der nicht zu unterschätzende Wert der Beratungstätigkeit im Hinblick auf bessere Pflege und Wartung nutzbar machen. Überhaupt soll der Prüfdienst keinen Eingriff in die innerbetriebliche Demokratie auslösen, vielmehr dürfte jede LPG bald dazu zu bewegen sein, daß sie sich – der Vorteile bewußt – aus freiem Entschluß dieser Einrichtung bedient.

Der Prüfdienst hätte auch die zunächst noch notwendige, wenn auch nicht immer angenehme Aufgabe zu übernehmen, zwischen dem

Streben nach gleichmäßiger Auslastung der Instandsetzungskapazität der MIW und dem Streben der landwirtschaftlichen Betriebe nach Vermeidung von Überholungsmaßnahmen während der einzelnen Arbeitskampagnen vermittelnd zu wirken.

### Zusammenfassung

Sowohl theoretische Überlegungen als auch praktische Versuchsergebnisse führen zu der Feststellung, daß die Weiterverfolgung der Schlepperinstandhaltung nach einer starren Pflegeordnung nicht mehr länger vertretbar ist. Die Forderung nach Einführung der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung nach dem Prinzip der periodischen Überprüfung ist begründet. Es wird vorgeschlagen, die zur Verwirklichung der Instandhaltungsverfahrensweise notwendigen Schlepperprüfungen in die Hände eines einzurichtenden Schlepperprüfdienstes zu legen.

### Literatur

- [1] Pflegeordnung für Landmaschinen und Traktoren. Herausgegeben vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft, HV MTS, Berlin 1954.
- [2] NITSCHKE, K.: Stand und künftige Entwicklung des landtechnischen Instandhaltungswesens. Das Instandhaltungswesen in der sozialistischen Landwirtschaft — Referate der Fachtagung „Landtechnisches Instandhaltungswesen“ der Kammer der Technik. Herausgegeben vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft, Berlin 1958, S. 47 bis 74.
- [3] SEIFERT, A.: Zylinder- und Kolbenringverschleiß an Ackerschlepper-Dieselmotoren. Landtechnische Forschung (1959) H. 5, S. 146.
- [4] NITSCHKE, K. und EICHLER, Chr.: Über die Grundzüge der Entwicklung des Instandhaltungswesens der sozialistischen Landwirtschaft. Deutsche Agrartechnik (1960) H. 12, S. 567 bis 575.
- [5] ENGLISCH, C.: Verschleiß, Betriebszahlen und Wirtschaftlichkeit von Verbrennungskraftmaschinen (Die Verbrennungskraftmaschine, Bd. 14. Herausgegeben von Hans List, Graz). 2. erw. Aufl. Wien 1952.
- [6] ECKARDT, H. H.: Kraftstoffe und Motorenöle in der DDR. Kraftfahrzeugtechnik (1959) H. 10, S. 415 bis 419.
- [7] THUM, E.: Untersuchungen zur Überholungsbedürftigkeit von Schleppermotoren unter dem Gesichtspunkt der rationalen Instandhaltung. Diss. Halle 1960.
- [8] SWIRSTSCHEWSKI, W. S.: Die Ausnutzung des Maschinen- und Traktorenparcs. 2. überarb. Ausgabe. Moskau 1950.
- [9] VOSS, H. G.: Welchen Aussagewert haben Messungen der Durchblase-mengen und des Kompressionsdrucks? International-Harvester-Informationsdienst (1959) Ausgabe 58, S. 18 bis 21.

A 4435

Ing. G. PHILIPP, KDT, Leipzig\*)

## Versuche über mögliche Verschleißminderung an Pflanzenschutzgeräten

Verschleiß an Pflanzenschutzgeräten tritt besonders stark bei Verwendung aggressiver Suspensionen an Düsenplättchen und Drallkörpern sowie an Einzelteilen der Hochdruckpumpen, hierbei insbesondere an Ventilen, Schlauchkolben usw. auf. Es ist bekannt, daß eine verhältnismäßig schnelle Vergrößerung der Düsenbohrungen eine genaue Dosierung unmöglich macht. Die Einhaltung der Ausbringungsmenge ist aber gerade bei den immer mehr in den Vordergrund tretenden automatisch arbeitenden Spritz- und Sprüngeräten erforderlich. Vergrößert sich unkontrollierbar der Bohrungsdurchmesser in den Düsenplättchen bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit – unkontrollierbar deshalb, weil ein Druckabfall am Manometer noch nicht in Erscheinung tritt –, ändert sich somit zum Teil schon wesentlich bei geringsten Ausschleißerscheinungen die Aufwandmenge je Hektar. Damit steigt der finanzielle Aufwand je Hektar und Pflanzenschädigungen auf Grund von Überdosierungen sind nicht ausgeschlossen.

Aus dem gesamten Untersuchungskomplex soll hier auf einige Schwerpunkte der Untersuchungsergebnisse eingegangen werden.

### 1 Düsenplättchen

Es ging darum, verschiedene Werkstoffe zu untersuchen, die sich zur Herstellung von Düsenplättchen besonders gut eignen und einen möglichst geringen Verschleiß aufweisen. Um einen umfangreichen Vergleich verschiedener Werkstoffe zu bekommen, wurden Düsenplättchen aus folgenden Werkstoffen im Versuch eingesetzt:

X 22 Cr Ni 17	X 18 Cr Ni Mo Ti 18/10
X 20 Cr 13	X 40 Cr 13
Hartmetall Hg 20	Farbglas Reichenbach
Miramid weiß	Marimid rot
Hartgewebe	Hartkeramik

\*) Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor: Ing. H. KRAUSE).

Ein Prüfstand (Bild 1) ermöglichte es, im ununterbrochenen Umlauf 3prozentige „Ferbam 50“-Suspension umzupumpen und die Durchflußmenge der einzelnen Düsen genau festzustellen. Ferbam wurde verwendet, weil durch den Quarzgehalt dieses Mittels die Verschleißerscheinungen besonders stark sind. Nach 1000 l Durchflußmenge je Düse wurde die Brühe erneuert. Um den Verschleiß in den Düsenbohrungen exakt ermitteln zu können, wäre es erforderlich gewesen, dafür Sorge zu tragen, daß immer frische, unbenutzte Brühe durch die Düsenbohrungen ausgebracht wird. Da diese Methode zwar ideal ist und der Praxis entspricht, aber die Kosten auf Grund der sehr hohen Durchflußmenge und des damit verbundenen hohen Aufwandes an chemischen Mitteln enorm hoch sein würden, wurde auf dieses Verfahren verzichtet. Dadurch ergeben die Versuchsergebnisse nicht den tatsächlichen Verschleiß, wie er in der Praxis auftritt. Da aber alle Versuche unter den gleichen Bedingungen durchgeführt wurden, ist die Standfestigkeit der einzelnen Werkstoffe untereinander genau vergleichbar. Die Düsenbohrungen wurden vor und nach dem Versuch auf 0,001 mm gemessen. In den Säulen der ersten vier Werkstoffe in Bild 2 ist für je vier Düsen der entsprechenden Werkstoffgruppe durch eine gestrichelte waagerechte Linie der Mittelwert des Verschleißes angedeutet. Dieser ist nicht als eine bestimmte Größe aussagekräftig, da große und kleine Düsen mit 1 bzw. 2 mm Bohrungsdurchmesser zusammengefaßt wurden. Da alle Gruppen gleichmäßigen Versuchsbedingungen unterworfen waren, gibt es doch einen guten Überblick über den unterschiedlichen Verschleiß. Hierbei ist aber zu beachten, daß bei Hg 20 gegenüber den links davon stehenden Werkstoffen die dreifache Durchflußmenge durch die 2-mm-Bohrungen und die 1,27fache Menge durch die 1-mm-Bohrungen ausgebracht wurde. Die wesentliche Überlegenheit von Hg 20 ist deutlich zu erkennen. Bei dieser Versuchsdurchführung waren den Düsenplättchen Drallkörper nach Bild 4, jedoch mit Mittelbohrung, vorgesetzt. Zu erwarten war, daß beim Vorsetzen von Drallkörpern ohne Mittelbohrung der Verschleiß der Düsenbohrungen auf Grund der intensiven Drallwirkung steigt. Bestätigt