

durch den zufälligen Charakter ihres Ausfalls nach der Ausfallmethode erfolgen sollte. Ihre vorbeugende Instandsetzung ist nur dann möglich, wenn zufällig ein unmittelbar bevorstehender Ausfall erkannt wird (z. B. Anriß infolge Gewaltnutzung). Dieser Gruppe sind zuzuordnen:

- Mähmesser
- Kerbstifte
- Querförderschnecke
- Schachtkette.

Die Effektivität ihrer Instandsetzung kann vor allem durch die Senkung des Instandsetzungsaufwands erhöht werden.

Bei allen Gruppen von Schädigungselementen, Einzelteilen und Baugruppen anwendbare Möglichkeiten zur Effektivitätssteigerung des Instandsetzungsprozesses sind:

- Verbessern der Qualität von Herstellung und Instandhaltung
- Anwendung wissenschaftlich-technisch begründeter Schädigungsgrenzwerte
- Realisieren der Grundsätze der instandhaltungsgerechten Konstruktion [8].

5. Zusammenfassung

Beim derzeitigen Erkenntnisstand sind Schadensbildanalysen eine unverzichtbare Grundlage für das Beurteilen der Zuverlässigkeit technischer Arbeitsmittel und das Ableiten von Maßnahmen zur Verbesserung des wissenschaftlichen, technischen und technologischen Niveaus ihrer Herstellung, Nutzung und Instandhaltung. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse einer im Zeitraum von 1985 bis 1988 an Mähdreschern E512/E514 durchgeführten Ermittlung des Ausfallverhaltens vorgestellt sowie Möglichkeiten und Schwerpunkte für die Verbesserung der Instandhaltung dieser Landmaschinen gezeigt.

Literatur

- [1] Paarmann, J.; März, E.: Untersuchungen an Mähdreschern E512. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Ingenieurbeleg 1986 (unveröffentlicht).
- [2] Schulze, D.: Untersuchungen zur Objektivierung der Kampagneabschlußprüfung von Mäh-

dreschern E512/E514. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1989 (unveröffentlicht).

- [3] Eichler, C.: Instandhaltungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
- [4] Beckmann, G.; Marx, D.: Instandhaltung von Anlagen. Leipzig: VEB Dt. Verlag für Grundstoffindustrie 1981.
- [5] TGL 39 446 Instandhaltung; Termini und Definitionen. Ausg. 3.88.
- [6] Grey, D.: Praktische Erfahrungen bei der Erfassung von Primärdaten zum Bestimmen des Ausfallverhaltens von Instandhaltungsobjekten. agrartechnik, Berlin 38 (1988) 2, S. 80-82
- [7] Eichler, C.: Probleme der Modellierung von Instandhaltungsprozessen aus der Sicht der Bestimmbarkeit des Schädigungsverhaltens. Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Math.-naturw. Reihe 29 (1980) 3, S. 1-4.
- [8] TGL 20 987 Landtechnische Arbeitsmittel; Instandhaltungsgerechte Konstruktion. Ausg. 7.88. A 5685

Diagnose von Elektroanlagen mobiler Maschinen

Dozent Dr. sc. techn. N. Gebhardt, KDT, Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List“ Dresden, Sektion Fahrzeugtechnik

Verwendete Formelzeichen

I	Strom
K	Kapazität
K _t	Gleichzeitigkeitsfaktor
M	Drehmoment
m	Masse
n	Drehzahl
n _N	Nenn Drehzahl
n _M	Motordrehzahl
P	Leistung
P _{zu}	zugeführte Leistung
P _{ab}	abgegebene Leistung
P _{erf}	erforderliche Leistung
P _i	Leistungsbedarf des Verbrauchers i
R	Widerstand
T	Temperatur
t	Zeit
U	Spannung
U _b	Batteriespannung
U _N	Nennspannung
ΔU	Spannungsdifferenz
U _{5s}	Spannung nach einer Meßzeit von 5 s
U _{30s (35s)}	Spannung nach einer Meßzeit von 30 s (35 s)
V	Volumen
Z ₁	Zähnezahl des Anlasserritzels
Z ₂	Zähnezahl des Zahnkranzes der Schwungscheibe
η	Wirkungsgrad
ρ	Dichte

1. Einleitung

Mobile Maschinen mit hochwertigen Ausrüstungen bzw. komplizierten Verbrennungsmotoren und Antrieben werden außer in der Landwirtschaft und im Bauwesen auch in zahlreichen Industriebereichen eingesetzt. Sie sind meist mit Drehstromlichtmaschinen, Reglern sowie vielen anderen elektrischen und elektronischen Baugruppen ausgerüstet. Diese übernehmen eigenständig bestimmte Funktionen, wie z. B. der Blinkgeber, oder sind Bestandteil von komplexen Einheiten zur Meßwertverarbeitung und -anzeige oder zur Steuerung. Die gesamte Thematik hat unter Berücksichtigung energetischer Gesichtspunkte eine zunehmende Bedeutung, da im-

mer mehr Komplexe durch elektronische Signale gesteuert werden. Beispiele sind der steigende Einsatz von Sensoren, die Proportionaltechnik in der Hydraulik und die optimale Steuerung der Verbrennungsmotoren (elektronische Kraftstoffeinspritzung und Regelung des Zündzeitpunktes bzw. des Einspritzbeginns).

Ausgehend vom derzeitigen Stand der handelsüblichen Technik sollen nachfolgend effektive Verfahren zur Diagnose der Elektroanlagen mobiler Maschinen vorgestellt werden. Ihre Anwendung wird mit Hilfe von Blockschaltbildern auch den nicht speziell ausgebildeten Fahrzeugelektrikern anschaulich erläutert.

2. Diagnose von Spannungserzeugern

2.1. Batterien

Der Ladezustand von Batterien kann auf einfache Art und Weise mit Aräometer oder Zellenprüfer bestimmt werden. Diese Geräte ermöglichen eine qualitative Beurteilung des Zustands der Zellen der Batterie. Bei der Anwendung des Aräometers ist der Einfluß der Temperatur unbedingt zu beachten, da der Ladezustand der Batterie und die Säuredichte von ihr abhängig sind. Für die Dichte gilt folgende Gleichung:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Daraus folgt, daß bei fallender Temperatur das Volumen V kleiner wird und somit bei konstanter Masse m die Dichte ρ ansteigt. Dadurch wird bei Temperaturen unter 25°C ein höherer Ladezustand angezeigt, als ihn die Batterie tatsächlich aufweist. Der Einfluß der Temperatur auf den Ladezustand kann unter Anwendung von Tafel 1 berücksichtigt werden.

Zur exakten Ermittlung der Kapazität einer Batterie muß eine entsprechende Kapazitätsprobe durchgeführt werden (Bild 1). Mit dem

Regelwiderstand R wird ein Strom I_E eingestellt, der dem zwanzigsten Teil der Nennkapazität (K₂₀) der Batterie entspricht.

Die Entladung wird abgebrochen, wenn die Zellenspannung von 1,75 V erreicht worden ist. Mit Gl. (2) kann nur die jeweilige Kapazität K der Batterie aus dem Produkt von Strom I und Entladezeit t sowie der mittleren Temperatur während der Entladung berechnet werden:

$$K = \frac{I t}{1 + 0,01 (T - 298 K)} \quad (2)$$

Diese Gleichung gilt für einen Temperaturbereich von 219 K ≤ T ≤ 300 K.

Wird eine Entladetemperatur von 298 K realisiert, so kann die Kapazität aus dem Produkt von Strom und Zeit berechnet werden:

$$K = I t \quad (3)$$

Bei Erreichen einer 20stündigen Entladezeit hat die Batterie eine Kapazität von 100%. Kürzere Entladezeiten bringen die Kapazitätsminderung der Batterie zum Ausdruck.

Diese relativ zeitaufwendige Meßmethode kann umgangen werden, wenn eine Stoßbelastung mit einer höheren Stromstärke durchgeführt wird. So kann z. B. ein Strom eingestellt werden, der der 5fachen Nennkapazität (5 K) entspricht. Bei Anwendung der Stoßbelastung ist darauf zu achten, daß sie hinreichend lange ausgeführt wird, da sonst keine eindeutigen Aussagen gewonnen werden. Andererseits darf die Belastung nicht zu

Tafel 1. Veränderung der Säuredichte in Abhängigkeit von der Temperatur

t °C	ρ g/cm ³	t °C	ρ g/cm ³
5	1,295	30	1,275
10	1,293	35	1,270
15	1,290	40	1,265
20	1,285	45	1,260
25	1,280	50	1,255

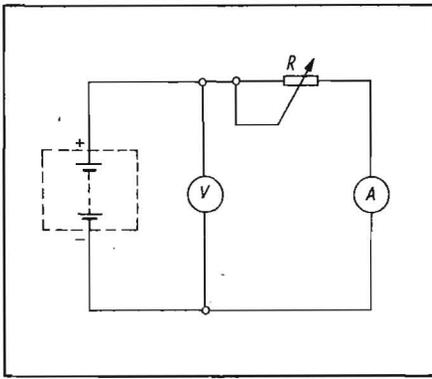


Bild 1. Schaltbild zur Durchführung der Kapazitätsprobe

lange durchgeführt werden, da sie sonst die Lebensdauer der Batterie nachteilig beeinflusst.

Durch den VEB Imperhandel Karl-Marx-Stadt wird ein Akkutester AT-12/250-1 angeboten, der für Bleistabbatterien mit einer Kapazität von 35 bis 80 Ah (Pkw-Batterien) einsetzbar ist. Ausgehend von einer 100%ig geladenen Batterie erfolgt eine 15 bzw. 30 s andauernde Belastung mit einem Strom von $I = 3 K_{20}$.

Werden nach der Belastung für U_B noch 10,2 V erreicht, ist der Zustand der Batterie gut. Bei einer Spannung von 10,2 V bis 9,2 V ist die Batterie noch brauchbar, wobei davon ausgegangen wird, daß der Verbrennungsmotor bei 0°C noch gestartet werden muß.

Da für Batterien größerer Kapazität gegenwärtig keine Akkutester handelsüblich sind, kann durch Rationalisierungsmaßnahmen eine einfache Prüfmöglichkeit geschaffen werden. Als Belastungseinrichtung wird ein Anlasser ausreichender Leistung mit einer mechanischen Backen- oder Scheibenbremse verbunden, so daß bei Betätigung der Bremse ein variabler Strom fließt. Im Bild 2 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem ein Anlasser auf einem handelsüblichen Prüfstand Mikror Super aufgespannt ist, der mit einer mechanischen Backenbremse abgebremst wird.

Unter Anwendung der o. g. Hinweise für den handelsüblichen Akkutester können vom Anwender selbst Kennlinien erstellt werden. Dazu ist die Kapazität neuer und unterschied-

lich alter Batterien mit einem Entladestrom $I_E = 0,05 K_{20}$ entsprechend Gl. (2) zu bestimmen. Dabei ist der Strom auf rd. 3 bis 7 K_{20} zu erhöhen, da sonst eine sehr flache Kennlinie ohne eindeutige Aussage entsteht. Die so ermittelte Kapazität und die nach erneuter Ladung bei Stoßbelastung verbleibende Batteriespannung U_B sind die Grundlage für eine eindeutige Aussage.

In den Bildern 3 und 4 sind z. B. die nach der o. g. Methode ermittelten Kennlinien von 12-V-Starterbatterien (135 Ah) dargestellt. Da die absolute Spannung sehr stark vom Ausgangszustand abhängig ist, wird auf die Auswertung der Spannungsdifferenz nach Gl. (4) orientiert, indem die Spannungswerte nach 5 s und 30 s oder 35 s subtrahiert werden:

$$\Delta U = U_{5s} - U_{30s \text{ (35s)}} \quad (4)$$

Im allgemeinen ist zu beachten, daß mit zunehmender Belastung einerseits die Spannungsdifferenz größer wird, andererseits aber die Streuung der Werte (Bild 3) zunimmt, da die Batterie bis an ihre Leistungsgrenze belastet wird. Das Optimum ist für jeden Batterietyp experimentell zu bestimmen. Eine Auswertung entsprechend Bild 4 hat den Vorteil, daß lineare Kennlinien zugrunde gelegt werden können.

2.2. Generatoren und Regler

Die Generatoren haben in Verbindung mit dem zugehörigen Regler die Aufgabe, die Spannungsverbraucher und die Batterie mit der erforderlichen Spannung zu versorgen. Die durch die zunehmende Anzahl und den größeren Leistungsbedarf der Spannungsverbraucher (Halogenscheinwerfer, Zusatzheizungen u. ä.) bedingte notwendige Leistung kann nur von Drehstromgeneratoren effektiv (Masse-Leistung-Verhältnis) bereitgestellt werden. Durch den Regler wird die Spannung konstant gehalten und ggf. eine Schutzfunktion mit übernommen.

Demzufolge ist bei planmäßig vorbeugenden Maßnahmen am Komplex Generator/Regler zuerst die abgegebene Leistung des Generators zu überprüfen. Das gilt unabhängig vom Typ bzw. vom konstruktiven Aufbau. Unterschiede bestehen lediglich in der abweichenden Anschlußbezeichnung der Generatoren und Regler. Vom Hersteller wird dazu vorgeschrieben, daß der Regler demontiert werden muß und daß der Generator ggf. durch

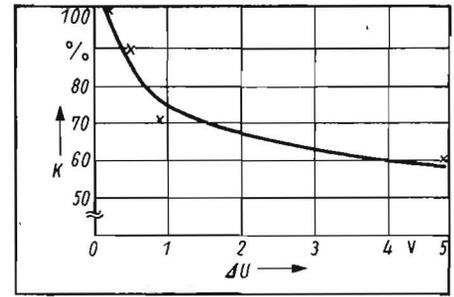


Bild 3. Abhängigkeit der Kapazität von Batterien 12 V 135 Ah von ΔU nach 5 s und 30 s bei einer Belastung von 5 K;
 $K = 75,43 |\Delta U|^{(-0,1671)}$; $r = 0,96$

eine Batterie zu erregen ist. Im Bild 5 ist ein Beispiel für die Leistungsmessung an einem Drehstromgenerator aus DDR-Produktion dargestellt, wobei der Belastungswiderstand so einreguliert wird, daß die Nennspannung bei Nenndrehzahl erreicht wird. Mit Gl. (5) kann aus dem abgelesenen Strom I die erreichte Leistung errechnet werden:

$$P = I U_N \quad (5)$$

Die entsprechenden Nennwerte werden vom Hersteller vorgegeben. Sie betragen z. B. für Drehstromgeneratoren aus DDR-Produktion 14 V und 42 A.

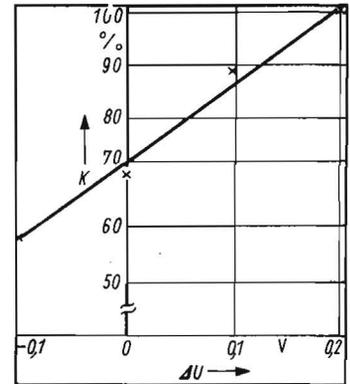


Bild 4. Abhängigkeit der Kapazität von Batterien 12 V 135 Ah von ΔU nach 5 s und 35 s bei einer Belastung von 3 K;
 $K = 58,9 + 139 (\Delta U + 0,1)$; $r = 0,99$

Bild 5. Leistungsmessung an Drehstromgeneratoren aus DDR-Produktion mit mechanischem Regler

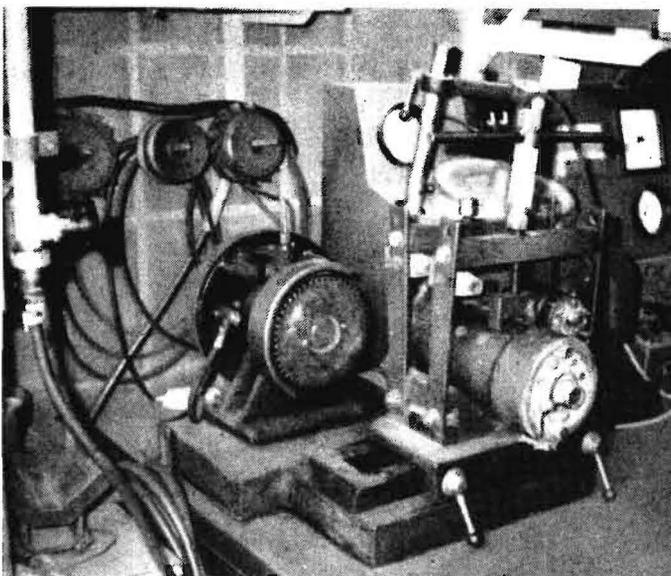
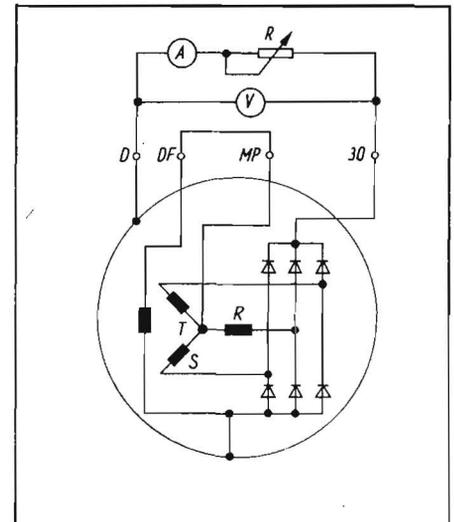


Bild 2
 Belastung von Starterbatterien mit Anlasser und mechanischer Bremse auf einem Elektroph Prüfstand



Eine Unterschreitung der ermittelten Leistung im Vergleich zur Nennleistung bringt eine Schädigung zum Ausdruck, wobei keine allgemeingültigen Grenzwerte bei fehlerfreiem mechanischen Zustand angegeben werden können, da entsprechend dem jeweiligen Einsatzfall der erforderliche Leistungsbedarf abgedeckt werden muß. Durch eine Leistungsbilanz unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeitsfaktoren K_i der einzelnen Verbraucher kann mit Gl. (6) die erforderliche Leistung bestimmt werden:

$$P_{\text{erf}} = \sum P_i K_i \quad (6)$$

Mit zunehmender Differenz zwischen P_N und P_{erf} wird die elektrische Belastung absinken und demzufolge die Lebensdauer der Baugruppen ansteigen, wenn mechanische Schäden, z. B. durch den Einfluß von Schmutz, Wasser, Öl und Überlastung der Lager (zu straffer Keilriemen), ausgeschlossen werden können. Die unmittelbare Umsetzung dieser theoretisch klaren Erkenntnisse bereitet dem Praktiker oftmals Schwierigkeiten, da teilweise Probleme in der Umsetzung der erforderlichen Schaltung (s. Bild 5) bestehen. Außerdem bereitet es oft Schwierigkeiten, den Regler bei modernen Generatoren so zu entfernen, daß die entsprechende Leistungsmessung vorgenommen werden kann, da die Regler unmittelbar am Drehstromgenerator befestigt sind. Deshalb ist es günstig, wenn der Regler am Generator verbleiben kann und für handelsübliche Meßgeräte einfache Blockschaltbilder angegeben werden. Im Bild 6 wird diese Methode unter Anwendung des Geräts Autotest 7B aus der Ungarischen VR verdeutlicht, das seit rd. 10 Jahren handelsüblich und in vielen Betrieben vorhanden ist. Bedingt durch den inneren Aufbau des Meßgeräts ergibt sich ein äußerst einfacher Aufbau der Meßschaltung, da nur an der Klemme 30 (oder B bei Generatoren aus UdSSR-Produktion) ein Anschluß gegen Masse erfolgt. Durch Veränderung des Belastungswiderstands kann bei maximaler Drehzahl des Verbrennungsmotors (Überprüfung in der Maschine) oder aber bei $n \geq n_N$ der maximale Strom abgelesen werden, der aufgrund des Aufbaus der Drehstromgeneratoren selbst begrenzt wird. Zu beachten ist, daß sich bei dieser Methode eine bis zu 10% niedrigere Leistung ergeben kann, da der Regler je nach Einstellung die Spannung konstant hält. Der Einsatz des Elkon-S304 ist im Bild 7 dargestellt. Dabei wird deutlich, daß sich, bedingt durch die vorhandene Strommeßzange, eine weitere Vereinfachung ergibt, indem der Geber nur auf die Verbraucherleitung aufgeklebt werden muß. Außerdem kann die Leistung sofort abgelesen werden. Nachteil ist der nicht vorhandene Belastungswiderstand, so daß ein externer Regelwiderstand mit der entsprechenden Leistung eingesetzt werden muß, da bei Zuschaltung auch sämtlicher Verbraucher i. allg. die maximale Leistung nicht erreicht wird.

Die Prüfschaltungen haben den Vorteil, daß ohne eine Veränderung des Meßaufbaus auch die geregelte Spannung, d. h. die Einstellung bzw. die Arbeitsweise des Reglers, überprüft werden kann. Für den Praktiker reicht das oft aus, da die modernen integrierten Regler sowieso nicht eingestellt werden können und bei Nichteinhaltung der vorgegebenen Kriterien ein Austausch des Reglers notwendig ist.

3. Diagnose von elektrischen Verbrauchern

3.1. Anlasser

Ein wesentliches Kriterium für die Einsatzbereitschaft von Kraftfahrzeugen ist das Startvermögen unter variablen realen Einsatzbedingungen. Es ist außer vom Ladezustand und von der Kapazität der Batterie wesentlich vom Zustand des Anlassers abhängig. Der elektrische Zustand des Anlassers kann nur exakt auf Prüfständen (s. a. Bild 2) überprüft werden, indem für die vorgegebenen Eingangsgrößen gemäß Gl. (7) eine Belastung durch mechanisches Abbremsen erfolgt und so eine Kennlinie $M = f(I, n)$ oder $P = f(M, n)$ aufgenommen werden kann. Mit Gl. (8) kann die abgegebene Leistung bestimmt werden. Bei der praktischen Umsetzung werden im Normalfall zumindest die Werte zweier Betriebspunkte verglichen:

$$P_{\text{zu}} = U I \quad (7)$$

$$P_{\text{ab}} = M n \quad (8)$$

Das Verfahren setzt aber einen Ausbau des Anlassers aus der Maschine voraus, der im Rahmen einer Diagnose kaum gerechtfertigt ist. Hier ergibt sich eine praktikable Methode, indem die Gl. (7) und (8) verknüpft werden und mit Gl. (9) das abgegebene Drehmoment errechnet werden kann:

$$M = \frac{U I}{n \eta} \quad (9)$$

Da es meist Schwierigkeiten bereitet, die Drehzahl des Anlassers zu messen, werden zweckmäßigerweise die Motordrehzahl n_M gemessen und die Zähnezahlen des Anlasserritzels z_1 und des Zahnkranzes auf der Schwungscheibe z_2 rechnerisch berücksichtigt. Somit kann aus den Meßwerten unter Vernachlässigung des Wirkungsgrades η mit Gl. (9a) das abgegebene Moment wie folgt berechnet werden:

$$M = \frac{U I z_1}{n_M z_2} \quad (9a)$$

Dabei ist zu berücksichtigen, daß bei elektrischen Schäden des Anlassers ein größerer Strom fließt und die abgegebene Drehzahl n nicht erreicht wird, d. h., es muß ein Vergleich des Drehmoments bei definierten Werten für Spannung und Strom entsprechend den vom Hersteller angegebenen Vorgaben erfolgen, um die Änderung des Moments bzw. des Wirkungsgrades zu erfassen.

Als Grobprüfmethode ist dieses Verfahren durchaus gerechtfertigt, da bei einer ggf. durchzuführenden Instandsetzung eine Demontage des Anlassers erforderlich ist, so daß er auf einem Prüfstand exakt geprüft oder der spezialisierten Instandsetzung zugeführt werden kann.

3.2. Sonstige Verbraucher

Als sonstige Verbraucher werden alle bisher

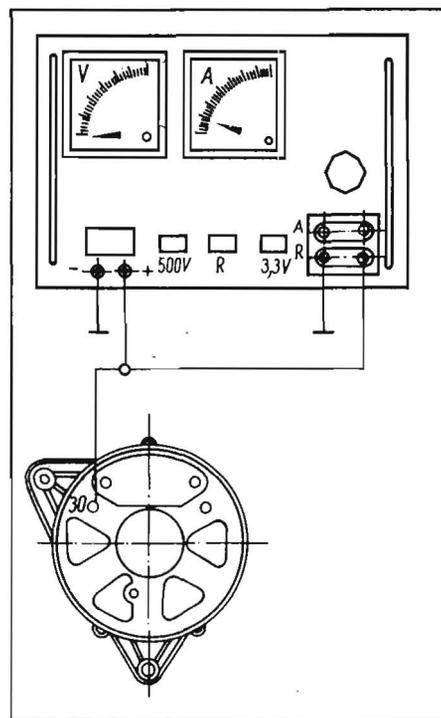
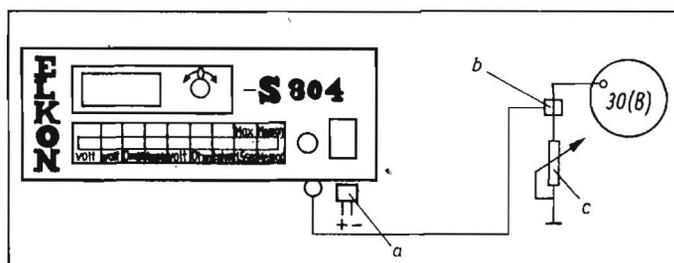


Bild 6. Leistungsmessung an Drehstromgeneratoren mit dem Gerät Autotest 7B bei angebautelem Regler

nicht betrachteten Baugruppen bzw. Elemente bezeichnet, die vor allem aus Lichtanlage, Signalanlage, Zusatzausrüstungen, Scheibenwischer, Elektromotoren u. ä. bestehen. Ihr Anteil wächst erheblich, da heute moderne Zusatzausrüstungen auch zur Nachrüstung und Anpassung an Sondereinsatzfälle angeboten werden bzw. durch den Einzug der Elektronik auch im Kraftfahrzeugwesen eine wesentliche Belegung eingeworfen ist.

Die Überprüfung bezieht sich demzufolge auf eine Funktionsprüfung bei Einhaltung der vorgegebenen Einstellwerte, wie z. B. der x-Werte der Scheinwerfer. Zur Optimierung des Prozesses werden zunehmend permanent wirkende Überwachungseinrichtungen installiert, die z. B. den Ausfall von Elementen anzeigen. So können auch zahlreiche Nebeneffekte erzielt werden, wie u. a. die belastungsunabhängige Blinkfrequenz durch Einsatz elektronischer Blinkgeber. Vor allem in der internationalen Pkw-Elektrik werden Mikroprozessoren eingesetzt. Hier sind Tendenzen erkennbar, daß dem Fahrer permanent, z. B. von LED-Displays oder durch Matrixanzeigen, sofort der Fehler signalisiert wird. Das Hauptproblem besteht damit nicht in der externen Diagnose, sondern in einer Erweiterung der permanenten internen Diagnose durch den Hersteller, so daß auch bei zufälligen Ausfällen sofort eine Meldung an den Fahrer erfolgt.

Bild 7
Leistungsmessung an Drehstromgeneratoren mit dem Gerät Elkon-S304 bei angebautelem Regler; a Batterieklammern, b Strommeßzange, c externer Belastungswiderstand



4. Anforderungen an moderne Meßtechnik

Die in der DDR handelsüblichen Meßgeräte zur mobilen Diagnose der Fahrzeugelektrik entsprechen nicht immer dem neuesten technischen Stand, d. h., es werden nur die Meßwerte analog oder teilweise digital einheitengerecht angezeigt. Eine Bewertung der Meßwerte bzw. Errechnung von Wirkungsgraden, Leistungen u. ä. erfolgt nicht. Hier ergeben sich durch den Einsatz von Rechnerschaltkreisen und entsprechenden Speicherschaltkreisen (ROM und RAM) unerschöpfliche Möglichkeiten. Aus eigenen Erfahrungen kann eingeschätzt werden, daß sich auch mit 8-bit-Rechterschaltkreisen (U 880), 6 bis 18-K Byte ROM und 32 bis 64-K Byte RAM äußerst effektive moderne Meßgeräte aufbauen lassen. Neben der z. B. von der Landtechnik angestrebten Diagnose u. a. der Elektroanlage durch größere Rechnersysteme als Teilkomplex einer Maschinendiagnose sollten auch kleinere handliche Meßgeräte bereitgestellt werden, die voll dialogfähig aufgebaut werden können, so daß sich vor allem folgende Möglichkeiten ergeben:

- einheitengerechte digitale Anzeige
- automatische Meßbereichsumschaltung
- Berechnung und Anzeige von rechnerischen Kenngrößen
- Anpassung beliebiger Kennlinien von Sensoren
- Softwarekompensation von Meßfehlern
- Nullpunktkompensation
- statistische Auswertung der Meßwerte
- Speicherung von Meßwerten
- externe Datenausgabe
- Verbundbetrieb mit anderen Rechnersystemen.

Das Betriebssystem des Rechners kann auch Kennlinien und Einstellwerte für die wesentlichen Baugruppen enthalten. Werte für Neuentwicklungen sind von Hand einzugeben oder auf einem zusätzlich programmierten steckbaren EPROM zu aktivieren.

Unter Einsatz des C571 als AD-Wandler ergeben sich Meßfrequenzen von rd. 2 kHz bei 8 Kanälen und multiplexem Betrieb, der für die Belange der Fahrzeugelektrik ausreichend ist.

Des Weiteren sollen die Meßgeräte eine Strommeßung zur indirekten Strommes-

sung und einen internen Belastungswiderstand aufweisen. Unter Berücksichtigung dieser Hinweise können auch international vergleichbare moderne Meßgeräte zur Verfügung gestellt werden, die auch eine Restbetriebsdauerprognose der untersuchten Baugruppen ermöglichen.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, daß sich in den sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben der DDR durch die konsequente Verbesserung des Pflegeniveaus und durch eine qualitativ hochwertige Durchführung der Diagnose (Einsatz des DS1000) auch der technische Zustand der Elektroanlagen von mobilen Maschinen relativ verbessert hat. Nach wie vor bestehen teilweise Probleme in der praktischen Umsetzung durch fehlende Unterlagen und durch nicht ausreichend ausgebildete Spezialisten. Als Hilfe kann die Broschüre „Überprüfung elektrischer Anlagen mobiler landtechnischer Arbeitsmittel“, die in diesem Jahr als stark überarbeitete Auflage von der Spezialschule für Landtechnik Großenhain herausgegeben wird, empfohlen werden.

A 5452

Automatisiertes Überwachungssystem der Auswerfeinheiten der Trennanlage E691

Prof. Dr.-Ing. E. Rast, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung
Dipl.-Ing. D. Link, KDT, Ingenieurschule für Landtechnik Nordhausen

1. Einleitung

Zu einem zentralen Forschungsauftrag, der die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeitssicherung in Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlagen für Speisekartoffeln betraf, gehörten auch spezielle Untersuchungen, die das Ziel hatten, das Verhalten der Anlagentechnik zu verbessern und die Ausfallzeiten zu verringern. So wurde beispielsweise für die Auswerfeinheiten der automatischen Trennanlage E691 ein neues Überwachungssystem entwickelt.

2. Funktionsweise der Trennanlage

2.1. Röntgentrennverfahren

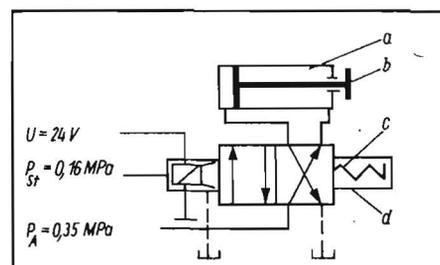
In der automatischen Trennanlage E691 werden Kartoffeln und kartoffelgroße Beimengungen – Steine und Kluten – mit Hilfe des Röntgentrennverfahrens voneinander getrennt. Über ein Kanalband mit 12 parallelen Kanälen werden Kartoffeln und Beimengungen den Strahlenschranken zugeführt. Das Prinzip des radiologischen Trennverfahrens besteht in der Unterscheidung der Kartoffeln von den Beimengungen durch die unterschiedliche Absorption der Strahlen einer Strahlungsquelle. Dabei werden die Trenngüter von der Unterscheidungseinrichtung einzeln abgetastet. Die elektrischen Signale der Unterscheidungseinrichtung setzen die pneumatischen Trennmechanismen in Bewegung und führen zur Auslenkung der Beimengungen aus ihrer Fallinie in den Beimengungskanal. Die Kartoffeln passieren ungestört die Kontrollzone. Mit Hilfe der automa-

tischen Trennung kartoffelgroßer Beimengungen (Steine und Erdkluten) aus dem Erntegut ist es möglich, industriemäßige Verfahren der Kartoffelproduktion einzuführen und handarbeitsintensive Arbeitsprozesse abzulösen [1, S. 348–349].

2.2. Funktionsprinzip der Auswerfeinheiten

Im Bild 1 ist die einseitig angesteuerte elektro-pneumatische Auswerfeinheit dargestellt, die seit 1983 im Einsatz ist. Sie besteht aus dem oben angeordneten, zweiseitig betätigten pneumatischen Arbeitszylinder mit dem Auswerferstößel und einem darunter liegenden elektro-pneumatischen Wegeventil zur Ansteuerung des Arbeitszylinders. Beide Baugruppen sind über eine Zwischenplatte verbunden. Das elektro-pneumatische Wegeventil wird durch eine Rückstellfeder

Bild 1. Schematische Darstellung der Auswerfeinheit;
a pneumatischer Arbeitszylinder, b Auswerferstößel mit Stoßplattenfeder, c Rückstellfeder, d elektro-pneumatisches Wegeventil



in der gezeichneten Grundstellung gehalten. Die Kolbenstangenseite des Arbeitszylinders ist mit Druck beaufschlagt, der Auswerferstößel ist eingefahren. Wird in der Kontrollzone der Unterscheidungseinrichtung (Produktanalysator Typ 25 112) eine Beimengung festgestellt, so erhält das Magnetventil ein Spannungssignal. Dadurch gelangt Steuerdruckluft über einen Leistungsbinärverstärker zu einer Membranstelleinheit, die ein Doppelpansitzventil betätigt, das die Arbeitsdruckluft dem Zylinder zuführt. Die Beimengungen werden ausgestoßen [2, S. 20–21]. Aus den Angaben des Herstellers wurde eine mittlere Geschwindigkeit des Auswerferstößels von 5,07 m/s ermittelt [3].

2.3. Ausfallverhalten der Auswerfeinheiten

Untersuchungen an der automatischen Trennanlage E691 zeigten, daß die Auswerfer ein differenziertes Ausfallverhalten aufweisen. Mit dem Ausfall eines Auswerfers wird jeweils ein Zwölftel der Beimengungen aus dem Einlagerungsgut nicht ausgeschieden. Dadurch treten auf:

- erhöhte Beschädigungen der Kartoffeln auf den Einlagerungsstrecken und damit Erhöhung der Lagerverluste
- schlechtere Ausnutzung der Lagerkapazität, da vermehrt Beimengungen eingelagert werden
- größerer Arbeitsaufwand beim Verlesen der Kartoffeln zur Vermarktung.

Fortsetzung auf Seite 411