

Meßklemmen für den Spannungseingang in einem allseitigen Abstand von 40 mm (standardisiertes Industriemaß) angeschraubt. Zu den Bauelementen gehören handelsübliche Signallampen mit Fassungen, Schalter und Taster, Relais, Sicherungen, Widerstände, Summer, Gleichrichter, Volt- und Amperemeter, Kleinstmotoren, Kondensatoren, Spulen, Transistoren u. a. Sie sind auf kleinen Pertinaxtäfelchen befestigt, die Anschlußschrauben sind mit den unterhalb montierten Steckkontakten elektrisch leitend verbunden. Die Bauelemente werden mit 1,5 mm dicken Aluminiumplättchen, die seitlich in die Meßklemmen einzuschieben sind, zu der gewünschten Gesamtschaltung zusammengefügt.

Die 64 Meßklemmen auf der Pertinaxplatte erlauben fast unbegrenzte Möglichkeiten im Aufbau von Versuchsschaltungen in der BMSR-Technik und Elektronik. Sowohl einfache als auch komplizierte Schaltungen können unter Berücksichtigung wesentlicher didaktischer Prinzipien, besonders aber einer weitestgehenden Entwicklung der Selbständigkeit, auf-

gebaut werden. Der Einsatz vorgefertigter Schaltschablonen mit einer allerdings recht störanfälligen fixierten Verdrahtung bot sich im Hinblick auf eine vereinfachte Versuchsbearbeitung geradezu an; er hätte aber den Prozeß der Erkenntnisbildung nur allzu wenig fördernd unterstützen können.

Es sind 10 Versuchsplätze vorgesehen, wobei an jedem Platze 2 bis 3 Schüler in Gruppen arbeiten. Von einer zentralen Schaltanlage mit Niederspannungsbereichen von 0 bis 42 V werden Gleich- und Wechselstrom auf eine Energiesäule mit den entsprechenden Schaltbuchsen geschaltet. Die Versuchsbearbeitung ist unter Verwendung von Versuchsanleitungen bzw. in Verbindung mit programmierten Materialien möglich.

Es bleibt der Initiative jedes einzelnen Fachlehrers vorbehalten, den Schaltkoffer auch für den Aufbau von pneumatischen Versuchen zu verwenden. Die Meßklemmen dienen dann als reine Haltevorrichtungen für spezielle Bauelemente.

Ing. K. KUHNE

A 7967

## Technische Diagnostik

Dr.-Ing. H. WOHLLEBE, KDT\*

### 1. Aufgabenstellung

Das aus dem Griechischen stammende Wort „Diagnose“ gehört bereits seit Jahrzehnten zum festen Bestandteil unseres Wortschatzes.

Es wird hauptsächlich in der Medizin verwendet und stellt das Urteil dar, das sich der Arzt über das Wesen einer Krankheit bildet. Die Fähigkeit, aufgrund verschiedener Merkmale eine Diagnose zu stellen, bezeichnet man als Diagnostik.

Seit einigen Jahren begegnet man in zunehmendem Maße auch auf dem Gebiet der Technik dem Begriff „Diagnostik“ und zwar im Zusammenhang mit der Instandhaltung von Maschinen und technischen Anlagen.

Analog zur Tätigkeit eines Arztes geht es dabei darum, aus bestimmten, äußerlich erkennbaren oder meßbaren Merkmalen auf den Zustand der Maschine bzw. technischen Anlage zu schließen, ohne daß diese vorher in ihre Einzelteile zerlegt wird.

Zum Unterschied zur medizinischen Diagnostik sagt man auf technischem Gebiet dazu „Technische Diagnostik“.

Aus der Maschinendiagnose sollen im Sinne einer vorbeugenden Instandhaltung Festlegungen über notwendige Instandsetzungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Neben dieser Aussage wird von der Technischen Diagnostik eine möglichst sichere Angabe der noch zu erwartenden Nutzungsdauer bis zu einer notwendigen Instandsetzung gefordert (Restnutzungsdauerprognose).

### 2. Definition des Begriffes „Technische Diagnostik“

Unter der Bezeichnung „Technische Diagnostik“ werden sämtliche Maßnahmen zusammengefaßt, die der Überprüfung des Zustandes von Maschinen und technischen Anlagen dienen, ohne daß diese vorher in ihre Einzelteile zerlegt werden.

Im einzelnen sind dies folgende Maßnahmen:

- Überprüfung des Betriebszustandes
- Überprüfung des Schädigungszustandes und Bestimmung der Restnutzungsdauer
- sicherheitstechnische Überprüfung

- Ermittlung der Notwendigkeit von Pflegemaßnahmen (z. B. Bestimmung des Ölwechselzeitpunktes mit Hilfe von Ölschnellprüfverfahren)
- permanente Überwachung des Zustandes von einzelnen Baugruppen oder Elementen durch Meßeinrichtungen, die in die Maschine eingebaut sind
- Überprüfung der Herstellungs- und Instandsetzungsqualität im Rahmen der Endkontrolle.

Der Begriff „Technische Diagnostik“ wurde jetzt in Anlehnung an die Terminologie in einer Reihe von anderen fortgeschrittenen Industrieländern auch im Instandhaltungswesen der DDR eingeführt und ersetzt die bisher vielfach angewendete Bezeichnung demontagelose Überprüfung.

### 3. Bedeutung der Technischen Diagnostik

Die Entwicklung der Produktion sowohl in der Industrie als auch in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft ist im Zeitalter der wissenschaftlich-technischen Revolution durch das Streben nach einer ständigen Steigerung der Arbeitsproduktivität und einer Senkung der Verfahrenskosten gekennzeichnet. Dabei kommen teure und hochproduktive Maschinen zum Einsatz, die im allgemeinen nicht mehr einzeln, sondern zu Maschinensystemen verkettet arbeiten.

Diese Art von Produktionstechnologie stellt jedoch hohe Anforderungen an die Betriebssicherheit jeder einzelnen Maschine, da der Ausfall einer einzigen Maschine unter Umständen zum Stillstand des gesamten Maschinensystems führen kann.

Da außerdem nach einer möglichst hohen Auslastung der teuren Maschinensysteme getrachtet werden muß, besitzt das Problem der Zuverlässigkeit eine außerordentlich große Bedeutung.

Zur Sicherung der notwendigen Zuverlässigkeit müssen künftig sowohl die Maschinenhersteller als auch die Nutzer und Instandhalter der Maschinen eine Reihe von Maßnahmen durchführen. Dabei wird die Technische Diagnostik eine entscheidende Rolle spielen.

Einerseits wird durch die Anwendung diagnostischer Maßnahmen im Rahmen der Endkontrolle im Hersteller- bzw. Instandsetzungsbetrieb die erforderliche Qualität der produzierten Erzeugnisse gesichert.

\* Leiter des Ing.-Büros für Rationalisierung beim Bezirkskomitee für Landtechnik Dresden

Andererseits erhält der Maschinennutzer durch die Anwendung der Technischen Diagnostik während der Einsatzzeiten einen Überblick über den Zustand der Maschinen, so daß überraschend auftretende Schäden durch vorbeugende Instandsetzungsmaßnahmen vermieden werden können.

Da es bei einer planmäßigen und systematischen Durchführung der Technischen Diagnostik möglich wird, die einzelnen Baugruppen zum günstigsten Zeitpunkt auszuwechseln bzw. instand zu setzen, können bei Gewährung der geforderten Zuverlässigkeit die Instandhaltungskosten für die Maschinen erheblich beeinflußt werden.

Schließlich besitzt die Technische Diagnostik im Zusammenhang mit der geforderten Restnutzungsdauerprognose eine große Bedeutung für die Planung des Ersatzteil- und Baugruppenbedarfs und wird künftig dafür unentbehrliche Informationsdaten liefern.

Die planmäßige Anwendung der Technischen Diagnostik und ihre zweckmäßige Eingliederung in das Gesamtsystem des Hilfsprozesses Instandhaltung wird demnach zu einer Steigerung der Arbeitsproduktivität und zu einer Verminderung der auf das Endprodukt bezogenen Kosten führen.

#### 4. Diagnostische Verfahrensweisen

Bei der Durchführung der Technischen Diagnostik besteht entsprechend der Begriffsdefinition die Aufgabe, ohne Demontage der Maschine einen Überblick über ihren Zustand zu erhalten. Dabei stützt man sich auf bestimmte charakteristische Merkmale, nach denen der Zustand der Maschine beurteilt wird.

In vielen Fällen ist eine direkte Zustandskontrolle nicht möglich, so daß man sich auf indirekte Merkmale stützen muß und daraus Rückschlüsse auf den Zustand der Maschine oder eines ihrer Bauteile zieht.

Zum Beispiel ist es nicht möglich, den Verschleißzustand des Kurbeltriebes eines Motors (Lagerstellen der Kurbel- und Nockenwelle, sowie Pleuellager) direkt zu messen, will man der eingangs gestellten Forderung „Beurteilung ohne Demontage“ gerecht werden.

In einem solchen Falle ist man auf Signale angewiesen, die aus dem Motor kommen und mit dem Verschleißzustand in Beziehung stehen. Ein solches Signal stellen im Falle des Kurbeltriebes eines Motors die beim Motorlauf entstehenden Schwingungen dar.

Aus dem gemessenen und aufgezeichneten Schwingungsspektrum lassen sich durch Anwendung verschiedener Auswertemethoden Rückschlüsse auf den Verschleißzustand des Kurbeltriebes des Motors ziehen.

Das aufgenommene Schwingungsspektrogramm besitzt einen beträchtlichen Informationsgehalt und entspricht etwa dem Erkenntniswert eines Elektrokardiogrammes zur Diagnose von Herzkrankheiten beim Menschen.

Man erkennt daraus, daß die Verfahrensweise der Technischen Diagnostik sehr stark der in der Medizin angewendeten entspricht.

Die Ermittlung des Zustandes einer Maschine muß mit einer praktisch ausreichenden Genauigkeit erfolgen.

Bei der Festlegung der geforderten Genauigkeit sind die Kosten für die Anwendung des Meßverfahrens (insbesondere Meßgerätekosten) dem zu erwartenden Nutzen infolge der durchgeführten Prüfungen gegenüberzustellen. Die Forderung nach maximaler Meßgenauigkeit bei der Technischen Diagnostik wäre deshalb nicht richtig.

Trotzdem wird man bei Beachtung vorgenannten Grundsatzes versuchen, möglichst genau zu messen.

Um eine möglichst genaue und objektive Diagnose zu erhalten, wird man bestrebt sein müssen, bei der Überprüfung möglichst viele Prüfungen mit Hilfe von Meßmitteln durchzuführen, wobei jedoch auch dabei ein Aufwand-Nutzen-Vergleich notwendig ist.

Neben dem Meßgerät werden jedoch zur objektiven, also von menschlichen Einflüssen weitgehend befreiten Einschätzung des Zustandes von Maschinen oder deren Baugruppen noch sogenannte Schadensgrenzwerte benötigt. Mit diesen nach verschiedenen Gesichtspunkten festgelegten Grenzwerten werden die gemessenen Werte verglichen, um über notwendige Instandsetzungsmaßnahmen entscheiden zu können.

Für einfache Teile, deren Zustand äußerlich augenscheinlich leicht festzustellen ist und bei denen der Schadensbeginn im prophylaktischen Sinne bereits die Nutzungsdauergrenze darstellt (z. B. Keilriemen), werden subjektive Prüfmethode sicher auch künftig eine Berechtigung haben.

In diesem Zusammenhang muß auch erwähnt werden, daß keineswegs die Forderung besteht, sämtliche Teile einer Maschine zu überprüfen. Schnell auswechselbare Teile, die ständig mit der Maschine mitgeführt werden können, wird man zweckmäßigerweise so lange benutzen, bis ein Schaden einen Austausch erforderlich macht. Da das Teil vorhanden und schnell austauschbar ist, treten keine nennenswerten Stillstandszeiten der Maschine auf.

Oft wird man den Zustand einer Maschine oder einer ihrer Baugruppen nicht nur anhand eines Merkmals, sondern aufgrund mehrerer Größen einschätzen. Dabei werden sowohl gemessene Größen als auch subjektiv wahrgenommene optische oder akustische Signale zur Beurteilung herangezogen. Auch hierbei ergeben sich enge Beziehungen in der Verfahrensweise zur Human-Medizin. Der Arzt stützt sich bei der Diagnose eines ihm vorgestellten Patienten ebenfalls auf mehrere Informationen, die er teilweise aus Meßwerten, teilweise aus augenscheinlichen Beobachtungen und — hier ist er gegenüber dem Techniker im Vorteil — durch mündliche Aussagen des Patienten erhält.

Interessant ist in beiden Fällen, sowohl auf dem Gebiet der Medizin als auch auf dem Gebiet der Technik, daß man gegenwärtig Versuche anstellt, die Diagnose nicht mehr durch den Überprüfenden, also den Arzt oder den Techniker stellen zu lassen, sondern diese Aufgabe einem Computer überträgt, indem man ihm vorher alle Informationen zuleitet.

#### 5. Schlußbemerkungen

Die Technische Diagnostik stellt gegenwärtig noch ein sehr junges Fachgebiet dar.

Obwohl bereits in einer Reihe von Wirtschaftszweigen im Rahmen der Instandhaltung diagnostische Maßnahmen an Maschinen durchgeführt werden, gilt es noch zahlreiche technische, technologische, organisatorische und ökonomische Aufgaben zu lösen.

Das Ziel muß die Schaffung eines umfassenden Systems der Technischen Diagnostik sein, das vollkommen in den Herstellungs- und Instandhaltungsprozeß integriert ist und bei minimalem Aufwand zur Steigerung der Arbeitsproduktivität und Senkung der Erzeugniskosten in allen Produktionsbereichen beiträgt.

Über Stand und Entwicklung sowie einige Details der Technischen Diagnostik soll in weiteren Beiträgen berichtet werden.

A 8000

---

### Wichtiger Hinweis

#### für alle Nutzfahrzeughalter

Da kürzlich durch einen LKW-Kippanhänger Typ HK 5-1 ein Unfall entstand, machen wir darauf aufmerksam, daß beim Fahren ohne Reserverad unbedingt der Haltebügel und die Knebelmutter von der Reserveradhalterung zu entfernen sind.

A 8017