

ein Abluftförderstrom von 17 000 m³/h erzeugt werden.

Um Zugluft zu vermeiden, ist der Axialventilator so einzustellen, daß ein leichter Überdruck im Raum entsteht.

Nach [10] ist dafür der Axialventilator LANN 630 mit einstellbarem Förderstrom zwischen 16 900 und 22 700 m³/h auszuwählen.

Damit die im Raum vorhandenen Ölnebelanteile nicht ins Freie geblasen werden, ist zusätzlich ein Frontalfilter 11 208 mit Filterplatten 14 500 einzubauen.

4. Zusammenfassung

Analysen im Konservierungsraum einer Pflegestation 12 m × 30 m haben ergeben, daß die zulässigen MAK-Werte mit dem derzeitigen

Ausrüstungsumfang nicht eingehalten werden.

Ausgehend von arbeitshygienischen Forderungen wird ein Grobprojekt zur Klimatisierung und Verringerung des Ölnebelanteils in der Luft unterbreitet.

Auf eine exakte Berechnung der notwendigen Heizleistung für die Wandluftheizer (rd. 565 650 kJ/h) und des Abluftkanals (rd. 0,8 m²) wurde verzichtet, da im Untersuchungsbetrieb beide Fragen als gelöst gelten.

Die Einstellung der Zuluftführung und des Abluftförderstroms ist durch einen Probelauf vorzunehmen.

Literatur

- [1] Honecker, E.: Bericht des Politbüros an die 8. Tagung des ZK der SED. Berlin: Dietz Verlag 1978.
- [2] Technologisches Projekt der Pflegestation

12 × 30 m für die LPG Pflanzenproduktion Dahlenwarleben. IBR Magdeburg, 1976.

- [3] Rationelles Pflegen in vorhandenen Gebäuden. Markkleeberg: agra-Buch 1975.
- [4] Technologisches Projekt der Pflegestation ACZ Mieste. IBR Magdeburg, 1974.
- [5] TGL 22310/01 Zulässige Konzentrationen gesundheitsschädlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz. Aug. 1975.
- [6] Kuttnick, U.: Gestaltung des Konservierungsraumes der Pflegestation der LPG Dahlenwarleben. Ingenieurschule Friesack, Ing.-Abschlußarbeit 1978 (unveröffentlicht).
- [7] DeVilbiss-Trallfa-Roboter. Technische Dokumentation der DeVilbiss GmbH Dietzenbach.
- [8] Autorenkollektiv: Fachwissen des Ingenieurs, Band II. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1973, S. 1074.
- [9] ILKA-Informationen 2.1.4.2.; Wandluftheizer.
- [10] ILKA-Informationen 1.1.1.1.; Axialventilatoren.

A 2160

Diagnoseverfahren und -einrichtungen für hydraulische Baugruppen

Dozent Dr. sc. techn. D. Troppens, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

1. Problemstellung

Hydraulische Baugruppen haben große Bedeutung für Landmaschinen, Traktoren und auch für bestimmte Aufgaben in ortsfesten Anlagen. Eine Einschätzung des Zustands solcher Baugruppen ist wegen der geschlossenen Bauart und des Einbaus in den Maschinen und Anlagen erschwert, so daß oftmals eine nach der Methode „Versuch und Irrtum“ durchgeführte Beseitigung von Schäden, die in einer der Baugruppen des Hydrauliksystems vermutet werden, hohe unberechtigte Aufwendungen an Material und lebendiger Arbeit zur Folge hat. Die weiteren Vorteile der vorbeugenden Instandhaltung nach Überprüfung sind hinlänglich bekannt.

Wenn auch von einigen Fachleuten hinsichtlich der Überprüfung die Meinung vertreten wird, „Hören, Sehen, Fühlen“ reichen aus, um den Zustand beurteilen zu können, der Aufwand für die Überprüfung mit entsprechenden Diagnoseeinrichtungen sei zu hoch (z. B. in [1]), so werden jedoch von anderen Experten die Vorteile der Ausnutzung geeigneter Diagnoseverfahren zur Erlangung sicherer Aussagen anerkannt, und es können Vorteile nachgewiesen werden [2, 3, 4, 5]. Die ersten Vertreter müssen für ihre subjektiven Methoden eine hohe Sachkenntnis und ausreichende Erfahrungen fordern. Das ist in vielen Fällen im Bereich der Landtechnik nicht erfüllbar. Deshalb und wegen ökonomischer Vorteile wird sich die Auffassung der letzteren Vertreter durchsetzen, wenn eine richtige Auswahl aus den möglichen Verfahren nach dem ökonomischen Optimum unter Einbeziehung des Diagnosefehlers (z. B. wie bei [6]) erreicht wird. Anregungen zu Überlegungen in dieser Richtung soll dieser Beitrag geben.

2. Diagnoseverfahren und -einrichtungen, die in der DDR bei Landmaschinen angewendet werden

Bei der Überprüfung von Traktoren und Landmaschinen werden entsprechend den Betriebsanleitungen und Überprüfungsvorschriften [7] Funktionsparameter der wichtig-

sten Baugruppen für die Bewertung des Zustands mit Hilfe der Schadensgrenzwerte herangezogen.

Funktionsparameter sind Drücke (Differenzdrücke), langsam veränderliche Druck-Zeit-Verläufe, Volumenströme (als Druckabfall an einer Meßdrossel gemessen) und einige die Betriebsbedingungen eingrenzende Größen, wie Öltemperatur, Pumpendrehzahl u. a. Als Diagnoseeinrichtungen stehen Manometer, Meßdrossel, Stoppuhr, Flüssigkeitsdruckthermometer bzw. ein Hydraulikprüfgerät HP 80/160 (mit den vorgenannten Baugruppen) zur Verfügung. Die nach [2, 8] bekannten Verfahren sollen nur kurz charakterisiert werden:

An *Druckstromerzeugern* (meistens Zahnradpumpen) wird der Zustand durch die Leistungsfähigkeit, gegeben durch den Förderstrom bei vereinbartem Druck (z. B. 10 MPa) und verglichen mit Grenzwerten, bewertet. Diese Form der Bewertung ist zweckmäßig, da bei unzureichender Förderleistung, bedingt durch die Abnutzung der Bauteile der Pumpen, die Betriebstauglichkeit unzureichend beeinflusst ist, und die Pumpen ausgetauscht werden müssen [9]. Die Zustandsveränderung einzelner Bauteile der Pumpen ist für den Nutzer der Landmaschinen zunächst nicht von Interesse. Eine Bewertung der Diagnosebefunde in Form einer Restnutzungsdauerprognose ist noch nicht möglich, da das Nutzungsdauerverhalten des Zustands (bzw. ausgedrückt durch den Diagnoseparameter) nicht hinreichend genau bekannt ist. Aber für andere den Zustand charakterisierende Größen liegen solche Kenntnisse ebenfalls nicht ausreichend gesichert vor, so daß eine Gut-Schlecht-Bewertung beibehalten werden muß.

Ein erster Schritt zur qualitativ höheren Bewertung wäre die Ermittlung geeigneter Betriebsgrenzwerte [10].

An *Steuer-, Schutz- und Regelventilen* kann die Betriebstauglichkeit durch Überprüfung der Druckwerte kontrolliert werden.

An den geeigneten Punkten im Leitungssystem werden dazu die Drücke bei vorgeschriebener

Stellung der Wegeventile mit einem Manometer gemessen. Auch hier ist bei Vergleich mit den Sollwerten eine Gut-Schlecht-Bewertung möglich. Bei aufgetretenen Fehlern (Ausfällen) kann die Fehlersuche erleichtert werden.

Die Dichtheit von Ventilen, Rohrleitungen und anderen Druckräumen (z. B. in Arbeitszylindern) kann kontrolliert werden, wenn vor den abzudichtenden Räumen ein Druck aufgebaut werden kann. Nach Abschaltung der Öleinspeisung in diesen Raum wird die Veränderung des Drucks über der Zeit verfolgt, indem mit Hilfe einer Stoppuhr die Zeit für einen bestimmten Druckabfall gemessen wird. Durch Schadensgrenzwerte der Druckabfallzeit ist eine Gut-Schlecht-Bewertung möglich. Undichte Bauelemente können herausgefunden und bei zu hohem Leckölstrom vorbeugend ausgetauscht werden. An geeigneten Orten sind Anschlußstellen für die Druckmessung vorzusehen, um möglichst alle wichtigen Baugruppen überprüfen zu können, ohne daß der Aufwand für den Anschluß zu hoch wird.

Hier muß die Zusammenarbeit zwischen Instandhalter und Hersteller weitergehen, um durch diagnosegerechte Konstruktion den Arbeitsaufwand zu senken. In diesem Zusammenhang müssen aber auch die Vorteile für die Diagnose verfolgt werden, die aus der Anwendung anderer Verfahren bzw. andersgearbeiteter Diagnoseeinrichtungen erwachsen. Besonders störend für das Diagnosepersonal (aber auch zeitaufwendig) ist das Zwischenschalten von Meßeinrichtungen z. B. für den Volumenstrom bzw. der Anschluß an schwer zugänglichen Stellen in den Großmaschinen. Nicht nur die Verschmutzung durch das Öl wird besonders problematisch, sondern auch die Verunreinigung des Öls selbst wird zu einer Gefahr für die hydraulischen Baugruppen [11]. Dem Zustand des Öls muß ohnehin größere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da immer kleinere Korngrößen der festen Bestandteile im Öl gefordert werden. Das Ölgroßprüfgerät [8] reicht als Überprüfungseinrichtung nicht aus. Die Kontrolle der Verunreinigungen der Ölfiler durch objektive Diagnoseparameter, z. B. durch

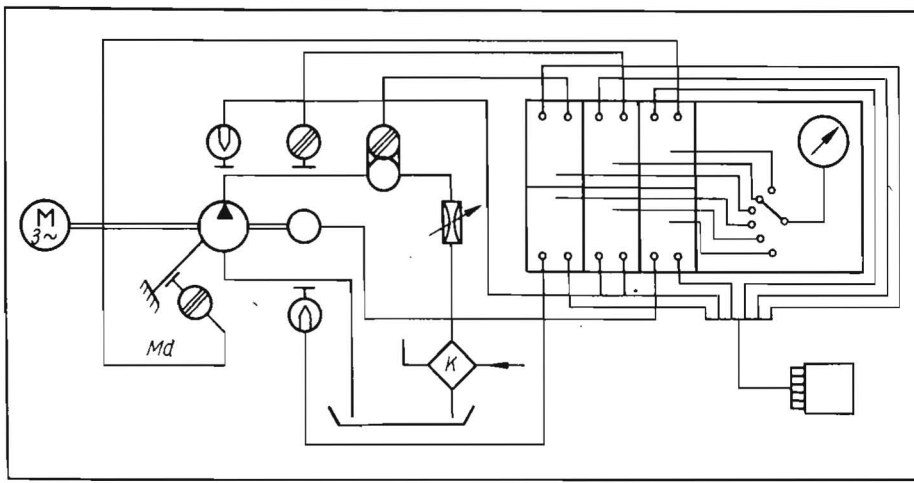


Bild 1. Baugliedplan für die meßtechnische Erfassung des Wirkungsgrads von Hydraulikpumpen

Messung des Druckabfalls mit einem Manometer bei vorgeschriebenem Volumenstrom, kann z. Z. nicht in jedem Fall realisiert werden. Die genannten Mängel (die auch teilweise einer allseitigen Anwendung entgegenstehen) der Diagnoseverfahren und -einrichtungen machen es erforderlich, bei der Hydraulik diese Probleme weiterzuverfolgen, wenn auch hier schon ein höherer Stand der Aussagekraft bei der Überprüfung erreicht ist, als das bei anderen Baugruppen der Fall ist.

3. Zusammenstellung weiterer Diagnoseverfahren und -einrichtungen

Bei der Auswertung der Fachliteratur muß man erkennen, daß es bereits eine Reihe von Varianten der Diagnoseeinrichtungen, aber auch anders gearteten Verfahren gibt, die Vor- und Nachteile haben, die aus den Zeitaufwendungen, den Kosten für die Diagnoseeinrichtungen, der Qualifizierung für die Bedienung dieser Einrichtungen und der Genauigkeit der Aussagen resultieren. Nicht in jedem Fall kann

die Beurteilung der Verfahren und Einrichtungen global getroffen werden. Teilweise ergeben sich besondere Konstellationen aus der Art der verwendeten Baugruppen im Hydrauliksystem, der Anordnung und den Betriebsbedingungen. Es wird hier eine kurze Gegenüberstellung als Zusammenfassung aus einem umfangreicheren Bericht [12] dargestellt.

Für Aussagen über den Zustand von Druckstromerzeugern (Pumpen) benutzt man bei den meisten Verfahren die hydraulischen Funktionsparameter Ölstrom und Öldruck, die direkt oder indirekt gemessen werden (analog auch auf Motoren anwendbar). Bei Abnutzung der Bauelemente in diesen Maschinen verschlechtert sich der Wirkungsgrad der Umwandlung der mechanischen Rotationsenergie in Energie, die als mechanische Energie wieder zur Verfügung gestellt werden kann und dem Fluid innewohnt (bzw. umgekehrt). Eine direkte Bestimmung des Wirkungsgrads, indem wie sonst üblich einzelne Parameter, wie Drehmoment und Drehzahl, einerseits sowie

Volumenstrom, Druck- und Temperaturdifferenzen andererseits gemessen werden (Bild 1), ist zu aufwendig und wäre nur auf Prüfständen möglich. So begnügt man sich mit der Messung der Parameter im Ölkreislauf bei bekannter Drehzahl der Pumpen bzw. Motoren.

Eine Variante ist hierbei die in der DDR benutzte Methode der Messung des Volumenstroms bei den vorgegebenen Parametern Druck, Drehzahl und Öltemperatur zur Beurteilung des Pumpenzustands. In der sowjetischen Landwirtschaft gibt es neben der in der DDR üblichen direkten Messung des Öldrucks an einer Meßdrossel (s. Bild 6) noch einfachere Methoden der Überprüfung, die den Volumenstrom bei einem vorgegebenen Druck zur Grundlage haben. Es wird die Hubzeit definiert belasteter Arbeitszylinder ermittelt [13, 14]. An Traktoren wird, wie es Bild 2 zeigt, dazu an den Einrichtungen der Anbaugeräte eine definierte Last angehängt und mit einer Stoppuhr die Zeit des Anhebens und Absenkens (aus 10 Messungen gemittelt) bestimmt. Antriebsdrehzahl der Pumpe und Öltemperatur sind einzustellen und deshalb zu messen. Bei Abweichungen vom Grenzwert (einige Werte von in der DDR eingesetzten Traktoren sind in Tafel 1 zusammengestellt) müssen die Ursachen — Zustand der Pumpe, Funktionsstörungen bei Ventilen, Leitungen und Arbeitszylindern — näher untersucht werden, wobei in [13] der technologische Ablauf erläutert ist. Diagnoseeinrichtungen sind einfach zu bedienen und unaufwendig, aber die Diagnosezeiten sind hoch im Vergleich mit anderen Verfahren, wie es in [14] eingeschätzt wird, und es wird deshalb an einer Weiterentwicklung unter Ausnutzung elektrischer Meßwertaufnehmer gearbeitet. Für die direkte Volumenstrommessung muß der Hydraulikkreislauf geöffnet werden (wenn nicht permanent eingebaute Meßwandler verwendet werden), auch bei Benutzung anderer Meßeinrichtungen, die aber mit der Zielstellung der genaueren bzw. zuverlässigeren Messung

Tafel 1. Zusammenstellung von Schadensgrenzwerten für sowjetische Traktoren bei Überprüfung mit einfachen Mitteln (aus [13])

Traktortyp	Masse m kg	Zeitdauer für		zulässiges Absenken bei Kontrolle der Dichtheit nach 30 min	
		vollen Hub s	volles Absenken s	Hauptleitung zugeschaltet mm	Hauptleitung abgeschaltet mm
K-700, T-150 K	1 700	5	3	60	35
Belarus	800	4	2	40	25
DT-54 A	1 200	5	3	50	30
DT-75	1 400	5	3	50	30

Bild 2. Überprüfung der Hydraulikanlage am Traktor mit einfachen Mitteln bei Belastung am Arbeitszylinder

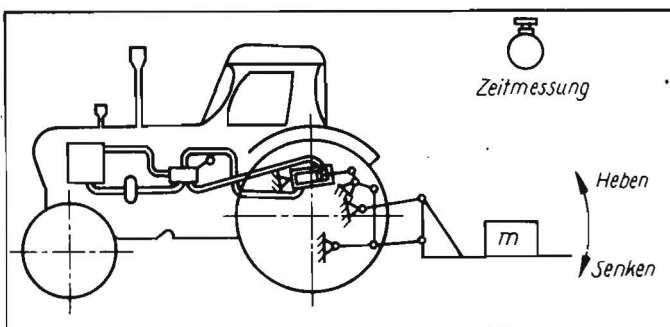
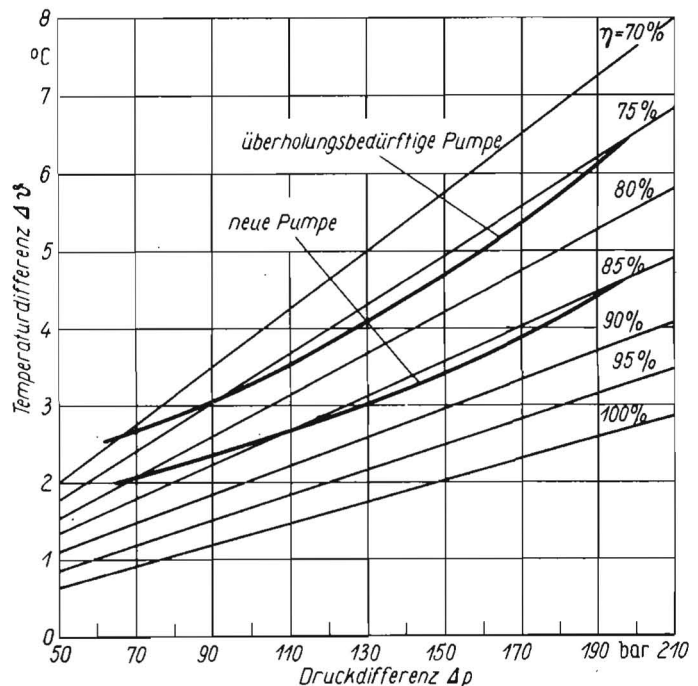


Bild 3. Bestimmung des Gesamtwirkungsgrads von Hydraulikpumpen aufgrund von Druck-Temperatur-Differenzmessungen (n_p , [18])



eingesetzt werden. So sind auch bei Aufnahme der Pumpenkennlinie mit der in [15] bereits vorgestellten elektrischen Meßeinrichtung diese Mängel vorhanden, obwohl der Diagnosefehler kleiner ist, weil die Abnutzung von Zahradpumpen in der Pumpenkennlinie deutlich zum Ausdruck kommt [16] und eine Bewertung wirkungsvoll ist [17].

Aus den physikalischen Grundlagen der Energieumwandlung in Pumpen und Motoren kann nachgewiesen werden, daß die Abnahme des Wirkungsgrads infolge der Abnutzung der Bauelemente mit Hilfe von dynamisch günstigen Meßmitteln für Öltemperaturen (z. B. über die Temperaturdifferenz zwischen Ölzu- und ablauf zur Pumpe, s. Bild 3) indirekt bestimmt werden kann, wenn bestimmte Betriebsbedingungen konstant gehalten werden [18, 19]. Auf dieser Grundlage ist in der BRD ein Gerät entwickelt worden, mit dem bei beliebigen Betriebsbedingungen über Temperaturdifferenzmessungen (über Pumpe und Drosseldrucktopf) der Wirkungsgrad bestimmt werden kann [20, 21].

Definierte Betriebsbedingungen können bei Zahradpumpen von Landmaschinen und Traktoren auch über die Einstellung eines Betriebsdrucks, der Öltemperatur und der Drehzahl der Pumpe eingestellt werden, so daß eine Temperaturdifferenzmessung ausreichend sein kann, wie es die Kurven im Bild 3 nach [18] zeigen und auch in [16] nachgewiesen werden konnte, um die Leistungsfähigkeit der Pumpe einzuschätzen, d. h. den Volumenstrom indirekt zu messen und die bekannten Bewertungskriterien zu verwenden [17]. Das Zwischenschalten einer Meßeinrichtung in den Ölkreislauf kann durch eine Schaltung nach Bild 4 vermieden werden (wobei gegebenenfalls die Thermoelemente permanent eingebaut werden könnten oder in sonst geschlossene Blindstutzen eingeschraubt werden).

Die hauptsächlich durch Lecköl bedingten Wirkungsgradverschlechterungen können an Pumpen und Motoren mit separater Leckölabführung über den Leckölstrom (z. B. als Druckabfall über eine Drossel oder Blende) gemessen werden.

Es ist auch versucht worden, den Gehalt an Verschleißprodukten im Öl bzw. Lecköl für die Beurteilung der Zustandsveränderung von Pumpen und Motoren heranzuziehen. Die hierfür bekannten Verfahren (z. B. in [2] als Grundverfahren behandelt) sind derzeit noch sehr aufwendig und verlangen eine genaue Kontrolle des Hydrauliköls hinsichtlich Ölverlust und -zuführung im System. Von Vorteil bei diesen Verfahren ist aber die gleichzeitige Kontrolle des Ölzustands, um empfindliche Hydraulikbaugruppen vor Verunreinigungen und Abriebprodukten zu schützen.

Weiterhin wurde versucht, Schwingungen, abgestrahlte Geräusche oder Druckschwingungen im Fluid zur Überprüfung heranzuziehen. Qualitativ sind Zusammenhänge zwischen diesen Parametern und den Zustandsveränderungen nachweisbar [5, 16], wie das aus den subjektiven Überprüfungen bekannt ist, aber eine verallgemeinerungsfähige quantitativ auswertbare Beziehung zu den Zustandsgrößen (Diagnosekennlinien, Grenzwerte usw.) und genaue Auswertverfahren sind noch nicht angegeben worden.

Eine weitere wesentliche Zielstellung für die Überprüfung ist die Kontrolle der Abdichtung von Druckräumen entsprechend der Funktionsweise von Elementen, Paarungen dieser Elemente bzw. ganzer Baugruppen, d. h. z. B. von Ventilen, Arbeitszylindern, Schlauchkupplun-

gen usw. Die Druckabfall-Zeit-Messung mit Hilfe von Manometer und Stoppuhr kann in einem modernen Gerätesystem durch eine elektrische Druckmessung mit Registrierung (s. Bild 5) bzw. durch Auswertung des Druck-Zeit-Verlaufs realisiert werden. In der sowjetischen Landtechnik wird zur Anzeige des Lecköls die Bewegung eines Arbeitszylinders bei entsprechender Schaltung (s. z. B. Bild 6) ausgenutzt, die mit einfachen Längenmeßmitteln

nach vorgegebener Einwirkungszeit gemessen werden kann (Grenzwerte sind ebenfalls in Tafel I aufgeführt). In [22] wird z. B. auch dafür plädiert, die Leckölverluste unter Bedingungen zu messen, die der Praxis besser entsprechen, nämlich beim Vorhandensein von Wechsel-druckanteilen. Es wird dazu eine spezielle Prüfvorrichtung mit besonderen Wechsel-druckerzeugern angegeben, die ein Herausfinden von undichten Baugruppen besser gewährleistet.

Die durch das Lecköl erzeugten Verluste führen zu Erwärmungen, die man mit Hilfe der Thermografie (Infrarotmeßtechnik [2]) orten kann, jedoch ist diese Meßtechnik noch zu teuer, um in breitem Umfang angewendet werden zu können. In bestimmten Fällen kann man mit einer Temperaturdifferenzmessung im Öl Baugruppen mit zu hoher Leckage orten.

Die bei der Ölströmung verursachten Geräusche werden für subjektive Überprüfungen herangezogen [1]. Ob sich daraus objektive vibroakustische Verfahren entwickeln lassen, ist derzeit nicht sicher.

Neben der Überprüfung der Dichtheit der genannten hydraulischen Baugruppen werden zur Zustandseinschätzung Funktionsparameter ausgenutzt. Vor allem die Öldrücke bzw. Differenzdrücke geben hier gut meßbare Parameter ab. Neben der Anwendung von mechanischen Manometern mit entsprechenden Meßbereichen und Dämpfungseinrichtungen zur Anzeige von Mittelwerten (wie sie oben genannt wurden) ergeben sich teilweise Vorteile, wenn elektrische Druckaufnehmer verwendet werden und z. B. auch Druck-Zeit-Verläufe registriert werden, wenn bestimmte Steuer- und Regelaufgaben realisiert werden (s. Bild 5). Für die permanente Überwachung sind auch andere einfache Anzeige- oder Schalteinrichtungen verwendet worden, wie z. B. der „Ap-Knopf“ bzw. „Ap-Schalter“ an Ölfiltern, um ein Zusetzen zu signalisieren [5].

Schwingungen der Fluide (Druck-Zeit-Verläufe) und der Rohrleitungen sowie Geräusche lassen sich während der Funktionsabläufe erfassen und weisen bei Störungen und Abnutzungen andere Formen auf. Ähnliches gilt auch für thermodynamische Vorgänge. Diese unter festzulegenden Betriebsbedingungen zu ermittelnden Signale ermöglichen, Funktionsstörungen bzw. den Beginn von unzulässigen Zustandsveränderungen zu erkennen. Für die Landtechnik fehlt hier noch eine systematische Untersuchung der günstigsten Überprüfungsverfahren und -technologien mit dem geringsten

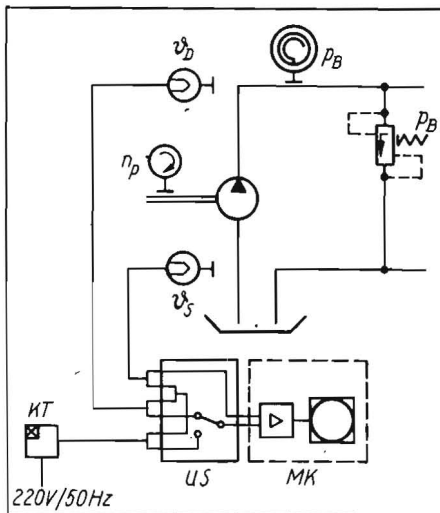


Bild 4. Baugliedplan für die Temperaturdifferenz-Druck-Messung zur Diagnose an Hydraulikpumpen; MK Motorkompensator, US Umschalter, KT Kleinthermostat, P_B Betriebsdruck (am Pumpenschutzventil), ϑ_D Temperatur an der Drückseite, ϑ_S Temperatur an der Saugseite, n_p Pumpendrehzahl

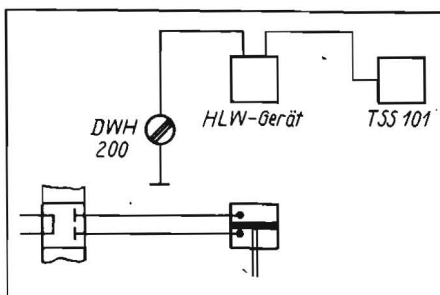
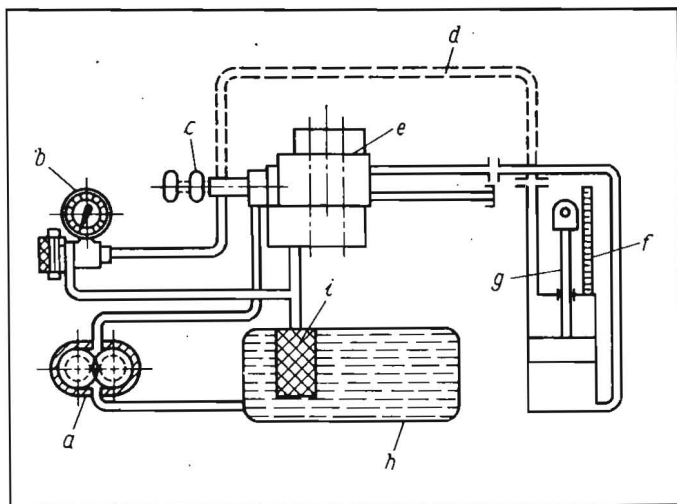


Bild 5. Baugliedplan für die Druckabfall-Zeit-Messung mit elektrischen Meßeinrichtungen

Bild 6. Schema für die Überprüfung der Leckölverluste in den Dichtpaarungen der Ventilbatterie nach [13]; a Pumpe, b Diagnosegerät KI-1097 B, c Anpaßeinrichtung KI-6272, d Verbindungsschlauch, e Ventilbatterie, f Stahlmaß, g Kolbenstange, h Öltank, i Filter



Aufwand (was im Zusammenhang mit der Anwendung der Mikroelektronik durchaus hierfür zutreffend werden kann). Wie bereits oben angeführt, ist der Zustand des Hydrauliköls für die Erhaltung äußerst wichtig. Die angegebenen Verfahren stellen eine Anwendung von Verfahren für ähnliche Zwecke dar. In [1, 5] wird auf mikroskopische Untersuchungen, chemisch-physikalische Analysen, auf Methoden der Teilchenzählung und Verfahren zur Bestimmung des Anteils an Verschleißprodukten und anderen festen Stoffen (spektrometrische Ölanalyse [2]) verwiesen.

4. Zusammenfassung

Entsprechend dem wachsenden Umfang von Hydrauliksystemen in Landmaschinen und landtechnischen Anlagen und in Auswertung der gewonnenen Erfahrungen muß an einer Weiterentwicklung der Diagnoseverfahren und -einrichtungen sowie der diagnosegerechten Konstruktion gearbeitet werden, um optimale Bedingungen für die Überprüfung und damit zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Maschinen und Anlagen zu gewährleisten. Die Ausgangspunkte wurden in diesem Beitrag kurz dargestellt.

Literatur

- [1] Erichsen, J.; Föhl, A.: Vorbeugende Instandhaltung hydraulischer Anlagen durch die „HSF“-Methode. *öhydraulik und pneumatik* 22 (1978) H. 3, S. 133—136.
 [2] Wohllebe, H. u. a.: Technische Diagnostik im

Maschinenbau. Berlin: VEB Verlag Technik 1978.

- [3] Wohllebe, H.: Aufgaben, Bedeutung und weitere Entwicklung der Technischen Diagnostik. *agrartechnik* 23 (1973) H. 9, S. 385—388.
 [4] Nessau, B.; Köhler, H.: Diagnose von Hydrauliksystemen landtechnischer Arbeitsmittel. *agrartechnik* 23 (1973) H. 9, S. 411.
 [5] Schadenfrüherkennung an hydraulischen Anlagen? *öhydraulik und pneumatik* 22 (1978) H. 3, S. 121—131.
 [6] Gäbler, K.: Optimaler Diagnoseaufwand für landtechnische Arbeitsmittel. *agrartechnik* 26 (1976) H. 9, S. 422—423.
 [7] Technologie zur Hauptüberprüfung — Mähdscher E 512. VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Görlitz/Niesky 1977 (Erzeugnisgruppe 18).
 [8] Wohllebe, H. u. a.: Überprüfung von Traktoren und Lastkraftwagen. *Spezialschule für Landtechnik Großenhain* 1975.
 [9] Hlawitschka, E.: Schadensanalytische Untersuchungen an Zahnradschlepppumpen. *agrartechnik* 26 (1976) H. 9, S. 424—426.
 [10] Mauritz, P.: Methoden zum Bestimmen der Betriebsgrenze für Einzelteile und Baugruppen unter Berücksichtigung des Schädigungsverhaltens und der Instandhaltungsmethoden. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Dissertation 1973.
 [11] Hlawitschka, E.: Zur Verschmutzung von Hydraulikflüssigkeiten und ihren Folgen. *agrartechnik* 27 (1977) H. 10, S. 471—473.
 [12] Troppens, D.: Diagnose an hydraulischen Baugruppen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Teilabschlussbericht 1978 (unveröffentlicht).
 [13] Belskich, V. I. u. a.: Technologie der Diagnose von Traktoren (russ.). GOSNITI, Moskva 1973.

- [14] Michlin, V. M.: Technische Diagnostik von Traktoren und Mähdschern (russ.). Moskva: Kolos 1978.
 [15] Troppens, D.; Maack, H.-H.: Elektrische Diagnoseeinrichtungen für Laborübungen. *agrartechnik* 27 (1977) H. 9, S. 407—409.
 [16] Garske, W.: Diagnosekennlinien für Zahnradschlepppumpen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1977 (unveröffentlicht).
 [17] Hlawitschka, E.: Zur Bestimmung von Aussonderungsgrenzen bei Zahnradschlepppumpen. *agrartechnik* 26 (1976) H. 11, S. 555—557.
 [18] Witt, K.: Thermodynamisches Messen in der Öhydraulik; Einführung und Übersicht. *öhydraulik und pneumatik* 20 (1976) H. 6, S. 416; Berechnungsgrundlagen zur Auswertung von Temperatur- und Temperatur-Druckmessungen. *öhydraulik und pneumatik* 21 (1977) H. 3, S. 161.
 [19] Fricke, H.-J.: Ermittlung des Wirkungsgrades von hydrostatischen Maschinen durch Temperaturmessungen. *öhydraulik und pneumatik* 20 (1976) H. 6, S. 424.
 [20] Höflinger, W.: Thermodynamische Wirkungsgradmessung an hydrostatischen Verdrängermaschinen nach dem Drossel-Drucktopf-Verfahren. *öhydraulik und pneumatik* 20 (1976) H. 6, S. 426.
 [21] Höflinger, W.: Meßkoffer-Prototyp für direkte thermodynamische Wirkungsgradmessung an hydrostatischen Pumpen und Motoren. *öhydraulik und pneumatik* 21 (1977) H. 3, S. 151.
 [22] Muchamadejev, S. B.: Transportabler Prüfstand für die Kontrolle des Zustands von Dichtpaarungen der Hydraulikaggregate an Maschinen unter Einsatzbedingungen (russ.). Trudy GOSNITI, Bd. 32 (1971) S. 319—329. A 2152

Erfahrungen zum Schädigungsverhalten ausgewählter Baugruppen des Feldhäckslers E 280

In 5 Pflanzenbaubetrieben des Kreises Wolmirstedt, Bezirk Magdeburg, wurden im Zeitraum vom 1. Januar 1976 bis 31. Dezember 1977

Untersuchungen über das Schädigungsverhalten der Baugruppen Motor, Stirnrad-Wendegetriebe und Stirnrad-Schaltgetriebe des Feldhäckslers E 280 durchgeführt. Die Erfassung und Auswertung der einzelnen Daten erfolgte nach einem bereits erprobten Programm. Die Verteilungsparameter (Tafel 2) wurden mit Hilfe des Kleinrechners SER 2d ermittelt.

Das Pflegeniveau in den untersuchten Betrieben ist differenziert. Die Einschätzung wurde nach

dem Bewertungsschema von Borrmann und Leopold vorgenommen.

Tafel 1 enthält die häufigsten Ursachen für einen Baugruppentausch und gibt Hinweise für die Senkung des Baugruppen- und Materialbedarfs. Dabei sind besonders Wirkung und Einfluß der Wirkkomplexe klimatische Bedingungen (1976 extrem trocken; 1977 feuchte Witterung, gute Wachstumsbedingungen) und subjektives Fehlverhalten zu beachten. Weiterhin konnte festgestellt werden, daß durch vorzeitigen Austausch der Baugruppen Stirnrad-Schaltgetriebe und Stirnrad-Wendegetriebe im Rahmen der Hauptinstandsetzung die Grenznutzungsdauer nur zwischen 50 und 70 % ausgenutzt wurde.

Durch eine exakte Erfassung der Nutzungsdauer der einzelnen Baugruppen und ordnungsgemäßes Ausfüllen der Instandsetzungsprotokolle kann vorzeitigem Wechsel der Baugruppen bei der Hauptinstandsetzung entgegen gewirkt und der Bedarf gesenkt werden. Obwohl die in Tafel 2 angegebenen Verteilungsparameter keinen repräsentativen Querschnitt darstellen (die Untersuchungen wurden an rd. 20 E 280 durchgeführt), sind sie unter analogen Einsatz- und Betriebsbedingungen als Planungsrichtwerte für den Baugruppenbedarf verwendbar. Für eine ingenieurmäßige Bedarfs-ermittlung nach der numerischen Methode stehen hiermit wichtige Kennziffern zur Verfügung. *Beispiel:* Bei einer geplanten durchschnittlichen Nutzungsdauer von 9 200 lDK für das Jahr 1978 wurden mit Hilfe der Erneuerungsfunktion für die untersuchten Betriebe

Tafel 1. Darstellung der Ausfallsursachen

Baugruppe	Angaben zum Baugruppentausch	Anteil neu %	instand ges. %	Erläuterung
Motor	Leistungsabfall	87	37	undichte Schlauchverbindungen im Ansaugsystem mangelnde Filterpflege; 1976 10 Mot. 1977 6 Mot.
	Ölverbrauch	0	25	
	Kolbenfresser	13	25	
	Pleuelstangenbruch	0	13	
Stirnrad-Schaltgetriebe	Verschleiß	20	20	Verschleiß der Schaltäder und Wellen, Lager-schäden
	Austausch bei Hauptinstandsetzung	80	80	
Stirnrad-Wendegetriebe	Verschleiß	45	48	Verschleiß der Lamellenkupp-lung, un-sachgemäße Bedienung
	Austausch bei Hauptinstandsetzung	55	52	

Tafel 2. Verteilungsparameter (gerundete Werte) ausgewählter Baugruppen des E 280

Baugruppe	Zustand der Baugruppe	mittlere Grenznutzungsdauer lDK	Standardabweichung lDK	Variationskoeffizient
Motor	neu	18 800	3 000	16
	instand gesetzt	6 900	3 200	47
Stirnrad-Wendegetriebe	neu	11 100	5 200	47
	instand gesetzt	6 800	3 100	46
Stirnrad-Schaltgetriebe	neu	10 700	3 800	35
	instand gesetzt	9 500	2 200	23