

Zur Verschmutzung von Hydraulikflüssigkeiten und ihren Folgen

Dr.-Ing. E. Hlawitschka, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

Die Grenznutzungsdauer von Bauelementen hydraulischer Anlagen wird sehr wesentlich durch den Grad der Verschmutzung des Hydrauliköls bestimmt. Besonders Traktoren und Landmaschinen müssen häufig in sehr staubiger Atmosphäre betrieben werden und sind daher der Gefahr der Ölverschmutzung ausgesetzt. Jedoch nicht nur die ungünstigen Einsatzbedingungen, sondern auch Fehler und Nachlässigkeiten bei Pflege- und Wartungsarbeiten an der Hydraulikanlage, die häufig noch festzustellen sind, führen zur Verunreinigung des Hydrauliköls und damit zur Schädigung einzelner Bauelemente.

Die hydraulischen Baugruppen in modernen Landmaschinen werden wegen der zunehmenden Forderungen und Aufgaben, die sie zu erfüllen haben, immer schmutzempfindlicher. Besonders trifft das auf solche Baugruppen zu, die zur Erzeugung bzw. Umsetzung hoher Drücke eingesetzt werden und dabei wegen des Erreichens hoher Wirkungsgrade geringe Leckverluste aufweisen müssen. Der Einfluß des Betriebsdrucks auf die Schmutzempfindlichkeit wird von Scholtz [1] in Form eines Kurvenverlaufs (Bild 1) ausgewiesen. Man erkennt daraus, daß mit dem Übergang zu Betriebsdrücken von 350 bar, die in der neuen Generation von Landmaschinen für den hydrostatischen Fahrtrieb üblich sein werden, wesentlich höhere Anforderungen an die Reinheit des Hydrauliköls gestellt werden. Deshalb muß der einwandfreie Filterung besondere Bedeutung geschenkt werden, denn Untersuchungen von Schäden an Hydraulikpumpen bestätigten, daß mehr als die Hälfte der Schäden auf schlechte Filterung bzw. mangelnde Wartung und Pflege zurückzuführen sind. Die Verschmutzung von Hydraulikflüssigkeiten kann sehr verschiedener Art sein. Alle festen, flüssigen und gasförmigen Stoffe, die schädigenden Einfluß auf die Bauelemente der Hydraulikanlage ausüben, können als Verunreinigung bezeichnet werden. Dazu zählen vornehmlich

- feste metallische Substanzen
- feste mineralische Substanzen
- durch chemische Prozesse entstandene Substanzen
- Textilfasern und Lackteilchen
- Wasser
- Luft.

Die Möglichkeiten, daß Schmutz in die Hydraulikanlage gelangt, sind sehr vielfältig. Die Verschmutzung kann eintreten beim

- Herstellungs- bzw. Instandsetzungsprozeß
- Betreiben der Anlage
- Nachfüllen von Hydrauliköl
- Pflegen und Warten.

Trotz besonderer Vorkehrungen beim Fertigungs-, Montage- und Instandsetzungsprozeß kann nicht mit Sicherheit vermieden werden, daß feste Partikel in Form von Metallspänen, Schleifkörperabrieb, Zunder, Formsand usw. in wenig zugänglichen Stellen der Bauelemente verbleiben und später in den Kreislauf gelangen. Wegen ihrer hohen Härte sind diese Partikel besonders verschleißfördernd. Deshalb muß bei allen Eingriffen in den Hydraulikkreislauf zum Zweck der Instandhaltung oder Instandsetzung peinliche Sauberkeit herrschen. Mineralische Substanzen gelangen zumeist

während des Betriebs in das Hydrauliksystem. Sie machen auch den größten Anteil der Verschmutzung aus und fördern im Zusammenwirken mit Öl als „Schmirgelpaste“ den Verschleißvorgang. Durch absolute Dichtheit des gesamten Hydrauliksystems, einwandfreie Abdichtung von sich bewegenden Bauteilen usw. kann dem Eindringen von Staub entgegen gewirkt werden. Eine besonders große Quelle der Verschmutzung stellen die zur Verbindung mit angehängten Maschinen erforderlichen hydraulischen Schlauchkupplungen dar, über die bei unsachgemäßer Behandlung große Mengen von Schmutz in den Kreislauf gelangen.

Man muß davon ausgehen, daß das über den Handel erhältliche Hydrauliköl nicht die erforderliche Reinheit besitzt. Bei der Lagerung und beim Transport in Behältern reichert es sich mit verschiedenen Verunreinigungen an, wie z. B. mit Staub, Lackresten von den Behälterwänden, Wasser, Alterungsprodukten usw. Das Auffüllen der Hydraulikanlage mit frischem Hydrauliköl darf deshalb nur über entsprechende Filter erfolgen.

Das übliche Hydrauliköl unterliegt während des Betriebs der Alterung. Bei diesem chemischen Prozeß entstehen im Zusammenwirken mit dem Luftsauerstoff harz- und schmierseifenähnliche Produkte, die zusammen mit Staub eine Art „Schmirgelpaste“ ergeben und z. B. zum Verschleiß und zum Verklemmen von Steuerungselementen führen. Metallische Verunreinigungen des Öls und hohe Temperaturen fördern den Alterungsvorgang. In lange gelagertem Öl und bei Anlagen, in denen nur selten ein Ölwechsel vorgenommen wird, muß deshalb immer mit Alterungsprodukten gerechnet werden.

Wasser kann durch die Kondensation feuchter Luft an den Behälterwänden und über Undichtheiten in den Hydraulikkreislauf gelangen. Schon geringfügige Korrosionserscheinungen

an Hydraulikbauteilen können zu ihrem Ausfall führen, da raue Oberflächen die Gummidichtelemente zerstören.

Auch Luft muß als Verunreinigung des Hydrauliköls angesehen werden. In freier Form (Gasbläschen) ruft sie Geräusche, Druckschwingungen und Kavitationserscheinungen hervor und fördert die Ölalterung. Da sie meist über Undichtheiten auf der Saugseite von Hydraulikpumpen in das System gelangt, ist der Abdichtung der saugseitigen Elemente und Leitungen besondere Bedeutung beizumessen.

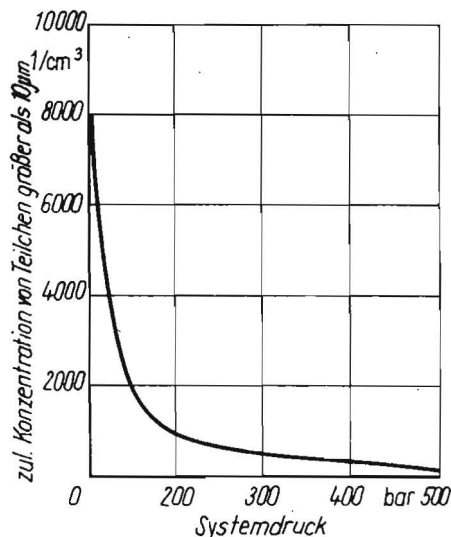
Folgeschwere Fehler werden auch oft noch bei Pflege- und Wartungsarbeiten an der Hydraulikanlage gemacht. Durch Verwendung von Putzwolle oder fasernden Lappen zu Reinigungszwecken können Textilfasern in das Hydrauliksystem gelangen. Ebenso führen der nicht ordnungsgemäß ausgeführte Ölwechsel oder ungenügende und nicht mit Sorgfalt ausgeführte Reinigungsarbeiten an Filtern, Behältern usw. zur Verunreinigung der Anlage.

Die als Schmutz bezeichneten Substanzen fallen in sehr unterschiedlichen Korngrößen an. Körner, deren Durchmesser größer als die in Hydraulikbaugruppen vorhandene Spaltweite ist, können nicht in den Spalt eindringen und dort Verschleiß verursachen. Sie führen aber zu Verstopfungerscheinungen. Falls der Korndurchmesser etwa der Spaltweite entspricht, wird durch die Relativbewegung zwischen Korn und Spaltwand Abrieb in Form von Flächenverschleiß bzw. Riefen erzeugt. Sehr kleine Körner werden mit der Flüssigkeit durch den Spalt transportiert, ohne Verschleiß im Normalfall hervorzurufen. Allerdings kann das Zusammenballen kleinster Körner zu Klümpchen bzw. deren Anlagerung an Alterungsprodukte zu Verstopfungen, Verklemmungen und auch zum Verschleiß führen.

In den meisten Hydraulikgeräten betragen die Spaltweiten nur noch wenige Mikrometer. Damit führen bereits kaum noch sichtbare Verunreinigungen zu Schäden. Von Böinghoff [2] wird angegeben, daß alle Schmutzteilechen mit einer Größe zwischen 1 und 200 μm als schädlich angesehen werden müssen. Diese Angabe verdeutlicht, welche enormen Forderungen an die Reinheit und damit an die Filterung von Hydraulikölen gestellt werden. Neben der Teilchengröße sind die Teilchengrößenverteilung und die Konzentration bzw. der Masseanteil des Schmutzes im Hydrauliköl von besonderer Bedeutung. Zur Ermittlung des letzteren wurden Ölproben aus Hydraulikanlagen von Traktoren und Ladern, die in landwirtschaftlichen Betrieben im Raum Rostock eingesetzt waren, entnommen und auf ihren Gehalt an festen Fremdstoffen hin untersucht.

Die Bestimmung des Gehalts an festen Fremdstoffen erfolgte entsprechend dem Standard TGL 0-51592. Mit dieser Methode werden alle in Öl und Benzol unlöslichen artfremden Verunreinigungen als feste Fremdstoffe erfaßt. Insgesamt wurden 42 Ölproben einer diesbezüglichen Untersuchung unterzogen. Die gewonnenen Ergebnisse sind in der Tafel 1 zusammengestellt worden.

Bild 1. Einfluß des Betriebsdrucks auf die Schmutzempfindlichkeit von Hydraulikpumpen (nach [1])



Zunächst kann anhand der Untersuchungsergebnisse festgestellt werden, daß der Gehalt an festen Fremdstoffen in sehr weiten Grenzen schwankt, nämlich von 0,010 bis 0,245 %. Dabei betragen der Mittelwert des Gehalts an festen Fremdstoffen für die Gesamtzahl der untersuchten Proben $\bar{x} = 0,075\%$ und die Standardabweichung $s = 0,060\%$.

Auffallend ist die Tatsache, daß der Schmutzgehalt im Hydrauliköl der Traktoren ZT 300 und der Lader T 157/T 174 bedeutend niedriger ist als in dem der Traktoren MTS-50, K-700 und U 650. Offenbar sind die Ursachen dafür in der Wirksamkeit der jeweils vorgesehenen Filterung für das Hydrauliköl und in den Vorschriften für die Filterpflege zu suchen, denn gravierende Unterschiede in den Einsatzbedingungen waren nicht zu ermitteln. Allerdings konnte festgestellt werden, daß das Niveau der Pflege- und Wartungsarbeiten in den verschiedenen landwirtschaftlichen Einsatzbetrieben recht unterschiedlich war. Die Untersuchungsergebnisse — für den Fall der Zuordnung zu den jeweiligen Einsatzbetrieben der Traktoren und Lader — konnten gleichzeitig als Beweis für die nach globaler Einschätzung des Pflege- und Wartungsniveaus aus der Analyse der vorhandenen Möglichkeiten zur Durchführung der erforderlichen Arbeiten, der Organisation des Instandhaltungsprozesses und der Qualifikation des Bedien- und Pflegepersonals gewonnenen Erkenntnisse und Aussagen benutzt werden.

Sicher kann auch als günstig bezüglich der Reduzierung der Ölverschmutzung angesehen werden, daß die laut Pflegeordnung vorgeschriebenen Intervalle z. B. für die Filterreinigung beim Traktor ZT 300 kürzer sind als beim Traktor MTS-50. Letztlich muß auch herausgestellt werden, daß die konstruktive Ausbildung der Filter und ihre Fertigungsgenauigkeit bei gleicher Maschen- oder Porenweite und die Filteranordnung im Ölkreislauf einen großen Einfluß auf die Reinheit des Öls im Hydrauliksystem hat. Man muß davon ausgehen, daß die Auswirkungen der Verschmutzung des Hydrauliksystems je nach Art, Größe und Beschaffenheit des Schmutzes beträchtlich sein können. Vor allem werden die Funktionssicherheit und die Grenznutzungsdauer davon beeinflußt. Luft und andere gasförmige Stoffe fördern indirekt den Verschleiß, indem sie die Ursache für Geräusche, Stöße und Schwingungen sind, die Verschleiß nach sich ziehen. Ebenso wird die Ölalterung und damit das Ausscheiden von Alterungsprodukten beschleunigt.

Zunehmender Wassergehalt im Hydrauliköl ruft Korrosionserscheinungen an den Metallteilen hervor, die Gleitflächen werden beschädigt, und gleichzeitig gelangen die Korrosionsprodukte als feste Verunreinigungen in den Kreislauf. Korrosionsgeschädigte Gleitflächen führen sehr schnell zur Beschädigung der Dichtlippen von Gummidichtelementen und damit zu erhöhten Leckverlusten.

Feste Verunreinigungen des Hydrauliköls schaden der Anlage am meisten. Durch das Eindringen fester Körper in die Dichtspalte entsteht außer erhöhten Reibungskräften sehr hoher Verschleiß, der vielfältige Folgen [3] hat, z. B.:

- Erhöhung der Leckverluste und damit Abnahme des effektiven Förderstroms von Pumpen
- Verschlechterung des Gesamtwirkungsgrades
- erhöhte Wärmeentwicklung, damit Abnahme der Viskosität des Hydrauliköls und Steigerung der Leckverluste

Tafel 1. Untersuchungsergebnisse der Fremdstoffbestimmung in Hydraulikölen von Traktoren und Ladern

Maschinentyp	lfd. Nr.	überwiegender Einsatzbereich	Gehalt an festen Fremdstoffen %	Mittelwert \bar{x} , Standardabweichung s
ZT 300	1	Transport, Feldarbeit	0,101	$\bar{x} = 0,046\%$ $s = 0,027\%$
	2	Feldarbeit	0,052	
	3	Feldarbeit	0,019	
	4	Transport, Feldarbeit	0,051	
	5	Feldarbeit	0,035	
	6	Feldarbeit	0,019	
	7	Feldarbeit	0,034	
	8	Feldarbeit	0,065	
	9	Feldarbeit	0,038	
	10	Feldarbeit	0,019	
	11	Feldarbeit	0,021	
	12	Feldarbeit	0,031	
	13	Feldarbeit	0,072	
	14	Feldarbeit	0,092	
MTS-50	1	Transport	0,104	$\bar{x} = 0,086\%$ $s = 0,057\%$
	2	Transport	0,027	
	3	Transport, Feldarbeit	0,128	
	4	Transport, Feldarbeit	0,205	
	5	Transport, Feldarbeit	0,053	
	6	Transport, Feldarbeit	0,038	
	7	Feldarbeit	0,043	
	8	Feldarbeit	0,082	
	9	Feldarbeit	0,036	
	10	Transport	0,155	
	11	Transport, Feldarbeit	0,072	
T 157/	1	Laden landw. Produkte	0,092	$\bar{x} = 0,033\%$ $s = 0,030\%$
T 174	2	Futterladen	0,010	
	3	Erdarbeiten	0,025	
	4	Laden landw. Produkte	0,025	
	5	Laden landw. Produkte	0,012	
	6	Erdarbeiten	0,026	
K-700	1	Bodenbearbeitung	0,245	$\bar{x} = 0,195\%$ $s = 0,035\%$
	2	Bodenbearbeitung	0,198	
	3	Bodenbearbeitung	0,216	
	4	Bodenbearbeitung	0,163	
	5	Bodenbearbeitung	0,154	
U 650	1	Feldarbeit, Transport	0,188	$\bar{x} = 0,144\%$ $s = 0,025\%$
	2	Feldarbeit, Transport	0,145	
	3	Feldarbeit	0,120	
	4	Feldarbeit	0,184	
	5	Feldarbeit	0,095	
	6	Feldarbeit	0,134	

- Verschlechterung der Schmierungsverhältnisse
- langsames Absenken der Last bei Verwendung von Arbeitszylindern als Huborgan
- Verringerung der Hubgeschwindigkeit bei Arbeitszylindern bzw. der Drehzahl bei rotierenden Hydraulikmotoren
- Verringerung der hydraulischen Leistung
- Erhöhung der Verstellkräfte bzw. Verklemmen der Steuerorgane.

Zur Kennzeichnung des Verschmutzungsgrades von Flüssigkeiten und zu den daraus resultierenden Aussagen über die mögliche Grenznutzungsdauer und die erforderliche Filterfeinheit wurden verschiedene Verschmutzungsdiagramme entwickelt. Gute Eignung dürfte ein Verschmutzungsdiagramm haben, das von Böinghoff [2] zitiert wird (Bild 2). In diesem Diagramm sind die Koordinatenmaßstäbe so gewählt worden, daß die Teilchengrößenverteilung in einer beliebigen Flüssigkeit

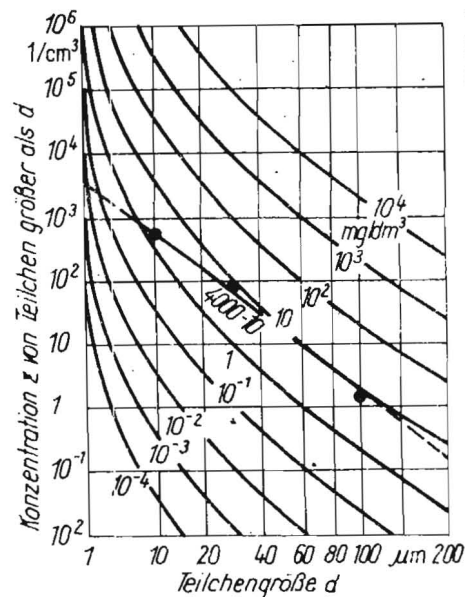


Bild 2. Verschmutzungsdiagramm von Flüssigkeiten [2]

als Gerade dargestellt werden kann. Die eingezeichneten Kurven stehen die je dm^3 vorhandene Gesamtmasse aller in der Flüssigkeit enthaltenen Teilchen über $1\ \mu\text{m}$ Größe dar. Zur Ermittlung des Verschmutzungsgrades einer Hydraulikflüssigkeit muß mit Hilfe eines Teilchenzählgeräts festgestellt werden, wieviele Teilchen größer als z. B. $10, 20, 30\ \mu\text{m}$ usw. vorhanden sind. Die Meßpunkte werden durch eine Gerade verbunden, die die Größenverteilung der Schmutzteilechen angibt. Die im Bild 2 eingezeichnete Gerade charakterisiert eine Flüssigkeit, die je dm^3 $10\ \text{mg}$ Schmutzteilechen enthält, die größer als $1\ \mu\text{m}$ sind. Der Verschmutzungsgrad dieser Flüssigkeit wird gekennzeichnet durch den Schnittpunkt der Geraden mit der Ordinate, also durch die Zahl der Teilchen je cm^3 Flüssigkeit, die größer als $1\ \mu\text{m}$ sind, und durch die Masse dieser Teilchen je dm^3 Flüssigkeit. Im vorliegenden Fall enthält die Flüssigkeit 4000 Teilchen größer als $1\ \mu\text{m}$ in $1\ \text{cm}^3$ Flüssigkeit, die Masse der Schmutzteilechen je dm^3 Flüssigkeit beträgt $10\ \text{mg}$; die Flüssigkeit hat den Verschmutzungsgrad $4000 \cdot 10$.

Wegen des schädigenden Einflusses der Verschmutzung kann auf eine sehr sorgfältige Filterung des Hydrauliköls nicht verzichtet werden. In Hydraulikanlagen werden meist sowohl die magnetische Abscheidung als auch die mechanische Absiebung zur Reinigung der Hydraulikflüssigkeiten eingesetzt. Bei Magnetfiltern werden sehr starke Magnete zu einer Magnetsäule aufeinander geschichtet, so daß durch die erreichte große Feldstärke sich vorbeibewegende ferromagnetische Verunreinigungen unterschiedlicher Feinheit festgehalten werden. Magnetfilter scheiden aber auch unmagnetische Stoffe aus, die sich mit ferromagnetischen verkrallen haben oder von diesen umschlossen werden. Die Abscheidewirkung hängt weitgehend von der Stärke des Magnetfelds, von der Geschwindigkeit und von der Viskosität der zu filternden Flüssigkeit sowie von der Sättigung des Magneten ab. Der letztgenannte Grund erfordert das Reinigen des Magneten in den vorgeschriebenen Intervallen.

Zur mechanischen Absiebung werden meist Siebscheibenfilter verwendet, die unterschiedliche Filterfeinheit aufweisen können. Filter in Traktoren und Landmaschinen haben meist

eine Maschenweite von 63 μm . Durch das Filterelement werden Verunreinigungen, die größer als die Maschenweite sind, zurückgehalten. Mit zunehmender Abscheidung erhöht sich der Durchflußwiderstand. Bei stark verschmutztem Filtereinsatz öffnet dann das eingebaute Druckbegrenzungsventil und läßt ungefiltertes Öl in den Kreislauf gelangen. Zur Nutzung der Vorteile der magnetischen Abscheidung und der mechanischen Abseibung werden oftmals beide Systeme kombiniert. Eine bekannte Ausführung ist das Mikro-S-Filter. Alle von den Herstellern vorgesehenen Maßnahmen zur Reinhaltung des Hydrauliköls werden jedoch erst dann in vollem Maß wirksam, wenn in der Praxis die in den Betriebs- und Pflegeanleitungen enthaltenen Hinweise beachtet werden.

Zusammenfassung

In Hydraulikanlagen wird eine nach Art, Größe und Größenverteilung oft recht unterschiedliche Menge an Schmutzteilchen umgewälzt. Sie beeinflussen die Betriebssicherheit und die Grenznutzungsdauer dieser Anlagen. Der Beitrag enthält Ausführungen zu den verschiedenen Verschmutzungsarten, den Ursachen und den Folgen des Betriebs von Hydraulikanlagen mit verschmutztem Öl. Über Meßergebnisse zum Gehalt an festen Fremdstoffen im Hydrauliköl aus Traktoren und Ladern wird berichtet. Dabei wird ein Verfahren erläutert, das die Kennzeichnung des Verschmutzungsgrades von Flüssigkeiten gestattet und die Basis für ein

Verfahren zur Auswahl von Filtern oder zur Berechnung der voraussichtlichen Grenznutzungsdauer bei gegebenem Verschmutzungsgrad darstellt.

Literatur

- [1] Scholtz, K.-H.: Wirtschaftlicher Einsatz von Hydraulikfiltern. Öhydraulik und Pneumatik 17 (1973) H. 10.
- [2] Böinghoff, O.: Ursachen und Folgen der Verschmutzung von Hydraulikflüssigkeiten. Grundlagen der Landtechnik 24 (1974) H. 2.
- [3] Hlawitschka, E.: Ursachen und Auswirkungen des Verschleißes auf das Betriebsverhalten hydrostatischer Baugruppen. agrartechnik 26 (1976) H. 4, S. 196—199. A 1764

3. Wissenschaftliche Tagung der Sektion Landtechnik

Im Rahmen der II. Rostocker Universitätstage der Wilhelm-Pieck-Universität 1977 führte die Sektion Landtechnik vom 18. bis zum 20. Mai ihre 3. Wissenschaftliche Tagung durch, die unter dem Thema „Gestaltung und Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel“ stand. Der Einladung waren rund 250 Teilnehmer aus dem In- und Ausland (UdSSR, VR Polen, ČSSR, Ungarische VR) gefolgt und gaben damit ihr Interesse an dem Inhalt der Tagung zum Ausdruck.

Nach einer Plenarveranstaltung am ersten Tag, in der neben einer Einführung in die 5 Kolloquien bekannte Wissenschaftler befreundeter Einrichtungen aus dem sozialistischen Ausland über neue wissenschaftliche Erkenntnisse zum Einsatz und zur Instandhaltung landtechnischer Arbeitsmittel berichteten, wurden in 5 Kolloquien in rund 130 Vorträgen wichtige neue Erkenntnisse zu den einzelnen Teilproblemen dargelegt. In den Plenarvorträgen gaben die Professoren Konkin (Moskau) und Krjažkov (Leningrad) einen überzeugenden Einblick in den Stand der Entwicklung der Landtechnik im 60. Jahr der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution und leiteten hieraus wichtige Schlußfolgerungen für die weitere Entwicklung und Zusammenarbeit ab (s. a. S. 444 ff. in diesem Heft. Red.).

Kolloquium 1

Im Kolloquium 1 „Technologie und ökonomische Probleme der Verfahrensentwicklung“ wurden Grundsätze und Erfahrungen des Maschineneinsatzes sowie allgemeine Tendenzen der Verfahrensentwicklung sowie die Methoden und Hilfsmittel zur wissenschaftlichen Gestaltung der industriemäßigen Pflanzenproduktion erörtert.

Die Realisierung der Prozesse in der Pflanzenproduktion verlangt, in den agrotechnisch günstigen Zeitspannen, die biologisch für den Prozeßvollzug vorgegeben sind, einen störungsfreien, kontinuierlichen Einsatz der Maschinen zu gewährleisten. Damit werden entscheidende Voraussetzungen für ein großes Produktionsvolumen und die Senkung der Kosten je Produktionseinheit geschaffen. Aus technologischer und ökonomischer Sicht wurden hierzu in 9 Vorträgen aktuelle Detailfragen des gegenwärtigen Maschineneinsatzes aufgeworfen, Ergebnisse dazu vorgetragen und Probleme genannt.

Ein weiterer Teil des Kolloquiums, der gemeinsam mit den Teilnehmern des Kolloquiums 2 „Analyse und Gestaltung von Arbeitsmitteln“ veranstaltet wurde, war theoretisch-methodischen Fragen der Verfahrensgestaltung sowie der Darstellung von Entwicklungslinien wichtiger Verfahren der Pflanzenproduktion gewidmet. Die 9 Referate enthielten die gemeinsame Erkenntnis, daß bei der Konzipierung der technischen Realisierung verbesserter oder neuer technologischer Verfahren die Dialektik zwischen landwirtschaftlicher Technologie und konstruktiver Entwicklung mit dem Primat der Verfahrensgestaltung zu berücksichtigen ist. Entscheidend ist also nicht die technische Kapazität der einzelnen Maschine bzw. der leistungsbestimmenden Maschine, sondern die erforderliche Verfahrenskapazität. Folgerichtig leitet sich hieraus in der praktischen Arbeit bei der Schaffung neuer Verfahren und Maschinensysteme eine enge Zusammenarbeit zwischen dem landwirtschaftlichen Technologen und dem Konstrukteur ab.

Die Gestaltung neuer Verfahren muß durch Methoden der Projektierung und Beurteilung sowie durch Modellierung von Varianten rationalisiert und objektiviert und damit weitestgehend von subjektiven Entscheidungen befreit werden. Im dritten Teil dieses Kolloquiums hatten 10 Vorträge diese Probleme zum Inhalt.

Kolloquium 2

Das Kolloquium 2 „Analyse und Gestaltung von Arbeitsmitteln“ war in drei Schwerpunkte untergliedert:

- Grundlagen und aktuelle Probleme der konstruktiven Entwicklung
- Grundlagen und aktuelle Probleme der Verfahrensentwicklung
- Entwicklung von Arbeitselementen für Maschinen zur Be- und Verarbeitung unterschiedlicher landwirtschaftlicher Stoffe.

Ausgehend von den Erkenntnissen der Konstruktionswissenschaft wurden zum ersten Schwerpunkt konstruktionsmethodische Grundlagen für die Entwicklung von Arbeitselementen, die Aufgaben der landtechnischen Forschung am Beispiel der Mähdescherentwicklung und interessante Kennziffern der Materialökonomie bei Landmaschinen zur Bewertung des Materialaufwands behandelt.

Die Grundlagen der Verfahrensentwicklung umfaßten technologische Daten, Gesetze, Regeln und Prinzipien, methodische Mittel. Die aktuellen Probleme der Verfahrensentwicklung wurden durch die Entwicklungslinien und die Leistungsfähigkeit von Verfahren für konkrete Beispiele dargestellt.

Zur Entwicklung von Arbeitselementen für Landmaschinen wurde an unterschiedlichen Beispielen die Weiterentwicklung bekannter und die Entwicklung neuer Arbeitselemente unter Beachtung der Funktionserfüllung, der Abnutzung und anderer bestimmender Kriterien demonstriert. Mit den Vorträgen und Diskussionen wurden in diesem Kolloquium die Grundlagen für die Analyse und Gestaltung von Arbeitsmitteln weiterentwickelt und ein Beitrag zur Entwicklung von verbesserten und neuartigen effektiveren Prinzipien für Landmaschinen geleistet. Die Verfahrensentwicklung und die konstruktive Entwicklung wurden dabei überzeugend als dialektische Einheit betrachtet und verwirklicht.

Kolloquium 3

Instandhaltungsprozesse haben ihre Ursachen in den stochastischen Schädigungsprozessen und werden von vielen stochastischen Einflüssen bestimmt. Damit sind wesentliche Parameter des Instandhaltungsprozesses wahrscheinlichkeitsbehaftet und lassen sich nicht durch diskrete Größen hinreichend beschreiben. Bisher wurden diese wichtigen Eigenschaften der Instandhaltungsprozesse zu oft unberücksichtigt gelassen und so wesentliche Intensivierungsmöglichkeiten unzureichend ausgenutzt. Die Methoden der mathematischen Modellierung aus der Operationsforschung bieten bei richtiger, praxisnaher Anwendung gute Möglichkeiten, die Parameter von Instandhaltungsprozessen exakter zu erfassen und so beispielsweise Planungsprozesse genauer zu bearbeiten.

Seit einigen Jahren wird in verschiedenen Zweigen der DDR-Volkswirtschaft, so auch im landtechnischen Instandhaltungswesen, an der Anwendung der mathematischen Modellierung für die Lösung instandhaltungstechnischer Probleme gearbeitet.

In der UdSSR und in anderen RGW-Ländern liegen auf diesem Gebiet bedeutsame Arbeiten vor.

Das Kolloquium 3 „Mathematische Modellie-