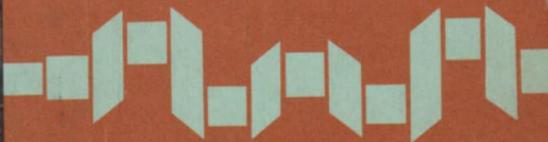


Einführung in die sozialistische Produktion

Klasse

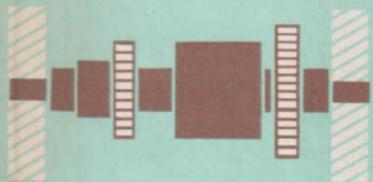
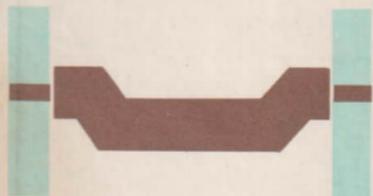
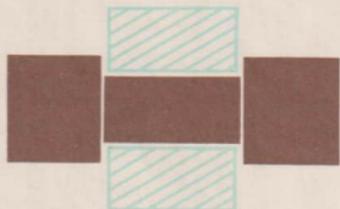
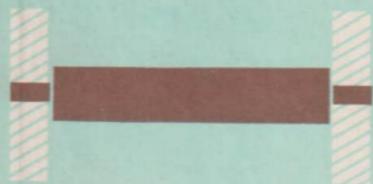
10

Industrielle Gebiete



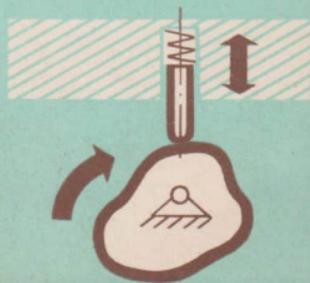
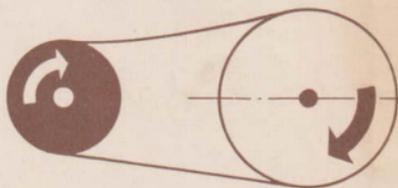
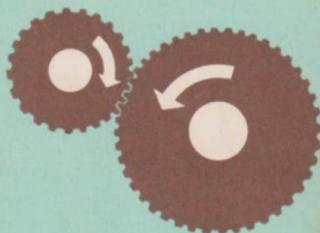
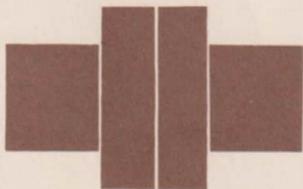
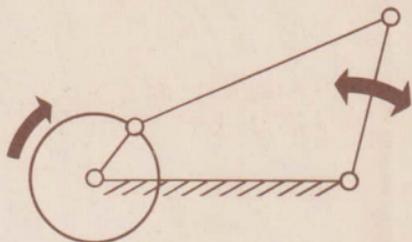
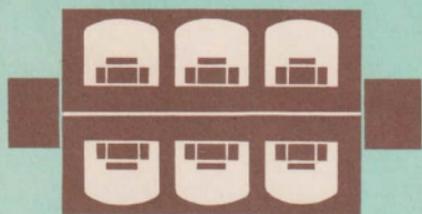
Gerade Achse
Gekröpfte Achse
Gerade Welle
Kurbelwelle

Halszapfen
Kugelpapfen
Gleitlager
Wälzlager



Schalenkupplung
Scheibenkupplung
Klauenkupplung
Kugelgelenkkupplung

Kurbeltrieb
Zahnradtrieb
Zugmitteltrieb
Kurveetrieb



**Einführung
in die sozialistische
Produktion
Klasse 10**

Industrielle Gebiete



Volk und Wissen

Volkseigener Verlag Berlin

1965

Die Manuskripte verfaßten:

Dr. Gerhard Wachner, Groß Glienicke (Drehstrom-Asynchronmotoren),

Heinz Gottschalk, Berlin (Schwachstromtechnik),

Werner Barthel, Halle (Maschinenkunde II außer „Steuer- und Regeleinrichtungen“), unter
Mitarbeit von Dipl.-Ing. G. Christen, Ilmenau,

Heinz Berger, Halle (Steuer- und Regeleinrichtungen),

Kurt Meinzer, Berlin (Ökonomie II),

in Zusammenarbeit mit der Redaktion Polytechnische Bildung und Erziehung des Ver-
lages.

Bei der Bearbeitung einzelner Textstellen wurden bisher erschienene Lehrbücher des Ver-
lages berücksichtigt.

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik als Lehr-
buch für die Oberschule bestätigt.

1. Auflage 1965

Redaktionsschluß: 23. 12. 1964

Redaktion:

Gerda Mehlis · Heinz Graff · Inge Enger

Einband und Vorsatz: Edgar Schellenberg

Grafische Gestaltung: Atelier Volk und Wissen

Volkseigener Verlag Berlin

ES 10 E · Bestell-Nr.: 06 10 01-1 · 2,20 MDN

Lizenz-Nr. 203 · 1000/65 (E)

Satz und Druck: Landesdruckerei Sachsen

INHALTSVERZEICHNIS

ELEKTROTECHNIK II

Drehstrom-Asynchronmotoren

Der elektromotorische Antrieb	6
Die Entwicklung des elektromotorischen Antriebs	6
Standardisierung und Einheitsreihe	7
Kurzschlußläufermotoren	8
Mechanischer Aufbau	9
Entstehen des Motordrehmoments	10
Betriebsverhalten	11
Anlaßhilfen	12
Anlaßwiderstände	13
und Anlaßtransformatoren	13
Stern-Dreieck-Schaltung	13
Kurzschlußläufermotoren mit Stromverdrängung	13
Schleifringläufermotoren	15
Aufbau	15
Anlassen	16
Leistung des Drehstrommotors	17
Schützschaltung	18
Schützschaltung eines Drehstrom-Kurzschlußläufermotors	18
Verwendung von Schützen	19
Schutz des Motors	19
Warten und Pflegen des Motors	20
Störungen am Motor	20
Selbstschalter zum Schutz des Motors	20
Konstruktive Merkmale von Elektromotoren	22

Schwachstromtechnik

Meldegeräte	27
Sichtmelder	28
Hörmelder	30
Schaltgeräte	31
Handbetätigte Schalter	31
Relais und Schrittschaltwerke	32

Zeitrelais	35
Programmgeber	39
Grenzwertschalter	40
Schaltungen	
einfacher Fernsprechanlagen	43
Schaltungen für industrielle Steuerung, Regelung und Überwachung	45
Einfache Verknüpfungsschaltungen	45
Industrielle Schaltungen	48

MASCHINENKUNDE II

<i>Arten und Einteilung der Maschinen</i>	55
Begriff und Aufgabe	56
Einteilung der Maschinen	57
<i>Aufbau und Funktion der Maschinen</i>	59
Grundaufbau der Maschinen	60
Bedeutung der Hauptgruppen der Arbeitsmaschinen	62
Antrieb	64
Kraftmaschinen als Antrieb	64
Gruppen- und Einzelantrieb	66
Übertragungsmechanismen	67
Kraftfluß in der Maschine	68
Maschinenart und Übertragungsmechanismen	68
Einteilung der Übertragungsmechanismen	69
Übertragungsmechanismen zur Änderung der Drehzahl und der Bewegungsrichtung	70
Übertragungsmechanismen zur Änderung der Bewegungsform	74
Wirkungsgrad und Übertragungsmechanismen	76

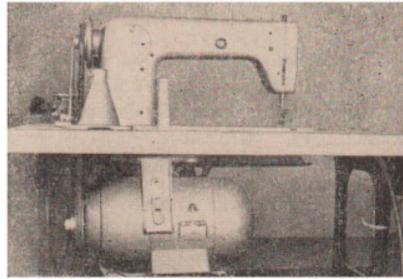
Arbeitsorgane	76	Die Verwirklichung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts	123
Arbeitsorgane und ihre Gestaltung an verschiedenen Maschinen	77	Die Anwendung	
Maschinengestell	79	moderner Technologien	123
Aufgaben des Maschinengestells	79	Die Standardisierung	125
Teile und Formen des Maschinengestells	79	Kooperation und Spezialisierung	130
Steuer- und Regeleinrichtungen	81	Der Übergang von der verfahrensgebundenen zur ergebnisgebundenen Fertigung	135
Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik	82	Die Gruppenbearbeitung in der Industrie	137
Grundarten der Steuerung an Arbeits- und Kraftmaschinen	83	Die Planung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts im Plan Neue Technik	140
Steuer- und Regeleinrichtungen im Zusammenwirken mit den Hauptteilen der Arbeits- und Werkzeugmaschinen	83		
Anwendungsbeispiele für Steuerungssysteme in Maschinen	85	<i>Die Anwendung ökonomischer Hebel zur Steigerung der Arbeitsproduktivität</i>	143
Regeleinrichtungen im Zusammenwirken mit den Hauptteilen der Arbeits- und Werkzeugmaschinen	86	Die materielle Interessiertheit im Sozialismus	143
		Technisch begründete Arbeitsnormen	145
<i>Die Organisation des Produktionsprozesses</i>	90	Gliederung des Arbeitsprozesses	146
Die Fertigungsarten	90	Gliederung des Arbeitszeitaufwands	147
Die Fertigungsprinzipien	93	Die technische Begründung der Arbeitsnormen	149
Die Anwendung der Baukastenbauweise	96	Der Grundsatz „Neue Technik — neue Normen“	150
Die rationelle Ausnutzung der Maschinen und Ausrüstungen	98	Die Anwendung ökonomisch zweckmäßiger Lohnformen	151
		Der Stücklohn	152
		Der Prämienstücklohn	153
		Der Prämienstücklohn nach Plannormen	153
		Der Zeitlohn	155
		Der Prämienzeitlohn	155
		Leistungsabhängige Gehälter für leitende Wirtschaftsfunktionäre	156
		Die Prämien als ökonomischer Hebel	156
		Die Bildung des Prämienfonds	156
		Die Verwendung des Prämienfonds	157
ÖKONOMIE II			
<i>Der wissenschaftlich-technische Fortschritt — Hauptfaktor zur Steigerung der Arbeitsproduktivität</i>	101		
Die wissenschaftlich-technische Revolution in der DDR	101		
Die Hauptrichtungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts	108		
Die Mechanisierung	109		
Die Automatisierung	110		
Die Elektrifizierung	114		
Die Chemisierung	119		

Drehstrom-Asynchronmotoren

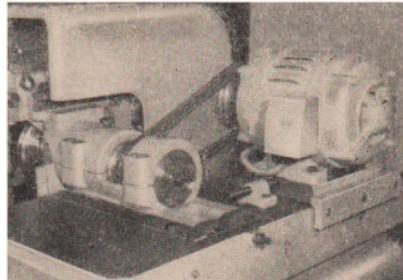
Elektromotoren haben sich zu unentbehrlichen Antriebsmaschinen entwickelt. Mit ihrer Hilfe wird auf relativ einfache Weise elektrische Energie in mechanische umgewandelt. Welche Erleichterungen geschaffen werden können, läßt sich am Beispiel des Nähmaschinenmotors (Bild 5/1) überzeugend erkennen: Die anstrengende Fußarbeit zur Betätigung des Pedals wird durch einen kleinen Elektromotor abgelöst.

Die meisten Werkzeugmaschinen werden heute durch Elektromotoren angetrieben (Bild 5/2). Vielfach werden kleine Motoren als Einzelantriebe verwendet; im Gegensatz zu den Anfangsjahren der Elektrifizierung der Produktion, wo die Maschinen mit Hilfe weniger großer Motoren über Transmissionen angetrieben wurden.

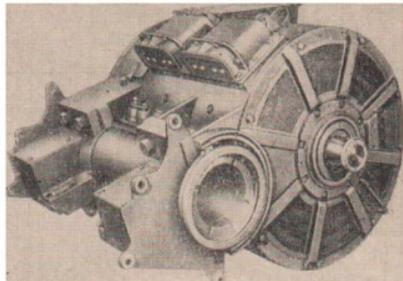
Ein anderes Anwendungsgebiet des Elektromotors ist das Transportwesen: Leistungsstarke Motoren sind in den Elektro-Lokomotiven (Bild 5/3) und in den elektrischen Schnelltriebwagen eingebaut. Diese Motoren entwickeln ein sehr starkes Anzugsmoment, das beispielsweise einen Stadtbahnzug in etwa einer halben Minute vom Stillstand auf die Reisegeschwindigkeit bringt. In der Steuerungs- und Regelungstechnik werden oftmals Elektromotoren mit recht kleinen Leistungen (meist unter 100 W) für den Antrieb von Stellgliedern (Klappen, Ventile) benötigt. Bild 5/4 zeigt



5/1



5/2



5/3



5/4

einen solchen Stellmotor vom RFT Funkwerk Köpenick.

Einen besonderen Platz in der industriellen Produktion nehmen die Drehstrom-Asynchronmotoren ein; sie werden im folgenden näher beschrieben.

Der elektromotorische Antrieb

Die Entwicklung des elektromotorischen Antriebs

Die schnell voranschreitende *Mechanisierung* der industriellen Produktion Ende des vorigen Jahrhunderts verlangte ständig neue und bessere Kraftmaschinen. Die Muskelkraft des Menschen und der abgerichteten Tiere wurde in zunehmendem Maße durch *Kraftmaschinen* ersetzt.

Übersicht 6.1: Anteil verschiedener Energiequellen am Arbeitsaufwand

Energiequellen	1850	1950
Menschliche Muskelkraft	15,4 Prozent	3 Prozent
Zugtiere	78,8 Prozent	3 Prozent
mechanische Antriebskraft aus Brennstoffen und der kinetischen Energie des fließenden Wassers	5,8 Prozent	94 Prozent

Die *Dampfmaschine* hatte zu Beginn des vorigen Jahrhunderts ihren Siegeszug um die Welt angetreten. Bald suchte man jedoch nach neuen Wegen, weil sie für den Antrieb einzelner Maschinen nicht wirtschaftlich war. Wurde sie kleiner gebaut, dann hatte sie eine zu geringe Leistung und einen sehr schlechten Wirkungsgrad.

Der *Otto-* und der *Dieselmotor* lösten die Dampfmaschine vielerorts ab. Sie konnten jedoch der Verbrennungsgase wegen entweder nur im Freien aufgestellt werden oder erforderten ein entsprechendes Rohrleitungssystem, das die Verbrennungsgase wegführte. So war die Suche nach einer geeigneten *elektrischen* Kraftmaschine verständlich.

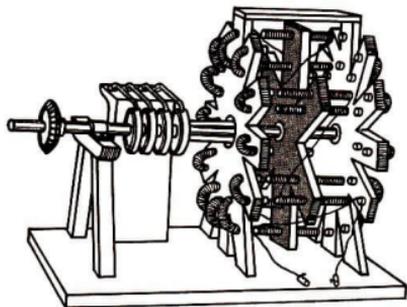
Bereits im Jahre 1821 hatte der englische Physiker FARADAY mit Hilfe eines galvanischen Elements und eines kleinen Apparates den Nachweis erbracht, daß elektrische Energie in mechanische umgeformt werden kann.

Die Konstruktion leistungsfähiger Elektromotoren scheiterte anfangs vornehmlich an Spannungsquellen großer Leistungen.

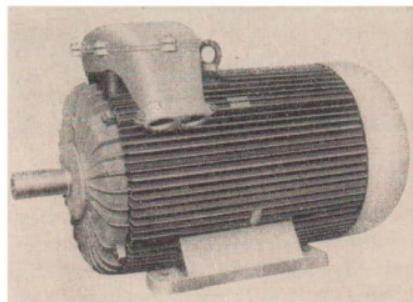
Im Jahre 1838 hatte der deutsch-russische Physiker JACOBI einen Elektromotor vorgeführt, der ein Boot antrieb, mit dem er die Nawa überquerte. Als Spannungsquellen dienten Akkumulatorenbatterien.

Als WERNER VON SIEMENS 1866 das *elektrodynamische Prinzip* entdeckte, war mit der Anwendung des Prinzips der Selbsterregung die Voraussetzung für die wirtschaftliche Erzeugung großer elektrischer Leistungen geschaffen.

1879 zeigte SIEMENS die ersten elektrischen Antriebsmaschinen auf der Berliner Gewerbeausstellung. Der Siegeszug des Elektromotors begann. Damit begann gleichzeitig die Entwicklung des Siemens-Konzerns, der bis zum heutigen Tage Millionenprofite erzielte. Ein wesentlicher weiterer Schritt wurde in den Jahren 1880 bis 1890 gegangen. Die Erzeugung des *Drehstroms* und die Entwicklung der *Drehstrommotoren* setzte ein.



7/1 Jacobis Elektromotor



7/2 Moderner Drehstrom-Asynchronmotor

Besondere Verdienste erwarben die Pioniere auf diesem Gebiet: der italienische Physiker FERRARIS, der kroatische Physiker TESLA und der russische Gelehrte DOBROWOLSKY.

DOBROWOLSKY prägte für den Dreiphasenwechselstrom den auch heute gebräuchlichen Namen „Drehstrom“. Er erkannte, daß dieser Mehrphasenstrom günstige Eigenschaften für Drehfeldmotoren besitzt und baute um 1890 den ersten brauchbaren *Drehstrom-Asynchronmotor*.

Dieser Motor wurde zur wichtigsten Antriebsmaschine von Werkzeugmaschinen entwickelt. Heute sind mehr als 90 Prozent aller Elektromotoren in der Produk-

tion Motoren dieser Art. Daran kann die Bedeutung des Drehstrom-Asynchronmotors für die materielle Produktion erkannt werden.

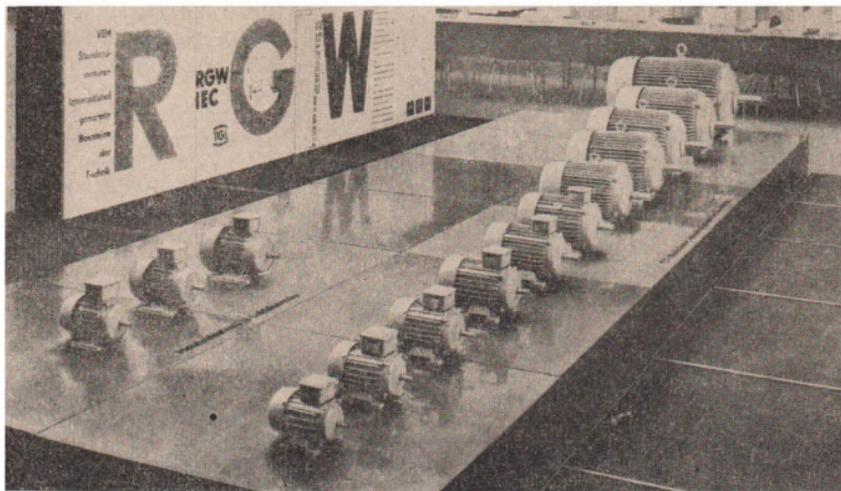
Auch die moderne automatisierte Produktion bedarf vieler Elektromotoren als *Einzelantriebe*. Die erste automatische sowjetische Taktstraße für die Herstellung von Automobilkolben enthielt unter anderem folgende elektrische Aggregate: 84 Elektromotore, 177 Elektromagnete, 1000 verschiedene Schaltgeräte, darunter 98 Schütze, 203 Hilfsschütze und 40 Zeitrelais.

Das Verständnis seiner Vorzüge erfordert die Kenntnis seiner wichtiger Grundsätze der Elektrizitätslehre, die durch die folgenden Fragen wiederholt werden sollen.

- Welche Erscheinungen bezeichnete Faraday als elektromagnetische Induktion?
- Auf welchen physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruht die Wirkungsweise des Elektromotors (elektromotorisches Prinzip)?
- Wie wird Dreiphasenwechselstrom erzeugt?
- Welche Vorteile besitzt das Drehstromnetz?
- Warum nennt man den Dreiphasenwechselstrom auch „Drehstrom“?

Standardisierung und Einheitsreihe

In der Produktion gab es bis vor etlichen Jahren noch einen Wirrwarr verschiedener Drehstrommotoren, die nicht untereinander austauschbar waren. In den ersten Jahren unseres sozialistischen Aufbaus produzierten die Elektromotorenwerke der DDR noch 166 verschiedene Typen Asynchronmotoren mit Käfigläufern im Leistungsbereich von 0,3 bis 10 kW. 1953 begannen im Rahmen der *Standardisierung* die ersten Vorarbeiten zur Entwicklung einer einheitlichen Reihe. Seit



8.1 Drehstrom-Einheitsmotoren

1955 werden die Drehstrommotoren der DDR nach einer Einheitsreihe über den Bereich 0,25 bis 10 kW produziert (Bild 8/1). Die Zahl der Typen ist auf 76 vermindert worden. Durch die teilweise Verwendung gleicher Bauelemente können zusätzliche Werkzeuge und Modelle gespart werden. Daraus erwächst ein wesentlicher ökonomischer Nutzen. Die Einheitsreihe für Drehstrommotoren ist vom RGW¹ und von der IEC² als Grundlage für einen internationalen Standard festgelegt worden.

Kurzschlußläufermotoren

Die Konstrukteure der ersten Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren kannten den Aufbau und die Funktionsweise der Gleich- und Wechselstrommaschinen. Es kam ihnen darauf an, die Nachteile dieser Motoren zu beseitigen. Dazu ge-

hörten die störanfälligen und stark dem Verschleiß unterliegenden *Kohlebürsten* und *Kommutatoren*. Sie brachten die Gefahr der Lichtbogenbildung mit sich und stellten die Konstrukteure vor Probleme der Isolation bei höheren Spannungen.

Es mußte ein Motor geschaffen werden, bei dem die galvanische Stromzuführung zum Anker über rotierende Teile nicht nötig ist. Dabei tauchen folgende Fragen auf:

- *Wie kann dem Anker ohne galvanische Verbindung Strom zugeführt werden? (Vgl. Transformator!)*
- *Wie entsteht beim Gleichstrommotor die Gegenspannung?*
- *Wovon ist die Größe der Gegen-EMK beim Gleichstrommotor abhängig?*
- *Wie können im Ständer eines Drehstrommotors Wirbelströme weitgehend unterbunden werden?*

¹ Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe

² International Electrical Commission

Mechanischer Aufbau

Der feststehende Teil des Motors wird als **Ständer** (Stator), der sich drehende Teil als **Läufer** (Rotor) bezeichnet.

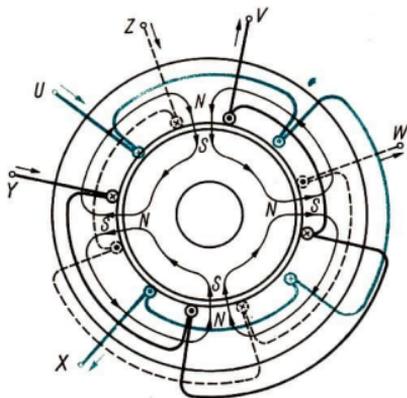
Der **Ständer** besteht aus dem Ständerblechpaket und den Wicklungen.

Das **Ständerblechpaket** besteht aus gestanzten Dynamoblechen, die meist 0,5 mm dick sind. Zur Verringerung der **Wirbelstromverluste** sind die geschichteten Dynamobleche gegeneinander isoliert, d. h. einseitig mit Seidenpapier beklebt oder lackiert. In den Nuten des Ständerblechpakets befindet sich die **dreiphasige** Wicklung. Als Wickelmaterial wird Kupfer- oder Aluminiumdraht mit Lack-, Baumwoll-, Zellwoll- oder Papierisolation verwendet.

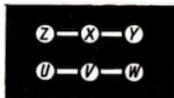
In der DDR wurde Aluminiumdraht mit **Isoperlonlack** als Isolierung für den

Motorenbau entwickelt. Dieses Wickelmaterial setzt sich in immer stärkerem Maße im Motorenbau unserer Republik durch. Es besitzt nicht nur Gewichtsvorteile gegenüber den Kupferwicklungen, sondern auch Vorzüge in der Festigkeit und Beständigkeit der Isolierung.

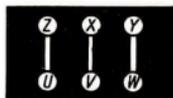
Die Wicklungsanfänge und -enden (Bild 9/1) werden zum Klemmbrett geführt. Das Klemmbrett befindet sich, wenn man auf die Antriebsseite des Motors sieht, im allgemeinen rechts. Es enthält sechs standardisierte Klemmen (Bild 9/2) und ist mit einem Klemmenkasten abgedeckt.



9/1 Wicklung eines Motors mit 2 Polpaaren



A-Schaltung



Δ-Schaltung

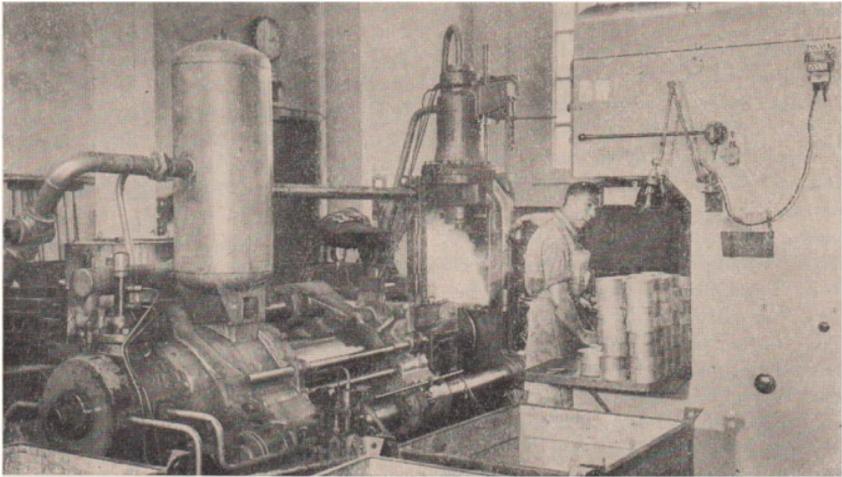
9/2 Klemmbrett-Schema

- Wie entstehen im Leiterwerkstoff **Wirbelströme**?
- Welche **Drehfeldgeschwindigkeit** entsteht in dem auf Bild 9/1 dargestellten Ständer bei der Netzfrequenz 50 Hz?
- Wie kann das **Drehfeld** im Ständer eines Drehstrommotors nachgewiesen werden?
- Was verstehen wir unter dem **Magnetfluß** einer stromdurchflossenen Spule?
- Von welchen **physikalischen Größen** ist die Größe des Magnetflusses abhängig?

Der Läufer. Er besteht aus **Welle**, gestanzten **Dynamoblechen** und den **Wicklungen**.

Käfigläufer werden meist im **Spritz-** oder **Schleudergußverfahren** (Bild 10/1) hergestellt. Die gestanzten Dynamobleche werden in einer Form geschichtet, die in Rotation versetzt wird. Wird nun flüssiges Aluminium in diese Form gegossen, so füllen sich die Nuten einwandfrei mit dem Leiterwerkstoff aus.

Lagerung. Die Welle des Läufers wird in **Wälz-** oder **Gleitlagern** gelagert. Bei klei-



10.1 Herstellung von Käfigläufern

neren und mittleren Motoren werden die Lager von den *Lagerschildern* aufgenommen, für große Motoren ist ein besonderes *Läufergestell* notwendig.

Während kleinere Motoren auf der Antriebsseite (A-Seite) und Gegenantriebsseite (B-Seite) mit *Kugellagern* (Ringrillslagern) versehen sind, besitzen mittlere und größere Motoren auf der A-Seite im allgemeinen *Rollenlager*.

Damit der Leerlaufstrom des Motors nicht zu groß wird, muß der Luftspalt des Motors sehr klein sein. Bei Motoren mit einer Leistung von einem Kilowatt beträgt der Luftspalt etwa 0,3 mm, bei 100-kW-Maschinen nur etwa 1 mm. Dieser kleine Luftspalt erfordert eine genaue Zentrierung und Lagerung des Läufers.

Belüftung. Die *Belüftung* des Motors dient der Abführung der Verlustwärme und verhindert eine Erwärmung über die vorgeschriebene Grenztemperatur hinaus. Die Hauptbelüftungsarten sind die *Durchzugs-* und die *Oberflächen-*

belüftung. Bei den durchzugsbelüfteten Motoren befindet sich auf der A-Seite ein Zentrifugallüfter, der die Luft durch die B-seitige Lagerschildöffnung ansaugt. Die Luft wird über die Wicklungsköpfe, die Blechrücken und Kühlschlitze sowie durch die Luftöffnungen des Läufers geleitet und durch die B-seitige Lagerschildöffnung wieder ausgeblasen. Die Drehrichtung des Motors hat auf die Richtung des Luftstroms keinen Einfluß.

Bei *Oberflächenbelüftung* ist die Gehäuseoberfläche durch Rippen vergrößert. Das Ständerblechpaket liegt im allgemeinen direkt am Gehäuse an. Die Verlustwärme wird dadurch unmittelbar auf das Gehäuse übertragen.

Entstehen des Motordrehmoments

Die Phasenverschiebung des Dreiphasenwechselstroms beträgt $\frac{2}{3} \pi$ oder 120° . Mit

dem Drehstrom wird der Ständer gespeist.

Im Kurzschlußläufer wird eine Gegenspannung zur Ständerspannung induziert, die nach der Lenzschen Regel der Ausgangsspannung entgegengerichtet ist. Um den Magnetfluß völlig im Innern des Läufers zu konzentrieren, muß der *Luftspalt* zwischen Ständer und Läufer sehr klein gehalten werden. Es fließt im Käfigläufer ein starker Induktionsstrom. Der Drehstrommotor wird aus den oben genannten Gründen auch als „Induktionsmaschine“ bezeichnet.

Wie beim Gleichstrommotor wirkt auf den stromdurchflossenen Käfig ein Drehmoment, das den Läufer im Sinne des Drehfeldes mitnimmt. Der Läufer wird dadurch beschleunigt.

Mit steigender Drehzahl nimmt jedoch die *Relativedrehzahl* zwischen Läufer und Drehfeld des Ständers ab. Deshalb werden mit zunehmender Geschwindigkeit die im Läufer induzierte Spannung und damit auch der Läuferstrom I_2 immer kleiner. Damit nimmt auch das Drehmoment M ab, denn dieses ist dem Magnetfluß und dem Läuferstrom I_2 proportional.

Im *Grenzfall* des synchronen Laufs¹ – der wegen der vorhandenen Reibungskräfte nie erreicht werden kann – würde der Läufer relativ zum Drehfeld stillstehen. Dann würde keine Spannung im Läufer induziert.

Die Relativedrehzahl – und damit auch die im Läufer induzierte Spannung – ist am größten, wenn der Läufer stillsteht, also beim Anlauf.

Da die Drehfeldzahl n_d nie vom Läufer erreicht werden kann, nennt man den Motor „*Asynchronmotor*“.

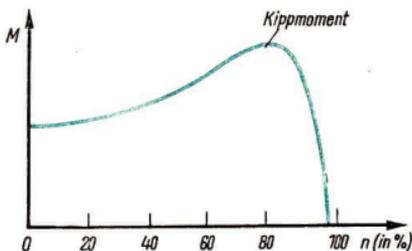
Es ist immer eine Differenz zwischen

Drehfeldzahl n_d und Läuferdrehzahl n vorhanden, die von der Belastung des Motors abhängt. Diese Differenz bezeichnet man als *Schlupfdrehzahl* n_s

$$n_s = n_d - n.$$

Als *Schlupf* s bezeichnet man das Verhältnis (in Prozent) der Schlupfdrehzahl n_s zur Drehzahl n_d :

$$s = \frac{n_s}{n_d} = \frac{n_d - n}{n_d}$$



11/1 Momentenverlauf eines Asynchronmotors

Bild 11/1 zeigt die Momentenkennlinie eines Drehstrommotors in Abhängigkeit von der Drehzahl n . Das maximale Drehmoment des Motors heißt *Kippmoment*.

Betriebsverhalten

Anlauf und Anlassen. Der Anlaufstrom beträgt bei einem 2-kW-Motor etwa das 4fache des Nennstroms. Durch die hohe Läuferstromstärke wird der Läufer schnell beschleunigt.

Leerlauf. Als Leerlauf bezeichnet man den Betriebszustand des Motors, in dem er dem Netz angeschlossen ist, aber noch nicht mechanisch belastet wird. Die Leerlaufdrehzahl wird mit n_0 bezeichnet.

Der Leerlaufstrom der Drehstrommotoren beträgt 20 bis 60 Prozent des Nenn-

¹ synchron – gleichlaufend

stroms. Dieser verhältnismäßig hohe Leerlaufstrom entsteht, weil im Käfigläufer ein Strom fließt, wobei Stromwärme entsteht und auch die Luft- und Lagerreibung Verluste mit sich bringt.

Daß die *Leerlaufdrehzahl* höher als die der Nennzahl ist, liegt darin begründet, daß nur den Reibungs- und Eisenverlusten entsprechende Momente aufgebracht werden müssen. Für die Erzeugung dieser Momente genügt ein kleiner Läuferstrom, so daß die im Läufer induzierte EMK nur klein zu sein braucht.

Belastung. Wenn die Welle des leerlaufenden Motors durch ein Drehmoment mechanisch belastet wird, so kann der Motor das erforderliche Moment M wegen des geringen Läuferstroms zunächst nicht abgeben. Er muß bei dieser Laststeigerung die *verlangte Arbeit* zunächst aus der kinetischen Energie des umlaufenden Ankers nehmen, so daß die *Drehzahl* sinkt.

Durch die Drehzahlminderung nimmt die Relativgeschwindigkeit zwischen Drehfeld und Läufer und damit die im Läufer induzierte EMK und der Läuferstrom I_2 zu.

Der *Schlupf* wird so groß, daß der Motor das neu verlangte Drehmoment erzeugen kann. Der Schlupf hängt also von der Größe des abgegebenen Drehmoments ab. *Schlupf und Drehmoment sind bei nicht zu großer Belastung annähernd proportional.*

Ein Drehstrommotor soll nach Möglichkeit seiner Nennleistung entsprechend eingesetzt werden. Bei einer Teilbeanspruchung, also Abgabe eines Teiles der Nennleistung, wird der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ sehr schlecht ausgenutzt.

AUFGABEN

- *Mit Hilfe welcher physikalischen Gesetze ist zu erklären, daß beim*

Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer ein Drehmoment angreift?

- *Ein Drehstrommotor hat eine Drehzahl von 720 U/min bei 50 Hz. Wie groß sind die Polzahl und die Frequenz des Läuferstromes bei Erreichen der Nennzahl?*
- *Die Wicklungen eines Drehstrommotors sind für 125 V ausgelegt (Dreieckspannung). Welche Spannung kann bei Sternschaltung angelegt werden?*
- *Das Leistungsschild eines Drehstrommotors trägt folgende Angaben:
220 V/17,3 A
380 V/10 A*
 - a) Welcher Strom fließt bei den beiden Schaltmöglichkeiten in den Ständerspulen?*
 - b) Welche Spannung liegt in den beiden Fällen an den Ständerspulen?*

Anlaßhilfen

Als *Anlassen* bezeichnet man das Einschalten des Motors. Dabei treten sehr hohe Anlaßströme auf, die das Fünf- bis Achtfache des Nennstromes betragen. Die hohe Anlaßstromstärke entsteht, weil die Schlupfdrehzahl n_s nach der Gleichung

$$n_s = n_d - n$$

für $n = 0$, also bei Stillstand des Läufers, gleich der Drehfeldzahl ist

$$n_s = n_d.$$

Daher wird im Läufer die maximale Spannung induziert, die das Fließen eines starken Stromes hervorruft. Der Motor kann in dieser Phase des Stillstandes mit einem Transformator verglichen werden. Wenn sekundär eine hohe

Leistung auftritt, muß sie nach dem Energiesatz auch primär dem Netz entnommen werden. Also fließt, da die Netzspannung konstant bleibt, beim Anlassen auch primär eine sehr große Stromstärke.

Diese sehr hohe Stromstärke schadet der Ständerwicklung, die nur für die Nennstromstärke ausgelegt ist. Außerdem wirken sich hohe Anlaßstromstöße nachteilig auf das Netz aus. Sie können z. B. die vorgeschalteten Sicherungen auslösen.

Um die genannten nachteiligen Folgen des Anlassens zu vermeiden, werden verschiedene Maßnahmen zur Verminderung (Begrenzung) des Anlaßstromes getroffen.

Anlaßwiderstände und Anlaßtransformatoren

Anlaßwiderstände. Von der Möglichkeit, den Ständerstrom zu begrenzen, wird bei den „Ständeranlassern“ Gebrauch gemacht. Es sind Vorwiderstände, die in die Phasen R, S und T geschaltet wer-

den, beim Anlassen voll wirksam sind und dann verringert bzw. kurzgeschlossen werden. Meist sind es *Kurbelwiderstände*.

Ihr Nachteil liegt in ihrem Leistungsverlust. Dieser tritt als Wärmeverlust an den Vorwiderständen auf. Dieser Leistungsverlust geht für die Motorleistung während des Anlassens verloren, außerdem wird das Anzugsvermögen des Motors dadurch geschwächt.

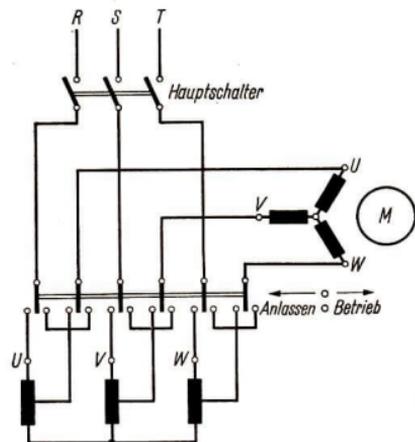
Anlaßtransformatoren. Mit ihnen wird die Ständerspannung durch eine kleinere Sekundärspannung des Transformators herabgesetzt und kann in den gewünschten Grenzen gehalten werden (Bild 13/1). Oft werden Spartransformatoren mit Mittelanzapfung verwendet. Anlaßtransformatoren sind ihrer zusätzlichen Kosten wegen nur bei größeren Maschinen rentabel.

Stern-Dreieck-Schaltung

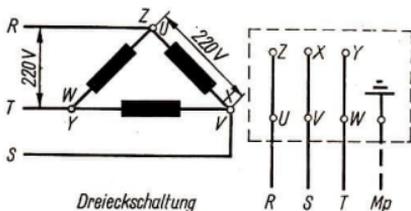
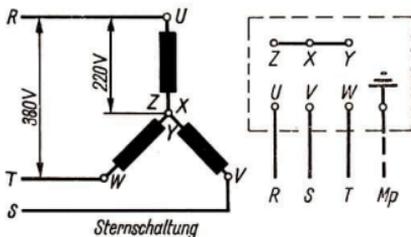
Diese Schaltung bietet die dritte Möglichkeit, den Ständerstrom beim Anlassen zu begrenzen. Dabei liegen die Ständerspulen beim Einschalten in Sternschaltung – also hintereinander –, während sie nach dem Anlaufen im Dreieck – also nebeneinander – geschaltet werden. Wenn die Netzspannung 380 Volt beträgt, so liegen bei Sternschaltung nur 220 Volt an jeder Spule (Bild 14/1). Der abgebildete Walzenschalter gestattet, die Motorwicklungen von Stern- auf Dreieckschaltung umzuschalten (Bild 14/2).

Kurzschlußläufermotoren mit Stromverdrängung

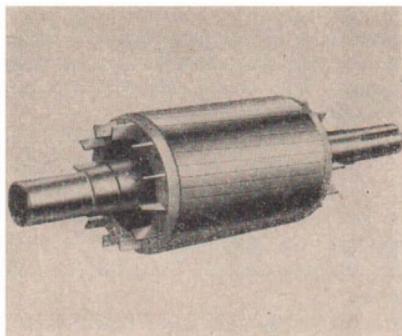
Auch der mit Stern-Dreieck-Schaltung versehene Motor hat den Nachteil, daß



13/1 Schaltbild eines Anlaßtransformators



14/1 Drei Spulen in Stern- und in Dreieckschaltung



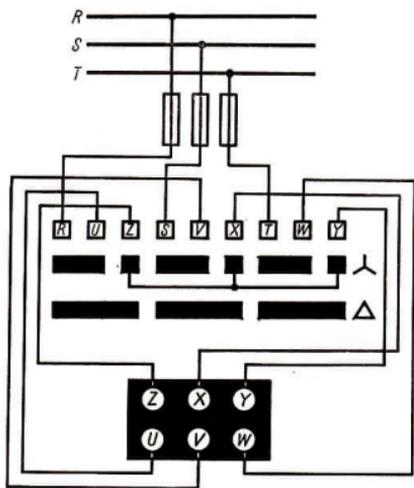
14/3 Stromverdrängungsläufer

Um diesen Nachteil zu beseitigen, versucht man, den Läuferstrom beim Anlassen zu begrenzen.

Beim Stromverdrängungsläufer wird das mit verhältnismäßig einfachen Mitteln erreicht (Bild 14/3).

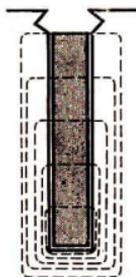
Statt eines einfachen Rundstabläufers wird ein Hochstabläufer verwendet. Ein Stab mit den umgebenden magnetischen Feldlinien ist in Bild 14/4 dargestellt.

Der Käfig besteht aus hohen, schmalen Stäben. Bei diesen Läufern fließt der Strom beim Anlassen vornehmlich im oberen Teil des Stabes. Das bedeutet eine Querschnittsverkleinerung und damit eine Widerstandsvergrößerung und Begrenzung der Anlaßstromstärke.



14/2 Stern-Dreieck-Schalter (Schema)

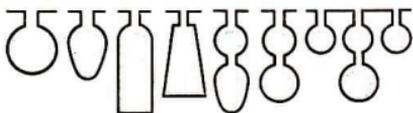
sein Anzugsmoment in Sternschaltung geringer ist als bei direktem Anschluß des Motors in Dreieckschaltung.



14/4 Feldlinienverlauf beim Hochstabläufer

Durch eine Querschnittsvergrößerung des inneren Teiles des Stabes kann erreicht werden, daß bei der Nenndrehzahl der größte Teil des Läuferstromes im Inneren des Käfigs fließt, weil dort infolge des größeren Querschnitts der Ohmsche Widerstand am kleinsten ist.

In Bild 15/1 sind verschiedene Läuferformen dargestellt.

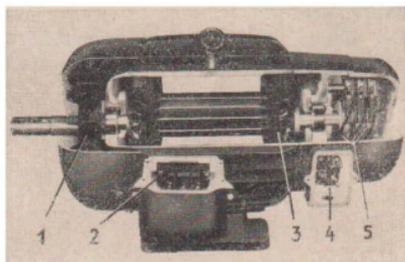


15/1 Läuferformen

Durch Stromverdrängungsläufer wird eine Verringerung der hohen Anlaßstromstärke bei Erhaltung eines großen Drehmoments gewährleistet.

Schleifringläufermotoren

Bei großen Motoren, im allgemeinen mit Leistungen über 30 kW, verwendet man häufig Schleifringläufermotoren. Bei ihnen wird der Läuferstrom über Schleifringe zu Anlaßwiderständen geleitet, die die Stromstärke begrenzen.



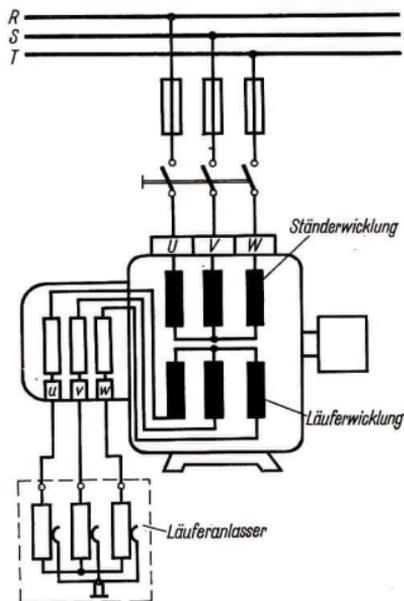
15/2 Schnittmodell eines Schleifringläufermotors
1 Läufer, 2 Klemmenkasten, 3 Läufer mit Wicklungen, 4 Klemmen zum Anschluß des Läuferanlassers, 5 Schleifringe

Aufbau

Der Läufer des Schleifringläufermotors unterscheidet sich vom Läufer des Kurzschlußläufermotors grundsätzlich nur durch die Art der Wicklung. Sie ist meistens ähnlich wie der Ständer dreiphasig gewickelt und in Stern geschaltet. Die Anfänge der drei Wicklungen werden je an einen Schleifring geführt. Über Bürsten sind die Schleifringe mit drei veränderlichen Anlaßwiderständen verbunden.

Der äußere Aufbau der Drehstromanlasser entspricht dem des Anlassers für Gleichstrommotoren.

Die Schleifringe bestehen aus Kupfer-Zinn-Legierungen oder, wenn die hohe



15/3 Läuferanlasser für Schleifringläufermotor mit dreiphasigem Läufer

Anlaufgeschwindigkeit eine entsprechende Festigkeit erfordert, aus Stahl. Als *Bürsten* werden kupferhaltige Kohlen verwendet.

Wenn der Motor die Betriebsdrehzahl erreicht hat, werden die Schleifringe kurzgeschlossen. Damit wird die Verbindung zu den Anlaufwiderständen stromlos. Der Motor läuft dann als Kurzschlußläufermotor. Um die Schleifringe und Bürsten vor schneller Abnutzung zu schützen, besitzen die meisten Schleifringläufermotoren eine *Bürstenabhebevorrichtung*. Durch Betätigung eines Hebels werden dann nach dem Kurzschließen der Schleifringe die Bürsten durch Nocken abgehoben.

Anlassen

Beim Anlassen von Schleifringläufermotoren mit Bürstenabhebevorrichtung müssen die Bürsten vorher aufgelegt

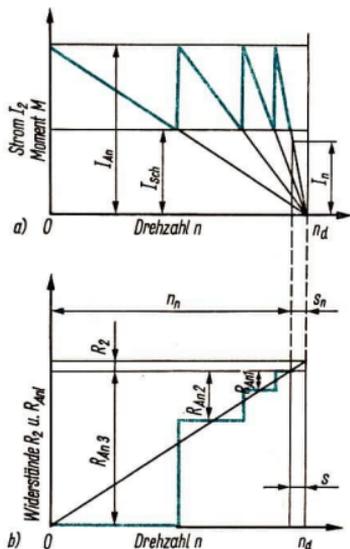
werden. Nach dem Einschalten des Motors wird der Anlasser (Bild 15/3) allmählich kurzgeschlossen.

In die Läuferwicklung wird ein zusätzlicher *Anlaufwiderstand* geschaltet. Er ist über die Schleifringe zu einem Teil des Läuferstromkreises geworden. Der Anlasser enthält drei Widerstände, die durch einen drehbaren, dreiarmligen Kontaktbügel in Stern geschaltet sind. Wie ein Gleichstromanlasser ist jeder Widerstand in mehrere Abschnitte unterteilt und zu Kontakten geführt. Durch Drehung der Kontaktbügel kann der Anlasser stufenweise geschaltet werden.

Ein Drehstromanlasser darf *nicht abgeschaltet* werden, weil dann der Läuferstromkreis unterbrochen wird. Wenn am Schleifringläufermotor eine Bürstenabhebevorrichtung vorhanden ist, müssen die Schleifringe gleichzeitig kurzgeschlossen werden. Dann befinden sich die Wicklungen in Sternschaltung.

Der Anlasser wird so bemessen, daß der Motor bei *mäßigem Anlaufstrom ein großes Anzugsmoment* liefert. Er bewirkt, daß ein bestimmter Anlaufstrom I_{An} nicht überschritten wird. Da der Anlasser in Stufen geschaltet wird, erhält man wechselnde Stromstärken und damit wechselnde Größe der abgegebenen Drehmomente.

Bei einem kontinuierlich arbeitenden Anlasser könnte das Moment konstant gehalten werden.



16/1 Verlauf des Stromes I_2 und des Moments M (Bild 16/1 a) beim Anlassen eines Schleifringläufermotors mit Stufenwiderständen R_{An3} bis R_{An1} (Bild 16/1 b)

Nach dem Einschalten nimmt die Drehzahl des Motors zu. Dadurch wächst die Gegenspannung, und die Läuferstromstärke nimmt ab. Ist sie bis zur *Schaltstromstärke* I_s abgesunken, so wird der nächstkleinere Anlaufwiderstand vorgeschaltet, und die Stromstärke wächst wieder bis zum Anlaufspitzenstrom an. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis annähernd die Nenn Drehzahl des Motors erreicht ist und ohne Anlaufwiderstände die Nennstromstärke fließt.

Leistung des Drehstrommotors

Im Physikunterricht der Klasse 9 wurden Leistungsberechnungen sowohl des Gleich- als auch des Wechselstroms durchgeführt. Zur Darstellung von Leistungen des Drehstrommotors sollen zunächst folgende Fragen beantwortet werden.

- Wiederholen Sie die Begriffe *Blindstrom, Leistungsfaktor, Scheinleistung, Wirkleistung!*
- Mit Hilfe welcher Gleichung wird
 - a) die Leistung des Gleichstroms
 - b) die Leistung des Wechselstroms berechnet?
- Welche Maßeinheiten werden für Leistungsangaben verwendet?

Die Wirkleistung wird in Watt oder Kilowatt angegeben. Dabei bedeuten U_L und I_L die *Effektivwerte* der Leiterspannung bzw. -stromstärke. Die Scheitelwerte ergeben sich durch Multiplikation mit $\sqrt{2}$. Es gibt also

$$\hat{u} = \sqrt{2} \cdot U_L^1$$

1 \hat{u} : Scheitelwert, gesprochen „U Dach“

Wird der Motor in *Dreieck* geschaltet, so gilt dieselbe Leistungsformel; denn dann bleibt

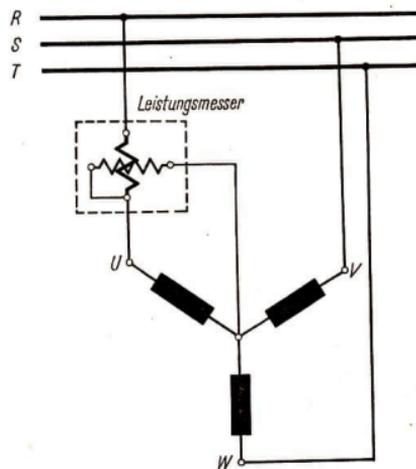
$$U = U_L, \text{ aber } I = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

Leistungsmessung. Die Wirkleistung eines Wechselstroms kann unmittelbar an einem *Leistungsmesser* abgelesen werden. Dieses Instrument, dessen Meßwerk im allgemeinen zwei gekreuzte Spulen besitzt, erfährt den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ mit. Das Drehmoment wird nämlich um so größer, je kleiner die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung ist. Wenn es kleiner wird, wächst der Wert von $\cos \varphi$, also der Leistungsfaktor. Der Ausschlag bei diesem Instrument erfolgt proportional zur Größe des Leistungsfaktors.

Eine zweite Möglichkeit der Leistungsmessung ergibt sich durch die Messung der *Scheinleistung*

$$P_S = U \cdot I$$

mit Spannung- und Strommesser für Wechselstrom sowie der Ermittlung der



17/1 Ein-Wattmeter-Schaltung

Phasenverschiebung mit einem $\cos\varphi$ -Messer.

Die Wirkleistung ergibt sich dann durch Multiplikation der Scheinleistung mit dem Kosinus der abgelesenen Phasenverschiebung

$$P = P_S \cdot \cos \varphi = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Da bei Drehstrommotoren eine *symmetrische* Belastung aller drei Phasen vorliegt, genügt im allgemeinen für die Leistungsmessung die sogenannte „Ein-Wattmeter-Schaltung“ (Bild 17/1).

Die *Gesamtleistung* ergibt sich aus der Multiplikation mit $\sqrt{3}$.

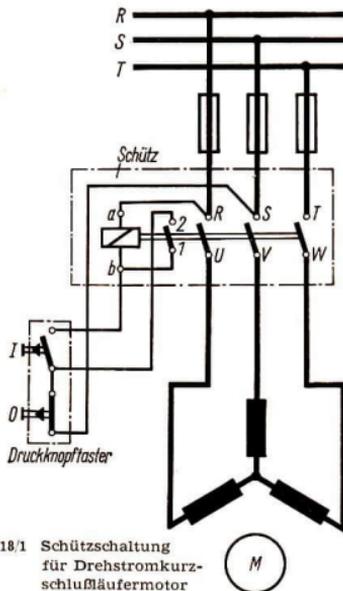
Schützschtaltung

Schützschtaltung eines Drehstrom-Kurzschlußläufermotors

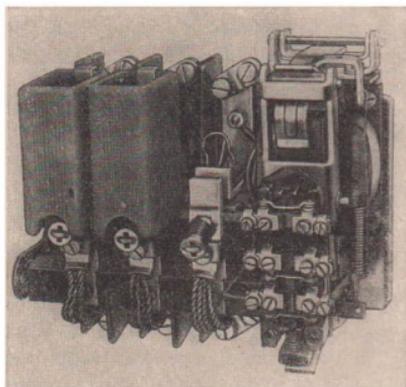
Bild 18/1 zeigt die *Schützschtaltung* eines Drehstrom-Kurzschlußläufermotors mit Druckknopfbetätigung. Die im Schaltschütz bzw. in der Druckknopftastertafel vereinigten Bauteile und Anschlüsse sind in den in Punkt-Strich-Linien gezeichneten Rechtecken zusammengefaßt. Beim Betätigen des Einschaltdruckknopfes (Schließer I) wird die Spule des Schaltmagneten erregt und sein Anker angezogen. Dabei werden die beweglichen Schaltstücke¹ gegen die festen Schaltstücke gedrückt und schließen den Ständerstromkreis des Motors. Der Motor läuft an.

Zugleich mit den Hauptschaltstücken schließt sich der Hilfsschalter 1–2 (Selbthaltekontakte). Dadurch bleibt auch beim Rückgang des Einschalttasters der Erregerstromkreis geschlossen. Das Schütz bleibt also eingeschaltet.

¹ Schaltstücke: Kontakte des Schalters



18/1 Schützschtaltung für Drehstromkurzschlußläufermotor



18/2 Luftschütz LF 25

Wenn der Motor ausgeschaltet werden soll, wird der Ausschaltdruckknopf (Öffner 0) betätigt. Dadurch wird der Erregerstromkreis des Schaltmagneten ge-

öffnet, und das Schütz fällt ab. In Bild 18/2 ist ein vom VEB Elektro-Apparate-Werke, Berlin-Treptow, gebautes *Einbauschütz* LF 25 dargestellt. Ein Kunststoffgehäuse trägt die festen *Kontakte* des Schützes. Unterhalb des Gehäuses ist auf einem geblättrerten Metallrahmen der Schaltmagnet befestigt. Bei Stromfluß durch die Erregerspule wird der Rahmen mit den *Gegenschaltstücken* senkrecht nach oben bewegt.

Das abgebildete Schütz besitzt *Silberkontakte* mit doppelter Unterbrechung je Pol. Dadurch wird der *Übergangswiderstand* und damit die Stromdichte an den Kontakten geringer. Die *Mehrfachunterbrechung* des Stromes bei Schaltgeräten gewährleistet eine gute *Lichtbogenlöschung* und einen geringen *Schaltstückabbrand*. Durch diese konstruktive Maßnahme wird die Lebensdauer der Schaltstücke erhöht.

Verwendung von Schützen

Schütze werden für die Steuerung von Motoren für Arbeitsmaschinen mit großer *Schalzhäufigkeit* verwendet. Die Lebensdauer der Schütze liegt um einige Größenordnungen höher als die des verklinkten Selbstschalters. Die mechanische Schaltzahl beträgt 5 bis 10 Millionen. Die Lebensdauer der Schaltstücke läßt sich jedoch im allgemeinen noch nicht so hoch treiben.

Ein Nachteil des Schützes ist, daß es ständig Energie benötigt, die durch den ständigen Strom über die Spule bedingt wird.

In Vielmotorenanlagen werden die Schütze der Motoren durch spezielle Walzenschalter, sogenannte *Meisterschalter*, betätigt.

Die Kontakte von Schaltschützen können in Luft oder in Öl unterbrechen. Im ersten Fall – wie beim abgebildeten LF 25 – nennt man sie *Luftschütze*, im

zweiten Fall *Ölschütze*. Für kleinere und mittlere Stromstärken werden Luftschütze in offener Bauart für Verwendung in trockenen und staubfreien Räumen gebaut. Sie werden auch in blech- oder gußgekapselter Ausführung hergestellt. Luftschütze sind wesentlich kleiner und leichter als Ölschütze. Letztere haben eine weitaus höhere Kontaktlebensdauer.

Ölschütze werden vornehmlich in feuchten Räumen und Betrieben mit großem Schmutzanfall sowie in chemischen Betrieben verwendet. Die beweglichen Teile, wie der Schaltmagnet und die Kontakte, liegen unter Öl. Ölschütze haben den Vorteil, daß ihr Schaltlichtbogen von der Außenluft abgeschlossen ist, so daß sie gegen Staub, Feuchtigkeit und aggressive Gase geschützt sind. Die entstehenden *Schaltgase* kommen erst in abgekühltem Zustand mit der Außenluft in Berührung, so daß auch explosive Gas-Luft-Gemische nicht mehr entzündet werden können. Daher eignen sich Ölschütze unter bestimmten Bedingungen auch für den Einsatz in explosionsgefährdeten Räumen.

Schaltschütze können auch in Hochspannungsstromkreisen für große Schalzhäufigkeit verwendet werden. Es werden Schalter bis zu 6 Kilovolt gebaut, die man für die üblichen Hochspannungsmotoren benötigt.

Schutz des Motors

Die Sicherstellung der Produktion in unseren volkseigenen und genossenschaftlichen Betrieben erfordert die Ausnutzung aller Kraft- und Arbeitsmaschinen. Jeder Ausfall eines Motors verursacht nicht nur Reparaturkosten, sondern auch Betriebsausfälle. Um Elektromotore

nicht zu beschädigen, bedarf es eines umfassenden *Motorschutzes*.

Außer mechanischen Störungen durch unsachgemäße Behandlung des Motors treten in erster Linie elektrische Störungen durch zu starke Stromaufnahme auf. Diese führt zu einer zu hohen *Erwärmung* des Motors. Die Folge davon sind *Isolationsschäden*, die zur Zerstörung des Motors führen.

Warten und Pflegen des Motors

Sorgfältige Pflege und sachgemäße Wartung des Motors sind die wichtigste Voraussetzung für die Vermeidung von Störungen. Es gilt der Grundsatz:

► **Jeder Motor, der zu warm wird, ist auszuschalten.**

Ein herbeigerufener Fachmann kann die Ursachen für die zu starke Erwärmung feststellen.

Auch der verhältnismäßig wenig Wartung erfordernde Drehstrommotor muß regelmäßig *gesäubert* und *geschmiert* werden.

Bei Wälzlagern ist spätestens nach ein bis zwei Jahren Fett nachzufüllen. Bei Motoren mit Gleitlagern muß öfter der Ölstand in den Lagerbuchsen geprüft und nach Bedarf Öl nachgefüllt werden.

Störungen am Motor

Oft sind *Schaltfehler* die Ursache zu starker Erwärmung des Motors. Die Verwechslung von Stern- und Dreieckschaltung kommt bei Drehstrommotoren am häufigsten vor.

Beim Anlauf und im Betriebszustand haben die nachfolgend genannten Störungen bei Kurzschluß- bzw. Schleifringläufermotoren oft die angeführten Ursachen.

Anlaufschwierigkeiten. Zu niedrige Netzspannung oder zu hoher Spannungsabfall durch den Anlaufstromstoß, bei langen Zuleitungen, falsch geschalteter Ständer bei Stern-Dreieck-Anlaßschaltung, Unterbrechung einer der drei Zuleitungen.

Starke Erwärmung. Phasen-, Windungs- oder Gehäuseschluß an mehreren Stellen. Überlastung, d. h. zu hohe Stromaufnahme, zu großer Schlupf infolge zu großen Läuferwiderstandes oder Unterbrechung einer Läuferphase bei Schleifringläufermotoren. Schlechter Kontakt an den Kurzschlußringen bei Kurzschlußläufermotoren, Ständer in Dreieck- statt in Sternschaltung, zu niedrige Klemmenspannung, zu große Schalthäufigkeit, besonders bei Kurzschlußläufermotoren.

Feuer an den Schleifringen. Kohlen und Schleifringe verschmutzt, unrunde oder rauhe Schleifringe, schlecht eingeschlifene Kohlenbürsten, ungenügender oder ungleicher Kontaktdruck.

Selbstschalter zum Schutz des Motors

Schutzschalter sollen gewährleisten, daß im Störfall der Motor außer Betrieb gesetzt wird.

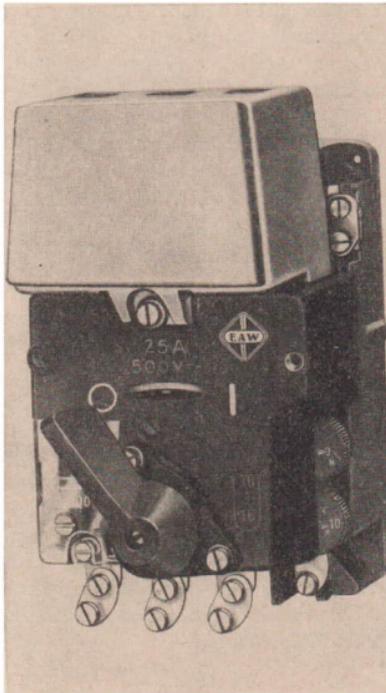
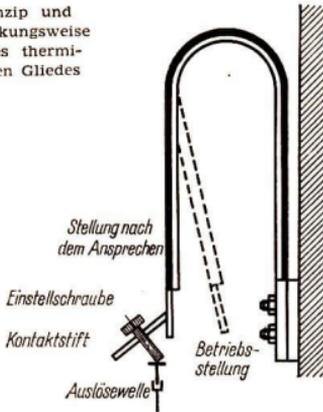
Die drei wichtigsten Geräte zum Schutz des Motors sind:

1. Schmelzsicherungen,
2. thermische Schalter,
3. magnetische Schalter.

Schmelzsicherung. Sie ist das älteste, einfachste thermische Schutzgerät. Entsprechend der angegebenen Nennstromstärke hat sie eine strombegrenzende Wirkung.

► **Die Schmelzsicherung dient bei Motorenanlagen als Grobsicherung, die oft zusätzlich zu anderen Schutzschaltern verwendet wird.**

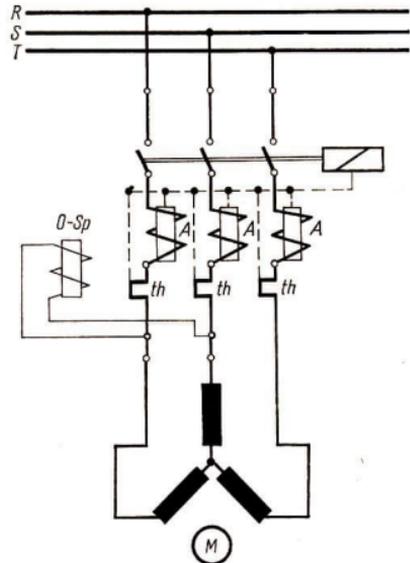
21/1 Prinzip und Wirkungsweise eines thermischen Gliedes



21,2 Kleinmotorschutzschalter

Thermischer Schutzschalter. Er arbeitet dann vorbildlich, wenn er sich *gleichzeitig* und unter den *gleichen Umständen* wie der Motor erwärmt. Beim Erreichen einer einstellbaren Grenztemperatur soll er dann das allpolige Abschalten des Motors bewirken.

Ein *Bimetallstreifen* wird entweder direkt vom Motorstrom durchflossen oder von einer stromdurchflossenen Heizspirale indirekt erwärmt.



21.3 Motorschutzschalter mit thermischer und magnetischer Auslösung

Bild 21/1 zeigt den Aufbau eines thermischen Gliedes im Prinzip.

Ein Nachteil der Bimetallauslöser liegt in ihrer Trägheit. Bei Kurzschlüssen sprechen sie im allgemeinen zu spät an. Dadurch besteht die Gefahr schwerer Motorschädigungen durch Kurzschlüsse, Windungs- oder Wicklungsschlüsse.

Wichtig ist die Zeitfunktion eines thermischen Überstromrelais. Dabei wird die tatsächliche Stromstärke mit I , die Nennstromstärke mit I_n bezeichnet. Wesentlich für die Überlastung des Motors ist das Verhältnis $I : I_n$. Die Auslösezeit wird durch das Symbol t_a gekennzeichnet.

Magnetische Auslöser. Das Meßglied der magnetischen Schalteinrichtungen ist eine Magnetspule als *Arbeitsstrommagnet*, der über eine einstellbare Weglänge bei der eingestellten Grenzstromstärke direkt die Auslösung oder beim Relais den Auslösestromkreis betätigt. Bei der mechanischen Auslösung kann durch das Magnetfeld ein Weicheisenkern angezogen werden, der die Verriegelung des Schalters löst.

AUFGABEN

- *Wie kann in den Schützenstromkreis in Bild 18/1 eine Meldeleuchte eingebaut werden, die das Schalten des Schützes meldet?*
- *Wie kann eine Wendeschützschaltung aufgebaut sein?
Sie enthält je einen Taster für Rechts- und Linksläufer und einen Austaster.
Entwickeln Sie den Schaltplan!*
- *Warum stellen Schmelzsicherungen keinen ausreichenden Motorschutz dar?*
- *Welcher Unterschied besteht zwischen Auslösern und Relais?*
- *Warum stellt die Kombination mehrerer Auslöseglieder den vollkommensten Motorschutz dar?*
- *Beschreiben Sie Schutzeinrichtungen für Elektromotoren Ihres Betriebes!*

Konstruktive Merkmale von Elektromotoren

Bei der *Konstruktion* und dem *Einsatz* eines Motors sind bestimmte Gesichtspunkte zu beachten.

Ausgangspunkt sind dabei die Forderungen, die von der Arbeitsmaschine bzw. dem anzutreibenden Aggregat her erfüllt werden müssen. Aber auch die elektrischen Größen des vorliegenden Netzes müssen beachtet werden. In erster Linie ist also festzulegen, welche *Spannung, Leistung, welches Moment M für welche Drehzahl und Beschleunigung der Motor besitzen muß.*

Die Charakteristik¹ des Motors muß der Arbeitsmaschine angepaßt werden. Es ist beispielsweise falsch, eine zu große Leistung zu wählen, weil dann der Motor mit sehr geringem *Wirkungsgrad* arbeitet.

Außer diesen Erwägungen spielen folgende Gesichtspunkte für die Auswahl des Motors eine Rolle:

1. Wärmebeständigkeit,
2. Bauform des Motors,
3. Betriebsart,
4. Schutzart.

Wärmebeständigkeit. Die *Wärmefestigkeit* ist wesentlich durch die verwendeten Isolierstoffe bestimmt.

Ein Schutz vor kurzschlußartigen Störungen ist durch vorgeschaltete Schmelzsicherungen (Grobchutz) oder durch magnetische Schnellauslöser zu erreichen. Diese werden meist mit thermischen Gliedern kombiniert. Solche Kombinationen ergeben die sichersten Schutzschalter, sie ergänzen sich zum vollkommenen Motorschutz.

¹ Unter der Charakteristik des Motors wird sein Verhalten im Betrieb verstanden.

Bauformen. Die Bauform des Motors richtet sich nach den Anbaumöglichkeiten des Motors. Dabei muß in erster Linie die Lage der Welle berücksichtigt werden.

Die Hauptbauformen sind Fußmotoren und Flanschmotoren. Bei Fußmotoren kann die Befestigung im Boden, an der Wand und an der Decke erfolgen.

Flanschmotoren lassen sich durch den Zentrierring leicht und genau montieren. Sie werden meist beim Anbau an Getriebe verwendet.

Betriebsart. Die Erwärmung eines Motors wird wesentlich durch die Betriebsart und die Schalthäufigkeit bestimmt.

Folgende typische Betriebsarten werden dabei unterschieden (vgl. Bild 23/2).

Dauerbetrieb

Diese Motoren stellen die normale Betriebsart dar. Sie müssen so gebaut sein, daß die Grenztemperatur¹ auch bei pausenloser Belastung nicht überschritten wird. Typische Anwendungen sind Motoren für Lüfter und Pumpen.

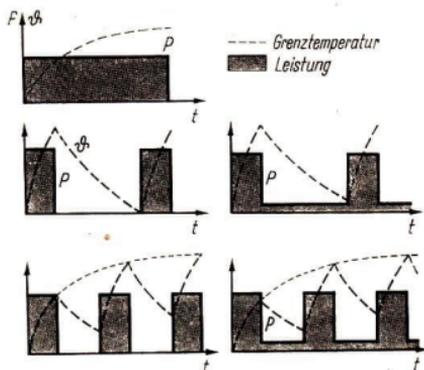
Kurzzeitiger Betrieb oder Dauerbetrieb mit kurzzeitiger Belastung

Zwischen der Belastung des Motors liegen Betriebspausen, in denen die Maschine spannungslos ist bzw. bei DKB sich im Leerlauf befindet. Durch die Abkühlungszeiten wird der Beharrungszustand nicht

erreicht. Diese Betriebsart trifft für Bahnen, Hebezeuge, Kurbelpressen, Stanzen u. ä. zu.

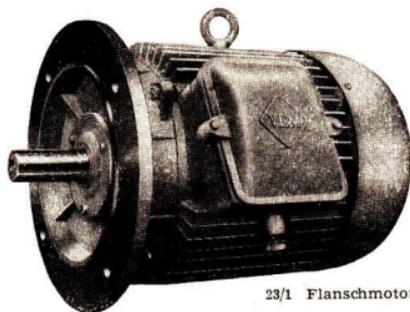
Aussetzender Betrieb oder Dauerbetrieb mit aussetzender Belastung

Belastung und Ausschaltung (AS) bzw. Belastung und Leerlauf (DAB) wechseln ständig, so daß sich eine bestimmte Spieldauer (Einschaltzeit plus Pausen) maximal von zehn Minuten ergibt.



23/2 Darstellung der Betriebsarten:

- Dauerbetrieb
- Kurzzeitiger Betrieb
- Aussetzender Betrieb
- Dauerbetrieb mit kurzzeitiger Belastung
- Dauerbetrieb mit aussetzender Belastung



23/1 Flanschmotor

¹ Grenztemperatur: Temperatur, die der Motor im Beharrungszustand erreicht

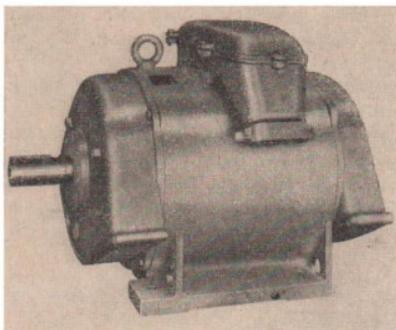
Schutzgrade. Als Schutz des Motors gilt der Schutz des Motors gegen äußere Einflüsse.

Er wird eingeteilt in

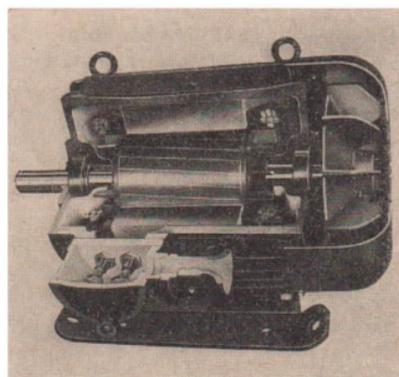
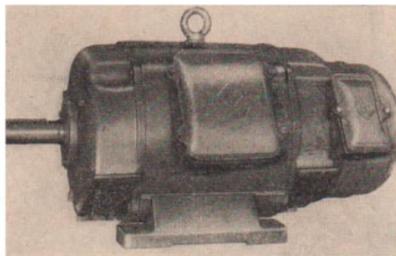
- Schutz gegen explosible Gase oder Staub,
- Schutz gegen Fremdkörper,
- Schutz gegen Wasser.

Die Schutzart ist von dem Verwendungszweck abhängig. Allgemein gilt, daß eine höhere Schutzart eine bessere Kühlung und damit oft eine Vergrößerung des Motorgehäuses erfordert.

Für Räume mit Explosionsgefahr gelten besondere Vorschriften für den Motor und die gesamte elektrische Anlage.



24/1 Spritzwassergeschützte Drehstrom-Einheitsmotoren mit Kurzschlußläufer



24/2 Schnittmodell eines Drehstrom-Einheitsmotors mit Kurzschlußläufer

Schutz für den Menschen. Noch wichtiger als der Schutz des Motors ist der Schutz des Menschen, der an Motoren arbeitet. Neben den Arbeitsschutzmaßnahmen bei der Arbeit an Maschinen muß der Mensch bei zufälliger und absichtlicher Berührung vor zu hoher Berührungsspannung geschützt werden. Dabei müssen die Schutzmaßnahmen nach den VDE-Vorschriften eingehalten sein; beispielsweise können *Erdung*, *Nullung* oder *Schutzschaltung* durchgeführt werden.

Einheitsmotoren. Durch die Forderung nach verschiedenen Bauformen und Schutzgraden wurde auch in der DDR eine Unzahl recht unterschiedlicher Typen gebaut. Dieses „Typendurcheinander“ wird durch die Schaffung *zweckmäßiger Einheitsmotoren* für verschiedene Größen, Bauformen und Schutzarten beseitigt.

Die Elektromotorenwerke des volkseigenen Elektromaschinenbaues (VEM) haben u. a. auch eine Drehstrom-Einheitsmotoren-Reihe konstruiert und entwickelt, die den Richtlinien des RGW und der IEC entspricht.

Für die Verbraucher ergeben sich durch diese Einheitsmotoren besondere Vorteile dadurch, daß die Vielzahl der nebeneinander bestehenden Motorenreihen mit voneinander *abweichenden Anschlußmaßen* durch eine für fast alle Zwecke geeignete, einheitliche Ausführung ersetzt wird. Die *Austauschmöglichkeit* aller Einzelteile bildet dabei einen besonderen Vorteil.

Drehstrom-Einheitsmotoren kleinerer und mittlerer Größe werden in der DDR vor allem im *VEB Elektromotorenwerk Wernigerode* und im *VEB Sachsenwerk Niedersedlitz* hergestellt.

Schwachstromtechnik

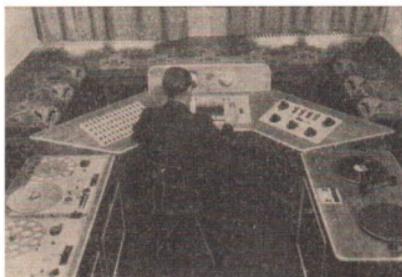
Für viele Kinder ist es ein großes Erlebnis, wenn sie zum ersten Male telefonieren (Bild 25/1); sie können sich mit einem anderen Menschen über weite Entfernungen verständigen. Fernsprecheinrichtungen werden dem großen Gebiet der Schwachstromtechnik zugeordnet. Wie groß dieses Gebiet ist, soll an einigen Beispielen erläutert werden.

Die großartige Erfindung, die menschliche Sprache und die Musik „konservieren“ zu können, nahm auf unser wirtschaftliches und kulturelles Leben einen großen Einfluß. Ein Industriezweig entstand, der sich mit der Produktion elektroakustischer Geräte und Einrichtungen befaßt. Dazu gehören beispielsweise Schallplatten, Tonbänder und die dazugehörenden Aufnahme- und Wiedergabeeinrichtungen wie das Tonstudio auf Bild 25/2.

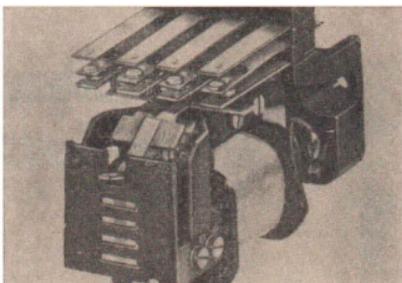
Gleichfalls zum Gebiet der Schwachstromtechnik gehören solche Relais, wie Bild 25/3 zeigt. Relais sind wichtige Bauelemente der Schwachstromtechnik, mit deren Hilfe bei Verwendung nur geringer elektrischer Energie große Energien gesteuert werden können. Das geschieht auch bei der Steuerung der Mehrkesselbedienung im Kombinat „Schwarze Pumpe“, wo mit Hilfe der schwachstrombetriebenen Bauelemente von einer zentralen Schaltwarte aus automatische Ölbrenner gesteuert werden (Bild 25/4).



25/1



25/2



25/3



25/4

Weil die Schwachstromtechnik ein so verzweigtes Gebiet ist, unterscheidet man noch in viele Untergruppen: Fernmeldetechnik, Fernwirktechnik, Signaltechnik u. a. Man kann also sagen, daß die Schwachstromtechnik von der einfachsten elektrischen Hausklingelanlage bis zur komplizierten Steuerungs- und Regelungseinrichtung reicht.

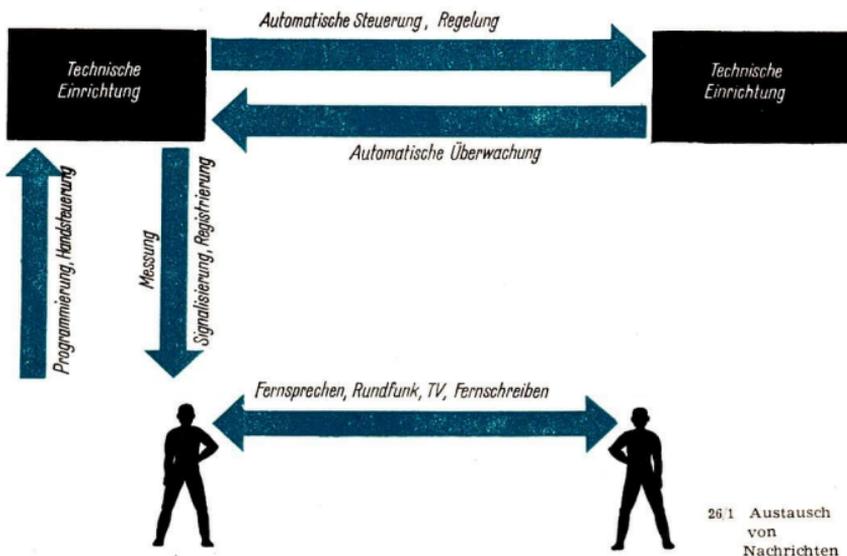
Dieser Lehrbuchabschnitt befaßt sich mit Bauelementen, Geräten und Schaltungen des Zweiges der Elektrotechnik, bei dem elektrische *Signale* und *Meldungen* zwischen den Teilen einer elektrischen Anlage einerseits und dem bedienenden *Menschen* andererseits ausgetauscht werden. Man spricht in diesem Sinne von der *Fernmeldetechnik*.

Die Entwicklung dieses Zweiges der Elektrotechnik begann etwa bei der Errichtung der ersten Telegrafienlinien.

Schon frühzeitig entstanden handbetätigte Schalter, einfache Relais und Meßinstrumente.

In der weiteren Entwicklung wurde beispielsweise das Sortiment der „klassischen“ *kontaktbehafteten* Bauelemente durch kontaktlose, sogenannte elektronische Bauelemente vervollständigt (auf sie wird jedoch im Rahmen dieses Buches nicht eingegangen). Grundsätzlich muß folgendes unterschieden werden:

- ▶ **Geräte, Bauelemente und Anlagen der Nachrichtentechnik (Schwachstromtechnik) haben eine fehlerfreie und schnelle Übertragung von Signalen zu gewährleisten.**
- ▶ **Geräte, Bauelemente und Anlagen der Starkstromtechnik haben Energien umzusetzen, z. B. elektrische Energie in mechanische Energie (Elektromotor) und Lichtenergie (Beleuchtung).**



In modernen industriellen Geräten und Anlagen verschmelzen diese beiden Zweige der Elektrotechnik immer mehr, in besonderem Maße bei *Steuerungs- und Regelungsanlagen*.

Der Austausch von Signalen und Meldungen, d. h. der Austausch von „Nachrichten“ zwischen Menschen und technischen Einrichtungen ist in Bild 26/1 dargestellt.

Einige charakteristische Bauelemente und Geräte der Schwachstromtechnik sollen im folgenden in ihrer Funktion und ihren Grundschaltungen beschrieben werden.

Meldegeräte

Zunächst werden Geräte beschrieben, die einfache Signale von technischen Einrichtungen oder von Menschen an einen zur Kontrolle oder Überwachung eingesetzten Menschen abgeben.

Sie müssen dazu seine Sinne ansprechen, also *optisch* (Sichtmelder) oder *akustisch* (Hörmelder) wirken. Das setzt voraus, daß der Mensch, der die Signale aufnehmen und auswerten soll, am Ort der Signalgabe anwesend und aufmerksam ist. Bei zeitweiser Abwesenheit des Menschen, muß man ankommende Signale speichern; nach seiner Rückkehr erkennt er diese und löscht die Speicherung – er „quittiert“ die Meldung.

Werden die Melder nur von Hand ein- und ausgeschaltet, so handelt es sich offenbar um eine Nachrichtenübermittlung von Mensch zu Mensch. Dabei sind oft größere Entfernungen zu überbrücken, oder es besteht keine direkte Sicht zwischen den beteiligten Personen. Bekannte Beispiele dafür sind Personenrufanlagen sowie die Blinklichtgeber für

die Fahrtrichtungsanzeige an Kraftfahrzeugen.

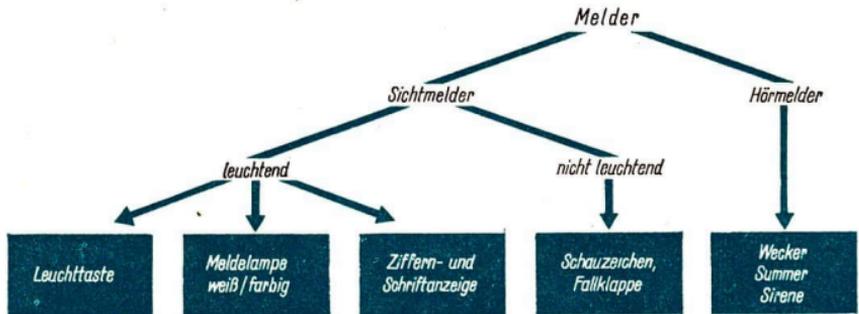
Anders sind die Bedingungen in automatisch gesteuerten oder geregelten Anlagen, wo beim Auftreten *außergewöhnlicher Betriebszustände* Meldungen an einen zentralen Überwachungsort, die *Warte*, gegeben werden müssen.

Meldeformen. Im einfachsten Fall gibt ein Meldegerät nur eine *zweiwertige* (binäre) Meldung ab: JA oder NEIN, EIN oder AUS, Grenzwert überschritten oder nicht überschritten.

Dazu genügt eine einfache Glüh- oder Glimmlampe oder ein akustischer Melder.

Will man mehrere unterschiedliche Signale abgeben, so kann man optische Melder mit mehreren Farben oder akustische Melder mit verschiedenen Tonhöhen bzw. unterschiedlichem Klang beispielsweise (Wecker, Summer oder Hupen) einsetzen. Darüber hinaus können *Blinksignale* von *Dauersignalen* unterschieden werden. Den Blinksignalen kommt erhöhte Bedeutung zu für plötzlich auftretende Meldungen, besonders Gefahrenmeldungen; diese Signale werden vom Menschen besser und schneller als Dauersignale erkannt.

Codierung. Wenn ein Melder unterschiedliche Signale abgibt, dann muß man Verabredungen über die Bedeutung der einzelnen Signale treffen, d. h. eine sogenannte *Codierung* vornehmen. Bei den optischen Meldern wird ein *Farbencode* angewendet, wie ihn die Übersicht 28.1 in den Grundzügen wiedergibt; bestimmte Unterschiede in den einzelnen Industriezweigen bleiben dabei unberücksichtigt.



Übersicht 28.1: Farbencode für Sichtmelder

Kennfarbe	Bedeutung	Beispiele
rot	Unmittelbare Gefahr; außer-gewöhnliche Betriebs-zustände	Wichtiger Grenzwert überschritten; Maschine oder Anlagenteil ausgefallen
grün	Gefahrlosigkeit, Sicherheit	Gerät betriebsbereit; Netzspannung vorhanden; Anlage wird angefahren
gelb oder weiß	Betriebszustand; Warnung vor verdeckten Gefahren	Gerät bzw. Maschine in Betrieb

Die gleiche Farbkennzeichnung setzt sich auch an den Bedienteilen durch, die den Meldern zugeordnet sind. Darüber hinaus werden diese Kennfarben vielfach an Maschinen- und Anlagenteilen angewendet. Ein durchgängiger Gebrauch eines solchen Farbencodes erleichtert nicht nur die Einarbeitung in eine neue

Anlage, sondern ermöglicht auch das schnelle Erkennen typischer Situationen und das richtige Eingreifen. Auf diese Weise kann Unfällen vorgebeugt werden.

Melder lassen sich nach Bild 28/1 einteilen. Entsprechend dieser Einteilung sollen sie im folgenden näher betrachtet werden.

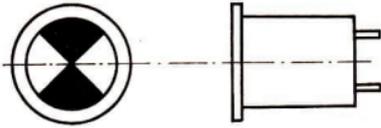
Sichtmelder

Nichtleuchtende Sichtmelder lassen das Signal durch bewegliche Blenden darstellen, die z. B. ein weißes oder farbiges Feld oder ein Schriftfeld abdecken. Das Signal wirkt auf einen Elektromagneten, der die Blende verstellt. Nach Abklingen des Signals erfolgt selbsttätiger Rückgang unter Einwirkung von Federkraft oder Schwerkraft. So arbeiten die bekannten *Schauzeichen* (Bild 29/1).

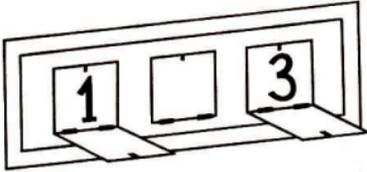
Bei den *Fallklappen* (Bild 29/2) wird die betätigte Stellung mechanisch gespeichert, indem die Klappe einrastet; sie muß von Hand durch Tastendruck zurückgestellt werden.

Ein spezieller nichtleuchtender Sichtmelder ist der Schalterstellungsanzeiger M 4 von EAW Treptow. Die als dreh-

29/1 Schauzeichen



29/2 Fallklappen



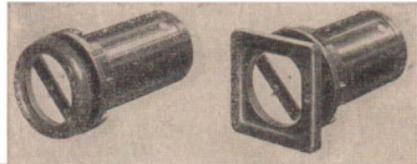
barer schwarzer Balken ausgebildete Scheibe läßt sich beispielsweise auf Schalttafeln und -pulten einfügen und zeigt symbolisch an, ob ein Strompfad durch einen Schalter geschlossen oder unterbrochen ist (Bild 29/3).

Leuchtende Sichtmelder sind entweder mit Glühlampen oder mit Glimmlampen bestückt. Da Glimmlampen nur gering leuchten und das Glimmlicht durch far-

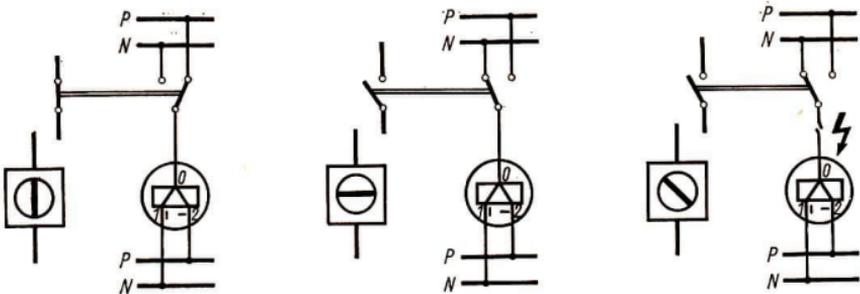
bige Linsen nur unvollkommen farbig gestaltet werden kann, werden sie nur in bestimmten Fällen eingesetzt, insbesondere in netzgespeisten Starkstromanlagen. Sie weisen gegenüber normalen Glühlampen eine höhere Lebensdauer auf.

Glühlampen werden – meist mit Stecksockel – vorwiegend in solchen Geräten und Anlagen eingesetzt, bei denen die Steuerspannung (Signalspannung) im Bereich der Kleinspannung liegt.

Während die einfachsten Ausführungen solcher Leuchtmelder nur aus einer Fassung mit Frontplattenbefestigung und vorgesetzter Glaskalotte (farblos oder farbig) bestehen, ermöglichen andere

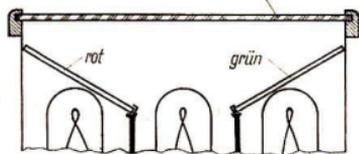
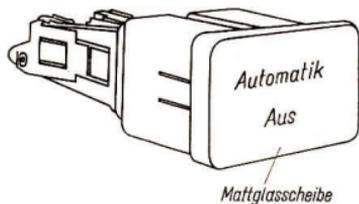


29/3 a Schalterstellungsanzeiger (VEB EAW Trep-tow)

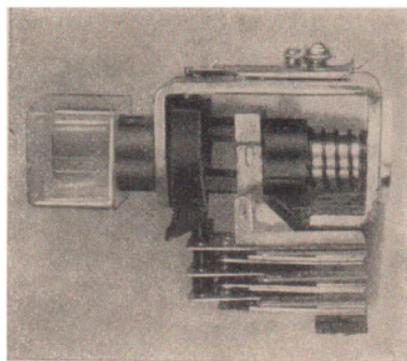


29/3 b Schaltmöglichkeiten des Schalterstellungsanzeigers

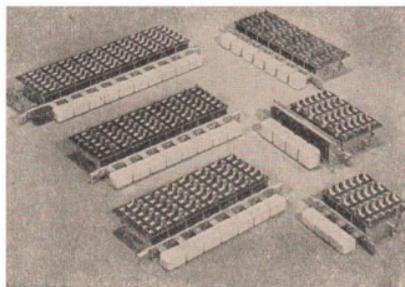
Die hier gezeigte Schaltung kommt mit nur einer Leitung zwischen der Warte und dem zu überwachenden Objekt (z. B. Leistungsschalter) aus. Außerdem geht der Melder bei Drahtbruch oder Ausfall der Speisespannung in eine 45°-Lage, die vom Bedienenden als Störung erkannt wird. Auf diese Weise können falsche Meldungen mit ihren verhängnisvollen Folgen verhindert werden.



30/1 Leuchtmelder mit mehrfarbiger Ausleuchtung



30/2 a Leuchttaste



30/2 b Schiebetastenschalter mit Meldelampen

eine mehrfarbige Ausleuchtung der als Mattglasscheibe ausgebildeten und häufig mit Klartext, Ziffern oder Symbolen beschrifteten Frontfläche (Bild 30/1).

Bei einer Kombination von Leuchtmeldern mit handbetätigten Schaltern kann der Melder gleich zur Kontrolle des Vorgangs herangezogen werden, der durch Betätigung des Schalters ausgelöst wurde. Bild 30/2 zeigt als Beispiele solcher *Kombinationsbauelemente* die Leuchttaste vom VEB WBN Großbreitenbach und Schiebetastenschalter der Fa. Neumann, Creuzburg (Werra).

Der Schiebetastenschalter, dessen Tasten nach Betätigung in bekannter Weise einrasten, besitzt unter jeder Taste eine Glühlampe, die u. a. in folgender Weise angeschaltet werden kann:

- a) Anzeige der gedrückten Taste (gewählter Meßbereich usw.); die gedrückte Taste leuchtet auf, alle anderen Tasten sind dunkel;
- b) Meldung und Quittierung von Betriebszuständen; die einem bestimmten Objekt zugeordnete Taste leuchtet auf, der Bedienende quittiert die Meldung durch Tastendruck, die Lampe erlischt.

Hörmelder

Bei den Hörmeldern herrschen *Wecker* und *Summer* vor. Sie unterscheiden sich grob durch das Vorhandensein einer Glocke beim Wecker, während diese beim Summer fehlt.

- Erklären Sie die Wirkungsweise des *Wagnerschen Hammers*!

Die *Hupe* ist eine besondere Bauform des Summers, bei der das schwingende Element die Form einer Membran erhalten hat und der Schall meist durch einen Trichter gebündelt wird. Hupen sind daher auch in lärmgefüllten Produktionsstätten noch zu hören.

Sirenen werden für sehr große Lautstärken gebaut. Mit ihren auf- und abschwelenden Tönen werden sie zur Signalisierung besonderer Gefahrenfälle eingesetzt.

Schaltgeräte

Im Lehrbuch der Klasse 9 wurden Schaltgeräte der Starkstromtechnik beschrieben. Schaltgeräte der Schwachstromtechnik zeichnen sich ihnen gegenüber besonders durch folgende Merkmale aus:

1. Es gilt oft, kleine und kleinste Spannungen und Ströme mit geringem Kontaktübergangswiderstand zu schalten.
2. Schwachstromtechnische Schaltungen sind meist komplizierter; die dazu verwendeten Schalter weisen daher allgemein eine Vielzahl von Kontakten auf.
3. Wegen der begrenzten zu schaltenden Spannungen und Leistungen können diese Schaltgeräte kleiner und leichter gebaut werden als gleichartige der Starkstromtechnik.

Bei der folgenden Betrachtung der Schaltgeräte werden Steckvorrichtungen und Sicherungen ausgeklammert, da sie

keine grundsätzlichen Besonderheiten gegenüber denen der Starkstromtechnik aufweisen.

Betätigungsweise von Schaltern. Viele Einrichtungen der Schwachstromtechnik sind darauf abgestimmt, in welcher Weise ein Schalter betätigt werden kann. Nachfolgend sind wesentliche Möglichkeiten genannt:

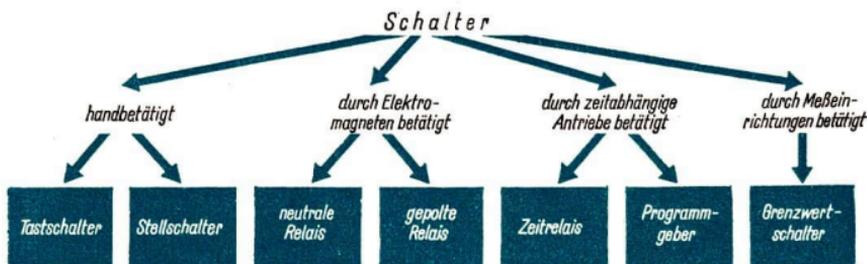
- Ein Schalter kann betätigt werden von Hand (bzw. mit dem Fuß) bei Tast- und Stellschaltern;
- durch einen Elektromagneten bei Relais und Schrittschaltwerken;
- durch zeitabhängige Antriebe bei Zeitrelais und Programmgebern;
- durch Meßeinrichtungen bei Grenzwertschaltern.

Diese Merkmale führen zu einer Einteilung der Schalter nach Bild 31/1.

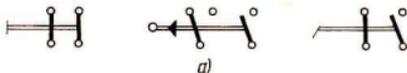
- *Vergleichen Sie diese Einteilung mit den Betätigungsweisen von Schaltern der Starkstromtechnik, und stellen Sie die Unterschiede heraus!*

Handbetätigte Schalter

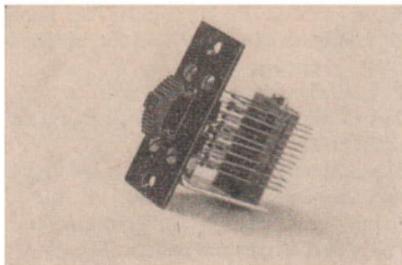
Bei den handbetätigten Schaltern, zu denen auch solche für Fußbetätigung ge-



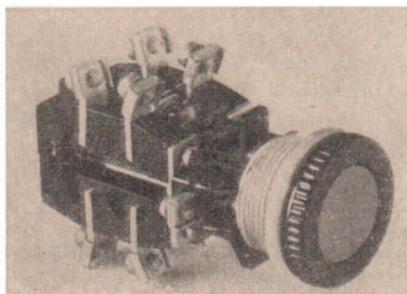
31/1 Schalter - Einteilung



32/1 a Tast- und Stellschalter – Schaltzeichen



32/1 b Kippschalter in Schwachstromausführung



32/1 c Tastschalter mit Meldeleuchte

hören, lernten wir zwei Arten kennen: solche mit selbsttätigem Rückgang (Tastschalter) und ohne selbsttätigen Rückgang (Stellschalter). Schaltzeichen stellt man grundsätzlich in Ruhestellung, also im nicht betätigten Zustand dar. Das gilt auch für alle Kontakte, die bekanntlich als Schließer (offen gezeichnet) und Öffner (geschlossen gezeichnet) sowie als Wechsler (Umschalter) ausgeführt sein können (Bilder 32/1 a bis c).

Relais und Schrittschaltwerke

Diese Bauelemente haben eine außerordentliche Bedeutung für die Nachrichtentechnik. Sie werden in den mannigfaltigsten Bauformen gefertigt und eingesetzt. Alle Relaisarten bauen sich jedoch aus einigen wenigen Grundelementen auf. Dies sind

die meist zylindrische Spule mit einer oder mehreren Wicklungen; der aus Kontaktfedern mit Kontaktpimpeln aufgebaute Kontaktsatz; der Eisenkreis mit den Betätigungsgliedern für die Kontakte sowie den Befestigungselementen.

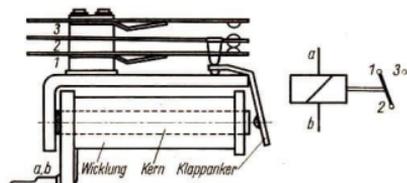
Bild 33/1 zeigt diesen Aufbau am Beispiel eines einfachen Rundrelais mit Klappanker sowie das zugehörige Schaltzeichen.

Bei jedem Relais sind mindestens zwei Stromkreise zu unterscheiden:

1. Der Spulenstromkreis (Erregerstromkreis, Primärstromkreis); er ist durch die Wickeldaten für eine bestimmte, meist genormte Erregerspannung ausgelegt.
2. Der Kontaktstromkreis (Sekundärstromkreis); für ihn sind die Höchstwerte der zu schaltenden Ströme und Spannungen angegeben.

Beide Stromkreise des Relais können von verschiedenen Spannungsquellen gespeist werden. Man setzt Relais daher vorteilhaft zwischen dem fernmeldetechnischen Teil und dem starkstromtechnischen Teil eines Gerätes ein. Sie haben beispielsweise eine Erregerspannung von 24 V Gleichspannung, betätigen aber einen Sekundärstromkreis mit 220 V Wechselfspannung, in dem ein Leistungsschalter liegt.

Setzt man die Erregerleistung zur maximalen Schaltleistung des Relaiskontakts (der Kontakte) in ein Verhältnis, so zeigt

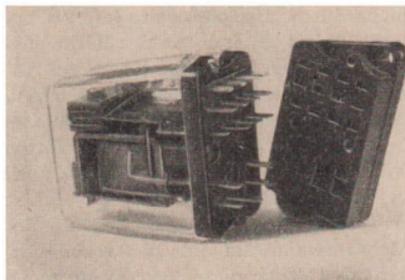


33.1 Klappankerrelais

Das Relais ist in Ruhestellung – Erregerstrom ausgeschaltet – dargestellt. Nach Einschalten des Erregerstromes schließt sich ein magnetischer Fluß durch den Spulenkern, über den Weicheisenkörper, den Klappanker und den Luftspalt zwischen Klappanker und Spulenkern. Die magnetischen Feldlinien suchen ihren Weg zu verkürzen und den Luftspalt, der ihnen einen hohen magnetischen Widerstand entgegengesetzt, zu verkleinern. Kurz nach dem Einschalten legt sich daher der Anker an den Kern an und betätigt mit seinem rückwärtigen Hebelarm über ein isolierendes Zwischenstück den Kontakt (die Kontakte). Nach Abschalten des Erregerstromes erfolgt selbsttätiger Rückgang durch die Kraft der durchgebogenen Kontaktfedern. Da bei dem Schaltvorgang Massen bewegt werden müssen und sich beim Einschalten erst das Magnetfeld aufbauen muß, ergibt sich ein Schaltverzögerung zwischen Einschalten der Erregung und erfolgter Kontaktbetätigung; dieser Schaltverzögerung liegt bei normalen Relais in der Größenordnung von Hundertstelsekunden.

sich eine beachtliche *Leistungsverstärkung*.

Beispiel: Vom Relais Typ GBR 701 (VEB Werk für Bauelemente der Nachrichten-



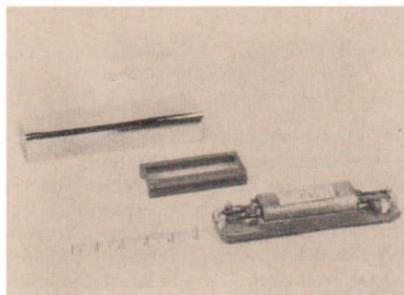
33.2 Steckrelais GBR 701 (VEB WBN Großbreitenbach)

technik Großbreitenbach) soll die Leistungsverstärkung berechnet werden. Dieses Relais ist ein *Steckrelais* mit vier *Umschaltkontakten*; es kann mit verschiedenen Wicklungen für 2, 4, 6, 12, 24, 42, 60, 80 oder 110 V geliefert werden. Für die 12-V-Ausführung wird im Datenblatt angegeben:

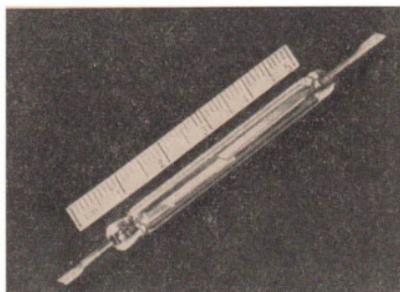
Erregerstrom $I_{err} = 102 \text{ mA}$; daraus errechnet sich die Erregerleistung $P_{err} = U \cdot I_{err} = 12 \text{ V} \cdot 102 \text{ mA} = 1224 \text{ mW}$.
Max. Schaltleistung $4 \cdot 60 \text{ W} = 240 \text{ W}$.

$$\text{Leistungsverstärkung} = \frac{\text{Schaltleistung}}{\text{Erregerleistung}} = \frac{240 \text{ W}}{1,224 \text{ W}} = 196\text{fach.}$$

Steckrelais, wie das in Bild 33/2 gezeigte GBR 701, setzen sich in der Praxis immer



33.3 Schutzgasrelais (VEB Statex Ilmenau)
a) Aufbau



b) einzelner Schutzgaskontakt

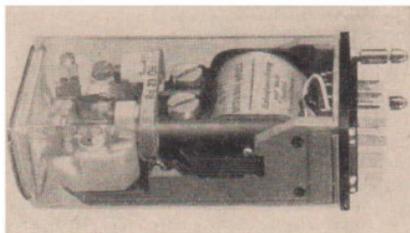
mehr durch: Beispielsweise können defekte Relais in einer Anlage leicht ausgetauscht werden, ohne erst die Anschlüsse ablöten zu müssen. Bei den Verdrahtungsarbeiten an den mit Relais zu bestückenden Geräten und bei ihrem Transport bewahrt man die Relais noch in ihren Verpackungen auf und schützt sie damit vor Beschädigungen. Der Mehraufwand für die Steckverbindungen wird durch diese Vorteile mehr als aufgewogen.

Anforderungen an die Kontaktsicherheit. Relaiskontakte werden meist aus Edelmetallen hergestellt. Das gilt vor allem beim Einsatz in stark korrodierender Atmosphäre (Chemiekombinate, Hüttenwerke). In besonderen Fällen verwendet man gasdicht gekapselte Kontakte, die in einem kleinen Glasröhrchen in chemisch inaktivem Schutzgas eingeschmolzen sind. Die Betätigung der Kontakte geschieht durch die magnetische Kraftwirkung eines außen aufgebrachten Elektromagneten. Bild 33/3 zeigt den Aufbau eines solchen Schutzgasrelais vom VEB Stalex Ilmenau sowie einen Schutzgaskontakt.

Mit diesem Relais werden kurze Schaltzeiten von 2 bis 4 ms erzielt, und das Relais kann mit bis zu 100 Schaltungen je Sekunde betrieben werden.

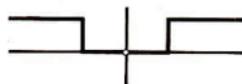
Neutrale Relais. Die bisher behandelten Bauformen von Relais sprechen *unabhängig* von der *Richtung* des Erregerstromes an. Macht man die Teile des Eisenkreises aus lamellierten Blechen (Vermeidung von Wirbelströmen!), so können sie auch mit Wechselspannung betrieben werden. Wegen dieses gegenüber der Stromrichtung indifferenten Verhaltens werden diese Relais auch als *neutrale* Relais bezeichnet.

Gepolte Relais sind so ausgeführt, daß

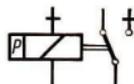
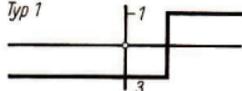


34.1 Gepoltes Relais (VEB Elektroschaltgeräte Auerbach)

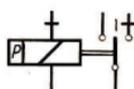
neutrales Relais



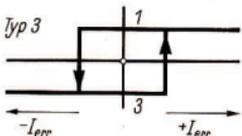
Typ 1



Typ 2



Typ 3



34/2 Schaltdiagramme von neutralen Relais und von gepolten Relais (drei Typen)

sie in Abhängigkeit von der Stromrichtung anziehen oder abfallen.

Hier wird das Magnetfeld eines in den Eisenkreis eingefügten Dauermagneten mit dem Feld der Erregerspule so gekoppelt, daß sich die Wirkungen entweder addieren oder subtrahieren. Diese Relais haben einen Umschaltkontakt und sind so bemessen, daß sie schon durch kleinste Spannungen und Ströme angesteuert werden können.

Ein gepoltes Relais aus der Produktion des VEB Elektro Schaltgeräte Auerbach ist in Bild 34/1 wiedergegeben.

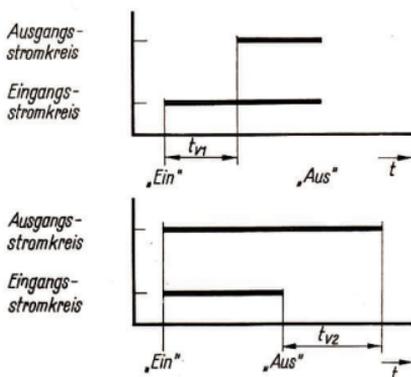
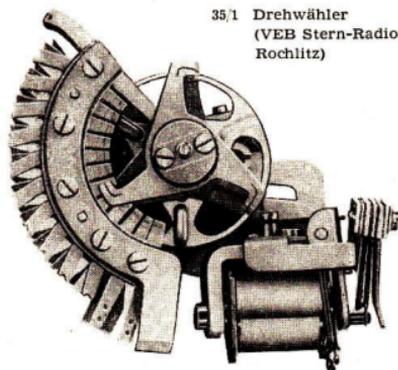
Bild 34/2 zeigt in vereinfachter Gegenüberstellung zum neutralen Relais die Schaltprogramme von drei Typen von gepolten Relais. Auf der waagerechten Achse sind die Erregerströme, auf der senkrechten die Kontaktstellungen aufgetragen.

Schrittschaltwerke. Relais lassen allgemein zwei, höchstens drei Schaltstellungen zu. Will man *nacheinander* eine größere Zahl von Kontakten durch einen Magneten betätigen, so ist das durch Einfügen einer Schaltklinke zwischen Magnetantrieb und Kontakt möglich. Bei derartigen *Schrittschaltwerken*, in der Fernsprechtechnik wegen ihrer Verwendung als *Drehwähler* bezeichnet, tastet ein Kontaktfinger während eines Umlaufs eine größere Zahl von Kontakten nacheinander ab. Jeder Stromstoß, der auf die Erregerwicklung gegeben wird, schaltet den Kontaktfinger um genau einen Schritt weiter auf den nachfolgenden Kontakt. Je nach Bauart vollendet der Drehwähler nach 10, 12, 17 oder 33 Schritten einen Umlauf. Die Schaltfolge beträgt etwa 10 bis 15 Schaltschritte in der Sekunde. Um vielfältige Anwendungen in der Zusammenschaltung mit anderen Bauelementen zu ermöglichen, werden die Drehwähler allgemein mit mehreren parallelen Kontaktbahnen hergestellt. Bild 35/1 zeigt einen solchen Drehwähler mit 12 Schritten je Umlauf, hergestellt vom VEB Stern-Radio Rochlitz.

Zeitrelais

Bei den bisher betrachteten Relais spielt das zeitliche Verhalten eine untergeordnete Rolle. In den meisten Fällen ist

35/1 Drehwähler
(VEB Stern-Radio
Rochlitz)



35/2 Ein- und Ausschaltverzögerung - Schaltprogramme

der Schaltverzug eines solchen Bauelements sogar nachteilig und soll möglichst klein sein. In anderen Fällen kommt es aber darauf an, einen technischen Vorgang gegenüber einem anderen absichtlich um eine bestimmte Zeit zu verzögern. Hier setzt man sogenannte *Zeitrelais* ein. Ihre Verzögerungszeit, auch als Laufzeit bezeichnet, kann bei den einzelnen Typen zwischen einigen Zehntelsekunden und vielen Stunden liegen (Kurzzeitrelais, Langzeitrelais)

und ist meist in bestimmten Grenzen einstellbar.

Zeitrelais haben, ebenso wie andere Relais, einen Eingangs- und einen Ausgangstromkreis. Zwischen beiden spielt sich der Vorgang entweder als *Einschaltverzögerung* oder als *Ausschaltverzögerung* ab.

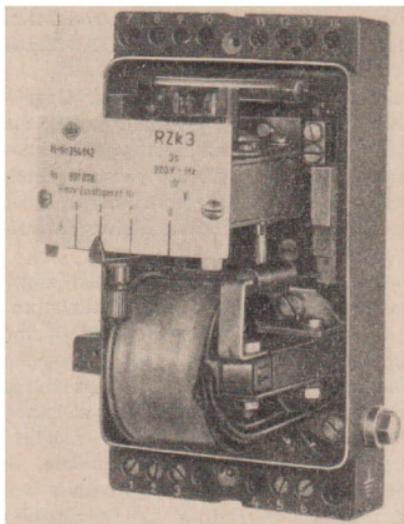
Einschaltverzögerung: Nach Einschalten des Eingangssignals geschieht während der Laufzeit äußerlich nichts. Danach erst schließt der Kontakt des Ausgangstromkreises. Das Relais speichert also einen Einschaltbefehl für eine begrenzte Zeit t_{v1} und führt ihn dann aus. Das Ausschalten erfolgt unverzögert.

Ausschaltverzögerung: Das Relais schaltet bei Erscheinen des Eingangssignals unverzögert ein und bleibt auch nach Wegbleiben des Eingangssignals noch für die Dauer der Laufzeit t_{v2} eingeschaltet. Danach schaltet es selbsttätig ab. Es speichert also den Einschaltzustand während t_{v2} .

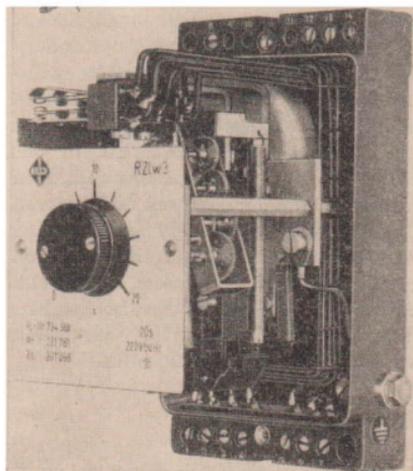
Trägt man diesen zeitlichen Ablauf in einem *Schalt diagramm* auf der waagrechten Achse auf, so ergeben sich Diagramme nach Bild 35/2. Zeitrelais weisen das eine oder das andere Verhalten auf bzw. können in beiden Spielarten betrieben werden.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen werden einige Typen von Zeitrelais beschrieben:

Elektromagnetische Zeitrelais. Der Ablauf eines mechanischen Hemmwerks, wie es von der Uhr her bekannt ist, kann bei guter Zeitgenauigkeit zur verzögerten Auslösung eines elektrischen Kontakts benutzt werden. So arbeiten die meisten Kurzzeitrelais. Eine Feder wird durch einen kräftigen Elektro-



36 1 Kurzzeitrelais RZk 3 (VEB EAW Berlin-Treptow)



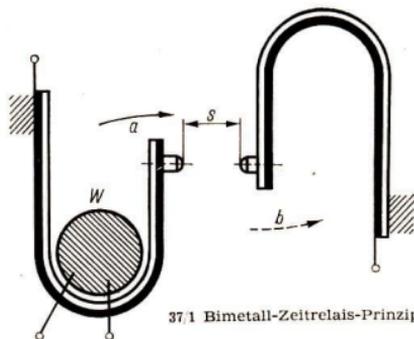
36 2 Langzeitrelais RZlw 3 (VEB EAW Berlin-Treptow)

magneten aufgezogen, das Hemmwerk läuft ab und betätigt dann einen Kontakt. Die *Laufzeit* liegt im Bereich von einigen Sekunden bis zu wenigen Minuten; meistens kann sie an einer Skale stufenlos eingestellt (vorgewählt) werden.

Ein solches elektromechanisches Zeitrelais zeigt Bild 36/1.

Für lange Zeitabläufe haben sich *motorgetriebene* Zeitrelais (Bild 36/2) bewährt. Ein mit konstanter Drehzahl betriebener Motor dreht über ein Untersetzungsgetriebe eine Nockenscheibe, die nach Durchlaufen eines bestimmten, meist einstellbaren Drehwinkels einen Kontakt betätigt und damit gleichzeitig das Ausgangssignal abgibt und den Antrieb stillsetzt.

Thermische Zeitrelais. Wie vom Physikunterricht her bekannt ist, laufen alle thermischen Vorgänge „zeitbehaftet“, also in endlichen Zeiten ab. Das betrifft insbesondere Erwärmungs- und Abkühlungsvorgänge. Man kann daher einen Zeitablauf durch die allmähliche Erwärmung (Abkühlung) eines Körpers darstellen („abbilden“), nach deren Ablauf das Ausgangssignal abgegeben wird. Zum Aufbau eines solchen Zeitrelais gilt es, ein Bauteil zu finden, das bei Erreichen einer bestimmten Temperatur einen Kontakt zu betätigen vermag. Der Vorgang muß außerdem umkehrbar und beliebig oft wiederholbar sein – das Bauteil darf also bei diesem Vorgang nicht zerstört werden. Dazu eignet sich u. a. ein Blechstreifen aus sogenanntem *Thermobimetall*. Ein solches Bimetall besteht aus zwei (daher „Bi“) aufeinandergewalzten Blechen mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung. Mit steigender Erwärmung krümmt sich der Streifen zu der Seite hin, wo das



37.1 Bimetall-Zeitrelais-Prinzip

Blech mit der kleineren Wärmeausdehnung liegt. Dabei können ausreichende Kräfte zur Betätigung eines Kontaktes aufgebracht werden. Die praktische Ausführung eines solchen Bimetall-Zeitrelais ist in Bild 37/1 skizziert. Der linke U-förmig gebogene Bimetallstreifen wird durch den Heizwiderstand W nach dessen Einschalten mit Netzspannung beheizt. Der Streifen erwärmt sich allmählich und biegt sich dabei in Pfeilrichtung auf. Nach Ablauf der Verzögerungszeit berühren sich die beiden Kontakte a und b und schließen den Sekundärstromkreis. Die Verzögerungszeit kann in gewissen Grenzen dadurch verändert werden, daß man den Abstand der Kontakte im Ruhezustand, also bei Raumtemperatur einstellt. Von Nachteil ist zunächst, daß auch Schwankungen der Raumtemperatur auf diesen Kontaktabstand einwirken und damit die Verzögerungszeit ungewollt beeinflussen. Diesem „Störeinfluß“ kann man, wie im Bild gezeigt, dadurch entgegenwirken, daß der Gegenkontakt b ebenfalls auf einem Bimetallstreifen angeordnet wird mit dem Unterschied, daß sich dieser Streifen beim Erwärmen nach innen (in Pfeilrichtung) krümmt. Da Änderungen der Raumtemperatur auf *beide* Streifen im gleichen Maße ein-

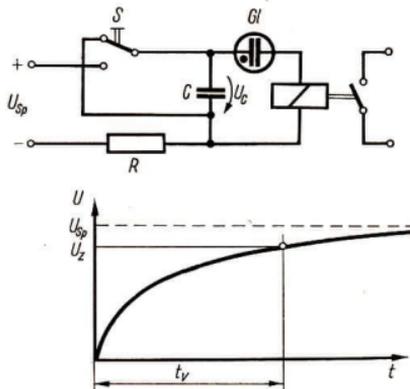
wirken, haben sie nun keinen Einfluß mehr auf den Kontaktabstand und damit auf den Zeitablauf. Mit solchen Bimetall-Zeitrelais können Verzögerungen bis zu einigen Minuten erzielt werden; dabei ist auf die Einhaltung einer konstanten Heizleistung zu achten. Bei den einzelnen Anwendungsfällen muß man jedoch darauf achten, daß nach jedem Aufheizen eine genügende Zeit zur Abkühlung des Bimetalls und des Widerstandes zur Verfügung steht, bis das Relais erneut gestartet wird. Die Zeit bis zur völligen Wiederherstellung des Ausgangszustandes wird als *Rückstellzeit* bezeichnet. Sie beträgt bei diesen Relais ein Mehrfaches der eigentlichen Verzögerungs- (Aufheiz-) Zeit!

Zeitrelais mit RC-Glied. Wie im Physikunterricht gezeigt wurde, muß bei der Aufladung wie auch bei der Entladung eines Kondensators eine bestimmte Strommenge transportiert werden. Sie ist nach der Gleichung

$$Q = C \cdot U$$

um so größer, je größer die Kapazität des Kondensators C und je höher die Spannung U ist. Begrenzt man nun den Ladestrom bzw. Entladestrom durch Vorschalten eines Widerstandes, so kann der Vorgang bis in die Größenordnung von Sekunden und sogar Minuten ausgedehnt werden. Nun gilt es noch, gegen Ende des Lade- bzw. Entladevorgangs den Kontakt des Sekundärkreises zu betätigen – dann hat man ein Zeitrelais geschaffen, dessen zeitbestimmendes Glied die erwähnte Widerstands-Kondensatorschaltung, eben das *RC-Glied* ist.

Die vereinfachte Schaltung eines Zeitrelais mit *RC-Glied* und der zeitliche Ablauf beim Aufladevorgang sind in Bild 38/1 dargestellt. Das eigentliche



38/1 Zeitrelais mit RC-Glied – vereinfachte Schaltung und Zeitdiagramm

Nach Betätigen des Schalters S läuft der Vorgang wie folgt ab: Durch den Widerstand R fließt ein Strom, der den Kondensator C auflädt. Die Kondensatorspannung U_C steigt von Null an erst schnell, dann langsamer an. Nach der Zeit t_v erreicht sie den Wert U_z . Da U_z auch über der Glimmröhre liegt, zündet diese, und das Relais zieht an. Der im Sekundärkreis angeordnete Relaiskontakt schließt.

Stellt man jetzt den Schalter S wieder zurück, dann entlädt sich der Kondensator über dessen Kontakt augenblicklich, und das Zeitrelais ist nach dieser außerordentlich kurzen Rückstellzeit wieder startbereit.

RC-Glied mit dem auslösenden Schalter S wird noch durch eine gasgefüllte Glimmröhre Gl und ein gewöhnliches Relais ergänzt.

Die Glimmröhre hat die Eigenschaft, bei Überschreiten einer bestimmten, durch die Röhrenkonstruktion festgelegten Spannung, der Zündspannung U_z , plötzlich zu zünden und stromleitend zu werden; diesen Effekt nutzt man hier aus.

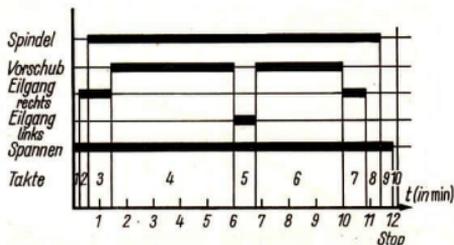
Die für industriellen Einsatz gefertigten Zeitrelais mit *RC-Glied* enthalten noch einen Netzgleichrichter, so daß sie direkt am Wechselspannungsnetz betrieben werden können. Die Verzögerungszeit t_v kann durch Parallelschalten von Einzel-

kondensatoren und durch Verändern des Widerstandswertes eingestellt werden.

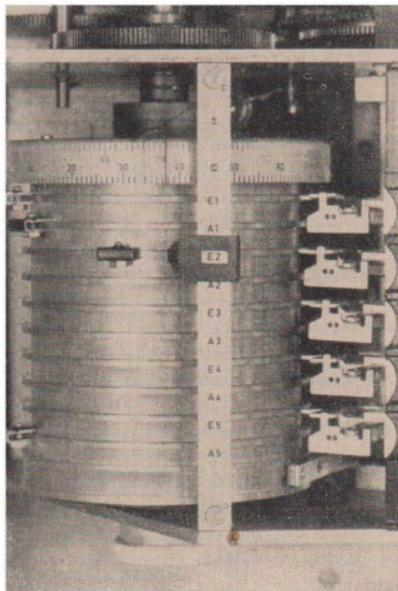
Programmgeber

Programmgeber werden benötigt, wenn einem Gerät oder einer Anlage in einer vorgegebenen zeitlichen Folge Steuerbefehle erteilt werden sollen und sich der gleiche Ablauf häufig wiederholt. Das *Programm* – der Schaltzyklus vom Anfang des ersten bis zum Ende des letzten Schaltschrittes – setzt sich aus einer Folge von meist ungleich langen Intervallen, den *Takten*, zusammen. Die Aufstellung eines solchen Programms entsprechend den vorgegebenen Bedingungen und seine Einstellung (Einspeicherung) wird durch das *Schaltfolgediagramm* erleichtert, das die Kontaktbetätigung in zeitlicher Folge wiedergibt. Ein Beispiel für eine Werkzeugmaschinensteuerung ist in Bild 39/1 dargestellt.

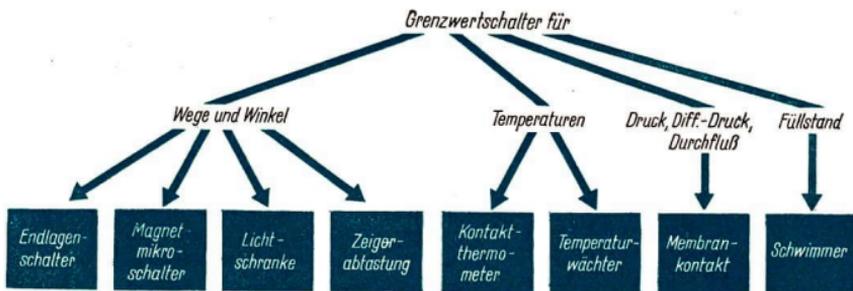
Ein von der Firma Ehrlich, Pirna, gefertigter Programmgeber wird in Bild 39/2 wiedergegeben. Man erkennt die Schaltwalze mit den Nocken und der Skale sowie – rechts im Bild – die 5 Schalter. Bei jedem Schalter können die Ein- und Ausschaltpunkte durch getrennte Nocken unabhängig voneinander eingestellt werden. So wird beispielsweise der Schalter 1 beim Vorbeilauf des Nockens E_1 eingeschaltet. Er speichert die Einschaltstellung mechanisch (eine Feder wird gespannt), bis der Nocken A_1 ihn wieder ausschaltet. Jeder Schalter kann während eines Walzenumlaufs mehrmals ein- und ausgeschaltet werden. Die Programmdauer T läßt sich durch Aufstecken verschiedener Zahnradpaare (Wechselräder) auf das Getriebe zwischen 0,5 und 120 min in 280 Stufen verändern. Die Schaltwalze läßt sich herausnehmen und gegen eine andere Walze



39/1 Schaltfolgediagramm
Der Ablauf folgt der waagerechten Zeitachse von links nach rechts; für jeden Kontakt (jede Schaltstelle) ist eine Ebene aufgetragen. Bei offenem, d. h. nicht betätigtem Kontakt, wird eine dünne Linie, bei geschlossenem Kontakt ein dicker Balken gezeichnet. Dieses Schaltfolgediagramm zeigt ein aus 10 Takten bestehendes Programm für 5 Schaltstellen mit einer gesamten Programmdauer T von 12 Minuten. Ein Programmgeber, der dieses Schaltfolgediagramm verwirklichen soll, muß also 5 Sekundärstromkreise unabhängig voneinander steuern können.



39/2 Programmgeber mit Nockenwalze der Firma Ehrlich, Pirna



40 1 Grenzwertschalter – Einteilung

austauschen, so daß ein schneller *Programmwechsel* möglich ist. Andere Typen dieses Programmgebers weisen 10 bzw. 15 Schaltstellen auf; dazu gibt es noch Zusatzgeräte und eine Ausführung für den Antrieb von einer Arbeitsmaschine. Dieses Baukastensystem von Geräten erfüllt praktisch alle Anforderungen des industriellen Einsatzes.

Grenzwertschalter

In den vorhergehenden Abschnitten wurden Kontaktbauelemente behandelt, die von Hand, durch Elektromagneten oder durch zeitabhängige Antriebe betätigt wurden – also unabhängig von irgendwelchen Meßwerten in einer Anlage. Bei der selbsttätigen Überwachung industrieller Prozesse ist es jedoch unerlässlich, wichtige Meßwerte auf die Einhaltung zulässiger Grenzwerte ständig zu überwachen. Wenn diese Aufgabe von technischen Einrichtungen übernommen wird, dann entlasten diese den Menschen von der monotonen Beobachtung zahlreicher Meßinstrumente. Man erhöht weiterhin die *Sicherheit* und verbessert die *Qualität* der Produktion. Solche meßwertabhängigen Schalter, im folgenden als *Grenzwertschalter* bezeichnet, liefern somit die Signale für die auf Seite 28

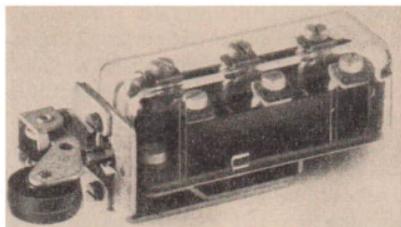
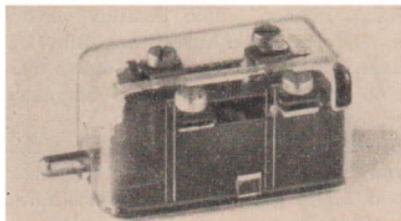
beschriebenen optischen und akustischen Melder. Benutzt man diese Signale jedoch, um damit gleich in den Prozeß einzugreifen, ihn zu *steuern* oder zu *regeln*, so kann der Prozeß überhaupt automatisch ohne Zutun des Menschen ablaufen.

Bei der folgenden Einteilung der Grenzwertschalter in Bild 40/2 beschränken wir uns auf die wichtigsten in industriellen Anlagen auftretenden Meßgrößen *Weg (Winkel)*, *Temperatur* und *Füllstand* und die dafür charakteristischen Grenzwertschalter. Sie werden im folgenden näher beschrieben.

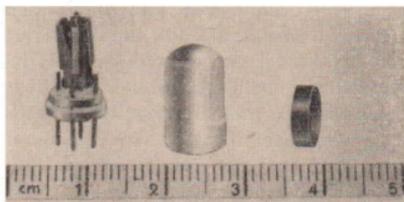
Grenzwertschalter für Weg und Winkel.

Bei vielen Maschinen müssen die Endpunkte von Bewegungsvorgängen, also Wege und Winkelstellungen, exakt erfaßt werden. Man benutzt dazu vorwiegend Tastschalter, die über Nockenleisten, Anschläge und Rollen mechanisch betätigt werden. Die Betätigungskraft ist dabei von dem Maschinenteil aufzubringen, dessen Bewegung erfaßt werden soll. Bild 41/1 zeigt zwei typische Ausführungen solcher *Endlagenschalter*.

Stehen nur geringe Betätigungskräfte zur Verfügung, so wird mit Vorteil der sogenannte *Magnetmikroschalter* ein-



41/1 a, b Endlagenschalter (VEB Elektroschaltgeräte Görlitz)



41/2 Magnetmikroschalter (VEB Wetron Weida)

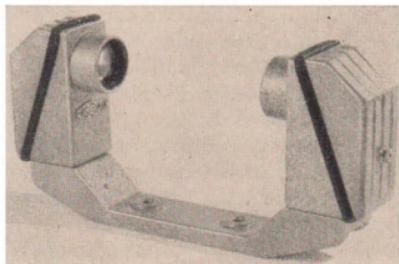
gesetzt (Bild 41/2). Es handelt sich um ein neues Bauelement, dessen Kontakt berührungslos beim Annähern eines kleinen Dauermagneten betätigt wird. Der kleinstmögliche Schaltungsweg beträgt nur 1,1 mm, die Betätigungskraft liegt bei 1p! Die geringen Abmessungen des in ein Kunststoffgehäuse dicht eingebauten Schalters gestatten den Einbau auch unter beengten Raumverhältnissen. Es sind bis 20 Schaltungen je Sekunde möglich; der Umschaltkontakt kann mit 0,1 A bei einer maximalen Schaltleistung von

2,5 W belastet werden. Mit dem Magnetmikroschalter kann also beispielsweise das auf Seite 33 erwähnte Relais GBR 701 angesteuert werden. Es gibt auch Fälle der industriellen Fertigung, bei denen die Lage eines Maschinenteils oder Werkstücks nicht nur berührungslos, sondern auch ohne Ausübung von Kräften, „rückwirkungsfrei“ abgetastet werden soll.

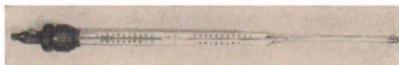
Setzt man einmal voraus, daß dieses Teil undurchsichtig ist, so kann seine Lage durch einen gebündelten Lichtstrahl erfaßt werden. Bei einer solchen *Lichtschranke* läßt man das Licht einer kleinen Lampe auf ein lichtempfindliches Bauelement, eine Fozelle oder einen Fotowiderstand, fallen. Diese Bauelemente haben die Eigenschaft, ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit von der Beleuchtung zu ändern. In einem nachgeschalteten Stromkreis wird diese Widerstandsänderung zur Betätigung eines Relais ausgenutzt. Tritt nun das abzutastende Werkstück oder Maschinenteil in den Raum zwischen Lampe und Lichtempfänger, so unterbricht es den Lichtstrahl, und das Relais spricht an. Eine industriell gefertigte Lichtschranke zeigt Bild 42/1. Für die Lampe mit der Optik und den Lichtempfänger werden gleiche Gehäuse verwendet. Sie sind an einer Traverse in der optischen Achse in festem Abstand voneinander montiert. Das Gerät ist mit unterschiedlichen Linsen und Zubehörteilen, wie Umlenspiegel und Farbfilter, lieferbar, so daß damit ein Baukastensystem für alle Anwendungsfälle der Industrie zur Verfügung steht.

Grenzwertschalter für Temperatur.

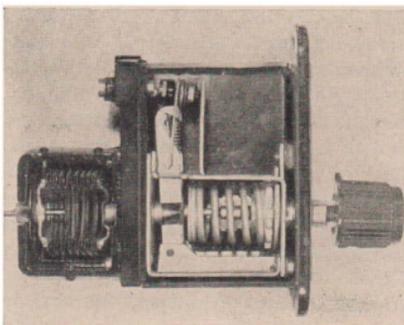
Grenzwerte von Temperaturen im Bereich von -60 bis $+200$ °C können mit Bimetall-Kontaktthermometern erfaßt werden, die im Prinzip wie das Bimetall-



42/1 Lichtschanke der Fa. Visomat Leipzig



42/2 Kontaktthermometer vom VEB Thermometerwerk Geraberg



42/3 Temperaturwächter für Kältetechnik vom VEB Meßgerätewerk Quedlinburg

Relais können jedoch betätigt werden. In einer speziellen Ausführung (Bild 42/2) kann der Gegenkontakt von außen über eine Spindel mit Hilfe eines Magneten stufenlos eingestellt werden.

Die Erfassung von Temperatur-Grenzwerten über eine Entfernung von maximal 1,5 m gestatten Grenzwertschalter mit *Tensionsfühler*, wie sie in der Klima- und Kältetechnik unter der Bezeichnung *Temperaturwächter* (früher als „Thermostat“ bezeichnet) handelsüblich sind. Bild 42/3 zeigt einen solchen Temperaturwächter im Schnitt. Der eigentliche Fühler ist ein (im Bild nicht gezeigter) kleiner Hohlzylinder mit einer leicht verdampfenden Flüssigkeit, der über ein Kapillarrohr mit dem Metallfaltenbalg – links im Bild – verbunden ist. Mit wachsender Temperatur steigt der Druck in diesem Meßsystem an; der Metallfaltenbalg dehnt sich und formt den Druck in eine Kraft um, die der Kraft der Druckfeder entgegenwirkt. Die Differenzkraft betätigt schließlich über einen Hebel mit Sprungmechanismus den eigentlichen Kontakt. Am Stellknopf wird die Kraft der Druckfeder und damit der Schalterpunkt eingestellt.

Grenzwertschalter für Füllstand. In Anlagen der Chemie und der Verfahrenstechnik wird häufig die Aufgabe gestellt, die Füllhöhe in Behältern, den sogenannten Füllstand, zu erfassen und seine Grenzwerte zu signalisieren. Damit kann wirksam verhindert werden, daß Behälter überlaufen oder leerlaufen. In drucklosen Behältern eignet sich dazu die Messung mit einem Schwimmer, dessen Stellung über einen Seilzug auf die Meßgröße „Weg“ oder „Drehwinkel an einer Seiltrommel“ zurückgeführt wird. Mit Kontakten können dann, wie beschrieben, beliebige Grenzwerte abgegriffen werden.

Zeitrelais (Seite 37) arbeiten, nur daß die Beheizung entfällt. Im Meßbereich zwischen -20 und $+250$ °C verwendet man auch übliche Quecksilberthermometer, deren Quecksilberfaden bei seiner Ausdehnung einen oder mehrere fest eingeschmolzene Kontakte benetzt und so oberhalb bestimmter Temperaturen Stromkreise schließt. Diese Stromkreise sind nur gering belastbar, empfindliche

Schaltungen einfacher Fernsprechanlagen

Aus der sehr großen Anzahl von Schaltungen, die in das Gebiet der drahtgebundenen Nachrichtenübermittlung gehören, werden im folgenden einige ausgewählt. Es handelt sich um Teilschaltungen, bei denen die zuvor beschriebenen Bauelemente und Geräte zusammenwirken. Sie lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

1. Schaltungen einfacher Fernsprechanlagen;
 2. Schaltungen für industrielle Steuerung, Regelung und Überwachung.
- Schaltungen der ersten Gruppe gestatten die Übermittlung von Nachrichten zwischen Menschen; die der zweiten Gruppe die Übermittlung von Befehlen und Meldungen zwischen Menschen und technischen Einrichtungen sowie zwischen technischen Einrichtungen untereinander (s. Bild 26/1).

- *Wo haben Sie einfache Fernsprecheinrichtungen kennengelernt?*
- *Nennen Sie Beispiele aus Ihrem Betrieb, bei denen Meldungen oder Befehle zwischen Maschinen gegeben werden!*

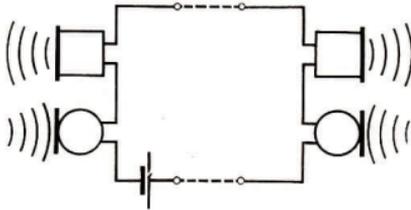
Beim *Fernsprechen* handelt es sich um die mündliche Übermittlung von Nachrichten zwischen Menschen über Entfernungen, die durch direkten Zuruf nicht mehr überbrückt werden können. Diese Übermittlung geschieht über Leitungen. Von einem Mikrofon werden die Schwingungen der menschlichen Sprache in elektrische Wechselspannungen (im Frequenzbereich 300 bis 3400 Hz) umgeformt und am Empfangsort durch einen Hörer wieder hörbar gemacht. Das Prinzip des Kohlemikrofons und des elektromagnetischen Hörers wurden im Physikunterricht der Klasse 8 behandelt.

- *Erklären Sie die Wirkungsweise dieser Bauelemente!*
- *Welche Aufgabe hat die Spannungswelle im Fernsprechstromkreis, und welche Stromart wird benötigt?*
- *Begründen Sie, warum die Übertragung der menschlichen Sprache nach dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion auf längere Strecken nicht möglich ist! (Verwendung von zwei elektromagnetischen Hörern.)*

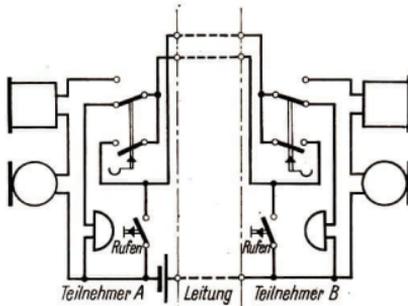
Beim Fernsprechgerät sind Mikrofon und Hörer im Handapparat (Mikrotelefon) vereinigt. Die Schaltung nach Bild 44/1 gestattet die Ausnutzung der Leitung in beiden Richtungen, das *Gegensprechen* (= Telefonieren): Jeder der beiden Teilnehmer kann ohne Umschalten von „Hören“ auf „Sprechen“ übergehen und umgekehrt.

Das Fernsprechgerät wird noch durch einen Gabelumschalter ergänzt, der beim Abnehmen und Auflegen des Handapparates betätigt wird. Je nach der Anordnung der speisenden Batterie (Batterien) unterscheiden wir zwischen ZB-Betrieb (**Z**entral-**B**atterie, gemeinsam für alle Teilnehmer) und OB-Betrieb (eine **O**rts-**B**atterie für jeden Teilnehmer).

ZB-Betrieb. Eine Fernsprechschtaltung für ZB-Betrieb mit zwei Teilnehmern gibt Bild 44/2 wieder. Man erkennt die Innenschaltung der beiden gleichartig aufgebauten Fernsprechgeräte mit dem Gabelumschalter, einer Ruftaste und einem Summer. Es wurde der Ruhezustand – beide Handapparate aufgelegt – dargestellt. Alle Stromkreise sind stromlos. Betätigt jedoch Teilnehmer A seine Ruftaste, so ertönt der Summer bei B und umgekehrt (Rufstromkreis). Sobald B den Handapparat abhebt, wird der Ruf durch den Gabelumschalter unterbro-



44/1 Fernsprechanlage – Sprechstromkreis



44/2 Fernsprechleitung für ZB-Betrieb

chen. Der Sprechstromkreis schließt sich erst dann, wenn beide Teilnehmer ihre Handapparate abgenommen haben.

Wie das Schaltbild zeigt, ist für die Verbindung zwischen den Teilnehmern eine dreiadrige Leitung erforderlich – unabhängig davon, ob die Batterie bei einem der Teilnehmer oder im Leitungsweg zwischen ihnen angeordnet ist. Die gezeigte Schaltung wird auch als *direkte* Schaltung bezeichnet, weil sich das Mikrofon direkt im Sprechstromkreis befindet. Sie findet vorzugsweise bei kurzen Entfernungen Anwendung, z. B. für Fernsprechverbindungen in einer Werkhalle oder in einem Verwaltungsgebäude.

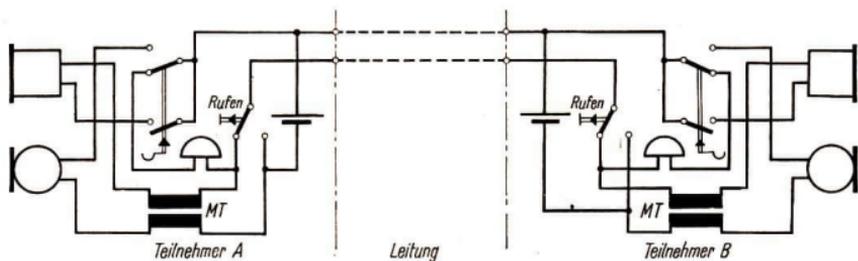
OB-Betrieb. Die Schaltung in Bild 45/1

zeigt eine einfache Fernsprechanlage für OB-Betrieb mit zwei Teilnehmern. Im Gegensatz zu Bild 44/2 wird ein Mikrofontransformator MT verwendet; während des Sprechbetriebes bildet eine Primärwicklung mit dem Mikrofon und der Spannungsquelle einen geschlossenen Stromkreis. Der Mikrofontransformator liefert auf der Sekundärseite eine erhöhte (herauftransformierte) Sprechwechselspannung, die auf die Leitung gegeben wird. Während des Sprechens ist die Leitung gleichstromfrei; sie führt nur beim Rufen Gleichstrom (*indirekte* Schaltung).

Die Schaltung mit Ortsbatterie kommt mit nur zwei Leitungen zwischen den Teilnehmern aus, erfordert jedoch eine getrennte Batterie für jeden Teilnehmer.

- Welche Folgen hat es für Anruf und Sprechverkehr, wenn die Batterie des Teilnehmers A erschöpft ist?

Vermittlungstechnik. Die beschriebenen Schaltungen lassen sich ohne Änderungen nur für den Fernsprechbetrieb zwischen zwei Teilnehmern verwenden. Fernsprechverkehr zwischen mehreren Teilnehmern, aus denen der Anrufende die gewünschten Teilnehmer auswählt, erfordert den Einsatz handbetätigter oder automatischer Schalter für die beliebige Zusammenschaltung von jeweils zwei Teilnehmern. Diese Schalteinrichtungen werden in einer Fernsprechzentrale zusammengefaßt. Dabei erfolgt die automatische *Vermittlung* im allgemeinen durch Drehwähler (s. Seite 35), die der Anrufende mit der Wählerscheibe seines Fernsprengerätes durch Stromimpulse ansteuert. Derartige Anlagen benutzen stets ZB-Betrieb und indirekte Schaltung.



45 1 Fernsprechschtaltung OB-Betrieb

Schaltungen für industrielle Steuerung, Regelung und Überwachung

Bei dieser Gruppe von Schaltungen handelt es sich um Anwendungen für bestimmte Aufgaben in der industriellen Fertigung.

Einfache Verknüpfungsschaltungen

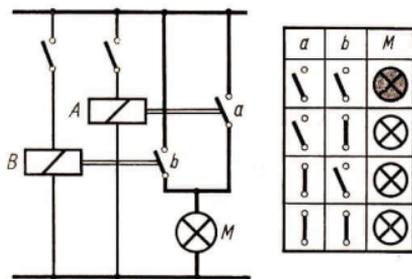
Zunächst soll ein Stromkreis mit nur zwei Kontakten untersucht werden. Diese Kontakte können parallel oder in Reihe geschaltet werden. Aber auch komplizierte Schaltungen mit einer Vielzahl von Kontakten lassen sich stets in solche Teilschaltungen zerlegen, die aus einigen parallel oder in Reihe geschalteten Kontakten bestehen (*Verknüpfungsschaltungen*).

ODER-Schaltung. Im Schaltbeispiel nach Bild 45/2 sind die Kontakte (Schließer) zweier Relais A und B *parallel* geschaltet; sie betätigen einen Melder M. Der Stromkreis für den Melder kann sich daher sowohl über a wie über b schließen. Da nun jedes Relais zwei Schaltstellungen einnehmen kann, ergeben sich vier mögliche Schaltkombinationen, wie sie in der Schalttabelle rechts im Bild dargestellt sind. Drei von ihnen führen zum Aufleuchten der Lampe. Wir erkennen, daß die Lampe immer dann brennt,

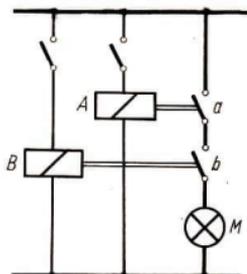
wenn Relais A ODER Relais B ODER beide Relais betätigt worden sind. Man bezeichnet daher in der modernen Rechentechnik und Steuerungstechnik eine solche Verknüpfungsschaltung als ODER-Schaltung.

Anwendungen der ODER-Schaltung finden sich u. a. in Überwachungseinrichtungen: Wenn an einer Maschine das Lager heißläuft ODER das Kühlwasser aussetzt ODER der Ölkreislauf unterbrochen ist, soll eine Störung gemeldet werden. Diese Störungsmeldung muß erst recht dann erfolgen, wenn mehrere dieser Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind!

UND-Schaltung. Das Schaltbeispiel in Bild 46/1 stellt die Reihenschaltung der



45 2 ODER-Schaltung



a	b	M

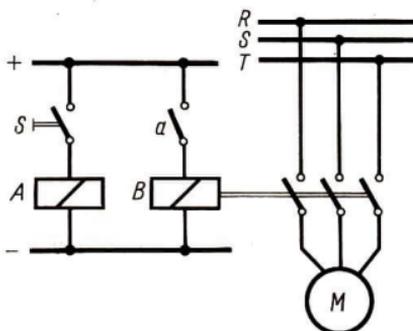
46/1 UND-Schaltung

Kontakte zweier Relais dar. Die vier möglichen Schaltzustände sind wieder in einer Schalttabelle zusammengestellt. Es zeigt sich, daß die Meldelampe M nur in *einem* Falle zum Aufleuchten kommt, wenn nämlich beide Relais betätigt und daher die Kontakte a UND b zu gleicher Zeit geschlossen sind. Genau das charakterisiert eine UND-Schaltung. Sie ist immer dann anzuwenden, wenn ein Ausgangssignal davon abhängig gemacht werden muß, daß eine Anzahl von Bedingungen erfüllt ist: Eine Stanze darf erst dann ausgelöst werden, wenn der Bedienende mit der rechten Hand den rechten Taster UND mit der linken Hand den linken Taster betätigt UND wenn die Schutzvorrichtung geschlossen ist. Dieses Beispiel, das eine Anwendung der UND-Schaltung im Unfallschutz zeigt, kann durch viele andere ergänzt werden, vor allem bei Sicherheitsschaltungen, in der Eisenbahnsicherungstechnik und bei Aufzügen.

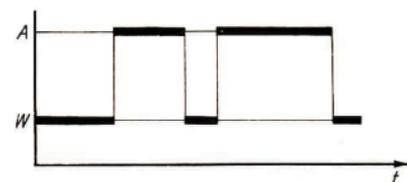
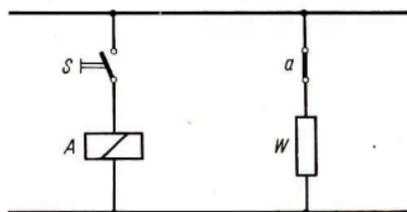
Folgeschaltung. Schaltet man zwei Relais so zusammen, daß der Schließer a des ersten Relais im Erregerstromkreis des zweiten liegt, so entsteht eine Folgeschaltung (Bild 46/2). Beide Relais arbeiten gleichsinnig und praktisch gleichzeitig. Mit dieser Schaltung kann eine beachtliche Leistungsverstärkung erzielt

werden; denn die Verstärkungsfaktoren der einzelnen Relais multiplizieren sich! Häufig werden so ein Schwachstromrelais und ein Starkstromrelais in Folgeschaltung betrieben.

Umkehrschaltung. Eine gegensätzliche Wirkung hat eine Relaisschaltung mit einem Öffner nach Bild 46/3: Der Heizwiderstand W ist immer dann eingeschaltet, wenn das Relais A *nicht* be-



46/2 Folgeschaltung



46/3 Umkehrschaltung

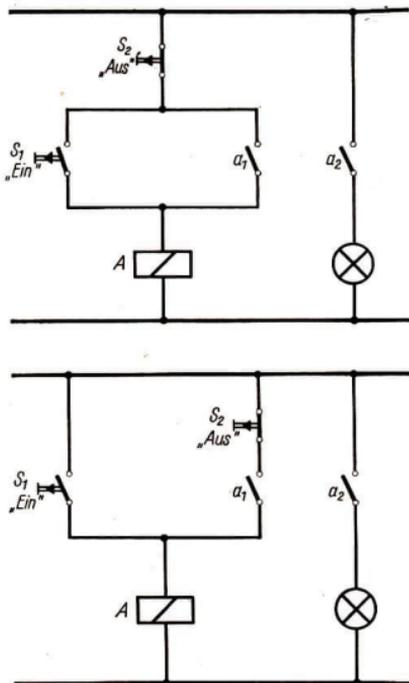
tätigt ist. Wird es durch S zum Ansprechen gebracht, dann schaltet es über a den Heizwiderstand ab. Die Schaltzustände EIN und AUS werden also umgekehrt („negiert“). Schaltungen dieser Art werden eingesetzt, wenn durch das Schließen eines Stromkreises ein anderer geöffnet werden soll und umgekehrt.

Selbthalteschaltungen. In vielen Relais-schaltungen benutzt man einen Schließer eines Relais dazu, den Erregerstromkreis auch bei geöffnetem EIN-Taster geschlossen zu halten. Das Relais hält sich also selbst im Einschaltzustand, es *speichert* diesen Zustand, bis es bei einer – auch kurzzeitigen – Unterbrechung der Speisespannung abfällt. Bei Spannungswiederkehr muß es erneut eingeschaltet werden.

Die Selbthalteschaltung wird in zwei Formen nach Bild 47/1 a und b praktisch verwirklicht. Bei der Form a ist der Zustand AUS vorherrschend (dominierend); der AUS-Taster S_2 unterbricht sowohl den Strompfad von S_1 wie den Selbsthaltekreis. Betätigt man gleichzeitig S_1 und S_2 , so fällt das Relais ab bzw. zieht nicht an. In den meisten Anlagen ist das der sichere, ungefährliche Zustand. Diese Schaltungsform ist daher sehr häufig, z. B. bei Antrieben, anzutreffen. Sie muß vor allem dann angewendet werden, wenn S_2 ein Notausschalter ist.

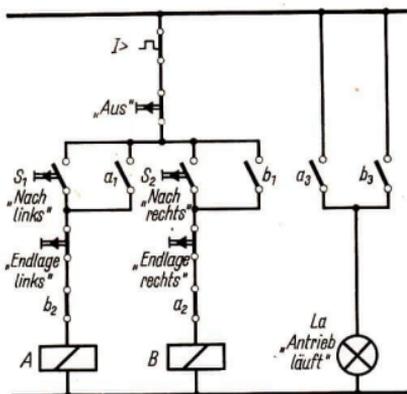
Bei der Schaltungsform b unterbricht der AUS-Taster nur den Selbsthaltekreis. Der Strompfad von S_1 wird davon nicht berührt. Bei gleichzeitiger Betätigung von S_1 und S_2 zieht das Relais an bzw. fällt nicht ab; der EIN-Zustand dominiert.

Verriegelungsschaltung. Können in einer Steuerungs- oder Überwachungseinrichtung sich widersprechende oder gegensätzliche Kommandos oder Meldungen



47/1 Selbthalteschaltung
a) dominierend AUS
b) dominierend EIN

auftreten, so ist durch gegenseitige Verriegelung dafür zu sorgen, daß diese bei gleichzeitigem Erscheinen unterdrückt werden. Da dieses Problem u. a. bei den meisten Antrieben mit Rechts- und Linkslauf besteht, wurde als Schaltbeispiel (Bild 48/1) eine Antriebssteuerung gewählt. Über die Relais (Schütze) A oder B ist ein Motor für einen Stellantrieb auf Rechts- oder Linkslauf zu schalten, so daß z. B. der Tisch einer Fräsmaschine im Eilgang nach links oder rechts in eine bestimmte Arbeitsstellung eingefahren werden kann. Seine Be-



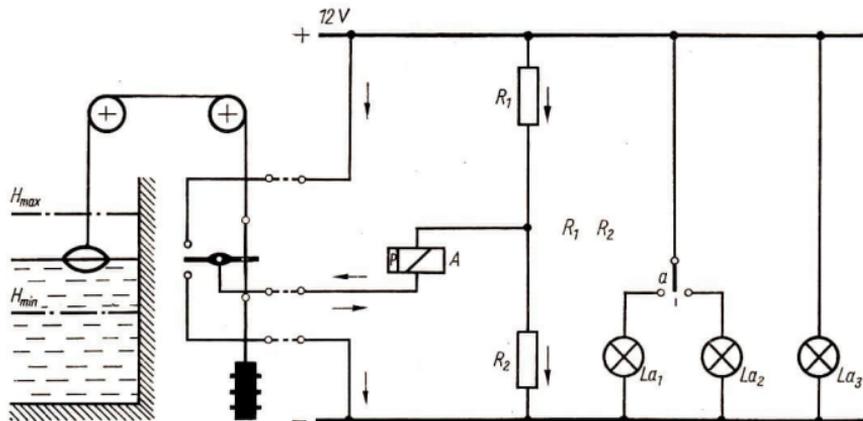
48/1 Verriegelung in einer Antriebssteuerung

wegung wird durch Endlagenschalter begrenzt, die jeweils eine Bewegungsrichtung stoppen, den gegenläufigen Antrieb jedoch nicht beeinträchtigen dürfen. Die eigentliche Verriegelung geschieht durch die Kontakte a_2 und b_2 . Hat A angesprochen, dann öffnet sich a_2 und verhindert das Ansprechen von B, solange A betätigt ist und umgekehrt.

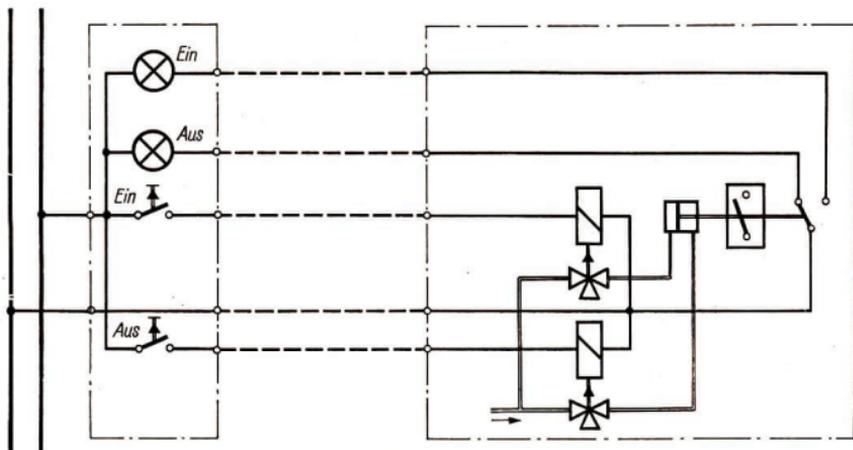
Die Schaltung wird noch durch eine Meldeleuchte ergänzt, die unabhängig von der Bewegungsrichtung dann aufleuchtet, wenn der Antrieb läuft.

Industrielle Schaltungen

Fernüberwachung eines Füllstandes. Den Einsatz eines gepolten Relais in einer einfachen Fernüberwachungsschaltung zeigt Bild 48/2. Es findet ein Relais mit Ruhelage des Kontaktes in der Mittelstellung Verwendung – positiver Erregerstrom bewirkt Kontaktgabe an dem einen Gegenkontakt, negativer Erregerstrom am anderen. Der eine Anschluß der Wicklung ist über einen Spannungsteiler, der aus den gleichen Widerständen R_1 und R_2 gebildet wird, auf eine mittlere Spannung von etwa 6 V gelegt. Je nachdem, ob nun vom Geber der obere oder untere Grenzwertkontakt betätigt wird, fließt durch die Relaispule ein Strom in der einen oder anderen Richtung, und der Relaiskontakt a schaltet die entsprechende Meldelampe La_1



48/2 Fernüberwachung eines Füllstandes



49/1 Fernbetätigung und Überwachung eines Hochspannungsschalters

oder La_2 ein. Für die Lampen, die man zweckmäßig auf einem Pult in der Warte anordnet, ergeben sich folgende Aussagen (Codierungen):

Lampe	Kennfarbe	Bedeutung
La_1	rot	Oberer Grenzwert H_{\max} erreicht oder überschritten
La_2	rot	Unterer Grenzwert H_{\min} erreicht oder unterschritten
La_3	weiß	Spannung vorhanden, Überwachungsschaltung in Betrieb

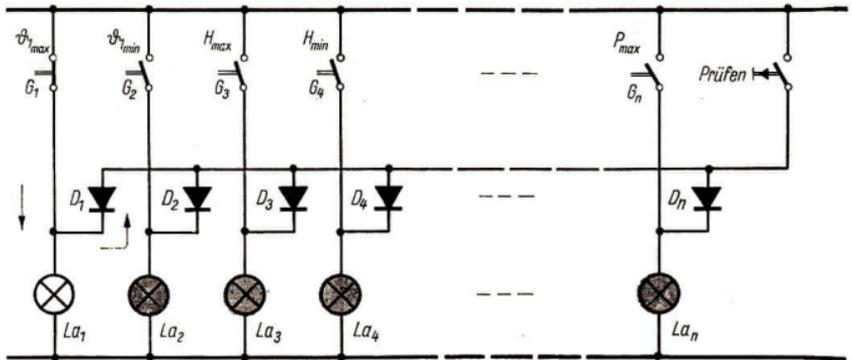
Hervorzuheben ist noch der geringe Schaltungsaufwand für die Anlage. Der Geber wird über eine dreidradige Leitung mit der Relaischaltung verbunden.

Fernbetätigung und Überwachung eines Hochspannungsschalters. Hochspannungsschalter sind in Freiluftschaltanlagen in der Nähe von Umspannern angeordnet und im Gelände verteilt. Sie werden von der Schaltwarte aus ge-

steuert und benötigen für die Überwachung der Schalterstellung eine Rückmeldung, da ihre Schaltstellung von der Warte her gewöhnlich nicht erkannt werden kann.

Es sei ein Schalter mit Druckluftantrieb zu steuern. Die Steuermagnete M_1 und M_2 betätigen die Ventile für den Antrieb (Bild 49/1). Die Magnete werden von Tastschaltern in der Warte angesteuert. In der jeweils erreichten Schaltstellung ist der Schalter verriegelt; er kann nur durch ein entgegengesetztes Kommando in die andere Schaltstellung gebracht werden. Der Steuerstromkreis wird durch den Rückmeldestromkreis mit den Leuchtmeldern La_1 (grün) und La_2 (weiß) ergänzt, die über einen Hilfskontakt des Hochspannungsschalters geschaltet werden.

Bei dieser einfachen Schaltung stellen 5 Leitungsadern die Verbindung zwischen der Warte und dem gesteuerten Objekt her. Bei großen Entfernungen bilden die Kosten für dieses Kabel bereits einen beachtlichen Teil der Gesamt-



50/1 Schaltung zur Lampenkontrolle

kosten. In größeren Anlagen lohnt es daher, mit Hilfe von aufwendigeren Schaltungen der sogenannten *Fernwirktechnik* Leitungen durch mehrfache Ausnutzung einzusparen. Diese Schaltungen können jedoch hier nicht behandelt werden.

Schaltung zur Lampenkontrolle. In größeren Warten laufen die Signalleitungen für eine große Anzahl von Grenzwertschaltern zusammen, die draußen in der Anlage verteilt sind. Sie führen u. a. zu Leuchtmeldern mit Glühlampen. Infolge der begrenzten Lebensdauer der Glühlampen muß mit gelegentlichen Lampenausfällen gerechnet werden. Das kann in kritischen Situationen zum Nichterkennen einer Störung führen.

Lampenausfälle kann man feststellen, wenn man in regelmäßigen Abständen einmal alle Meldelampen eines Pultes oder einer Tafel zugleich einschaltet und visuell prüft. Diese Lampenprüfung muß während des normalen Betriebes vorgenommen werden, und man kann dazu nicht erst die Grenzwertschalter zum Ansprechen bringen! In der Schaltung nach Bild 50/1 ist für die Lampenprü-

fung ein Tastschalter vorgesehen, mit dem alle Meldelampen La_1 bis La_n an Spannung gelegt werden. Würde man das direkt ohne die Dioden D_1 bis D_n tun, so müßte man für n Grenzwertschalter einen Tastschalter mit n Kontakten haben – andernfalls würden durch die Lampenprüfschaltung alle Lampen parallelgeschaltet und stets vollzählig aufleuchten, wenn auch nur ein Grenzwertschalter anspricht. Die Dioden gestatten aber nur einen Stromfluß in Durchlaßrichtung, also von Plus nach Minus. Liegt eine Lampe, z. B. La_1 , an Spannung, dann sperrt die zugehörige Diode (D_1) den Strom zu den anderen Lampen.

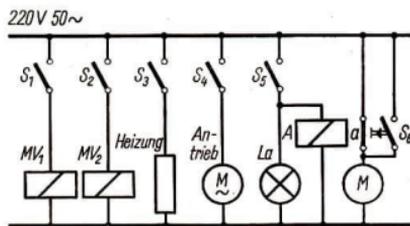
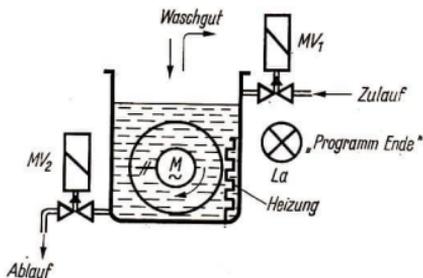
Programmsteuerung. Im industriellen Bereich werden große Maschinen zum Waschen von Textilien automatisch gesteuert. Der Bedienende führt nur wenige Handgriffe aus: Das Waschgut eingeben und entnehmen, Waschmitteldosieren, Temperatur vorwählen und schließlich den Programmablauf starten. Er braucht also nicht ständig an einer Maschine zu sein, er kann mehrere Maschinen gleichzeitig bedienen.

Das Anlagenschema für eine solche Maschine und eine etwas vereinfachte Programmsteuerung zeigt Bild 51/1. Entsprechend der Aufgabenstellung können die einzelnen Takte des Programms und die zugehörigen Taktzeiten bestimmt werden. Das ergibt folgenden Ablauf:

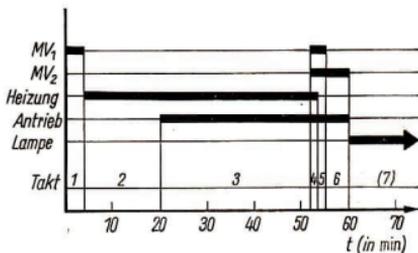
Takt	Zeit (in min)	Vorgang
1	3	MV ₁ geöffnet, Wassereinflaß (Waschmittel wird mit eingeschwenmt)
2	17	Heizung eingeschaltet, Aufheizen bis zur vorgeählten Temperatur (danach erfolgt Temperaturregelung)
3	32	Antrieb eingeschaltet, Waschen
4	1,5	Antrieb eingeschaltet, MV ₁ und MV ₂ geöffnet, Heizung noch eingeschaltet, Heißspülen
5	1,5	Antrieb eingeschaltet, MV ₁ und MV ₂ geöffnet, Kaltspülen
6	5	Antrieb eingeschaltet, MV ₂ geöffnet, Schleudern
7		Kontrolllampe eingeschaltet, Zyklus beendet , Programmgeber ausgeschaltet

Zyklus 60,0 min

Entsprechend diesem Ablauf wird jetzt das Schaltfolgediagramm aufgestellt. Dabei ist zu beachten, daß Takt 7 damit eingeleitet wird, daß die Meldelampe aufleuchtet und der Motor des Programmgebers über ein Hilfsrelais A stillgesetzt wird. Die Maschine ruht jetzt, bis



51/1 Anlagenschema und Programmsteuerung eines Waschautomaten



51/2 Schaltfolgediagramm eines Waschvorgangs

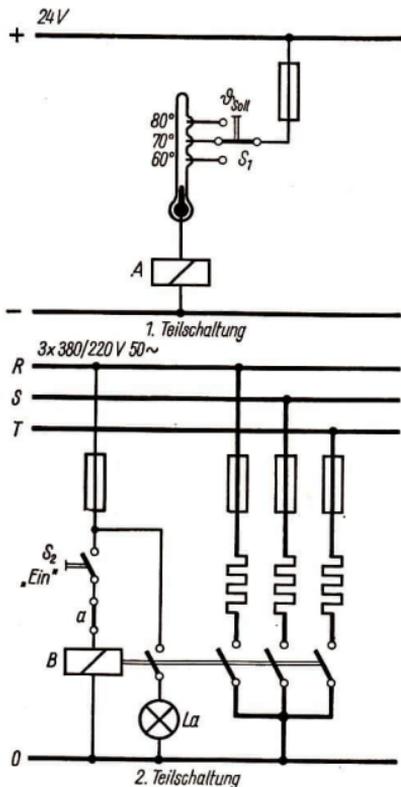
der Bedienende das Waschgut entnommen und durch Betätigen des Tastschalters S₆ einen neuen Zyklus eingeleitet hat. Aus diesen Gründen kann die Länge des Taktes 7 im Schaltfolgediagramm (Bild 51/2) im voraus nicht festgelegt werden.

Als Programmgeber für diese Steuerung kann u. a. das auf Seite 39 beschriebene Gerät verwendet werden.

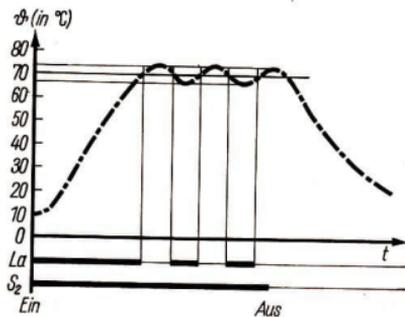
Temperaturregelung mit Kontaktthermometer. Wie eine einfache Temperaturregelung mit Hilfe eines Kontaktthermometers und einer Schalteinrichtung verwirklicht werden kann, zeigt das Bild 52/1. Es erfolgte eine Aufteilung in zwei Teilschaltungen: Das Kontaktthermometer betätigt ein empfindliches Relais A; diese Teilschaltung wird mit Kleinspannung von z. B. 24 V betrieben. Der Kontakt a dieses Relais liegt dann im Erregerstromkreis des Starkstromrelais B, der mit 220 V Wechselspannung gespeist wird.

Mit der Schaltung soll die Temperatur in einem elektrisch beheizten Mischbehälter auf einem bestimmten, wählbaren Wert konstant gehalten werden. Nachdem die Heizung über S_2 eingeschaltet wurde, steigt die Quecksilbersäule des Thermometers (das in die Mischflüssigkeit eintaucht) und erreicht schließlich bei z. B. 70 °C den Kontakt, der über S_1 den Stromkreis für das Relais A schließt. Dessen Kontakt a öffnet jetzt den Erregerstromkreis des Starkstromrelais B, und die Heizung wird abgeschaltet. Die im Heizer gespeicherte Wärmeenergie bewirkt zwar, daß die Temperatur noch kurze Zeit ansteigt; dann beginnt sie jedoch zu sinken, und bei Unterschreiten der Solltemperatur fällt auch das Relais A wieder ab. Sein Kontakt a schließt erneut, und die Heizung setzt wieder ein. Es dauert kurze Zeit, bis der Heizer aus dem kalten Zustand wieder hochgeheizt ist – so lange fällt die Temperatur im Behälter noch; dann beginnt sie zu steigen, und der Schaltzyklus wiederholt sich. Die wahre Temperatur der Flüssigkeit pendelt also ständig um ihren Sollwert.

Diesen zeitlichen Ablauf gibt auch das Diagramm in Bild 52/2 wieder. Es zeigt wie nach dem Hochheizen die gemessene



52/1 Temperaturregelung – Prinzipschaltbild



52/2 Zeitdiagramm der Temperaturregelung

Temperatur (der Istwert der Regelgröße) um den gewünschten Wert (den Sollwert) schwankt. Je genauer die Meßeinrichtung mißt und je kleiner die genannten Verzögerungen in den Bauteilen sind, um so geringer wird das Über- und Unterschreiten des Sollwertes sein. Alle Schaltglieder müssen so bemessen werden, daß sie dem ständigen Ein- und Ausschalten standhalten.

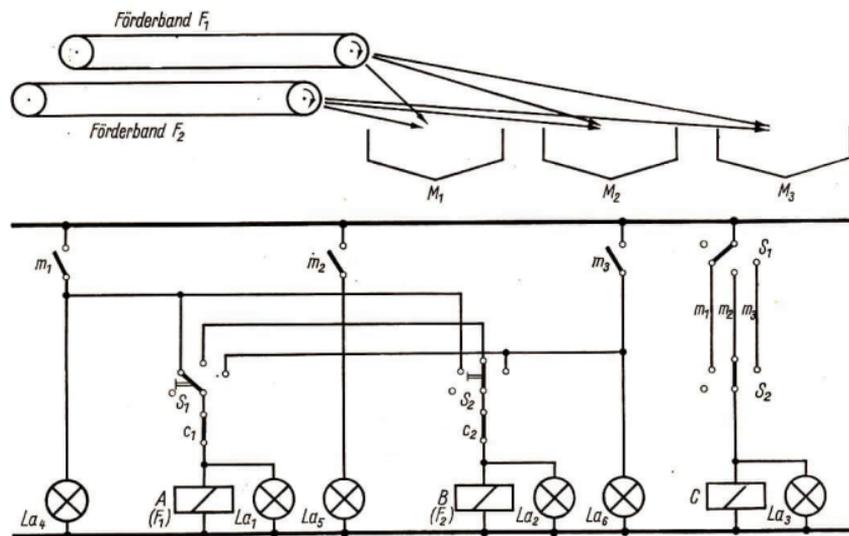
In der Zusammenschaltung von Meßeinrichtung – Schalteinrichtung – Heizer – Mischbehälter entsteht hier ein geschlossener Wirkungskreis, ein sogenannter *Regelkreis*. Die Schalteinrichtung übernimmt dabei die Funktion des eigentlichen Reglers.

Zuteilerschaltung. In einem Mühlenbetrieb sind drei Mühlen (M_1, M_2, M_3) durch zwei Förderbänder (F_1, F_2) mit dem Mahlgut zu beschicken. Jedes För-

derband kann jede Mühle beschieken; durch eine Schaltung ist jedoch zu verhindern, daß Band 1 UND Band 2 zugleich auf *eine* Mühle arbeiten. Jede Mühle darf auch nur dann beschickt werden, wenn der Mühlenantrieb läuft.

Die Zuordnung zwischen den Förderbändern und den Mühlen geschieht von einem Steuerstand aus mit zwei Wahlschaltern. Diese betätigen verstellbare Förderrinnen zum Transport des Mahlgutes vom Band zur Mühle, auf die jedoch hier nicht weiter eingegangen werden soll. Zusätzlich sind sie mit Hilfskontakten ausgerüstet, die für die Zuteilerschaltung zur Verfügung stehen.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe eignet sich eine Schaltung nach Bild 53/1. Der Bedienende stellt mit den Wahlschaltern S_1 und S_2 die gewünschte Zuteilung des Mahlgutes ein. Das Relais A,



53/1 Zuteilerschaltung

das den Antrieb des Förderbandes F_1 einschaltet, spricht dann an, wenn der Antrieb der angewählten Mühle läuft UND der Kontakt c_1 geschlossen ist. Das gleiche gilt sinngemäß für den Erregerstromkreis von B. Sind jedoch beide Wahlschalter auf die gleiche Mühle eingestellt, dann spricht Relais C an und unterbricht durch Öffnen von c_1 und c_2 beide Bandantriebe. Die rote Warnlampe La_3 leuchtet auf, und der Bediener muß jetzt eingreifen. Er kann Schalter S_1 oder S_2 auf eine andere Mühle schalten oder einen der beiden Schalter in Nullstellung bringen und damit zunächst ein Band stillsetzen. Nun läuft der normale Betrieb weiter, und La_3 erlischt.

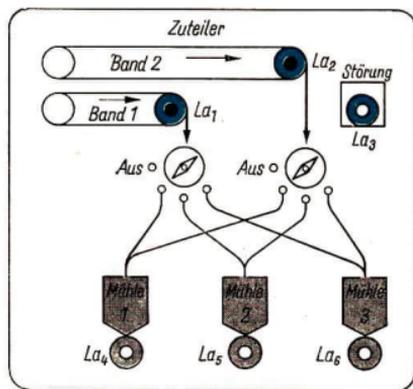
Die beschriebene Schaltung eignet sich gut zur symbolischen Darstellung auf einem sogenannten *Leuchtschaltbild*. Dazu wird eine Tafel entsprechender Größe im Steuerstand aufgestellt, die in einer Anordnung entsprechend Bild 54/1 die Bedienelemente, die Melder und das Anlagenschema enthält. Die Meldeleuchten werden hierbei den betreffenden Maschi-

nen und Apparaten räumlich zugeordnet. Nur der Störungsmelder La_3 ist getrennt, aber im Blickfeld des Bedienenden angebracht.

Die im Bild festgehaltene Situation erläutert noch einmal die Wirkung der beschriebenen Schaltung. Beide Wahlschalter wurden versehentlich auf die Mühle 1 eingestellt. Obgleich Mühle 1 läuft, sind beide Bänder abgeschaltet und La_3 meldet Störung. Der Bediener muß jetzt S_1 oder S_2 auf Mühle 2, die ebenfalls läuft, schalten oder einen der beiden Bandantriebe stillsetzen.

AUFGABEN

- Nennen Sie Beispiele, bei denen Hörmelder günstiger eingesetzt werden als Sichtmelder!
- Nennen Sie Beispiele, bei denen fußbetätigte Schalter eingesetzt werden!
- Ein gepoltes Relais wird mit einem Strom von $I_{err} = 1 \text{ mA}$ bei $U = 3 \text{ V}$ erregt; sein Kontakt vermag $0,2 \text{ A}$ bei 60 V zu schalten. Berechnen Sie die Leistungsverstärkung dieses Relais!
- Wie wirkt sich bei einem Bimetall-Zeitrelais
 - a) ein geringes,
 - b) ein starkes Abfallen der Netzspannung aus?
- Welche Art der Schaltverzögerung bewirkt das Zeitrelais nach der Schaltung in Bild 38/1?
- Nennen Sie Beispiele, bei denen Zeitverzögerungen benötigt werden!
- Stellen Sie das Schaltfolgediagramm für zwei Verkehrsampeln einer Straßenkreuzung auf, die den Fahrzeug- und Fußgängerverkehr für zwei Richtungen steuern!



54/1 Leuchtschaltbild für einen Zuteiler

Arten und Einteilung der Maschinen

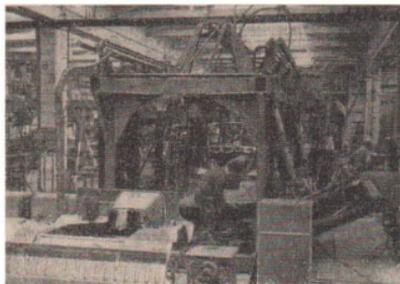
In allen Bereichen unseres Lebens spielen Maschinen heute eine wesentliche Rolle. Maschinen setzen den Menschen in die Lage, dem Erdboden Rohstoffe zu entreißen, sie aufzubereiten, zu transportieren und zu Gebrauchsgütern zu formen.

Die Umsetzung großer Energiemengen, der Bau von Betriebsanlagen und Fahrzeugen (Bild 55/1), die Herstellung von Konsumgütern in den benötigten Mengen, all das ist nur noch durch die Hilfe der Maschine möglich.

Die Entwicklung einer sozialistischen Landwirtschaft wird wesentlich mitbestimmt von der Größe und dem Leistungsgrad des eingesetzten Maschinenparks (Bild 55/2).

Im Haushalt erleichtern Waschmaschinen (Bild 55/3), Küchenmaschinen, Teppichklopfmaschinen, Staubsauger, Heißmangeln u. a. die Arbeit, helfen Zeit sparen, befreien von schwerer körperlicher Arbeit und sind damit wesentliche Voraussetzungen einer modernen Lebensführung.

Neben die Maschinen, die den Menschen die körperliche Arbeit abnehmen, treten heute solche Einrichtungen, die ihn von einfachen, immer wiederkehrenden Denkvorgängen entlasten. In der Industrie steuern diese Einrichtungen Maschinen, ganze Aggregate und in Zukunft ganze Fabriken.



55/1



55/2



55/3



55/4

In den Konstruktions- und Verwaltungsbüros ersetzen Rechenmaschinen (Bild 55/4) eine große Anzahl qualifizierter Menschen.

Begriff und Aufgabe

Im täglichen Leben wird der Begriff Maschine in den verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Der Kraftfahrer spricht von der Maschine und meint damit den Motor seines Wagens oder das ganze Motorrad. Im Physikunterricht werden einfache mechanische Elemente wie Hebel, geneigte Ebene, Keil, Schraube, Rolle u. a. als einfache Maschinen bezeichnet. In der Technik wird von Werkzeug-, Textil-, Kraft-, Land-, Schweiß-, Dampfmaschinen usw. gesprochen. Andere Bezeichnungen unterschlagen den Begriff Maschine. Beispiele hierfür sind Kräne, Bagger, Pressen, Turbinen, Rührwerke, Pumpen, Verdichter, Motoren.

Wann handelt es sich in all diesen Fällen nun tatsächlich um Maschinen? Neben den bei vielen Maschinen wiederkehrenden Teilen bestehen diese noch aus Grundkörpern, die für eine bestimmte Maschinenart typisch sind. Wir benutzen dafür Bezeichnungen wie Gestell, Bett, Ständer, Gehäuse, Untersatz.

Alle Maschinen besitzen feste und bewegliche Teile. Letztere führen auf bestimmten Bahnen regelmäßige zwangsläufige Bewegungen aus. Ziel dieser Bewegung kann einmal die Umwandlung von Energie sein. So wird zum Beispiel in der Dampfturbine die Energie des hochverdichteten Dampfes in mechanische Energie umgeformt, die dann im gekoppelten Generator weiter in Elektroenergie umgewandelt wird. Die Bewegung der Maschinenteile kann auch dazu dienen, einen Stoff zu formen. So

wird zum Beispiel beim Bohren, Fräsen, Drehen durch die Bewegung der Maschinenteile dem Stoff eine gewünschte Form gegeben. Unter einer Presse wird ein Stück Blech ausgeschnitten oder in eine Form gedrückt. Auf einem Webstuhl entsteht durch die Bewegung der entsprechenden Teile aus vielen einzelnen Fäden das Gewebe. Die Verpackmaschine formt, füllt und verschließt einen Behälter.

In anderen Fällen wird durch die Bewegung der Maschinenteile der Transport, die Ortsveränderung des Stoffes erreicht. Beispiele dafür sind Fahrzeuge, Fördermaschinen, Bagger u. a. Die Energieumwandlung, die Formung von Stoff oder seine Ortsveränderung reichen aber noch nicht aus, um den Aufgabenbereich der Maschinen vollständig zu umspannen. Besonders unter den Landmaschinen finden sich solche, deren Funktionen wesentlich vielseitiger sind. So ist zum Beispiel bei der Kartoffellegemaschine der Transport des Saatgutes in den Boden nur ein Teil der Aufgabe. Die Kartoffelvollerntemaschine sammelt, sortiert und reinigt. Für andere Erntemaschinen trifft das in gleicher Weise zu.

Gemeinsam ist aber allen diesen Maschinen, daß sie mit dem Formen, Transportieren, Sammeln, Reinigen u. a. eine Arbeit verrichten.

Zusammenfassend läßt sich feststellen:

► **Die Maschine ist eine Verbindung von festen und beweglichen Teilen. Letztere führen regelmäßig zwangsläufige Bewegungen aus. Dabei wird Energie umgewandelt oder eine Arbeit verrichtet.**

- *Überprüfen Sie die genannten Merkmale der Maschine an einigen Maschinen des Betriebes!*

Einteilung der Maschinen

Jede Produktion wird beherrscht von den für sie notwendigen speziellen Maschinen. So wird das Gesicht des Maschinenbaubetriebes geformt von den spanenden Werkzeugmaschinen, den Pressen, den Schmiedehämmern, den Tafelscheren u. a. In einem Webereibetrieb gibt es vorwiegend die Webmaschine. Kleiderwerke erhalten ihr Gesicht durch die in Reihen angeordneten Nähmaschinen. Eine Großbäckerei wird beherrscht von den Maschinen zur Teigzubereitung und dessen Weiterverarbeitung. Die Landwirtschaft hat entsprechend ihren verschiedenen Bereichen und Kulturen in der Funktionsweise stark differenzierte Maschinen. Diese speziellen Maschinen der verschiedensten Produktionsbereiche gehören zu der Gruppe der *Arbeitsmaschinen*. Neben den in ihrem Aufbau und der Funktion stark vom Arbeitsgegenstand abhängigen Maschinen gibt es noch solche, die in vielen Industriebetrieben wiederkehren. Im Kleiderwerk wandert zum Beispiel der Arbeitsgegenstand von Maschine zu Maschine über ein sich ständig bewegendes Transportband. Bei der Produktion von Schreibmaschinen, Fotoapparaten, Rundfunkgeräten, Meßgeräten u. a. leistet ein ähnliches Band gleiche Dienste. Hebezeuge, Kräne, Bagger, Gabelstapler, Fahrzeuge u. a. sind Maschinen der gleichen Gruppe, die als *Transportmaschinen* bezeichnet werden. Alle diese Maschinen benötigen Energie. Sie wird unmittelbar aus den Naturkräften oder über die Verbrennung gewonnen. Hierbei bedienen wir uns der *Kraftmaschinen*. Neben diese drei für die Produktion bisher ausreichenden Gruppen trat in den letzten Jahren noch die sogenannte

Informationsverarbeitende Maschine. Dabei handelt es sich jedoch meistens um größere, komplizierte Anlagen (Rechenzentrum, Datenverarbeitungsanlage), die sich aus mechanischen und elektrotechnischen Baueinheiten zusammensetzen, so daß die Bezeichnung Maschine im herkömmlichen Sinne nicht gerechtfertigt ist (in der Übersicht auf S. 58 ist diese Gruppe deshalb auch nicht aufgeführt.) Diese Anlagen nehmen den Menschen monotone geistige Arbeit ab und dienen vor allen Dingen zur Rationalisierung der Verwaltungsarbeit.

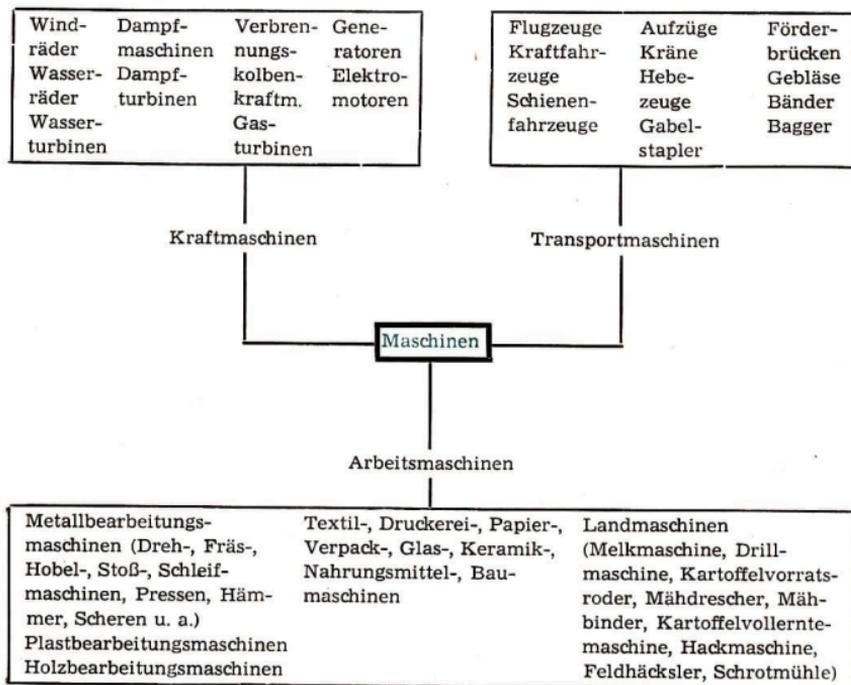
Die Industrie ist in gleicher Weise auf die Maschinen der einzelnen Gruppen angewiesen. Ohne Antrieb, ohne Kraftmaschinen, kann keine der Maschinen ihre Aufgabe erfüllen. Und doch kommt nicht ihnen, sondern den Metallbearbeitungsmaschinen – meist als Werkzeugmaschinen bezeichnet – besondere Bedeutung zu. Diese Maschinen produzieren alle anderen Produktionsinstrumente und ersetzen sich selbst. Ihr Entwicklungsstand, ihre Qualität sind wichtig für die Leistungsfähigkeit, für die Produktivität der gesamten Industrie eines Landes.

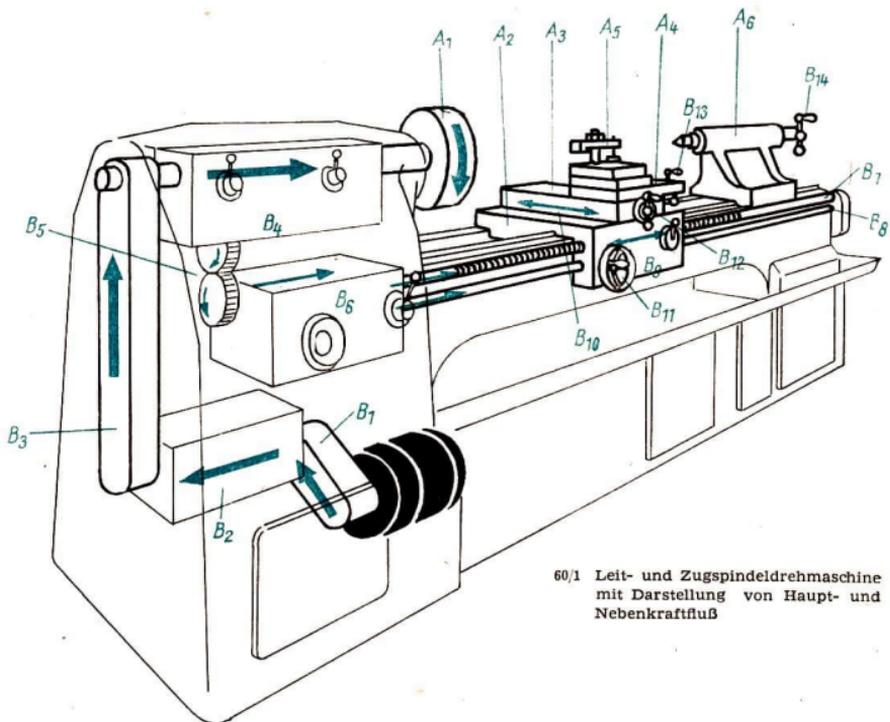
► **Die Metallbearbeitungsmaschinen produzieren Produktionsinstrumente und ersetzen sich selbst. Sie sind die Grundlage einer leistungsfähigen Industrie.**

AUFGABEN

- Erläutern Sie an drei typischen Maschinen Ihres Einsatzbetriebes den Begriff *Arbeitsmaschine*!
- Zeigen Sie an zwei Beispielen aus dem Betrieb, wie die Maschine die geistigen und physischen Kräfte des Menschen vervielfacht!
- Ordnen Sie die in Ihrem Betrieb benutzten Maschinen entsprechend der Übersicht 58/1 ein!

Übersicht: 58.1 Maschineneinteilung mit Beispielen für die Maschinenarten





60/1 Leit- und Zugspindeldrehmaschine mit Darstellung von Haupt- und Nebenkraftfluß

All die vielen zunächst recht unterschiedlich erscheinenden Maschinen haben in ihrem grundsätzlichen Aufbau und in ihrer Funktion viele Gemeinsamkeiten; sie sollen im folgenden betrachtet werden.

Grundaufbau der Maschinen

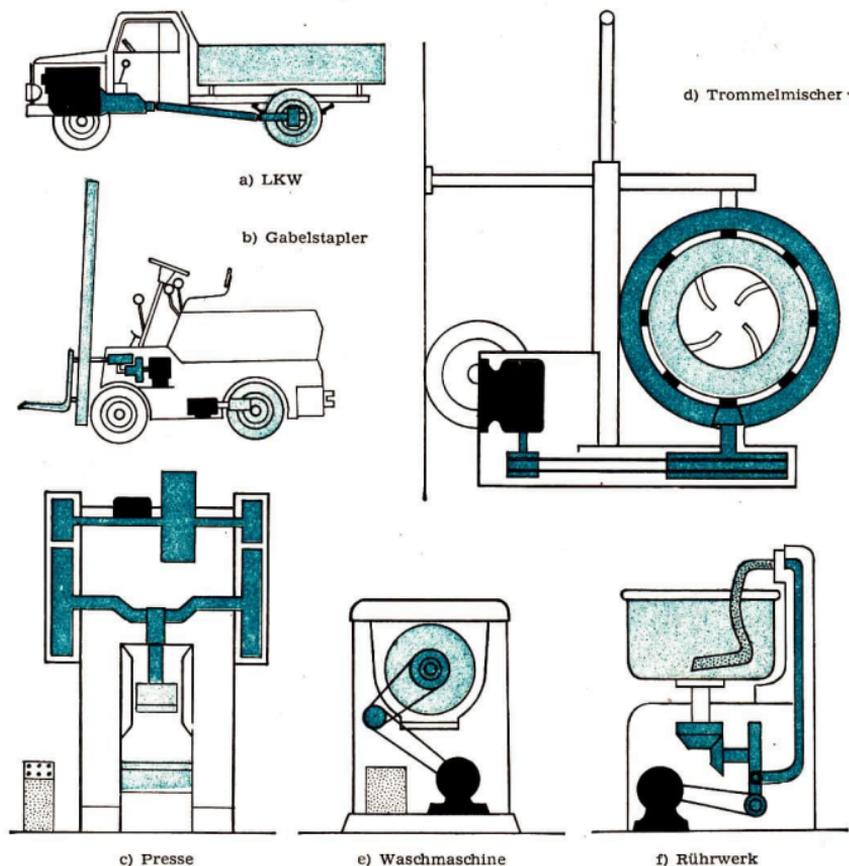
Trotz des unterschiedlichen Aussehens der verschiedenen Maschinen läßt sich bei genauer Betrachtung feststellen, daß sie aus gewissen Grundbaugruppen bestehen, die an jeder Maschine wiederzufinden sind. Am Beispiel einer Drehmaschine (Bild 60/1) soll erläutert werden, was unter diesen Grundbaugruppen zu verstehen ist.

Wenn die dargestellte Drehmaschine Arbeit verrichten soll, so muß ihr Energie zugeführt, d. h., sie muß angetrieben werden. Bei der Drehmaschine wird die in diesem Falle zugeführte elektrische Energie durch einen Elektromotor in Bewegungsenergie umgeformt. Der Motor treibt also die Maschine an, er wird Antriebsmotor oder kurz *Antrieb* genannt. Die vom Antriebsmotor gelieferte Bewegungsenergie wird dann durch einen Riementrieb und ein schaltbares Zahnradgetriebe auf die Arbeitsspindel übertragen. Durch ein weiteres Zahnradgetriebe kann die Bewegungsenergie auch zur Zugspindel weitergeleitet werden. Diese Baugruppen, die die Bewegungsenergie zu den eigentlichen Ar-

beitsstellen leiten, werden im allgemeinen als *Übertragungsmechanismen* bezeichnet.

In der dritten Gruppe sind alle die Teile enthalten, die der Maschine gestatten, ihre Funktion zu erfüllen. Mit ihnen wirkt die Maschine auf den Arbeitsgegenstand ein. Diese Teile werden unter

der Bezeichnung *Arbeitsorgane* zusammengefaßt. Bei der Drehmaschine gehören dazu das Spannfutter A_1 und der Reitstock A_6 zur Aufnahme für das Werkstück, der Bettschlitten A_2 , der Planschlitten A_3 , der Oberschlitten A_4 und der Werkzeughalter A_5 , die gemeinsam dem Drehmeißel Führung und Halt



61/1 Grundbaugruppen verschiedener Maschinen

■ Antrieb

□ Gestell

■ Übertragungsmechanismus

■ Arbeitsorgane

■ Steuer- und Regeleinrichtung

geben. Das sinnvolle Zusammenwirken von Antrieb, Übertragungsmechanismen und Arbeitsorganen führt zur Veränderung des Arbeitsgegenstandes (Werkstück).

Um dieses Zusammenwirken zu gewährleisten, müssen die genannten Baugruppen zu einer funktionellen Einheit verbunden werden. Hierzu dient das *Maschinengestell*. Es ist bei stationären Maschinen mit dem Aufstellungsort fest verbunden, bei fahrbaren Maschinen bildet es das *Fahrerhaus*.

Moderne Maschinen besitzen außer den hier bezeichneten vier Baugruppen als fünfte Gruppe die *Steuer- und Regelinrichtungen*. Sie ergänzen jedoch die vier grundlegenden Baugruppen jeder Maschine nicht einfach; sie heben sie auf eine neue Stufe, auf die Stufe der *auto-*

omatischen Maschinen. Damit wird die Maschine zur Grundlage einer neuen Qualität der Produktion, der Produktion auf automatischen Fließreihen.

► **Baugruppen der Maschinen sind Antrieb, Übertragungsmechanismus, Arbeitsorgane, Maschinengestell, evtl. Steuer- und Regeleinrichtungen.**

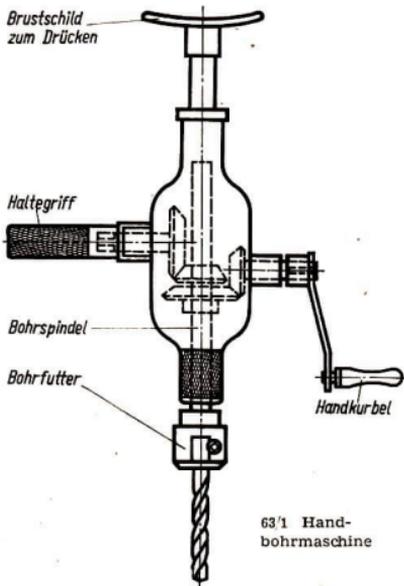
Bedeutung der Hauptgruppen der Arbeitsmaschinen

Mit dem Begriff Maschine wird meist der maschinelle Antrieb verbunden. Das ist nur zu verständlich, bringt er doch für den Menschen die besonders spürbare Erleichterung. Damit darf aber nicht der Fehler gemacht werden, den Antrieb als das wesentlichste Funktions-teil einer Maschine anzusehen. Die Bewegung ist nicht Selbstzweck. Sie ist die Grundlage der Formung von Energie oder Stoff, des Transportes oder allgemein der Verrichtung von Arbeit. Diese Aufgabe löst die Maschine nur über ihre *Arbeitsorgane*. Ihre Konstruktion bestimmt die Funktion der Maschine. Mit den Arbeitsorganen übernimmt die Maschine die Funktionen des arbeitenden Menschen. Durch die wiederkehrende Gleichmäßigkeit der Ausführung, die größere Arbeitsgeschwindigkeit und gleichzeitige Bewältigung mehrerer Operationen vervielfachen die Arbeitsorgane die Ergebnisse der Arbeit. Hierbei ist die Ursache des Antriebs gleichgültig. Die Maschine kann auch durch menschliche oder tierische Kraft getrieben werden.

Bei der Handbohrmaschine (Bild 63/1) sind mit dem geführten Bohrer und der Umwandlung der Handbewegung in die Drehung der Bohrspindel Voraussetzungen für das Bohren eines sauberen



62/1 Turmdrehkran
Krantor – Gestell
Gestänge – Übertragungsmechanismus
Greifer – Arbeitsorgan
Im Maschinen- und Fahrerhaus – Antrieb



Loches gegeben, allerdings mit geringerer Produktivität als beim maschinellen Antrieb. Jede entwickelte Maschine

schließt deshalb den maschinellen Antrieb ein.

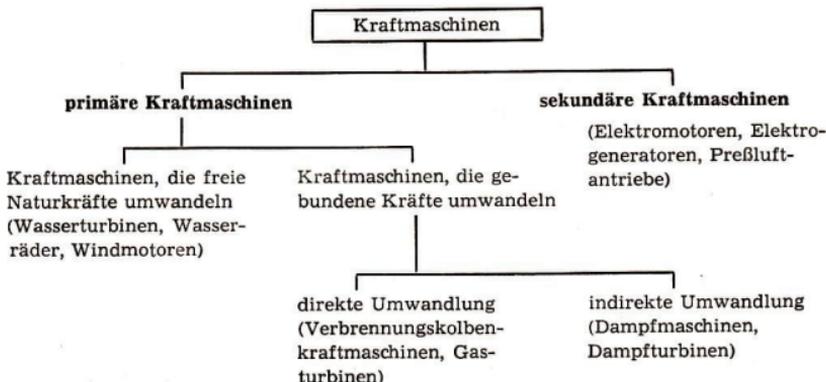
Entscheidend für die Funktion der Arbeitsorgane sind dagegen die Übertragungsmechanismen, da sie durch ihre Wirkungsweise und Anordnung die einzelnen Operationen der Arbeitsorgane auslösen. Die Arbeitsorgane sind deshalb stets im Zusammenhang mit den Übertragungsmechanismen zu betrachten.

► Die Arbeitsorgane bilden in Gemeinschaft mit ihren Bewegungsmechanismen das Kernstück der Maschinen.

AUFGABEN

- Untersuchen Sie zwei typische Maschinen Ihres Betriebes nach den Hauptgruppen! (Skizzen anfertigen und die Baugruppen durch verschiedene Farben markieren!)
- Stellen Sie fest, welche Maschinenteile in den Übertragungsmechanismen der verschiedenen Maschinen verwendet werden!

Übersicht: 63.1 Einteilung der Kraftmaschinen



Früher hat man oft menschliche oder tierische Kräfte benutzt, um Maschinen anzutreiben. So wurden für den Antrieb der Landmaschinen Pferde, zur Betätigung von Pressen, Winden, Schleifmaschinen, Pumpen, Nähmaschinen u. a. m. die Körperkräfte des Menschen verwendet. Heute werden für den Antrieb von Maschinen in der Regel die Kraftmaschinen eingesetzt.

Der Antriebsteil einer Maschine wandelt die zugeführte Energie in die für den Arbeitsmechanismus notwendigen Formen um. Viele Maschinen verlangen eine gleichbleibende Bewegungsenergie in Form einer Drehbewegung. Andere Maschinen brauchen eine Anpassung an die stark schwankenden Leistungsanforderungen, zum Beispiel Fahrzeuge, Hebezeuge.

Für den Antrieb werden deshalb diejenigen Kraftmaschinen eingesetzt, die den technischen und ökonomischen Forderungen am besten entsprechen.

- *Erklären Sie die Einteilung der Kraftmaschinen nach primären, sekundären, direkten und indirekten Umwandlungsprozessen!*

Nicht alle Kraftmaschinen sind in gleicher Weise für den unmittelbaren Antrieb bestimmter Maschinen geeignet. Bei der Auswahl einer Kraftmaschine sind ihre Eigenschaften mit den Anforderungen und den Umweltbedingungen in Übereinstimmung zu bringen. Forderungen an eine Kraftmaschine für den direkten Antrieb von Arbeits- und Transportmaschinen sind:
gute Anpassung an den Leistungsbedarf,
gute Anbaumöglichkeiten und ständige Einsatzbereitschaft.

Wasserkraftmaschinen, Windkraftmaschinen und **Dampfturbinen** werden meist zum Antrieb von Generatoren eingesetzt. Sie eignen sich wegen ihrer geringen Anpassungsfähigkeit selten für den Antrieb anderer Maschinen.

Wasser- und Windkraftmaschinen kommen heute kaum mehr direkt als Antriebe in Frage. Sie wurden früher zum Treiben von Wasser- bzw. Windmühlen verwendet.

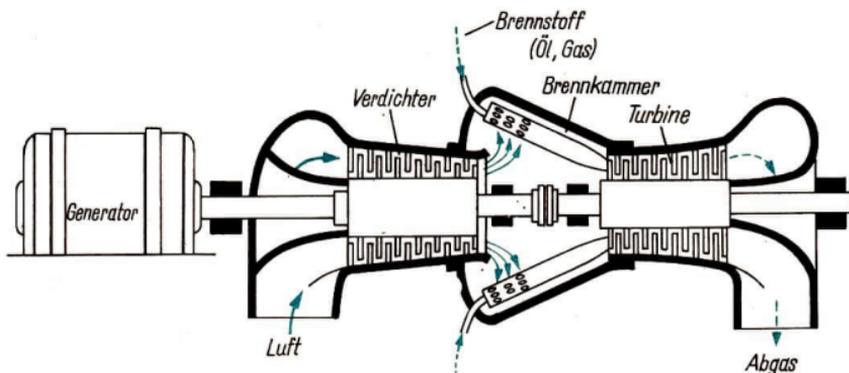
Kleine Abdampfturbinen treiben in Kraftwerken Kesselspeisepumpen. In einigen größeren Schiffen sind Dampfturbinen als Antrieb eingesetzt.

Gasturbinen entwickelten sich in den letzten Jahren zu einer Konkurrenz der Diesel- und Ottomotoren. Sie lassen sich schnell anfahren und besitzen eine geringe Leistungsmasse.

Versuche mit diesen Kraftmaschinen scheiterten früher an der hohen Wärmebeanspruchung des Materials. Erst als der Flugzeugbau mit den Verbrennungskolbenkraftmaschinen die Geschwindigkeiten nicht mehr steigern konnte, setzte eine intensive Entwicklung von Gasturbinen ein.

Die Entwicklung der Flugtriebwerke hat auch den Gasturbinenbau für Schiffsantrieb und stationären Antrieb weiter vorangebracht.

In allen Industriestaaten wird versucht, die Gasturbinen schnell weiterzuentwickeln. Kleinere Anlagen treiben heute Pumpen und Kompressoren. Größere Einheiten treiben in Spitzenkraftwerken Generatoren an. Versuche zur Anwendung im Straßen- und Schienenverkehr verlaufen erfolgreich. Die ersten Spitzenkraftwerke mit 25 000-kW-Gasturbinen sind in unserer Republik in Gispersleben bei Erfurt und in Grim-



65/1 Schema einer vereinfachten Gasturbinenanlage

mental (Kreis Meiningen) gebaut worden.

- *Weshalb sind Gasturbinen für den Betrieb von Spitzenkraftwerken vorteilhaft?*

Kolbendampfmaschinen haben ihre große Bedeutung, die sie im vergangenen Jahrhundert als Antriebsmaschinen besaßen, nahezu vollständig eingebüßt. Selbst aus dem Bereich der sehr großen Maschineneinheiten werden sie heute vom Dieselmotor und von der Gasturbine verdrängt. Die Dampflokomotive ist von der technischen Entwicklung bereits überholt. Auf den Hauptstrecken werden in Zukunft Elektrozüge verkehren. Die Nebenstrecken gestatten mit Diesellokomotiven einen wirtschaftlichen Betrieb. Neue Dampflokomotiven stellt die Reichsbahn nicht mehr in Dienst.

- *Begründen Sie, weshalb die Dampfmaschine durch die technische Entwicklung überholt ist!*

Verbrennungskolbenkraftmaschinen beherrschen heute den Fahrzeug- und

Schiffbau. Auch für den stationären Betrieb sind sie geeignet. Diese Maschinen zeichnen sich durch Anpassungsfähigkeit der Leistung, ständige Betriebsbereitschaft unter allen klimatischen Bedingungen und einen günstigen Wirkungsgrad aus. Besonders wichtig ist der geringe Platzbedarf je Leistungseinheit. Für größere Einheiten werden vornehmlich die Vorteile des Dieselmotors genutzt. Lastkraftwagen werden heute meist von Dieselmotoren angetrieben. Die auf den Werften der Deutschen Demokratischen Republik gebauten Schiffe erhalten Dieselmotoren, die in Halberstadt, Magdeburg und Rostock gebaut werden. Für den Antrieb von beweglichen und stationären Anlagen wird der Dieselmotor überall da verwendet, wo kein Anschluß an ein Elektroenergienetz möglich ist. Deselektrostationen arbeiten als Notstromaggregate. In wirtschaftlich schwach entwickelten Ländern ist damit die örtliche Elektroenergieversorgung einer Betriebsanlage schnell zu lösen.

- *Aus dem Physikunterricht sind Ihnen Ottomotor und Dieselmotor bekannt. Nennen Sie einige Vor-*

und Nachteile des Dieselmotors gegenüber dem Ottomotor!

Elektromotoren stellen heute den größten Teil aller Antriebe. Sie besitzen gegenüber anderen Antriebsmaschinen viele Vorteile. Unter allen Elektromotoren dominieren in der Industrie die Drehstrommotoren. Der einfache Aufbau und das Betriebsverhalten der Asynchronmotoren hat sie zu vielseitig verwendbaren Antriebsmaschinen in der Technik gemacht (vgl. Abschnitt „Asynchronmotoren“).

Gruppen- und Einzelantrieb

Alle Antriebsmaschinen können als Gruppen- oder als Einzelantrieb eingesetzt werden. Beim **Gruppenantrieb** treibt eine Kraftmaschine mehrere oder auch alle Maschinen (Sammelantrieb) einer Produktionsanlage an. Diese Form des Antriebs war noch bis in die zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts weit verbreitet. Die Dampfmaschine erlaubt oft keine andere Wahl. Der Gruppenantrieb verlangt einen erheblichen Aufwand an Übertragungsmechanismen, wie Transmissionswelle, Scheiben, Vorgelege, Riemen (Bild 66/1).

Auch der Elektromotor wurde zuerst als Gruppenantrieb eingesetzt. Kleinere

Anlagekosten, günstigerer Wirkungsgrad waren hierfür entscheidend. Trotzdem hat sich der **Einzelantrieb** heute allgemein durchgesetzt. Der Grund ist in folgenden Vorteilen zu suchen:

- bessere Drehzahlanpassung,
- der Antrieb wird mit der Arbeitsmaschine ein- oder ausgeschaltet,
- leichter Platzwechsel der Maschine,
- kein Ausfall anderer Maschinen bei Betriebsstörungen,
- keine Transmissionswellen, Deckenvorgelege und langen Treibriemen und dadurch
- geringere Unfallgefahr, weniger Staub, mehr Licht.

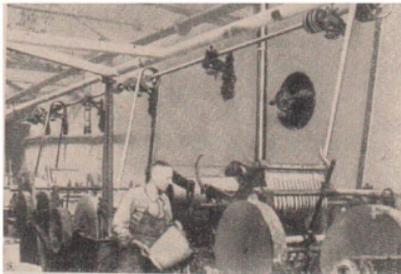
Dem stehen als Nachteile gegenüber:

- höhere Anschaffungskosten,
- schlechtere Ausnutzung (die Motoren sind vielfach nicht ausgelastet und haben dadurch einen schlechteren Wirkungsgrad).

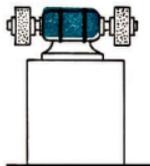
Die Vorteile wiegen bei dieser Antriebsart die Nachteile auf, zumal die schlechtere Ausnutzung durch eine gute Arbeitsorganisation reduziert werden kann. Bei den Einzelantrieben mit Elektromotor lassen sich drei Gruppen unterscheiden (Bild 67/1):

Die Motorwelle ist gleichzeitig Arbeitswelle. Das ist immer dann möglich, wenn keine Drehzahländerung notwendig ist. Beispiele hierfür sind Holzbearbeitungsmaschinen, Schleifmaschinen, elektrische Handbohrmaschinen, Staubsauger, Gebläse.

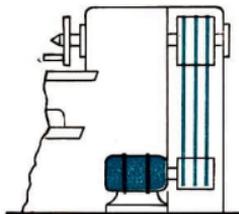
Die Motorwelle ist starr mit den Übertragungsmechanismen verbunden. Hier lassen sich große Kräfte übertragen. Die Verbindung ist platzsparend. Belastungsschläge werden nicht abgefangen. Bei größeren Motoren übertragen sich die Schwingungen auf den Maschinenkörper. Der hier verwandte Motor wird als Flanschmotor bezeichnet.



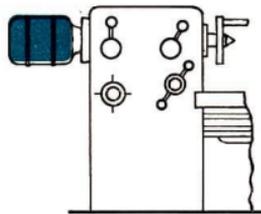
66 1 Gruppenantrieb in einer Wollwäscherei



67/1 Motorwelle
gleich Arbeitswelle



Elastischer Motoranschluß
(Fußmotor)



Starrer Motoranschluß
(Flanschmotor)

Die Motorwelle ist durch ein elastisches Übertragungsorgan mit der Maschine verbunden. Hier erfolgt die Kraftübertragung vom Motor zu dem nächsten Übertragungsorgan über Riemen (Keilriemen, Flachriemen, Schnüre). Belastungsstöße werden durch den Riemen gemildert. Der Motor kann da angebracht werden, wo seine Schwingungen die Qualität des Arbeitsergebnisses nicht beeinflussen. Da mit dem Keilriemen auch große Kräfte zu übertragen sind, ist das die heute meist angewandte Verbindungsart.

Die Entwicklung der Antriebsformen findet im **Mehrmotorenantrieb** ihre Fortsetzung. Im Textilmaschinenbau, bei Metallbearbeitungsmaschinen wird der komplizierte Übertragungsmechanismus reduziert, indem *Haupt- und Nebenbewegungen* von verschiedenen Motoren erzeugt werden.

Beim Auto ist es uns zum Beispiel eine Selbstverständlichkeit, daß der Scheibenwischer nicht vom Otto- oder Dieselmotor, sondern von einem eigenen kleinen Elektromotor, der von der Lichtmaschine gespeist wird, seinen Antrieb erhält.

Die Trennung von Haupt- und Nebenantrieben bei Arbeitsmaschinen erleichtert und vereinfacht auch automatische Steuervorgänge.

AUFGABEN

- Suchen Sie selbst nach Beispielen für den Einsatz von Wasserkraft- und Windkraftmaschinen als Antrieb von Arbeitsmaschinen, und beurteilen Sie danach die Bedeutung dieser Antriebsart!
- Informieren Sie sich über den Wirkungsgrad von Dampfmaschinen, und vergleichen Sie diesen mit anderen Kraftmaschinen!
- Stellen Sie die Bedeutung der Dampfmaschine für die Entwicklung im technischen Zeitalter dar!
- Weshalb ist eine drehende Antriebsbewegung der Antriebsmaschine meist vorteilhafter als eine geradlinige Antriebsbewegung?
- Überprüfen Sie an einigen Maschinen Ihres Einsatzbetriebes, wie der Motor mit dem Übertragungsmechanismus der Maschine verbunden ist! Begründen Sie die festgestellte Antriebsart!
- Welche Maschinen Ihres Einsatzbetriebes arbeiten mit Mehrmotorenantrieb?

Übertragungsmechanismen

Nur in den wenigsten Fällen lassen sich Bewegung und Kraft unmittelbar so nutzen, wie sie vom Antrieb abgegeben

werden. Sie müssen den Forderungen der Arbeitsvorgänge angepaßt und zu den Arbeitsorganen übertragen werden.

► **Übertragungsmechanismen leiten die Antriebsenergie zu den Arbeitsorganen und passen sie deren Kraft- und Bewegungsforderungen an.**

- Welche Beziehungen bestehen zwischen Kraft und Bewegung?

Kraftfluß in der Maschine

In den Maschinen ist zwischen *Haupt- und Nebenbewegungen* und damit zwischen *Haupt- und Nebenkraftfluß* zu unterscheiden (siehe Bild 60/1). Der Hauptkraftfluß liefert die für die Arbeitsaufgabe der Maschine wesentliche Energie. Bei der im Bild 60/1 dargestellten Leit- und Zugspindeldrehmaschine wird diese über die Arbeitsspindel abgegeben. Die zwischen Antrieb und dem Arbeitsorgan A_1 (Dreibackenfutter, Planscheibe, Mitnehmerscheibe u. a.) liegenden Mechanismen übertragen und wandeln Kraft und Bewegung in die erforderlichen Größen.

Glieder in dieser Kette sind:

- B_1 Keilriementrieb vom Elektromotor zum Hauptgetriebe
- B_2 Hauptgetriebe
- B_3 Keilriementrieb vom Hauptgetriebe zum Vorgelege
- B_4 Vorgelege (Getriebe zur Drehzahlverkleinerung)

Für den Vorschub des Werkzeuges sind Nebenbewegungen notwendig. Das ist im einfachsten Fall über die Elemente B_{11} , B_{12} und B_{13} durch Handantrieb möglich. Arbeiterleichternd und die Voraussetzung für hohe Güte ist die maschinelle Bewegung des Werkzeuges. Die notwendige Kraft und das richtige Bewegungsverhältnis zur Arbeitsspindel wird vom Hauptantrieb abgezweigt.

Über das Wechselradgetriebe B_5 , das Vorschubgetriebe B_6 , die Leit- oder Zugspindel B_7 , B_8 , die Räderplatte B_9 und den Planzug B_{10} läuft dann die Nebenbewegung. Je nach Schaltung ist damit ein maschineller Transport des Bett-schlittens A_2 oder des Planschlittens A_3 möglich.

In ähnlicher Weise läßt sich bei jeder Maschine der Kraftfluß verfolgen. So zeigen sich bei dem im Bild 61/1 dargestellten Gabelstapler zwei Hauptkraftströme:

1. der Fahrtrieb vom Motor über das Getriebe zur Radachse;
2. der Kraftfluß über Pumpe, Leitungen, Ventile zum Hydraulikzylinder für das Heben und Senken der Lasten am Hebegerät.

Hinter der Pumpe zweigt hier ein Nebenantrieb für das Schwenken des Hebegerüsts zur Aufnahme oder Ablage des Transportgutes ab. Er besteht aus Leitungen, Ventilen und Hydraulikzylinder. Obwohl hier völlig andere Verhältnisse vorliegen als bei der Drehmaschine, zeigt der Kraftfluß die gleichen Gesetzmäßigkeiten:

► **Der Hauptkraftfluß liefert die für die Arbeitsaufgabe der Maschine wesentlichste Energie. Der Nebenkraftfluß liefert die Energie für die Hilfsfunktionen. Er kann vom Hauptkraftfluß abgezweigt werden oder einen selbständigen Antrieb besitzen.**

Maschinenart und Übertragungsmechanismen

Die angeführten Beispiele zeigen, daß Aufbau und Art der eingesetzten Übertragungsmechanismen sehr unterschiedlich sein können. Allgemein kommen Maschinen für einfache Arbeitsvorgänge mit wenigen, unkomplizierten Teilen

aus. Mit zunehmender Universalität werden auch die Übertragungsmechanismen komplizierter und vielfältiger. So verkleinert z. B. bei einer einfachen Förderschnecke für gleichbleibendes Fördergut lediglich ein einfaches Getriebe die Motordrehzahl. Bei der Mischtrommel im Bild 61/1 genügen Riemenantrieb und Rädertrieb ohne jede Veränderungsmöglichkeit. Die universellen Werkzeugmaschinen für die spanabhebende Bearbeitung verlangen dagegen weitestgehende Anpassung an die Werkstück- und Werkstofforderungen. Zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität soll die Maschine sich auch schnell den wechselnden Arbeitsbedingungen anpassen lassen. Das verlangt komplizierte und schnell schaltbare Übertragungsmechanismen.

Einteilung der Übertragungsmechanismen

Die Übertragungsmechanismen lassen sich nach ihrer Funktion in drei Gruppen einteilen:

1. Die Gruppe der Leiter

Leiter übertragen eine Kraft bzw. eine Bewegung lediglich auf andere Organe, ohne an der Bewegung irgend etwas zu ändern. Solche Leiter sind in erster Linie Wellen (auch Gelenk- und Teleskopwellen) zur Übertragung von Drehbewegungen, Seilzüge, Zug- und Druckstangen zur Übertragung von geradlinigen Bewegungen, sowie nicht schaltbare Wellenkupplungen und Anhängerkupplungen (z. B. Zugschere an landwirtschaftlichen Maschinen).

2. Die Gruppe der Wandler

Sie verändern die vom Antrieb abgegebene Bewegung durch:

- a) Änderung der *Drehzahl* (Zahnrad-, Zugmittel-, Reibkörper-, Flüssigkeitsgetriebe),
- b) Änderung der *Bewegungsrichtung* (gekreuzte Riemengetriebe; Wendegetriebe),
- c) Änderung der *Bewegungsform*;
d. h. Umwandlung einer kreisförmigen Bewegung in eine geradlinige bzw. umgekehrt (Kurbel-, Kurven-, Schrauben-, Flüssigkeitsgetriebe).

3. Die Gruppe der Schalter

Sie gestatten eine Unterbrechung der Bewegung bzw. des Kraftflusses (schaltbare Kupplungen).

Es gibt Maschinen, deren Übertragungsmechanismus sehr einfach ist und nur aus einem Leiter oder aus mehreren hintereinandergeschalteten Leitern (z. B. Motorwelle – starre Kupplung – Arbeitswelle) besteht. Typische Beispiele für Maschinen mit nur einem Leiter als Übertragungsmechanismus sind der Staubsauger, das Gebläse und die Schleifmaschine. Hier ist die Motorwelle gleichzeitig Arbeitswelle, sie trägt das Arbeitsorgan. Bei anderen Maschinen, wie z. B. beim Mischer (Bild 61/1) oder bei der Spindelpresse, besteht der Übertragungsmechanismus aus einem einfachen Wandler zur Änderung der Drehzahl oder der Bewegungsform. Umfangreich wird der Übertragungsmechanismus dagegen bei Maschinen, die komplizierte oder unterschiedliche Arbeiten verrichten sollen, wie z. B. spanende Werkzeugmaschinen, Verpackmaschinen, Traktoren, Landmaschinen (Geräte-träger RS 09, Bild 79/1). Bei diesen Maschinen kommen Leiter, Wandler und Schalter gemeinsam vor. Man benötigt in einer Maschine Wandler zur Drehzahländerung (verschiedene Fahrgeschwindigkeiten bei Fahrzeugen oder

verschiedene Schnittgeschwindigkeiten bei Werkzeugmaschinen), Wandler zur Änderung der Bewegungsrichtung (Vor- und Rückwärtsgang bei Fahrzeugen) und Wandler zur Änderung der Bewegungsform (die hin- und hergehende Kolbenbewegung wird in eine Drehbewegung umgeformt). Außerdem muß die Möglichkeit gegeben sein, den Kraftfluß durch schaltbare Kupplungen zu unterbrechen.

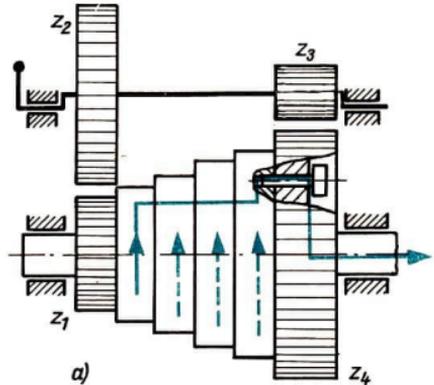
► Die Übertragungsmechanismen lassen sich nach ihrer Funktion in **Leiter, Wandler und Schalter** einteilen. Aufbau und Kompliziertheit der Übertragungsmechanismen hängen von der Zahl der zu lösenden Einzelaufgaben in der Maschine ab. Je vielseitiger eine Maschine ist, um so höher sind auch die Forderungen an den Übertragungsmechanismus.

Übertragungsmechanismen zur Änderung der Drehzahl und der Bewegungsrichtung

Drehzahl- und Drehrichtungsänderungen sind leicht durch Zahnrad-, Zugmittel- und Reibkörpergetriebe zu erreichen. Die Grundlagen für diese Getriebe wurden bereits im Lehrbuch der 9. Klasse behandelt. Hier sollen lediglich einige spezielle, oft vorkommende Bauformen beschrieben und dargestellt werden.

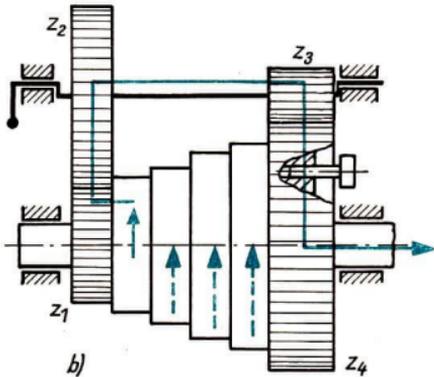
Bei den Übertragungsmechanismen zur Drehzahl- und Drehrichtungsänderung muß grundsätzlich unterschieden werden zwischen Getrieben, die in gewissen Stufen schaltbar sind (Stufengetriebe) und solchen, die stufenlos einstellbar sind (stufenlose Getriebe). Unter den **Stufengetrieben** stellt das *Stufenscheibengetriebe mit Zahnradvorgelege* die einfachste Art dar (Bild 70/1).

Stufenscheibengetriebe gibt es nur noch bei älteren Maschinen. Wichtig ist die



70/1 Stufenscheibengetriebe mit Zahnradvorgelege

a) Zahnradvorgelege ausgerückt



b) Zahnradvorgelege eingerückt

Funktion des Zahnradvorgeleges. Es ist in vielen Zahnradgetrieben wiederzufinden und hat dort die gleiche Aufgabe wie in diesem Beispiel. Die Stufenscheibe ist mit dem Zahnrad z_1 fest verbunden und sitzt drehbar auf der Hauptwelle. Zahnrad z_4 sitzt fest auf der Hauptwelle. Über den Mitnehmerstift kann die Stufenscheibe fest mit z_4 ver-

bunden werden. Bei ausgeschwenkter Vorgelegewelle lassen sich je nach Riemlage vier verschiedene Drehzahlen auf die Hauptwelle übertragen.

Nach Herausziehen des Mitnehmerstiftes und Einschwenken der Vorgelegewelle läuft die Kraft von der Stufenscheibe über die Zahnräder z_1, z_2, z_3, z_4 auf die Hauptwelle. Wenn hier z_1 30, z_2 90, z_3 30 und z_4 90 Zähne besitzen, ergibt sich für das Vorgelege folgendes Übersetzungsverhältnis:

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{90}{30} = \frac{3}{1}$$

$$i_2 = \frac{z_4}{z_3} = \frac{90}{30} = \frac{3}{1}$$

Gesamtübersetzungsverhältnis:

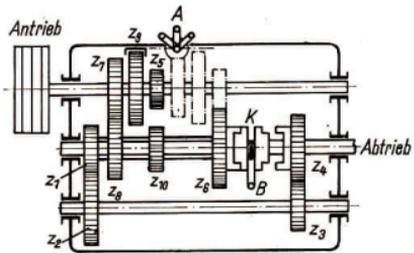
$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{3}{1} \cdot \frac{3}{1} = \frac{9}{1}$$

Das bedeutet, macht z_1 neun Umdrehungen, führt z_4 nur eine Umdrehung aus. Zu den vier Drehzahlen der Stufenscheibe kommen so vier weitere Drehzahlen.

► **Ein Vorgelege verdoppelt die Drehzahlstufung eines Getriebes.**

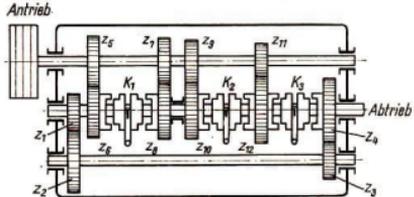
An modernen Maschinen verwendet man heute zur Abstufung der Drehzahl vorwiegend *Stufenrädernetriebe*. Sie lassen sich besser kapseln. Die Unfallgefahren sind geringer. Der Drehzahlwechsel geht schneller. Bei den Stufenrädernetrieben ist zu unterscheiden zwischen *Schieberad-* und *Kupplungsgetrieben* (Bilder 71/1 und 71/2).

Das eigentliche *Schieberadgetriebe* besteht in dieser einfachen Ausführung lediglich aus den Zahnrädern z_5 bis z_{10} ; z_5, z_7, z_9 sind die Schieberäder. Über die Kupplung K kann die Hauptspindel unmittelbar angetrieben werden. Wird durch Kuppeln des Zahnrades z_4 das



	mit Vorgelege			ohne Vorgelege		
Drehzahl	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6
Schieberäder	/	/	/	/	/	/
Hebel A	/	/	/	/	/	/
Kupplung	/	/	/	/	/	/
Hebel B	/	/	/	/	/	/

71/1 Schieberadgetriebe mit Schaltplan



	mit Vorgelege			ohne Vorgelege				
Drehzahl	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8
Kupplung K1	/	/	/	/	/	/	/	/
Kupplung K2	/	/	/	/	/	/	/	/
Kupplung K3	/	/	/	/	/	/	/	/

71/2 Kupplungsgetriebe mit Schaltplan

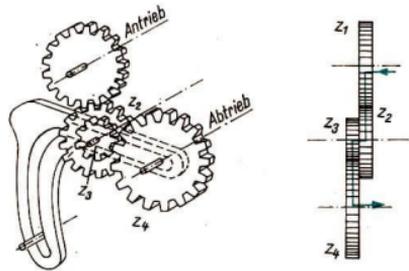
Vorgelege in den Kraftfluß mit einbezogen, lassen sich die Drehzahlen von 3 auf 6 Einstellungen erweitern (vgl. Stufenscheibengetriebe mit Vorgelege). Beim Schieberadgetriebe kämmen nur die Räder miteinander, die für die jeweilige Schaltstufe notwendig sind.

Bei *Kupplungsgetrieben* dagegen käm-
men ständig alle Räder. Der Verschleiß
durch das Schalten ist an den Kupplun-
gen geringer als an Schieberädern.
Nachteilig sind die umfangreicheren
Schaltvorgänge.

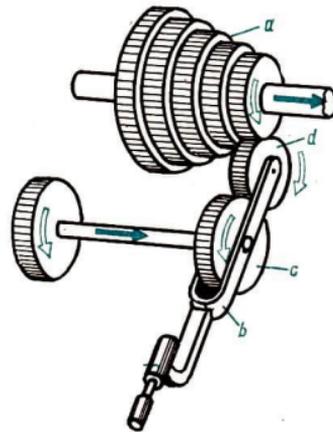
Nach den beiden dargestellten Grund-
prinzipien des Schieberad- und Kupp-
lungsgetriebes sind viele Stufenräd-
erschaltgetriebe aufgebaut. Die Wechsel-
getriebe in Kraftfahrzeugen, die Haupt-
getriebe in Werkzeug- und anderen
Arbeitsmaschinen sind Schieberad- oder
Kupplungsgetriebe beziehungsweise eine
Kombination aus beiden.

Ein weiteres Getriebe für verschiedene
Drehzahlen ist das *Wechselradgetriebe*
(Bild 72/1), bei dem aus einem Satz von
Zahnrädern die Übersetzung beliebig
zusammengestellt werden kann. Hier
kann nicht geschaltet werden. Die Zahn-
räder für eine gewünschte Drehzahl
müssen entsprechend montiert werden.
Es ist eine Räderschere notwendig, durch
die die Räder so geschwenkt werden,
daß jede Kombination miteinander
kämt. Wechselradgetriebe sind vor
allem von der Drehmaschine (Bild 60/1,
B 5) bekannt. Auch in Landmaschinen
sind sie oft zu finden. Wechselrad-
getriebe werden stets dort angewendet,
wo während eines länger andauernden
Arbeitsvorganges keine Drehzahlände-
rung notwendig ist. Bei der Umrüstung
auf einen anderen Arbeitsvorgang wer-
den die Wechselräder mit verändert.

Schwenkradgetriebe (Bild 72/2) werden
ebenfalls zur Drehzahlstufung einge-
setzt. Das Schieberad *c* nimmt die Be-
wegung auf und gibt sie über das
Schwenkrad *d* an den Stufenrädersatz *a*
weiter. Die notwendige Drehzahl ist
durch seitliches Verschieben der
Schwinge *b* leicht einzustellen. In Dreh-
maschinen kann damit die Drehzahl der

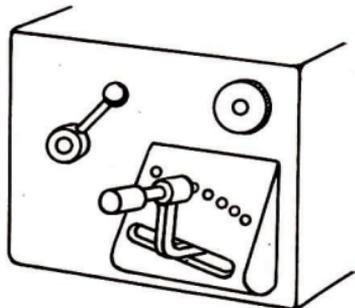


72.1 Wechselradgetriebe



72.2 a Schwenkradgetriebe* (Nortongetriebe)

- a Antriebsrädersatz
- b Schwinge
- c Schieberad
- d Schwenkrad



72/2 b Außenansicht

Leit- oder Zugspindel wesentlich schneller verändert werden als mit Wechselrädern (Bild 60/1, B 6). Das Schwenk-
radgetriebe (auch Nortongetriebe genannt) verkleinert an der Drehmaschine den Wechselrädersatz. An Sämaschinen lassen sich durch Hintereinanderschaltung von zwei solchen Getrieben mit drei und acht Stufenrädern 24 verschiedene Drehzahlen für die Säwelle schalten. Durch ein vorgeschaltetes Wechselradgetriebe ist eine weitere Stufung möglich.

Wendegeräte gestatten, die Drehrichtung willkürlich zu verändern. Den verschiedenen Zahnradgetrieben sind die *Stirnradwendegeräte* (Bild 73/1) oft unmittelbar zugeordnet, z. B. Drehmaschine, Fräsmaschine, Rückwärtsgang in Kraftfahrzeugen.

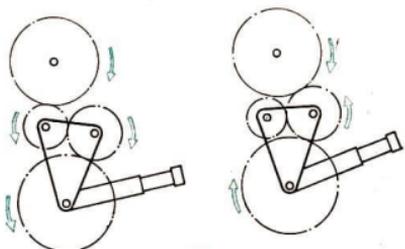
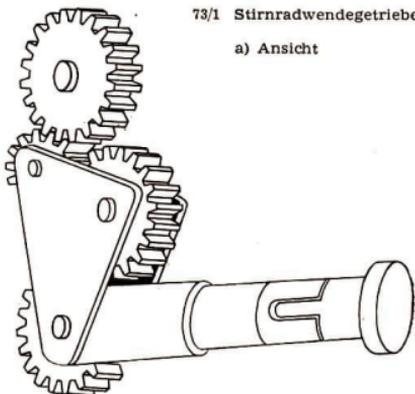
Kegelradwendegeräte (Bild 73/2) gestatten den Richtungswandel bei sich schneidenden und fluchtenden Wellen (z. B. Räderplatte der Drehmaschine, Waagrechtbohr- und -fräsmaschine, Bootswendegeräte).

Alle beschriebenen Getriebe sind im Stillstand oder bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit der Räder (synchronisiert) zu schalten. Sie können nur entsprechend ihrer Stufung den Drehzahlforderungen des Arbeitsvorganges genügen.

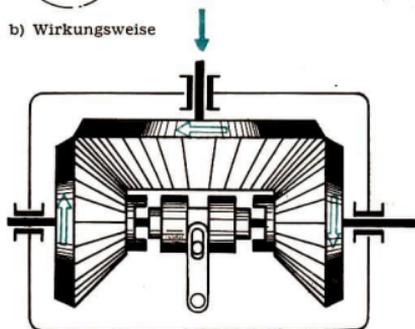
Stufenlos einstellbare Getriebe schalten diese Nachteile aus. Sie können während des Betriebes innerhalb ihrer Grenzen auf jede Drehzahl eingestellt werden. Es gibt hierfür mechanische Getriebe, Flüssigkeitsgetriebe und die elektrische Drehzahlregelung. Zur stufenlosen elektrischen Drehzahlregelung werden Gleichstrom-Nebenschlußmotoren verwandt. *PIV-Getriebe* (Bild 74/1) sind viel angewandte mechanische Zugmittelgetriebe für die stufenlose Drehzahlregelung. Die

73/1 Stirnradwendegeräte

a) Ansicht

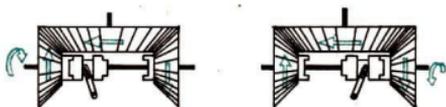


b) Wirkungsweise



73/2 Kegelradwendegeräte

a) Ansicht



b) Wirkungsweise

Welle *a* wird angetrieben. Über die gezahnten Kegelscheibenpaare *c* und eine breite Lamellenkette *d* fließt die Kraft zur Welle *b*. Mit der Handkurbel *e* läßt sich über ein Gestänge der Abstand der Kegelscheiben ändern und damit das Drehzahlverhältnis der Welle *b* zu *a*; Regelbereich etwa 1:5.

- Welche Möglichkeiten der stufenlosen Drehzahlregelung haben Sie bei den Reibkörpergetrieben kennengelernt? (Lehrbuch 9. Klasse)

Flüssigkeitsgetriebe ermöglichen stufenlose Regelung bei erschütterungsfreier Kraftübertragung. Selbst große Kräfte lassen sich ohne komplizierte Getriebe übertragen. Jedes Flüssigkeitsgetriebe besteht aus Ölpumpe und Flüssigkeitsmotor. Für drehende Bewegung werden u. a. Getriebe mit Flügelzellen verwendet (Bild 75/1).

Das Arbeitsprinzip beruht auf der verstellbaren Exzentrizität des Gehäuses *G* zur Trommel *T*. Mit ihrer Zunahme entstehen zwischen den Flügeln größere Räume. Es wird mehr Öl gefördert, das im Motor größere Drehzahlen verur-

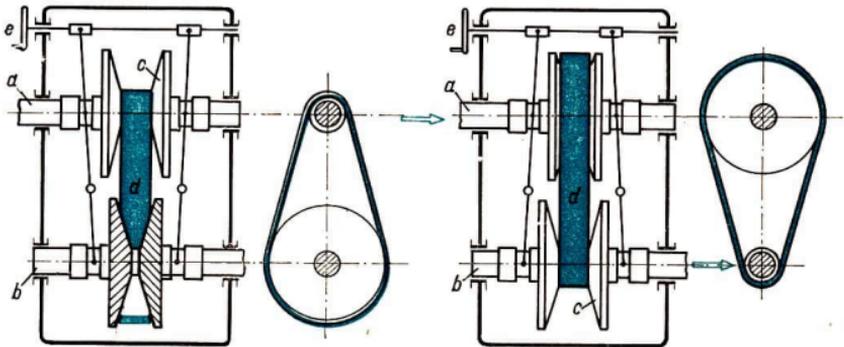
sacht. Die exzentrische Einstellung des Motors läßt sich in gleicher Weise verändern. Hier bedeuten größere Räume kleinere Drehzahlen und umgekehrt. Drehzahlregelung ist also über Pumpe und Motor möglich. Durch Einstellen der entgegengesetzten Exzentrizität im Motor fließt der Ölstrom entgegengesetzt. Zur Drehzahländerung kommt eine Richtungsänderung.

- Welche Gesetze der Mechanik der Flüssigkeiten werden in den Flüssigkeitsgetrieben angewandt?

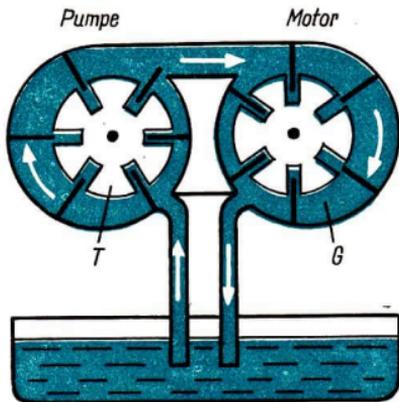
Übertragungsmechanismen zur Änderung der Bewegungsform

Zahnstangen-, Schrauben- und Flüssigkeitsgetriebe erlauben die Umformung kreisförmiger in gradlinige Bewegung und umgekehrt. Kurbel- und Kurvengetriebe gestatten darüber hinaus die Erzeugung allgemeiner Bewegungsformen (z. B. Koppelkurven s. Bild 75/3).

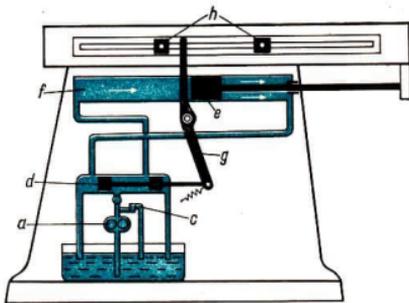
Flüssigkeitsgetriebe für geradlinige Abtriebsbewegung haben als Antrieb einen Zylinder mit Kolben. Im dargestellten Beispiel (Bild 75/2) wird die Geschwin-



74/1 PIV-Getriebe in den Grenzstellungen



75/1 Flüssigkeitsgetriebe mit Flügelzellen



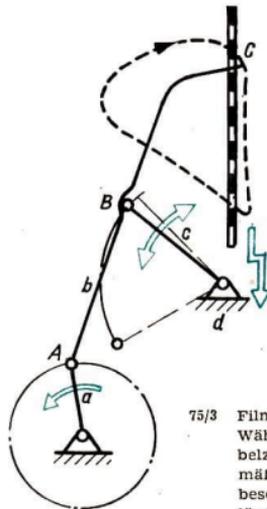
75/2 Schema eines Flüssigkeitsgetriebes für geradlinige Bewegung mit Drosselregelung

digkeit über die Drossel geregelt, da eine Zahnradpumpe *a* nicht regelbar ist. Der Ölüberschuß geht durch das Ventil *c* in den Behälter zurück. Über die Steuerkolben *f* gelangt das Öl in den Zylinderraum *f*. Die Betätigung der Steuerkolben erfolgt über die Steueranschlüge *h* und den Steuerhebel *g*. Bei gleichbleibender Ölzufußmenge haben Vor- und Rücklauf unterschiedliche Geschwindigkeiten. Die kleinere Geschwindigkeit wird für den Arbeitshub verwandt. Solche Übertra-

gungsmechanismen werden in Stoß- und Hobelmaschinen angewandt.

- Begründen Sie die unterschiedliche Geschwindigkeit für den Vor- und Rücklauf nach Bild 75/2.

Gelenk- und Kurvengetriebe werden vor allem in Textil-, Verpack-, Druckerei- sowie Schreib- und Buchungsmaschinen als Übertragungsmechanismen eingesetzt. Die Arbeitsorgane dieser Maschinen müssen häufig komplizierte Bewegungen ausführen, die von den genannten Getrieben erzeugt werden können. Dabei trägt oftmals das Abtriebsglied oder ein anderes Getriebeglied dieser Übertragungsmechanismen das Arbeitsorgan, oder es ist als solches ausgebildet. Als Beispiel sei hier das Filmgreifergetriebe (Bild 75/3) gezeigt.



75/3 Filmgreifergetriebe.

Während der Kurbelzapfen *A* gleichmäßig seinen Kreis beschreibt, durchläuft der Koppelstange *c*, der als Spitze eines Filmgreifers ausgeführt ist, eine „Koppelkurve“. Der Greifer greift jeweils in ein Loch des Films ein und nimmt ihn bei jedem Umlauf ein Stück mit

- Was wissen Sie aus dem Physikunterricht über den Wirkungsgrad einer Maschine?
- Begründen Sie, weshalb $\eta < 1$ sein muß!

Der Wirkungsgrad einer Maschine ist abhängig von:

- der Art der Maschine,
- der Oberflächenbeschaffenheit der bewegten Teile an der Berührungsstelle,
- dem Schmierzustand,
- der Zahl der Übertragungselemente,
- der Auslastung der installierten Leistung und
- der eingestellten Antriebsdrehzahl.

Die große Zahl der Übertragungselemente führt bei modernen, automatisierten Maschinen zu schlechteren Wirkungsgraden als bei älteren Typen der gleichen Art. Die Schaltgeschwindigkeit dieser Maschinen führt trotzdem zu größerer Wirtschaftlichkeit.

Bei Maschinen mit einem wählbaren Drehzahlbereich und schwankenden Belastungen kann nur ein durchschnittlicher Wirkungsgrad angegeben werden. Er ändert sich mit den Anforderungen und ist am günstigsten bei voller Auslastung der Maschine. Für die Bestimmung der effektiven Leistung können die Hauptkräfte unmittelbar an den Arbeitsorganen oder rechnerisch annähernd bestimmt werden. Damit läßt sich auch der Wirkungsgrad ermitteln. Für spanabhebende Werkzeugmaschinen wird mit folgenden Wirkungsgraden gerechnet:

Leitspindeldrehmaschine	0,7 bis 0,85
Bohrmaschine	0,7 bis 0,9
Fräsmaschine	0,6 bis 0,8
Hobelmaschine	0,5 bis 0,6

- Beschreiben Sie den Kraftfluß in der Kurbelpresse und dem Lastkraftwagen nach Bild 61/1! (Beachten Sie Kippeneinrichtungen und Zusatzeinrichtungen am Motor.)
- Beschreiben Sie den Kraftfluß zweier typischer Maschinen Ihres Einsatzbetriebes!
- Weshalb verkleinert das Schwenk-radgetriebe den Wechselratsatz einer Maschine?
- Bei einer Plandrehmaschine ist die Verwendung eines stufenlosen Getriebes sehr wirtschaftlich. Suchen Sie hierfür eine Begründung. (Hinweis: Der Drehdurchmesser wird mit jeder Umdrehung kleiner.)
- Begründen Sie die Gültigkeit des Satzes von der Erhaltung der Energie für Maschinen!
- Eine Drehmaschine besitzt einen Motor mit einer Leistung von 3,6 kW. Beim Drehvorgang beträgt $v = 80 \frac{\text{m}}{\text{min}}$, und die Hauptschnittkraft wird mit 342 kp gemessen. Die Vorschubkraft kann mit 5 Prozent der Hauptschnittkraft angenommen werden. Bestimmen Sie den Wirkungsgrad der Maschine!

Arbeitsorgane

Je nach den zu lösenden Aufgaben haben die Arbeitsorgane unterschiedliche Formen und müssen die unterschiedlichsten Bewegungen ausführen. Nach den erforderlichen Bewegungen richtet sich auch die Art und die Menge der einzusetzenden Übertragungsmechanismen, die Art des Antriebes und der gesamte Aufbau der Maschine. Bei spanabhebenden Werkzeugmaschinen bestehen die Arbeitsorgane im

wesentlichen aus den Spann- und Haltevorrichtungen für das Werkstück (Dreibackenfutter, Drehherz, magnetische Aufspannvorrichtung usw.), dem Bearbeitungswerkzeug (Bohrer, Fräser, Drehmeißel, Hobelstahl, Schleifscheibe, Räumadel usw.), der Werkzeughalterung und der Vorschubeinrichtung für das Werkzeug oder das Werkstück.

Bei Pressen und Schmiedemaschinen bilden der Amboß und der Preßstempel bzw. der Bär (Hammer) die Arbeitsorgane. Aufzüge haben Haken oder Plattformen zum Heben von Lasten bzw. Kabinen zum Befördern von Personen.

Bei fahrbaren Maschinen, z. B. Auto, Traktor, Kran, Bagger usw., muß man auch das Fahrwerk mit zu den Arbeitsorganen rechnen, da beispielsweise beim Auto die Ladefläche allein nicht die Aufgabe des Transports erfüllen kann.

Kräne besitzen Kranhaken, Greifer oder Elektromagnete zum Fassen des Arbeitsgegenstandes und ein Fahrwerk zu dessen Transport.

Bei Druckmaschinen finden wir sehr verschiedenartige Arbeitsorgane. In erster Linie sind es die Druckplatten oder die Druckzylinder, zwischen die das zu bedruckende Papier gebracht werden muß. Bei Rollenrotationsmaschinen wird auf „endloses“ Papier gedruckt, das mittels Transportrollen von einer Papierrolle abgezogen wird (Zeitungsdruck). Mit Bogendruckmaschinen werden einzelne Blätter bedruckt; hier benötigt man eine Bogenzuführung. Die auf einem Stapel liegenden Bogen werden mittels eines Luftstrahls gelockert, von einem Sauger einzeln angehoben und über Bänder der Maschine laufend zugeführt. Jede Druckmaschine muß außerdem ein Farbwerk haben. Dieses hat die Aufgabe, die Druckfarbe zu spei-

chern, zu verteilen und auf die Druckform aufzutragen.

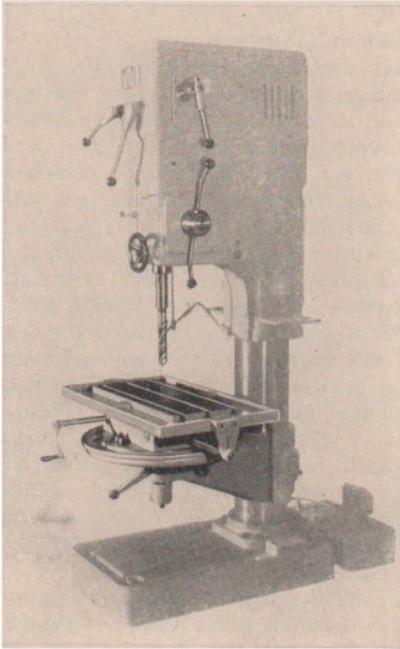
Das letzte Beispiel zeigt eine bisher hier noch nicht erwähnte Gruppe von Arbeitsorganen, die als *Vorratsspeicher* bezeichnet werden. Vorratsspeicher kommen vor allem bei automatischen und halbautomatischen Maschinen vor. Sie enthalten Zubehör, das die Maschine zur Erfüllung ihrer Aufgabe benötigt und das ihr bei jedem Arbeitstakt oder auch kontinuierlich zugeführt werden muß. Zu diesen Speichern gehören bei den Druckmaschinen der Papierstapel oder die Papierrolle sowie der Farbbehälter. Weitere Speicher sind der Leimbehälter und der Papierstapel bei Verpackungsmaschinen, Magazine bzw. Dosiereinrichtungen bei Verpack- und Abfüllmaschinen sowie bei Spritzmaschinen für Plaste oder das Webschiffchen (Schützen) bei Webmaschinen.

Der Vollständigkeit halber soll noch erwähnt werden, daß an manchen Maschinen Einrichtungen zu finden sind, die keine Arbeitsorgane sind und auch nicht unmittelbar mit der Maschine in Verbindung stehen müssen. Zu diesen *Zusatzeinrichtungen* gehören die Kühlwasseranlage bei Werkzeugmaschinen und die Absaugeinrichtungen für Holz- und Metallspäne bei Holzbearbeitungs- bzw. Schleifmaschinen.

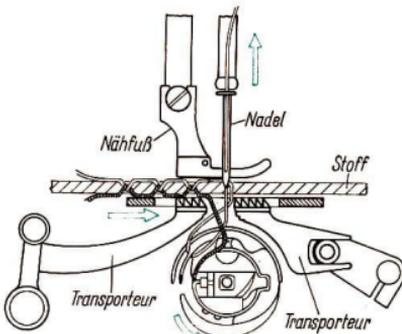
- *Suchen Sie an Maschinen Ihrer Umgebung weitere Arbeitsorgane!*

Arbeitsorgane und ihre Gestaltung an verschiedenen Maschinen

Ständerbohrmaschine: Die Arbeitsorgane der Ständerbohrmaschine (Bild 78/1) bestehen aus dem Spannfutter mit dem Bohrer, der Vorschubeinrichtung für den Bohrer und dem Bohrtisch, auf dem die



78/1 Ständerbohrmaschine



78/2 Arbeitsteile der Doppelsteppstichnähmaschine

Werkstücke eingespannt werden. Der Bohrtisch ist zu diesem Zweck mit Nuten versehen. Er kann in der Höhe und außerdem seitlich verstellt werden.

Die Hauptbewegung wird auf die Bohrspindel in Form einer Drehbewegung (Rotation) übertragen, während die Nebenbewegung den geradlinigen Vorschub des Bohrers senkrecht nach unten erzeugt. Das Werkstück führt während der Bearbeitung keine Bewegung aus.

Nähmaschine: Die Nähmaschine hat die Aufgabe, zwei Stoffteile durch eine Naht miteinander zu verbinden. Dabei sind zwei Tätigkeiten auszuführen:

1. die Führung des Fadens durch den Stoff,
2. der schrittweise Transport des Stoffes.

In Bild 78/2 sind die Arbeitsorgane zur Erzeugung der Doppelsteppstichnaht und zum schrittweisen Transport des Stoffes dargestellt. Die Doppelsteppstichnaht besteht aus zwei Fäden, dem Ober- und dem Unterfaden, die miteinander verschlungen werden. Die Nadel führt den Oberfaden durch den Stoff. Beim Aufwärtsgang der Nadel bildet der Oberfaden unterhalb des Stoffes eine Schlinge, durch die der Schlingenfänger (Greifer) den Unterfaden führen muß. Den Stofftransport übernimmt ein Sägezahnsegment (Transporteur) in Verbindung mit dem von oben gegen den Stoff drückenden Gegenhalter (Nähfuß). Die typische Bewegung des Zahnsegmentes wird durch eine schwingende Kurbelschleife (ein Gelenkgetriebe) erzeugt. Der Gegenhalter hat außerdem die Aufgabe, den Stoff beim Aufwärtsgang der Nadel auf der Unterlage festzuhalten.

Stofftransport und Fadenführung sind beides Hauptbewegungen, die entsprechend aufeinander abgestimmt sind.

Geräteträger RS 09 mit Maishackgerät: Der Geräteträger RS 09 kann durch wahlweisen Anbau von landwirtschaftlichen Geräten zu den verschiedensten



79/1 Geräteträger RS 09 mit Maishackgerät und Düngerstreuer

Arbeiten herangezogen werden (Bild 79/1). An ihm ist das Baukastensystem in hervorragender Weise verwirklicht.

Bei dieser Maschine lassen sich zwei Kraftströme feststellen. Der eine verläuft vom Motor über ein Getriebe auf die Radachse (Fahrantrieb), während der andere vom Getriebe oder von der Motorwelle abgezweigt wird und über die Zapfwelle zu den rotierenden Arbeitswerkzeugen gelangt. Dieser Kraftstrom kann beliebig ein- und ausgeschaltet werden.

AUFGABEN

- *Beschreiben Sie die Arbeitsorgane von einigen Maschinen Ihres Einsatzbetriebes, und erklären Sie deren Aufgaben!*
- *Erläutern Sie die Kraftströme in den bei der ersten Aufgabe gewählten Maschinen (evtl. Haupt- und Nebenkraftfluß)!*

Maschinengestell

Aufgaben des Maschinengestells

Durch das Maschinengestell wird die Lage der einzelnen Bauteile bzw. Baugruppen zueinander festgelegt. Damit ist die gleichmäßige zwangsläufige Be-

wegung bestimmter Teile erst möglich. Weiter nimmt das Gestell Kräfte auf, die durch den Aufbau und durch die Funktion der Maschine entstehen. Diese Kräfte setzen sich zusammen aus der Masse der Maschinenteile und des Arbeitsgegenstandes. Zum anderen bringt das Gestell die für die Bewegung der Teile notwendigen Gegenkräfte auf. Diese können sehr erheblich sein und bestimmen deshalb vielfach die Konstruktion der Gestellteile.

Wie die Maschine die auftretenden Kräfte kompensiert, ist entscheidend für ihre Arbeitsbedingungen.

► **Ruhiger, schwingungsfreier Lauf mindert den Arbeitslärm und ist z. B. bei Werkzeugmaschinen Voraussetzung für hohe Genauigkeit und Oberflächengüte der Werkstücke.**

Die Konstruktion des Maschinengestells berücksichtigt bei nicht automatisierten Maschinen die günstigste Arbeitsstellung des bedienenden Arbeiters und soll ihn möglichst nicht behindern.

► **Die Form des Maschinengestells ist bestimmt durch die funktionsbedingte Lage der einzelnen Bauteile einer Maschine. Das Gestell nimmt Kräfte auf und sichert den Zwanglauf der Maschine.**

Teile und Formen des Maschinengestells

Zu der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Hauptaufgabe des Maschinengestells, Kräfte aufzunehmen, kommen noch eine ganze Reihe Nebenaufgaben, die zur besonderen Gestaltung von Gestellteilen führten. So haben Teile des Gestells die Aufgabe, bewegte Maschinenteile zu führen, andere müssen für eine gute Standsicherheit der Maschine sorgen und die Verbindung

mit dem Fundament herstellen, oder sie müssen Flüssigkeiten auffangen bzw. abfließen lassen (z. B. Kühlflüssigkeiten bei Werkzeugmaschinen). Heute legt man außerdem großen Wert auf eine geschlossene äußere Form der Maschinen, die durch besondere Gestaltung des Gestells selbst (Gehäuse) oder durch Anbringen einer Verkleidung am Gestell erreicht wird. Gründe dafür sind:

1. Schutz des Menschen vor den bewegten Teilen der Maschine (Unfallschutz),
2. Schutz der Bauteile vor Schmutz und Wasser,
3. eine gutaussehende Gesamtform der Maschine.

Auf Grund der hier geschilderten Aufgaben haben sich Gestellbauformen, wie Gehäuse, Träger, Ständer usw., entwickelt. Von den Gestellbauteilen sind Betten, Verkleidungen, Grundplatten, Säulen, Behälter (Wannen) und Wände die bekanntesten (Bild 80/1).

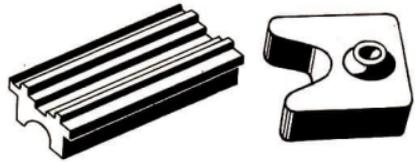
- *Nennen Sie Maschinen, zu denen die genannten Gestellbauformen und -bauteile gehören könnten!*

Betten nehmen Trägerorgane (Schlitten) für Werkzeuge und Werkstücke auf (z. B. Dreh-, Hobelmaschinenbett).

Grundplatten stellen die Verbindung zwischen Fundament und Maschinenkörper her (z. B. Fräsmaschine, Bohrmaschine).

Säulen kommen bei Pressen und Schmiedemaschinen häufig als Gestellteile vor. Sie werden dort gleichzeitig zur Führung des Preßstempels benutzt.

Behälter oder wannenartige Gebilde sind bei vielen Werkzeugmaschinen im oder am Gestell angebracht. Sie sollen das Kühlmittel (Öl, Bohremulsion) sammeln bzw. abführen. Bei elektrischen



80/1 Gestellbauformen und -bauteile

Betten

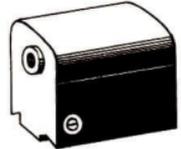
Grundplatten



Kästen



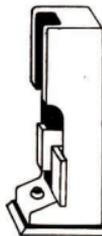
Gehäuse



Balkenträger



Rahmenträger



Kastenständer



Säulenständer

Schreibmaschinen soll eine sogenannte Bodenwanne die Maschine gegen Verstaubung und Beschädigung von unten schützen.

Wände werden meistens durch Anker oder Querriegel verbunden oder auf eine Grundplatte aufgeschraubt bzw. aufgeschweißt. Solche Gestelle kommen z. B. bei Druck- und Webmaschinen vor.

Unter **Gehäuse** versteht man entweder eine entsprechende Form des Maschinengestells selbst, wobei das Gehäuse auch Kräfte aufnimmt (z. B. Motor-, Pumpengehäuse, selbsttragende Kraftwagenkarosserie), oder ein als **Verkleidung** bezeichnetes Gestellteil, das meistens mit Schrauben am eigentlichen Gestell befestigt wird und keine Kräfte von der Maschine aufnehmen kann (z. B. Kraftwagenkarosserie, die am Rahmenträger, dem eigentlichen Gestell, befestigt ist; Schreibmaschinengehäuse).

Träger treten als Rahmenträger und als Balkenträger auf. Balkenträger finden wir beim Geräteträger RS 09 und als sogenannte Mittelträgerrahmen bei einigen Kraftfahrzeugen.

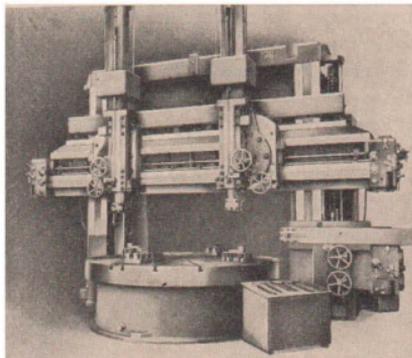
Bei Traktoren wird der Träger vielfach

ersetzt durch das Motoren- und das Getriebegehäuse. Sie sind so konstruiert, daß sie neben ihrer eigentlichen Funktion das Grundgestell (Fahrgestell) abgeben.

Ständer sind bei vielen Arbeitsmaschinen anzutreffen. Man unterscheidet: **Kastenständer** in Einständer- und Zweiständerbauweise (Portalbauweise, Bild 81/1), zum Beispiel bei Bohrmaschinen, Fräsmaschinen, Pressen u. a., und **Säulenständer**, zum Beispiel an Bohrmaschinen und hydraulischen Pressen.

AUFGABEN

- *Begründen Sie, weshalb die genaue Lage der einzelnen Teile und ein schwingungsfreies Arbeiten der Maschine für das Arbeitsergebnis von Bedeutung sind!*
- *Nennen Sie einige Universal- und einige Spezialmaschinen Ihres Einsatzbetriebes!
(Einteilung begründen!)*
- *Ordnen Sie die Gestellteile der in Ihrem Betrieb vorhandenen produktionsbestimmenden Maschinen in die gegebenen Gruppen ein!*



81/1 Zweiständer-Karusselldrehmaschine

Steuer- und Regeleinrichtungen

In unserer Republik, wie auch in den anderen führenden Industriestaaten, vollzieht sich gegenwärtig eine tiefgreifende wissenschaftlich-technische Umwälzung. Sie ist gekennzeichnet durch die Entwicklung zur automatisierten Produktion. Voraussetzung jeder Automatisierung ist die Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik.

- *Welche Aufgabe wird durch das Messen erfüllt?*

Steuerungen und Regelungen an Maschinen sind notwendig, um:

1. den Menschen von schwerer körperlicher und eintöniger geistiger Arbeit zu befreien,
2. die Arbeitsproduktivität zu steigern,
3. Eingriffe in technische Vorgänge dort vorzunehmen, wo sie der Mensch nur unter besonders erschwerten Bedingungen oder überhaupt nicht ausführen kann.

Durch Steuern und Regeln werden in Maschinen und Anlagen technologische Vorgänge und physikalische Größen beeinflusst. Durch Steuern können z. B. Werkzeuge eingestellt, durch Regeln Drücke eingehalten werden.

- *Ermitteln Sie in Ihrem Einsatzbetrieb, an welchen Maschinen Steuer- und Regelungseinrichtungen vorhanden sind!*

Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik

Einige Grundbegriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik sind:

Regelungsaufgabe, Steuerungsaufgabe: Sie formuliert die zu lösende Aufgabe.

Wirkungsweg: Weg, auf dem bestimmte Wirkungen übertragen werden, die einen Steuerungs- oder Regelungsprozess bestimmen.

Wirkungsrichtung: Fortpflanzungsrichtung der Wirkungen.

Signal: Trägt Informationen über den Zustand einer physikalischen Größe (z. B. Höhe einer Spannung, Stärke eines Stromes, Druck einer Flüssigkeit).

Glieder sind Grundbestandteile von Steuerungen oder Regelungen, in denen Signale erfaßt, gespeichert, verarbeitet oder ausgegeben werden. Zwischen den

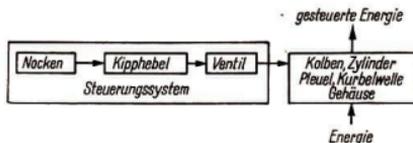
Gliedern werden in der Wirkungsrichtung Signale weitergeleitet.

Steuerungen sind Vorgänge, bei denen eine Eingangsgröße (Eingangssignal) in festgelegter Weise selbsttätig auf eine Ausgangsgröße (Ausgangssignal) wirkt.

Der Fahrshalter (Eingangssignal) eines Kranmotors steuert z. B. die Drehzahl des Motors (Ausgangssignal).

Beim Viertaktmotor werden die Ventile über Nocken und Kipphebel gesteuert. Die Stellung des Nockens (Eingangssignal) steuert über den Kipphebel die Ventilstellung (Ausgangssignal). Der Signalfluß erfolgt nur in einer Richtung. Durch das Ventil kann der Nocken über den Kipphebel nicht beeinflusst werden.

▶ **Die Steuerung ist durch den offenen Signalfluß, die Steuerkette, gekennzeichnet.**



82/1 Blockschaltbild einer Steuerkette

Steuerungssysteme an Werkzeugmaschinen können folgende Funktionen übernehmen:

1. Werkstoffbearbeitung: Haupt-, Vorschub- und Zustellbewegung,
2. Zuführung und Spannen des Werkstoffes,
3. Kontrolle: Messen, Standzeitüberwachung,
4. Speicherung und Transport zur nächsten Maschine.

- *Untersuchen Sie an einer Maschine Ihres Einsatzbetriebes, welche Funktionen die Steuerungssysteme der Maschine ausüben!*

Aus dem Physikunterricht ist bekannt, daß eine Steuerkette aus Steuereinrichtung, Stellglied und Steuerstrecke besteht.

- *Bezeichnen Sie an Ihnen bekannten gesteuerten Maschinen und Anlagen die Teile der Steuerkette.*
- *Erläutern Sie die ebenfalls aus dem Physikunterricht bekannten Begriffe: Steuergröße, Stellgröße und Störgröße!*

Regelungen sind Vorgänge, bei denen vorgegebene Zustände gegen innere und äußere Einwirkungen durch Beeinflussung des Regelmechanismus aufrechterhalten werden.

- *Welche Bedeutung haben Istwert und Sollwert der Regelgröße?*

Regelungssysteme an Maschinen und anderen technischen Einrichtungen können geschaffen werden, wenn

- die zu regelnde Größe *meßbar* ist und durch bewußten Eingriff verändert werden kann. Größen, die nicht meßbar und nicht beeinflußbar sind, kann man nicht regeln!
- eine Größe in vorgeschriebenen Grenzen konstant gehalten werden soll.

Grundarten der Steuerung an Arbeits- und Kraftmaschinen

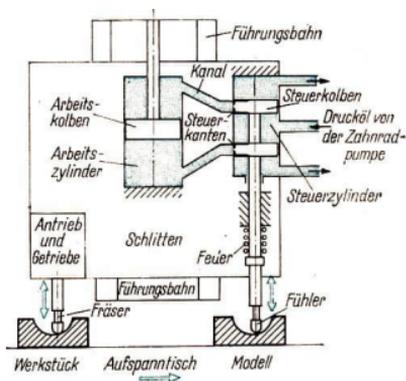
Die einfachste Steuerungsart ist die *Handsteuerung*. Der Mensch ist dabei ein notwendiger Bestandteil der Steuerkette. Von ihm wird festgestellt, wann, wo und wie ein Eingriff in den Produktionsablauf vorgenommen werden soll. Bei der *selbsttätigen Steuerung* übernehmen Speichereinrichtungen und die dazugehörigen Abtastvorrichtungen die

Funktion des Menschen. Maschinen mit selbsttätiger Steuerung können nur das im Speicher festgelegte Programm ausführen.

Für die Programmspeicherung und Befehlsübermittlung zwischen Speicher und Steuerstrecke gibt es verschiedene Arten der Übertragung. Je nach der zur Übertragung verwendeten Hilfsenergie unterscheidet man folgende Arten der selbsttätigen Steuerung (s. Tabelle S. 84):

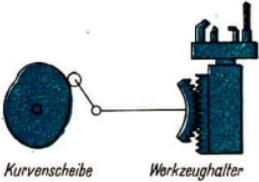
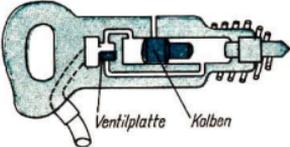
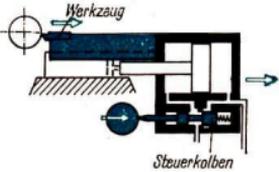
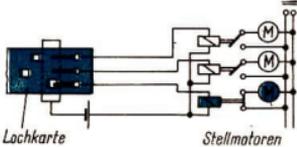
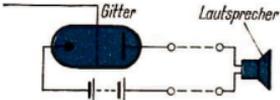
Steuereinrichtungen im Zusammenwirken mit den Hauptteilen der Arbeits- und Werkzeugmaschinen

Bild 83/1 zeigt die hydraulische Fühlersteuerung einer Kopierfräsmaschine. Steuerzylinder und Arbeitszylinder sind hier auf dem Schlitten befestigt. Die Kolbenstange des Arbeitskolbens ist mit der Führungsbahn fest verbunden. Mit einer Zahnradpumpe wird Öl über den Steuerzylinder in den Arbeitszylinder gedrückt. Eine Vorschubbewegung des Aufspanntisches nach rechts hat bei diesem Modell eine Abwärtsbewegung des



83.1 Hydraulische Fühlersteuerung einer Kopierfräsmaschine

Arten der selbsttätigen Steuerung

Hilfsenergie	Beispiel	Anwendung
mechanisch	 <p>Kurvenscheibe Werkzeughalter</p>	<p>Revolverdrehmaschine Kurvenscheibe steuert Werkzeuge</p>
pneumatisch	 <p>Ventilplatte Kolben</p>	<p>Drucklufthammer Ventil steuert Kolben</p>
hydraulisch	 <p>Werkzeug Steuerkolben</p>	<p>Kopiervorrichtung Steuerkolben steuert Werkzeug</p>
elektrisch	 <p>Lochkarte Stellmotoren</p>	<p>Werkzeugmaschine mit Lochkartensteuerung</p>
elektronisch	 <p>Gitter Lautsprecher</p>	<p>Rundfunkgerät Anodenstromkreis wird durch Gitter gesteuert</p>

Anwendungsbeispiele für Steuerungssysteme in Maschinen

Steuerungssystem	Typische Merkmale	Beispiele
Maschinengruppe		
Handsteuerung	Werkzeug oder Werkstück wird von Hand geführt	Arbeiten an Drechslerbank mit Handauflage für Werkzeug,
<i>Teilmechanisierte Maschine</i>	Teilweise selbsttätige Ausführung einer Arbeitsoperation	einfache Schleif- oder Poliermaschinen, Blechabkantmaschine, Nähmaschine
Selbsttätige Steuerungen		
Programmsteuerung	Steuerung zur Ausführung einer Arbeitsoperation	Mit automatischem Vorschub und Anschlag:
<i>Vollmechanisierte Maschine</i>		Drehen, Fräsen, Schleifen, hydraulische Presse, Steuerung der Ventile an Motoren und Kompressoren, Druckluftsteuerungen für Hochspannungsschaltanlagen
Führungssteuerung	Steuerung für einmaligen Ablauf <i>mehrerer</i> Arbeitsoperationen durch eine Führungsgröße. Zuführen, Herausnehmen des Werkstückes und neuer Startbefehl vom Menschen	Kopierdrehen, Kopierfräsen, Brennschneidemaschine mit Schablone, Drehautomat mit Kurvensteuerung
<i>Teilautomatisierte Maschine</i>		
Programmsteuerung	Steuerung für ständigen Ablauf mehrerer Arbeitsoperationen, einschließlich Herausnehmen, Zuführen und Spannen. Halt durch Stoppbefehl	Schraubendrehautomat, Rotationsmaschine (Zeitungsdruck), Verpackungsmaschine, Automaten für Zigaretten und Streichholzherstellung, Knüpfers am Mähbinder
<i>Vollautomatisierte Maschine</i>		
Steuerungen in Sicherheitssystemen	Überwachende Meßglieder steuern Verriegelungs- oder Alarmorgane	Schnellschluß an Dampfturbine, Sicherheitsventile an Dampfkessel und Druckluftbehälter

Fühlers zur Folge. Damit gibt die untere Steuerkante des Steuerkolbens den Kanal zum Arbeitszylinder frei. Gleichzeitig öffnet die obere Steuerkante den Kanal zum Abfluß des Öles. Über den unteren Kanal fließt Drucköl in den Arbeitszylinder. Da der Arbeitskolben fest steht, werden Arbeitszylinder, Steuerzylinder, Schlitten und Fräser auf der Führungsbahn so weit nach unten gedrückt, bis die Steuerkanten die Kanäle wieder schließen. Der Fräser am Werkstück hat damit die gleiche Bewegung ausgeführt, die vom Fühler am Modell abgetastet wurde.

Handsteuerung und Programmsteuerung – untersucht am Beispiel der Werkzeugmaschine

In der technischen Zeichnung legt der Konstrukteur z. B. mit Durchmesser und Länge des Werkstückes fest, welche Bewegungsabläufe das Werkzeug während der Bearbeitung auszuführen hat. Die Zeichnung dient damit als Speicher für *Weginformationen*. Der Technologe ermittelt aus der Zeichnung z. B. Schnittgeschwindigkeit und Vorschub für das zu bearbeitende Werkstück, um damit die Maschinenzeit zu errechnen. Für den Facharbeiter ergeben sich aus den festgelegten Werten bestimmte Schaltungen für Drehzahl und Vorschub der Maschine. Die technologische Karte dient damit als Speicher für *Schaltinformationen*. Es gibt Werkzeugmaschinen, die in technischen Zeichnungen gespeicherte Weginformationen lesen und verarbeiten können, z. B. fotoelektrisch gesteuerte Brennschneidemaschinen. Zur Bearbeitung an Dreh-, Fräs- und Bohrmaschinen müssen die Informationen in eine „Sprache“ umgewandelt werden, die von der Maschine erfaßt und verarbeitet werden kann.

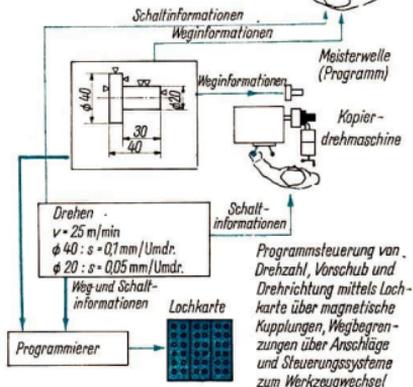
An Maschinen ohne Einrichtung zur Erfassung von Weg- und Schaltinformationen und ohne Steuerungssysteme zur Ausführung von Weg- und Schaltbefehlen muß der Facharbeiter diese Aufgaben übernehmen. Zur Speicherung von Weginformationen in der Maschine werden zum Beispiel Anschläge, Nocken oder Schablonen benutzt. Mit entsprechenden Steuerungseinrichtungen verarbeitet die Maschine vom Speicher gegebene Befehle selbsttätig. Der Facharbeiter gibt das Programm und überwacht die Ausführung der Wegbefehle. Werkzeugwechsel, Änderungen von Drehzahl und Vorschub werden von Hand ausgeführt. Für Maschinen mit Steuerungssystemen zur selbsttätigen Ausführung von Weg- und Schaltbefehlen legt der Programmierer die Bewegungsabläufe des Werkzeugs, Drehzahl, Drehrichtungswechsel, Vorschub und Werkzeugwechsel im Programm fest. Der Facharbeiter gibt der Maschine das Programm, den Startbefehl und überwacht den Arbeitsablauf.

Damit ist er nicht mehr direkt am Produktionsprozeß beteiligt. Da er jedoch die verschiedenartigen Steuerungssysteme der Maschinen beherrschen muß, sind die geistigen Anforderungen an den Facharbeiter wesentlich höher.

Regeleinrichtungen im Zusammenwirken mit den Hauptteilen der Arbeits- und Werkzeugmaschinen

Beim Drehen ist die Schnittgeschwindigkeit von der Drehzahl und dem Drehdurchmesser abhängig. Beim Plandrehen wird der Drehdurchmesser fortwährend verändert. Demzufolge würden sich bei konstanter Drehzahl die Schnittgeschwindigkeit und damit die Arbeitsbedingungen für das Werkzeug ständig

Drehmaschine ohne zusätzliche Steuerungseinrichtungen
Handsteuerung



87/1 Programm zur Speicherung von Weg- und Schaltinformationen für Werkzeugmaschinen

ändern. Außerdem könnte nicht die kürzeste Bearbeitungszeit erreicht werden. Mit der Veränderung des Drehdurchmessers muß demzufolge die Drehzahl geändert werden, damit die günstigste Schnittgeschwindigkeit eingehalten wird. Dieses fortwährende Anpassen einer Maschineneinstellgröße an eine andere, veränderliche Größe wird als Regelvorgang bezeichnet.

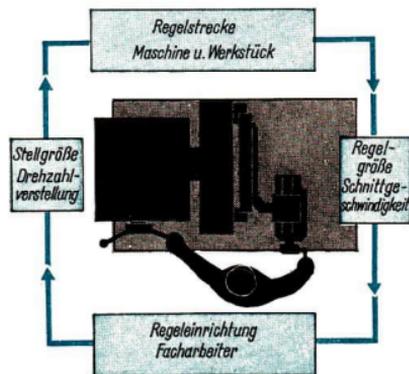
► Eine Regelung ist durch den geschlossenen Wirkungsweg, den Regelkreis, gekennzeichnet.

Charakteristisch für das Regeln sind Messen, Vergleichen, Stellen und Beeinflussen.

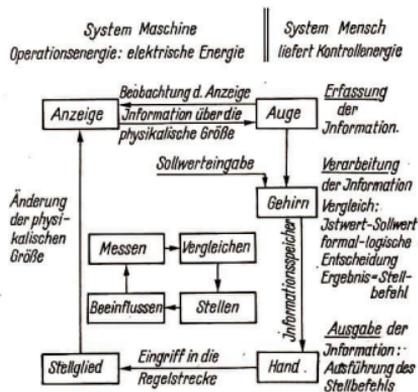
Aus dem Physikunterricht ist bekannt, daß der Regelkreis aus Regeleinrichtung und Regelstrecke besteht. Das Stellglied wird zur Regelstrecke gezählt.

• Bezeichnen Sie an Ihnen bekannten geregelten Maschinen und Anlagen die Teile des Regelkreises!

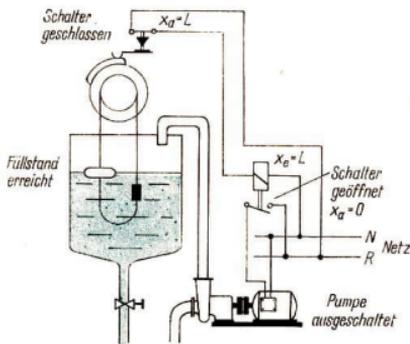
Die vom Facharbeiter als „Regeleinrichtung“ zu verrichtende Tätigkeit im Regelkreis nach Bild 87/2 zeigt Bild 87/3. An Plandrehmaschinen wird bei selbsttätigen Regelungen die Speicherung, Er-



87/2 Schema und Blockschaltbild einer Drehzahlregelung von Hand



87/3 Informationsfluß der Drehzahlregelung von Hand



88/1 Selbsttätige Füllstandsregelung

fassung, Verarbeitung und Ausgabe der Information von entsprechenden Geräten übernommen. Das Stellglied kann bei dieser Regelung jeden beliebigen Wert innerhalb des Stellbereiches einnehmen und den Istwert stetig auf den Sollwert einregeln. Hierbei handelt es sich um eine „stetige Regelung“.

In einer Wasserversorgungsanlage soll der Füllstand im Behälter konstant gehalten, das heißt geregelt werden. Zur Meßwerterfassung wird eine Füllstandmessung mit Kontaktgeber verwendet. Die Kontakte öffnen und schließen den Stromkreis eines Schützes mit Ruhekontakten und schalten den Elektromotor zum Antrieb der Pumpe ein oder aus (Bild 88/1 und Tabelle unten).

Im Ausgang des Schützes liegt das Signal $x_a = L$ nur an, wenn der Schalter durch die Füllstandshöhe nicht betätigt ist. Abgeleitet von dieser „Nichtbedingung“ haben Bauelemente gleicher Funktion die Bezeichnung „Nichtglieder“ oder „Negatoren“ erhalten. Im Schütz erfolgt eine logische Verknüpfung der Signale, Regler und Stellglied der Füllstandsregelung können nur die beiden Zustände „aus“ oder „ein“, entsprechend den Signalen „0“ oder „L“, einnehmen. Regler dieser Art bezeichnet man als Zweipunktregler.

AUFGABEN

- Untersuchen Sie die Steuerung einer Maschine:
 - a) Zeichnen Sie das Blockschaltbild!
 - b) Gliedern Sie diese Steuerung in: Steuereinrichtung, Steuerstrecke, Stellglied, Stellgröße, Störgröße, Führungsgröße, Signal, Funktionscharakteristik!
 - c) Welchem Zweck dient diese Steuerung?
- Stellen Sie im Betrieb vorkommende Steuerungssysteme in folgender Tabelle zusammen (s. S. 89 oben)!

Signale

Füllstandsmessung mit Kontaktgeber		Schütz		Pumpe
Eingang	Ausgang	Eingang	Ausgang	
$x_e =$ analog der Füllstandshöhe zu niedrig	Schalter geöffnet $x_a = 0$	$x_e = 0$	Stromkreis geschlossen $x_a = L$	eingeschaltet
Füllstand erreicht	Schalter geschlossen $x_a = L$	$x_e = L$	Stromkreis geöffnet $x_a = 0$	ausgeschaltet

Steuersystem	typische Merkmale	Anwendungsgebiete
Handsteuerung Selbsttätige Steuerung		

- Untersuchen Sie das System zur Regelung einer Maschine oder Anlage im Betrieb!
 - a) Formulieren Sie die Regelungsaufgabe!
 - b) Welche Bauglieder übernehmen: Messen, Vergleichen, Schalten oder Stellen, Beeinflussen?

- c) Zeichnen Sie das Blockschaltbild!
 - d) Gliedern Sie diese Regelung in: Regeleinrichtung, Regelstrecke, Stellglied, Stellgröße, Störgröße, Führungsgröße, Signal, Funktionscharakteristik!
- Erläutern Sie eine Zweipunktregelung!
 - Stellen Sie in einer Übersicht Anwendungsgebiete und Signalgrößen für mechanische, pneumatische, hydraulische und elektrische Steuerungen und Regelungen zusammen!

Die Organisation des Produktionsprozesses

Der Produktionsprozeß ist ein Arbeitsprozeß, in dem die Arbeitskräfte unter bestimmten gesellschaftlichen Verhältnissen mit bestimmten Arbeitsmitteln auf Arbeitsgegenstände einwirken und Gebrauchswerte (Erzeugnisse oder Teilerzeugnisse) herstellen.

Beim heutigen Stand der Arbeitsteilung wird ein Erzeugnis oder Teilerzeugnis im allgemeinen nicht an einem Arbeitsplatz, sondern an mehreren Arbeitsplätzen bearbeitet. Man zerlegt den Fertigungsprozeß in Teilprozesse und bearbeitet das Erzeugnis nacheinander an mehreren Arbeitsplätzen.

Die Arbeitsteilung macht es erforderlich, die Maschinen und Arbeitsplätze den jeweiligen Bedingungen entsprechend anzuordnen und das reibungslose Zusammenwirken aller Beteiligten zu organisieren.

Die Organisation des Produktionsprozesses umfaßt alle Maßnahmen zu einem rationalen Zusammenwirken der drei Elemente des Arbeitsprozesses (Arbeitskraft, Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand).

► **Das Ziel der Organisation des Produktionsprozesses ist die ökonomisch vorteilhafteste Vereinigung von Arbeitskräften, Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen, um den höchsten volkswirtschaftlichen Nutzeffekt zu erzielen.**

Die Fertigungsarten

Die Organisation des Produktionsprozesses ist eine wesentliche Grundlage hoher Arbeitsproduktivität. Sie hängt weitgehend vom Arbeitsgegenstand ab. Seine Stückzahlen bestimmen die zu wählenden *Fertigungsarten* und die *Fertigungsprinzipien*. Stellt z. B. ein Maschinenbaubetrieb im Jahr mehrere verschiedene Chemieanlagen als Einzelanlagen her, so verlangt das eine andere Betriebsorganisation als die Produktion von Kraftwagen am Band.

Nach der Menge der in einem Betrieb zu produzierenden gleichartigen Erzeugnisse werden folgende Fertigungsarten unterschieden:

Einzelfertigung,
Serienfertigung,
Massenfertigung.

Einzelfertigung ist die Herstellung einzelner oder weniger gleicher Produkte. An den einzelnen Arbeitsplätzen sind ständig wechselnde Aufträge mit unterschiedlichen Arbeitsstufen zu bewältigen. Diese Fertigungsart ist typisch für die Betriebe des Schwermaschinenbaues. Hier werden nach den Wünschen der Auftraggeber Einzelanlagen projektiert, konstruiert und hergestellt. Besonders große Maschinen, wie Generatoren, Förderbrücken, Bagger, Dieselmotoren und ganze Anlagen für die Hüttenindustrie, die Zementherstellung u. a., müssen in Einzelfertigung produziert werden, da ihre Stückzahlen über längere Zeiträume klein sind und oft eine Anpassung der Großmaschinen an die speziellen Arbeitsbedingungen notwendig ist.

Die Einzelfertigung weist folgende Merkmale auf:

1. Der Konstruktionsaufwand geht nur in ein Produkt oder wenige Produkte ein. Der Anteil des Konstruktionsauf-

wandes an den Kosten des Endproduktes ist hoch.

2. Der spezifische Aufwand für die technische Vorbereitung der Produktion ist, gemessen an der Stückzahl, relativ hoch.
3. Die Vielzahl von verschiedenen Arbeitsoperationen verlangt hochqualifizierte Facharbeiter mit umfangreichen Produktionserfahrungen. Das verursacht hohe Lohnkosten.
4. Die ständig wechselnden Arbeitsoperationen verlangen teure, universelle Maschinen, Werkzeuge und Meßzeuge. Wegen des häufigen Wechsels der Produktion sind die Arbeitsmittel vielfach nicht voll ausgelastet.
5. Der Betrieb muß sich relativ große Materialvorräte anlegen. Eine genaue Materialplanung ist durch die wechselnde Produktion erschwert. Damit werden Umlaufmittel gebunden.
6. Der Steigerung der Arbeitsproduktivität sind enge Grenzen gesetzt.

Die Einzelfertigung des Gesamtbetriebes schließt natürlich nicht aus, daß Teile, die öfter in den Produkten vorkommen, an einzelnen Arbeitsplätzen in Serien gefertigt werden. Das ändert nichts am Charakter der Produktion des Betriebes. Trotz ihrer vielen Nachteile ist die Einzelfertigung nicht völlig aus der Industrie zu verbannen. Ihr Anteil kann aber noch eingeschränkt werden. Typeneinschränkung, Spezialisierung der Betriebe, internationale Standardisierung und internationale Spezialisierung der Mitgliedstaaten des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe sind hierzu vielseitige Mittel.

► **Einzelfertigung ist die Herstellung einzelner oder weniger gleicher Produkte. Sie ist teuer und muß deshalb auf die Entwicklung und den Großmaschinenbau beschränkt bleiben.**

Serienfertigung liegt vor, wenn an den meisten Arbeitsplätzen verschiedene Operationen an Serien von Werkstücken ausgeführt werden. Diese können zur Herstellung von Serien gleicher oder verschiedener Endprodukte dienen. Entsprechend der Seriengröße gibt es eine *Klein-, Mittel- und Großserienfertigung*, von denen jede ihre eigenen Produktionsbedingungen besitzt.

In der Großserienfertigung wird die Produktion der Teile und der Ausstoß in Lose (Gruppen) aufgeteilt. Man bezeichnet diese Fertigung als Losfertigung. Wenn in einem Maschinenbaubetrieb innerhalb eines Jahres Säulenbohrmaschinen der Größen BS 16, BS 25, BS 40 und darüber hinaus noch Reihenanordnungen dieser Typen gebaut werden sollen, ist die Fertigung zweckmäßig in Lose aufzuteilen, die je nach Umfang der Gesamtproduktion 20, 30 oder 50 Stück eines Typs umfassen. Durch Losfertigung wird die Lagerhaltung der Einzelteile und die Höhe der Umlaufmittel verringert.

Die Serienfertigung ist gegenüber der Einzelfertigung die höhere Fertigungsart. Ihre Merkmale sind:

1. Neben Universalmaschinen lassen sich Spezialmaschinen, automatisierte Zusatzeinrichtungen und Automaten einsetzen. Die Maschinen können besser ausgelastet werden.
2. Spezialvorrichtungen und -prüfzeuge sichern eine rationelle Arbeitsweise.
3. Die technologische Fertigungsvorbereitung ist sehr detailliert und auf rationelle Fertigungstechniken konzentriert.
4. Die Arbeitsplätze lassen sich teilweise nach der Fertigungsfolge ordnen. Der Transport der Teile kann mechanisiert, die Transportkosten können gesenkt werden.

5. Der Arbeiter kann sich mehr auf die Ausbildung spezieller Fertigkeiten konzentrieren. Durch die aktive Beteiligung an der Rationalisierung der Produktion (Neuerer) vergrößert sich seine Gesamtqualifikation.
6. Die Ausnutzung der Merkmale 1 bis 5 führt zur Steigerung der Arbeitsproduktivität.

► **In der Serienfertigung werden an den Arbeitsplätzen nacheinander verschiedene Operationen an Serien von Werkstücken ausgeführt. Serienfertigung bringt gegenüber Einzelfertigung Arbeiterleichterungen und eine erhöhte Arbeitsproduktivität.**

Bei **Massenfertigung** werden fortlaufend große Mengen gleicher Erzeugnisse hergestellt. Im Fertigungsprozeß ist die ständige Wiederholung der einzelnen Operationen an den Arbeitsplätzen typisch.

Die Massenfertigung ist die höchste Fertigungsart mit der höchsten Arbeitsproduktivität. Sie setzt große Mengen von Produkten voraus, wie sie in der Leichtindustrie oft gegeben sind. Die Glühlampenherstellung, das Weben von Stoff, die Fertigung von Strümpfen sind Beispiele hierfür. Die Prozesse in der chemischen Industrie sowie der Hüttenindustrie tragen den gleichen Charakter. Der Maschinenbau kann standardisierte Teile in Massenfertigung herstellen. Hier enthält das Produktionsprogramm eines Betriebes zwar eine Anzahl von Positionen, jede Teilart wird aber auf bestimmten Fertigungsstraßen produziert. Die Fertigung von Kraftwagen, Motorrädern, Fahrrädern, Elektromotoren beschränkt die Positionen des betrieblichen Programms auf wenige Produkte oder ein einziges Produkt.

Merkmale der Massenfertigung sind:

1. Die technische Ausrüstung des Betriebes ist weitgehend spezialisiert. Die Einzweckmaschine herrscht vor. Für die Automatisierung der Produktion sind die besten Voraussetzungen gegeben.
 2. Die Arbeitsplätze sind nach der Arbeitsfolge der Produkte geordnet. Der Produktionsvorgang ist übersichtlich und hat kürzeste Transportwege.
 3. Die Technologie der Massenfertigung muß alle Einzelschritte der Produktion festlegen. Das Einspielen der Produktion verlangt dann noch einen hohen technologischen Aufwand.
 4. Die Konstruktion des Produktes muß ausgereift sein. Jede Änderung bringt erhebliche Kosten durch neue Produktionsmittel und Störungen in der Produktion.
 5. Für die Organisation der Produktion ist mehr ingenieurtechnisches Personal notwendig. Die Qualifikation der Produktionsarbeiter ist stärker differenziert. Die Betreuer von Automaten und Fertigungsstraßen müssen ein umfangreiches Wissen besitzen. Andere Produktionsarbeiter sind auf wenige Arbeitsoperationen spezialisiert. Ihre Arbeit trägt monotonen Charakter. Durch weitere Mechanisierung und Automatisierung werden die Arbeiter von solchen Arbeitsoperationen befreit. Damit diese Arbeiter später höhere Funktionen übernehmen können, gibt ihnen die sozialistische Gesellschaft schon heute eine umfangreiche allgemeine und berufliche Bildung.
- **In der Massenfertigung werden fortlaufend größere Mengen gleicher Erzeugnisse hergestellt. An den einzelnen Arbeitsplätzen wiederholt sich ständig eine eng begrenzte Zahl von Operationen. Die Massenfertigung**

zeichnet sich durch hohe Arbeitsproduktivität aus.

Die Grenzen der Fertigungsarten sind in den einzelnen Betrieben nicht starr. Das trifft besonders auf den Maschinenbau zu. Betriebe mit typischer Serienfertigung können einzelne Teile, die in großen Mengen gebraucht werden, in Massenfertigung herstellen. Umgekehrt wenden Betriebe mit Massenfertigung für die Teilproduktion die Serienfertigung an. Das ist oft notwendig, da der Arbeitsaufwand für Einzelteile eine entsprechende Maschine mit den erforderlichen Stückzahlen nicht auslastet. An diesem Arbeitsplatz müssen dann verschiedene Teile in Losen gefertigt werden. Bestimmend für den Fertigungscharakter eines Betriebes ist die Gesamtproduktion. Dabei wird jeder Betrieb danach streben, in der höchstmöglichen Fertigungsart zu produzieren, da das immer höchste Produktivität einschließt.

Die Fertigungsprinzipien

Die Vorteile der Fertigungsarten zu nutzen, verlangt eine entsprechende Fertigungsorganisation. Der Fertigungsablauf eines Betriebes hängt vor allem von der Beständigkeit der Beziehungen zwischen den Maschinen und Arbeitsplätzen (Aufeinanderfolge der Arbeitsgänge) ab. Er wird durch die Anordnung der Arbeitsplätze und Maschinen gekennzeichnet. Sind verschiedenartige Erzeugnisse in niedrigen Stückzahlen herzustellen und wechselt die Reihenfolge der Arbeitsgänge immer wieder, so werden die Arbeitsplätze in der Regel so angeordnet, daß alle gleichartigen Maschinen und Arbeiten räumlich (in Werkstätten) zusammengefaßt sind. Der Betrieb ist dann in Abteilungen (Werkstätten) gegliedert, die auf bestimmte technolo-

gische Verfahren (Drehen, Fräsen, Bohren) spezialisiert sind. Die Fertigung nach diesem Prinzip ist *verfahrensgebundene Fertigung*. Sie wird auch als *Werkstättenfertigung* bezeichnet.

Sind gleichartige Erzeugnisse in hohen Stückzahlen herzustellen und kehrt die gleiche Reihenfolge der Arbeitsgänge immer wieder, so werden die Arbeitsplätze im allgemeinen so angeordnet, daß sie der Aufeinanderfolge der Arbeitsgänge bei der Fertigung des jeweiligen Erzeugnisses entsprechen. Der Betrieb ist dann in Abteilungen gegliedert, die auf die Fertigung bestimmter Erzeugnisse (Einzelteile, Baugruppen) spezialisiert sind. Die Fertigung nach diesem Prinzip ist *erzeugnisgebundene Fertigung*. Sie umfaßt *Nest-, Reihen- und Fließfertigung*.

Welche Fertigungsart ein bestimmter Betrieb anwendet, hängt hauptsächlich von den Fertigungsstückzahlen ab. Bei niedrigen Stückzahlen und häufigem Wechsel der Arbeitsgangfolgen hat sich die verfahrensgebundene Fertigung bewährt, weil sich der Betrieb ohne Umgruppierung der Maschinen auf die Fertigung anderer Erzeugnisse umstellen kann. Bei hohen Stückzahlen, wenn über einen längeren Zeitraum gleiche oder gleichartige Erzeugnisse herzustellen sind und im Fertigungsablauf ständig die gleichen Arbeitsgänge aufeinanderfolgen, wird die erzeugnisgebundene Fertigung angewandt.

In diesem Kapitel werden lediglich *Werkstättenfertigung* und *Fließfertigung* behandelt.

Werkstättenfertigung bedeutet Organisation der Produktion nach den Arbeitsmitteln und den Arbeitsplätzen mit gleichartigen Aufgaben. So sind z. B. alle spanenden Trenntechniken in der Hauptabteilung „Mechanische Fertigung“ zu-

sammengefaßt, die aus Dreherei, Fräse-
rei, Schleiferei usw. bestehen kann. Die
Einzelproduktion gliedert sich z. B. in
die Abteilungen Schlosserei, Klempne-
rei, Schweißerei, Zurichterei usw. Bei
Werkstättenfertigung sind gleichartige
Maschinen und Einrichtungen zusam-
mengefaßt. Durch spezialisierte Meister
ist eine qualifizierte Anleitung möglich.
Die Lagerhaltung von Werkzeugen,
Vorrichtungen und Lehren konzentriert
sich in den Abteilungen.

Für die Einzel- und Kleinserienfertigung
ist die Werkstättenfertigung eine ratio-
nelle Produktionsorganisation, da das
oft notwendige Umdisponieren, das Ein-
halten von Terminen sowie die Aus-
lastung des Maschinenparks durch die
übersichtliche Anordnung erleichtert
wird. Für die Bearbeitung schwerer,
sperriger Teile auf großen Maschinen ist
die Werkstättenfertigung auch im
Serienbau oft das einzig wirtschaftliche
Prinzip.

Nachteile der Werkstättenfertigung sind:
weite Transportwege, umfangreiche Lager-
ung von vorgefertigten Teilen an den
Arbeitsplätzen und nichtrythmischer
Produktionsablauf. Bild 165/1a im ESP-
Lehrbuch der Klassen 7 und 8 zeigt eine
schematische Darstellung der Werk-
stättenfertigung mit den langen Trans-
portwegen für ein Werkstück.

Die Werkstättenfertigung läßt keine
weitgehende Spezialisierung der Arbeits-
mittel und der Arbeitskräfte zu. Mit ihr
ist deshalb keine hohe Arbeitsproduktivi-
tät zu erreichen. Durch weitgehende
Spezialisierung werden unsere Industrie-
betriebe immer mehr zu höheren Ferti-
gungsarten übergehen. Damit sind die
Voraussetzungen gegeben, die ökonomisch
vorteilhaftere erzeugnisgebundene
Fertigung, z. B. die Fließfertigung, an-
zuwenden.

► Die Werkstättenfertigung ist eine Pro- duktionsorganisation nach dem Ar- beitsmittel.

Fließfertigung bedeutet Organisation
der Produktion nach dem Arbeitsgegen-
stand. Die einzelnen Arbeitsplätze sind
nach der Reihenfolge der Arbeitsstufen
geordnet. Eine derartige Anordnung ist
jedoch erst wirtschaftlich, wenn Maschi-
nen und Arbeiter während einer länge-
ren Zeit durch die Fertigung eines Pro-
duktes ausgelastet sind. Nur dann ist der
hohe Aufwand für die Vorbereitung und
Einrichtung einer Fließstraße gerechtfertigt.
Grundlage eines solchen Ferti-
gungsprinzips ist daher eine ausreichend
hohe Stückzahl, wie sie im Großserien-
bau und in der Massenfertigung vor-
kommt. Bild 165/1b (Lehrbuch 7. und
8. Klasse) zeigt die Anordnung der Ma-
schinen für das gleiche Werkstück bei
Fließfertigung.

Die starke Aufgliederung der Arbeits-
stufen gestattet den Einsatz von Spezial-
maschinen, speziellen Werkzeugen und
Vorrichtungen. Die Produktionszeit ist
kurz. Lange Zwischenlagerung der Teile
fällt weg. Der Transport wird kurz und
billig. Die Selbstkosten sinken, weil sich
der Arbeitszeitaufwand je Stück und der
Aufwand für Werkzeuge und Hilfsstoffe
verringern. Die Arbeiter erhalten Ar-
beitserleichterungen durch spezielle
Ausrüstungen. Die Fließfertigung begün-
stigt die Mechanisierung und Automati-
sierung der Fertigungs- und Transport-
vorgänge.

Die für die Fließfertigung eines be-
stimmten Teiles aufgebauten Strecken
können nach einem geregelten Rhyth-
mus oder einem in Grenzen freien
Rhythmus arbeiten.

Bei dem geregelten Rhythmus gehen die
Arbeitsstücke in gleichmäßigen Zeit-
abständen zum nächsten Arbeitsplatz

über (Takt). Die Produkte können sich aber auch auf einem Band mit konstanter Geschwindigkeit bewegen. Die Arbeiten sind auf einem bestimmten Wegabschnitt des Bandes zu erledigen. In beiden Fällen muß die Gesamtarbeit in Arbeitsgänge mit möglichst gleicher Zeitdauer eingeteilt sein. Die Taktzeit oder die Bandgeschwindigkeit richtet sich nach dem längsten Arbeitsgang.

Bei einem freien Rhythmus werden die Werkstücke nach Fertigstellung an den nächsten Arbeitsplatz über Bänder oder Rollenstraßen weitergegeben. Hier sollten die Arbeitsgänge auch so abgestimmt sein, daß an einzelnen Arbeitsplätzen

keine Stauungen entstehen. Insgesamt ist diese Strecke elastischer. Arbeitsschwankungen lassen sich in gewissen Grenzen ausgleichen.

Die Fließstrecken eines Produktes können aus Arbeitsplätzen mit vorwiegender Handarbeit, dominierender Maschinenarbeit und reiner Maschinenarbeit bestehen. Vorwiegende Handarbeit ist heute noch vielfach bei der Montage im Maschinenbau anzutreffen. Hier sind gegenüber der Werkstättenfertigung vor allem der Transport und die Bereitstellung von Material verbessert. Gleichzeitig wird eine bessere Mechanisierung der Montagearbeiten ermöglicht.



95/1 Taktstraße der Trabantfertigung. Die Karossen werden in bestimmten Zeitabständen weitergerückt. Vorherrschend Handarbeit



96/1 Fertigungsstraße für die Herstellung von Babywäsche. Die Straße arbeitet im freien Rhythmus. Fertige Teile werden in Kästen durch das Band weitertransportiert. Kombination zwischen Hand- und Maschinenarbeit



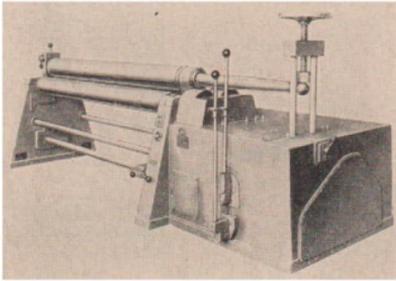
96.2 Fertigungsstraße für Kugellagering mit freiem Rhythmus. Die Arbeitsunterbrechung einzelner Maschinen führt nicht zum Stillstand der Straße. Die Transporteinrichtungen wirken gleichzeitig als Magazine. Automatisierte Maschinenarbeit

Der Umfang des Maschineneinsatzes in einer Fließstrecke charakterisiert ihre Entwicklung zur höchsten Form der Fließfertigung, der Fertigung auf automatischen Fließstrecken.

Die Anwendung der Baukastenbauweise

In einer hochentwickelten industriellen Fertigung hat die Maschine als Produktionsmittel und als Produkt eine wesentliche Bedeutung. Für den Maschinenbau war Anfang der fünfziger Jahre noch die Universalmaschine typisch. Lediglich für Großserien, wie im Kraftwagenbau, wurden Spezialmaschinen eingesetzt. Das Streben nach Automatisierung in diesem Industriezweig hat hier gründlich Wandel geschaffen. Ohne die Universalmaschinen völlig verbannen zu können, werden heute Maschinen verlangt, die *maximal zweckgebunden und minimal werkstückgebunden* sind. Das heißt, die Maschine muß dem Arbeitsvorgang so angepaßt sein, daß sie ihn mit hoher Arbeitsproduktivität ausführt. Gleichzeitig muß die Maschine im Grundaufbau für andere Aufgaben, die Bearbeitung anderer Werkstücke geeignet bleiben. Damit wird im Klein- und Mittelserienbau die Anwendung von Spezialmaschinen erst möglich.

In diesem Zusammenhang sind die Begriffe *Baukastenbauweise* und *Aufbaumaschinen* geprägt worden. Die Baukastenbauweise wurde von den Maschinenbaubetrieben eingeführt, um von jeder Baugröße ihrer Typenreihen mehrere Maschinenvarianten, die dem Verwendungszweck am wirtschaftlichsten angepaßt sind, zu erhalten. Bei jeder Maschinenvariante wiederholt sich die Hauptmasse aller Einzelteile und Baugruppen. Diese können in größeren Stückzahlen produziert werden. Damit

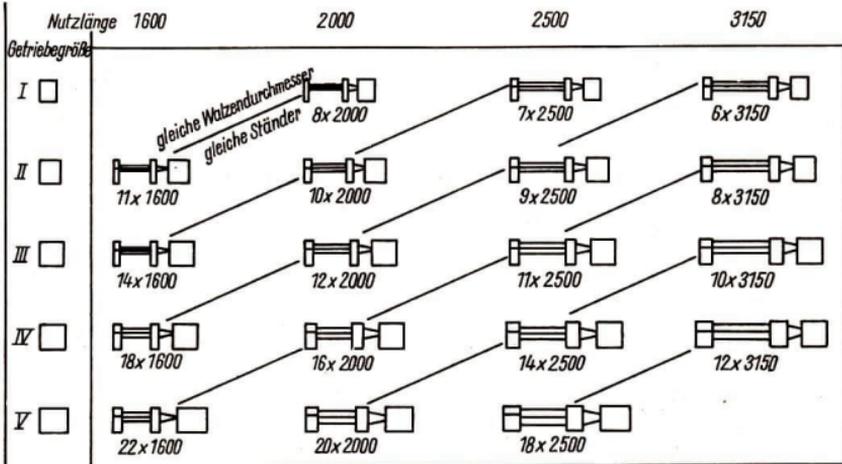


97/1 Dreiwalzenbiegemaschine im Baukastensystem

a) Dreiwalzenbiegemaschine

b) Übersicht zu den wiederkehrenden Baugruppen im Gesamtprogramm

Mit fünf Getriebe-, sechs Walzen- und Ständergrößen entstehen 18 verschiedene Maschinen. Die Zahlen geben die zulässige Materialdicke bei $\frac{28 \text{ kp}}{\text{mm}}$ und die Nutzlänge an.

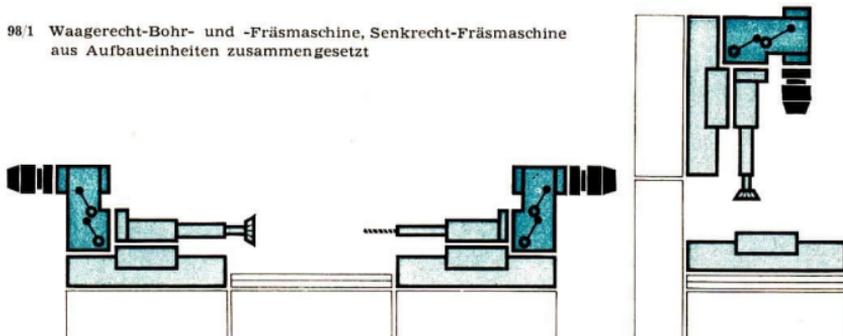


sind die Voraussetzungen einer wirtschaftlichen Produktion wesentlicher Teile der Maschinen in Fließfertigung gegeben.

In dieser Entwicklungsstufe entstehen aus den Baugruppen Variationen eines Maschinentyps. Die konsequente Weiterführung dieses Systems führte zur *Aufbaumaschine*. Sie ist eine aus Baueinheiten für die jeweilige Aufgabe zusammengestellte Maschine. Die Einheiten sind nicht typisch für eine Maschinenart. Sie erfüllen die verschiedensten Fertigungsfunktionen.

Mit der Aufbaumaschine können die oben genannten Forderungen an den Maschinenbau nach maximaler Zweckbindung und minimaler Werkstückbindung der Maschine bei gleichzeitiger Kostensenkung erreicht werden. An den Maschinen in den Bildern 97/1 bis 98/2 sind die für die verschiedenen Verwendungszwecke eingesetzten gleichartigen Aufbaugruppen zu erkennen. Die Maschinen sind stark zweckgebunden. Sie können bis zur Automatisierung des Arbeitsvorgangs komplettiert sein. Bei der Umstellung des Maschinensystems

98/1 Waagrecht-Bohr- und -Fräsmaschine, Senkrecht-Fräsmaschine aus Aufbaueinheiten zusammengesetzt



98.2 Automatische Fertigungsstraße aus Aufbaueinheiten zur Bearbeitung von Motorrad-Kurbelwellengehäusen.

Die Fertigungsstraße besteht aus Bohr- und Fräseinheiten, die durch eine Transporteinrichtung miteinander verkettet sind. Die einzelnen Einheiten sind nach dem Baukastenprinzip konstruiert

auf andere Arbeitsprozesse ist jede Baugruppe wieder verwendbar. Diese Maschinen verlieren mit Veränderungen in der Produktion nicht wie die zweckgebundenen Spezialmaschinen ihren Wert. Sie sind damit eine Voraussetzung der Serienfertigung in Maschinenbau-betrieben und bringen dem Verbraucher

noch bedeutendere Vorteile als dem Hersteller.

Die Baukastenbauweise erlaubt die Herstellung verschiedener Maschinenvarianten eines Typs unter weitgehender Verwendung gleichartiger Bauteile.

Aufbaumaschinen entstehen aus Aufbaueinheiten, die den Arbeitsvorgang maximal spezialisieren lassen. Die Umbaufähigkeit der einzelnen Einheiten sichert eine minimale Werkstückbindung.

Die rationelle Ausnutzung der Maschinen und Ausrüstungen

Eine hohe Arbeitsproduktivität wird nicht nur durch neue, hochleistungsfähige Maschinen und hochproduktive technologische Verfahren erreicht; auch durch rationelle Ausnutzung der vorhandenen Technik, durch Modernisierung der vorhandenen Maschinen und Ausrüstungen läßt sich die Arbeitsproduktivität erhöhen. Keine Volkswirtschaft verfügt über so große materielle und finanzielle Mittel, daß sie alle Produktionsstätten mit modernster Technik ausrüsten kann. Immer muß ein Teil der Arbeiter oder Betriebe mit Maschinen

arbeiten, die nicht mehr dem neuesten Stand der Technik entsprechen. Im Zeitalter der technischen Revolution muß jeder Betrieb die Produktions-, Transport- und Verwaltungsprozesse ständig rationalisieren und die vorhandene Technik bestmöglich ausnutzen, damit das höchste volkswirtschaftliche Ergebnis erzielt wird, das heißt hohe Qualität der Erzeugnisse, hohe Arbeitsproduktivität, niedrige Kosten und hoher Gewinn.

Eine rationellere Ausnutzung der vorhandenen Technik ist auf zwei Wegen möglich:

1. durch erhöhte extensive Ausnutzung,
2. durch erhöhte intensive Ausnutzung.

Eine erhöhte extensive Ausnutzung der vorhandenen Technik wird erreicht, indem die durchschnittliche tägliche Betriebsdauer der Maschinen und Ausrüstungen verlängert wird. Das kann geschehen durch:

- mehrschichtige Auslastung der Maschinen und Anlagen,
- Senkung der Warte- und Stillstandszeiten, Anwendung technisch begründeter Arbeitsnormen, gute Arbeitsdisziplin und Arbeitsorganisation, kontinuierliche Materialzulieferung usw.,
- Verkürzung der Reparaturzeiten durch planmäßige vorbeugende Instandhaltung der Maschinen und Ausrüstungen, Schnellreparaturen, persönliche Pflege und Wartung der Maschinen.

Ein Beispiel soll den ökonomischen Nutzen der erhöhten extensiven Ausnutzung der vorhandenen Technik erläutern: Bei einer Maschine kann die Betriebsdauer durch verkürzte Stillstandszeiten, reibungslose Materialanlieferung und Schnellreparaturen von 3000 auf 4500 Stunden jährlich verlängert werden. Auf

der Maschine werden in der Stunde zehn Erzeugnisse hergestellt. Ein Arbeiter erzeugt jetzt jährlich 45 000 statt 30 000 Produkte. Zugleich sinken die Kosten je Erzeugnis, weil sich die Kosten für die Abnutzung der Maschinen (Abschreibungen) nicht mehr auf 30 000, sondern auf 45 000 Erzeugnisse verteilen.

- *Zeigen Sie an einem Beispiel aus Ihrem Einsatzbereich, welcher Nutzen durch erhöhte extensive Ausnutzung der Maschinen und Ausrüstungen entsteht!*

Eine erhöhte intensive Ausnutzung der vorhandenen Technik liegt vor, wenn der Produktionsausstoß je Zeiteinheit erhöht wird. Das kann geschehen durch:

- Anwendung von Neuerermethoden, wie Schnelldrehen nach Pawel Bykow, Anwendung der Kolessow-Schneide zum Kraftzerspannen, Schnellschmelzen in der Metallurgie, Schnellbrennen von Ziegeln,
- Anwendung der rationellsten Technologie (Gruppenbearbeitung in der Industrie, Schneidkeramik an Stelle von Hartmetall),
- Modernisierung der Maschinen, Anwendung von Vorrichtungen (muß beispielsweise durch Anwendung der Schneidkeramik eine größere Menge Werkstücke ein- und ausgespannt werden, so führt das mechanisierte Ein- und Ausspannen mit Hilfe einer Vorrichtung zu einer höheren Arbeitsproduktivität).

Auch der Nutzen der erhöhten intensiven Ausnutzung der vorhandenen Technik soll an einem Beispiel veranschaulicht werden. Im VEB CARL ZEISS JENA entwickelte ein Ingenieurkollektiv in enger Zusammenarbeit mit dem Schleifer Gotthold Heidrich ein neues Meßverfahren für eine Flächen-

schleifmaschine für optische Körper. Die Schleifschalen werden jetzt direkt an der Maschine gemessen. Die früheren Transporte zur Brausestelle entfallen. Jetzt können allein an einer Flächenschleifmaschine jährlich mindestens 1000 Produktionsstunden eingespart werden.

In der Vergangenheit wurden nicht überall die Reserven für die Steigerung der Arbeitsproduktivität durch rationellste Ausnutzung der vorhandenen Technik erschlossen. In vielen Betrieben entstanden vermeidbare Warte- und Stillstandszeiten. Oft erwarben Betriebe moderne hochproduktive Maschinen, nutzten ihre Kapazität aber nur zum Teil aus.

Wird die neue Technik ungenügend ausgenutzt, können mit dem in Maschinen und Anlagen verkörperten Volkseigentum weniger Erzeugnisse hergestellt werden, als die Gesellschaft produzieren könnte. Umgekehrt kann die Produktion bei rationeller Ausnutzung der vorhandenen Technik ohne Neuinvestitionen gesteigert werden.

Bisher entstanden den Betrieben keine spürbaren wirtschaftlichen Nachteile, wenn sie zu hohe Produktionsmittelbestände in Anspruch nahmen und die vorhandene Technik ungenügend ausnutzten. In Zukunft wird die rationelle Ausnutzung der Produktionsmittel durch eine Produktionsfondsabgabe unterstützt. Die Höhe der Produktionsfondsabgabe wird vom Wert der im Betrieb vorhandenen Maschinen und Anlagen abhängig sein. Hat ein Betrieb zu hohe Produktionsmittelbestände, muß er eine erhöhte Produktionsfondsabgabe abführen. Die Produktionsfondsabgabe interessiert die Betriebe materiell daran, keine unnötigen Produktionsmittelbestände anzuhäufen. Sie wird damit zu einem ökonomischen Hebel, die wirt-

schaftlichen Mittel bestmöglich auszunutzen, unnötige Investitionen zu vermeiden und nach einem hohen Nutzeffekt der Investitionen zu streben.

► **Durch die rationellste Ausnutzung der vorhandenen Technik erhöht sich die Produktion mit den vorhandenen Maschinen und Ausrüstungen, ohne daß Geld für Neuanschaffungen ausgegeben werden muß. Die Arbeitsproduktivität erhöht sich, und die Selbstkosten je Erzeugnis sinken.**

- *Erläutern Sie an einem Beispiel aus Ihrem Einsatzbetrieb, welcher Nutzen durch erhöhte intensive Ausnutzung der Maschinen und Ausrüstungen erzielt wird!*

A U F G A B E N

- *Begründen Sie die Notwendigkeit der Einzelfertigung für bestimmte Produkte!*
- *Begründen Sie die Notwendigkeit der Loseinteilung in der Großserienfertigung!*
- *Untersuchen Sie den Weg eines Werkstückes, das in Ihrem Betrieb in der Werkstättenfertigung hergestellt wird (Skizze)!*
- *Stellen Sie in einer Skizze die Stationen der Fließfertigung eines Werkstückes aus Ihrem Betrieb dar!*
- *Weshalb gestattet die Anwendung der Baukastenbauweise eine höhere Produktivität bei der Herstellung der Maschinen?*
- *Zeigen Sie an einem Beispiel, welche Bedeutung der rationellen Ausnutzung der vorhandenen Technik zukommt (Investitionen, Arbeitsproduktivität)!*

Der wissenschaftlich-technische Fortschritt — Hauptfaktor zur Steigerung der Arbeitsproduktivität

Die wissenschaftlich-technische Revolution in der DDR

Im Lehrbuch „Einführung in die sozialistische Produktion“ der Klassen 7 und 8 wurde die wirtschaftliche Entwicklung unserer DDR in den ersten 15 Jahren ihres Bestehens dargestellt.

- *Nennen Sie einige Beispiele für die erschwerten Startbedingungen beim Aufbau einer leistungsfähigen Industrie der DDR!*
- *Welche wirtschaftlichen Erfolge wurden erzielt?*

Mit den bisher erzielten ökonomischen Erfolgen haben die Werktätigen unserer Republik das feste Fundament für einen raschen Aufschwung der nationalen Wirtschaft gelegt. Jetzt können sie sich neue, höhere Ziele setzen. Nach dem Sieg der sozialistischen Produktionsverhältnisse ist der umfassende Aufbau des Sozialismus die Hauptaufgabe der Arbeiterklasse und aller übrigen Werktätigen unserer Republik. Die zentrale Aufgabe dabei besteht darin, „von den ökonomischen Gesetzen des Sozialismus ausgehend, die nationale Wirtschaft der Deutschen Demokratischen Republik auf der Grundlage des höchsten Standes

von Wissenschaft und Technik entsprechend den besonderen Entwicklungsbedingungen unseres Landes zu gestalten und so die Arbeitsproduktivität ständig zu steigern und das Weltniveau in Qualität und Kosten zu erreichen“.

- *Erläutern Sie an einem Beispiel, was unter Steigerung der Arbeitsproduktivität zu verstehen ist!*
- ▶ **Durch ihre schöpferische Arbeit verwandelten die werktätigen Menschen unsere Republik in einen der leistungsfähigsten Industriestaaten der Welt. Sie schufen damit eine günstige Ausgangsposition für die Erreichung und Mitbestimmung des wissenschaftlich-technischen Höchststandes und für neue Erfolge im ökonomischen Wettbewerb mit dem kapitalistischen System.**

Bei der Festsetzung der Ziele des Perspektivplanes unserer Volkswirtschaft müssen die Anforderungen der technischen Revolution vorausschauend erfaßt und geplant werden. Allgemeine Merkmale der technischen Revolution sind: **Wissenschaft und Technik** entwickeln sich in hohem Tempo. In unserer Zeit verdoppelt sich das naturwissenschaftlich-technische Wissen in rund zehn Jahren. Allein in den letzten fünfzig Jahren wurden mehr wissenschaftlich-technische Kenntnisse gewonnen als in der vorangegangenen Menschheitsgeschichte. Wie sich das menschliche Wissen vermehrt, wird auch an der Zunahme der wissenschaftlichen Zeitschriften sichtbar. Um 1800 gab es rund 100, 1850 etwa 1000, 1900 ungefähr 10 000 und 1960 bereits 100 000 wissenschaftliche Zeitschriften auf der Welt. Heute leben auf unserer Erde etwa zwei Millionen Wissenschaftler, das sind 90 Prozent aller

Wissenschaftler, die seit Beginn der Menschheitsgeschichte gelebt und gewirkt haben.

Die Wissenschaft findet in immer stärkerem Maße Eingang in die Produktion und wird mehr und mehr zur unmittelbaren Produktivkraft. Das zeigt sich zum Beispiel darin, daß wissenschaftliche Erkenntnisse in immer kürzeren Zeitabständen in die Produktion eindringen. Zwischen der Entdeckung der Braunschen Röhre und ihrer Anwendung lagen Jahrzehnte, zwischen der Entdeckung der Laserstrahlen und ihrer Anwendung nur wenige Jahre: 1960 wurde erstmalig das Prinzip der Laseranordnung entdeckt; 1961 gab es das erste Lasergerät; 1964 wurden Lasergeräte bereits serienmäßig gebaut.

Daß die Wissenschaft zur unmittelbaren Produktivkraft wird, äußert sich auch darin, daß die wissenschaftlichen Erkenntnisse die Maschinen und Anlagen verändern. Die Erkenntnisse der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung werden unmittelbar und kurzfristig produktionswirksam. Grundlegende Veränderungen in der Technik und in der Technologie treten daher in immer kürzeren Zeitabständen auf.

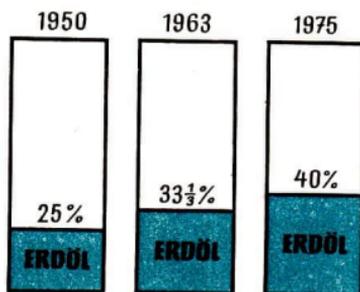
Amerikanischen Angaben zufolge veralteten Maschinen des Baujahres 1949 in zehn, Maschinen des Baujahres 1950 in acht Jahren. Man rechnet damit, daß Maschinen des Baujahres 1960 in etwa fünf Jahren technisch (moralisch) veralten. Nach Schätzungen der Wissenschaftler werden chemische Verfahren heute im Durchschnitt alle sechs Jahre durch neue ersetzt.

- Erläutern Sie den Begriff Produktivkraft, und begründen Sie, weshalb wissenschaftliche Erkenntnisse zu den Produktivkräften zählen!

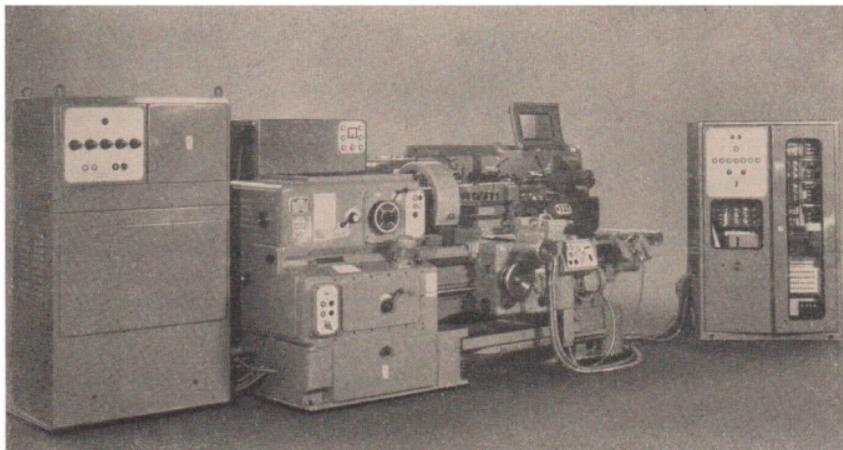
Die Wissenschaft zeigt sich auch dadurch als Produktivkraft, daß sie mithilft, die Produktion wissenschaftlich zu planen, zu leiten und zu organisieren. Auf die Dauer kann die Volkswirtschaft unmöglich mit herkömmlichen Mitteln geplant und geleitet werden. Sowjetische Ökonomen haben berechnet, daß bei dem raschen Wachstum der Produktion bereits im Jahre 1980 die gesamte erwachsene Bevölkerung der Sowjetunion im Leitungsbereich der Wirtschaft tätig sein müßte, wenn man die gegenwärtigen Planungs- und Leitungsmethoden beibehielte. Neue Methoden, besonders *automatische Systeme*, werden mehr und mehr Eingang in die Produktion, aber auch in ihre Planung und Leitung finden und der Menschheit neue, ungeahnte Möglichkeiten erschließen.

Die Nutzung der Wissenschaft als Produktivkraft zeigt sich auch darin, daß in der DDR für die Zeit bis 1970 erstmalig ein Plan der Wissenschaften als neuer, wichtiger Bestandteil in den Perspektivplan aufgenommen wurde.

Mit der raschen Entwicklung von Wissenschaft und Technik entstehen neue Industriezweige und rücken in den Vordergrund. Einst führende Zweige blei-



1021 Entwicklung des Erdölanteils an der Primärenergieerzeugung der kapitalistischen Länder



103.1 Zugspindeldrehmaschine mit numerischer Steuerung

Die numerische Steuerung gibt die Weginformationen in der Längs- und der Planachse. Die numerische Steuerung umfaßt folgende Funktionen:

Steuerung der Längs- und Planwege,

Steuerung des Ellgangs, Vorschubgeschwindigkeit, Spindeldrehzahl, Werkzeugnummer und Befehle für Bearbeitungsform und Kühlmittelzufuhr

Die Informationen werden der Maschine über ein 8-Kanal-Lochband gegeben.

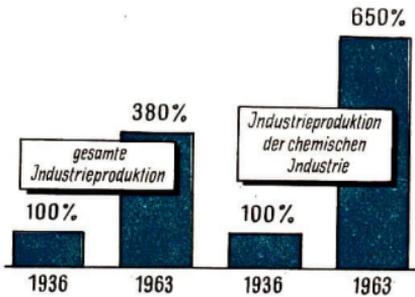
ben zurück. So verringerte sich die Kohleförderung in der kapitalistischen Welt im Vergleich zur Vorkriegszeit um ein Viertel, während sich die Erdölförderung nahezu vervierfachte.

Die Arbeitsmittel, vor allem die mechanischen Arbeitsmittel, werden zu Automaten weiterentwickelt, deren Leistung ein Vielfaches herkömmlicher Arbeitsmittel beträgt. Eine besondere Bedeutung gewinnt die *Betriebsmeß-, Steuer- und Regelungstechnik*, deren Niveau in erster Linie von der Entwicklung der *Elektronik* bestimmt wird. In allen Zweigen der Volkswirtschaft werden in zunehmendem Maße automatische Systeme angewandt, Datenverarbeitungsanlagen und Rechenmaschinen eingeführt. Bereits heute beträgt der An-

teil der elektronischen Ausrüstung am Gesamtwert moderner Büromaschinen 22 Prozent. In den nächsten zehn bis zwanzig Jahren wird der Anteil der elektronischen Ausrüstung am Gesamtwert der Werkzeugmaschinen mit numerischer Steuerung (s. S. 111) schätzungsweise 60 bis 70 Prozent betragen.

Die chemische Industrie entwickelt sich mit großer Geschwindigkeit. In den Mitgliedsländern des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) entwickelte sich die Produktion der chemischen Industrie in der Zeit von 1950 bis 1962 fast doppelt so schnell wie die Produktion der gesamten Industrie. Sie wuchs im Durchschnitt 1,8mal schneller.

Chemische Produkte und chemische Verfahren dringen immer stärker in andere



104 1 Gegenüberstellung der Produktion der gesamten Industrie und der chemischen Industrie auf dem Gebiet der DDR in den Jahren 1936 und 1963

Produktionszweige ein. Neuartige Werkstoffe verdrängen traditionelle: Der Anteil des Stahls sank von 1937 bis 1958 in den sechs führenden kapitalistischen Ländern (USA, Westdeutschland, England, Kanada, Japan, Frankreich) von 93,6 Prozent auf 79,9 Prozent. Der Anteil der Plaste hingegen stieg von 1,3 auf 12,2 Prozent. Plaste werden fast überall zu einem unentbehrlichen Rohstoff. Ihre Bedeutung kann man daran ermessen, daß sich die Weltproduktion seit 1945 verzwanzigfacht hat. An Stelle von Kohle wird in wachsendem Maße Erdöl als Rohstoff der chemischen Industrie und für die Energiegewinnung verwendet. Die Erzeugung von Naturkautschuk ist stehengeblieben, dagegen ist die Produktion von regeneriertem und synthetischem Kautschuk seit 1942 auf das Sechzehnfache gestiegen.

Der Energiebedarf steigt sehr schnell an. In allen Industrieländern wird deshalb die Erzeugung von Elektroenergie beschleunigt. Während die Weltindustrieproduktion von 1930 bis 1960 auf das Zweieinhalbfache anstieg, erhöhte sich die Welterzeugung an Elektroenergie in diesem Zeitraum auf das Achtfache. Um

den rasch steigenden Elektroenergiebedarf zu decken, wird es erforderlich, hochleistungsfähige Kraftwerke zu errichten, neue Energiequellen zu finden, die Energie rationell einzusetzen, energiesparende Verfahren anzuwenden, Umwandlungs- und Übertragungsverluste zu senken.

Die technische Revolution stellt hohe Anforderungen an die **Qualifikation des Menschen**. Ein Facharbeiter, der eine automatische Maschinenfließreihe überwacht, muß vielfältige naturwissenschaftliche, technische und technologische Kenntnisse besitzen. Die Automaten nehmen den Menschen schwere körperliche und geistig monotone Arbeit ab. Der Anteil geistiger Arbeit an der Gesamtarbeit wird zunehmen. Der Mensch wird mehr und mehr eine wissenschaftlich schöpferische Tätigkeit ausüben. Neue Berufe bilden sich heraus, herkömmliche Berufe verschwinden oder verändern sich.

Die technische Revolution stellt die Menschen von Zeit zu Zeit vor die Aufgabe, sich rasch in neue Spezialgebiete einzuarbeiten. Die Werktätigen müssen deshalb rechtzeitig mit den höheren wissenschaftlich-technischen Anforderungen vertraut gemacht werden, die sich aus der Erhöhung des technischen Niveaus der künftigen Produktion ergeben.

► **Unsere Zeit ist vor allem gekennzeichnet durch den Übergang der Völker vom Kapitalismus zum Sozialismus und durch die weltweite wissenschaftlich-technische Revolution.**

Die wissenschaftlich-technische Revolution führt zu qualitativen Veränderungen der Produktivkräfte, beeinflusst alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens und verändert die Stellung der Menschen im Produktionsprozeß.

Die wissenschaftlich-technische Revolution vollzieht sich unter bestimmten gesellschaftlichen Verhältnissen. Ihre Ziele und sozialen Auswirkungen sind im Kapitalismus und im Sozialismus grundverschieden. Die jeweilige Gesellschaftsordnung gibt der technischen Umwälzung ihr besonderes Gepräge.

In den kapitalistischen Ländern geht mit der wissenschaftlich-technischen Revolution eine beschleunigte Konzentration der Produktion und des Kapitals einher. Die ökonomische und politische Macht konzentriert sich in wenigen Konzernen. Eine geringe Anzahl Monopolherren erzielt durch die technische Revolution riesige Profite, eignet sich einen immer höheren Anteil des gesellschaftlichen Gesamtprodukts an. Die Werktätigen werden stärker ausgebeutet, Arbeitslosigkeit und Existenzangst wachsen. Seit 1953, dem Jahr, in dem die Automatisierung in den USA in größerem Maßstab einsetzte, steigt auch die Anzahl der Arbeitslosen. Sie betrug nach offiziellen Angaben 1953 1,9 Millionen und 1964 bereits 4,6 Millionen. Im amerikanischen Arbeitsministerium rechnet man damit, daß in den kommenden Jahren wöchentlich 35 000 Werktätige durch die fortschreitende Automatisierung von ihren Arbeitsplätzen verdrängt werden. Die neue Technik wird in den nächsten fünf Jahren vier bis fünf Millionen Büroangestellte „überflüssig“ machen. USA-Präsident JOHNSON leitete dem amerikanischen Kongreß im Jahre 1964 eine Sonderbotschaft zu, in der er darauf hinweist, daß es 37 Millionen Amerikaner gibt, die in Armut leben und denen auch die Möglichkeiten verschlossen sind, ihre Lage zu verbessern. Der Präsident des amerikanischen Gewerkschaftsbundes AFL/CIO, GEORGE MEANY, stellt fest, daß die Automatisierung im Kapitalis-

mus „kein bißchen Segen“ bringt. „Sie wird mehr und mehr zu einem wahren Fluch.“

An den ökonomischen und sozialen Folgen der technischen Revolution in den USA wird offenbar, daß die Automatisierung im Kapitalismus – trotz hoher Arbeitsproduktivität, wachsender Fülle von Gütern und des hohen materiellen Lebensstandards für bestimmte Gruppen von Werktätigen – zu erhöhter Unsicherheit, Arbeitslosigkeit und Armut für einen wesentlichen Teil der Bevölkerung führt, der von Arbeitslosenunterstützung und Wohlfahrtsgeldern leben muß.

Im Sozialismus vollzieht sich die wissenschaftlich-technische Revolution im Interesse und zum Nutzen des gesamten Volkes. Wenn wir in unserer Republik neue Chemie Giganten errichten, Produktionsprozesse mechanisieren und automatisieren, elektronische Rechenautomaten und Datenverarbeitungsanlagen einsetzen, Betriebe modernisieren, die Arbeitsproduktivität und die Produktion steigern, haben wir immer das Ziel vor Augen, das Leben der Menschen zu verbessern, den Wohlstand zu erhöhen. Auch bei uns setzt die neue Technik Arbeitskräfte frei. Die Automatisierung erzeugt aber keine Erwerbslosigkeit, keine Existenzangst. Der sozialistische Staat weist frei werdenden Arbeitskräften einen neuen Arbeitsplatz zu. Alle damit zusammenhängenden Fragen werden mit den Werktätigen gemeinsam beraten und unter Berücksichtigung ihrer Interessen gelöst. Wir schaffen ein einheitliches sozialistisches Bildungssystem, das es den Werktätigen erleichtert, sich systematisch auf eine neue Tätigkeit vorzubereiten. Unser Bildungssystem beachtet die höheren Anforderungen an die Bildung der Menschen im Zeitalter

der wissenschaftlich-technischen Revolution. Es bietet jedem Bürger unserer Republik die Möglichkeit, sich ein solides Grundwissen, eine hohe und dispo- nible Bildung anzueignen, um in der Produktion, in der Leitung der Wirt- schaft, im gesellschaftlichen Leben schöpferisch tätig sein und den wachsen- den Anforderungen gerecht werden zu können. Tausende Werk-tätige qualifizie- ren sich, erwerben neue Kenntnisse und Fertigkeiten, um unsere ökonomischen Aufgaben noch sachkundiger und ziel- strebiger zu lösen. Sie qualifizieren sich, weil sie die Gewißheit haben, daß es sich unter unseren sozialistischen Verhältnissen lohnt, schöpferisch mitzuarbeiten, mitzuplanen und mitzuregieren.

- *Weisen Sie an Beispielen aus der Presse nach, welche gesellschaftlichen Auswirkungen sich dadurch ergeben, daß die technische Revolution in der DDR unter Herrschaft und Leitung der Arbeiterklasse stattfindet!*

▶ **Der wissenschaftlich-technische Fortschritt ist der wichtigste Faktor zur Steigerung der Arbeitsproduktivität; denn der Einsatz hochleistungsfähiger Maschinen, Automaten und automatischer Maschinensysteme in der Produktion und die Vervollkommnung der technologischen Prozesse sind das wichtigste Mittel, um den Wirkungsgrad der Arbeit zu erhöhen. Durch die sozialistischen Produktionsverhältnisse und die immer umfassendere Anwendung von Wissenschaft und Technik ändert sich auch der Charakter der Arbeit.**

Die wirtschaftliche Zielsetzung im Perspektivplan der DDR wird jedoch nicht nur vom umfassenden Aufbau des So-

zialismus und von den Erfordernissen der technischen Revolution, sondern auch von den natürlichen und wirtschaftlichen Bedingungen unseres Landes bestimmt. Einerseits ist unsere wirtschaftliche Situation dadurch gekennzeichnet, daß unser Land rohstoffarm ist. Erdöl, Steinkohle, Koks, Eisenerze, Nichteisenmetalle und andere Rohstoffe müssen zum größten Teil aus dem Ausland eingeführt werden. Andererseits verfügen wir jedoch über hochqualifizierte Wissen- schaftler, Techniker und Facharbeiter, über einen leistungsfähigen Maschinenbau, eine entwickelte chemische Industrie, eine weltbekannte feinmecha- nisch-optische Industrie, eine anerkannte Elektroindustrie, moderne Werften usw. Daher werden wir vor allem Erzeugnisse herstellen, die einen hohen Anteil hochqualifizierter Arbeit erfordern. Wir werden uns stärker auf eine *wissenschaftsintensive* Produktion konzentrieren. Das bedeutet, unsere nationale Wirtschaft wird sich hauptsächlich auf die Produk- tion hochwertiger, arbeitsintensiver, qualitativ hochwertiger Erzeugnisse zu niedrigen Selbstkosten einstellen. Jedes Gramm Material muß eine große Menge Arbeit, vor allem geistige Arbeit, ent- halten.

Mit der Anwendung der Wissenschaft in der Produktion, mit der Fortführung der wissenschaftlich-technischen Revolution wird sich der Charakter der Arbeit weiter verändern. Der Anteil der monotonen körperlichen Arbeit wird weiter eingeschränkt werden, der Anteil der geistig schöpferischen Tätigkeit wird zunehmen. Die Werk-tätigen müssen sich qualifizieren, damit sie die Technik meistern, den technologischen Prozeß überblicken und ihn technisch und öko- nomisch leiten können. In unserer sozia- listischen Gesellschaft sind die qualita-

tiven Veränderungen in der Wissenschaft, die technische Revolution und die Entwicklung unseres sozialistischen Bildungssystems untrennbar miteinander verbunden.

Unsere Republik muß, ausgehend von den Erfordernissen der technischen Revolution, besonders große Anstrengungen unternehmen, den wissenschaftlich-technischen Höchststand zu erreichen und mitzubestimmen und die Zweige vorrangig entwickeln, die unseren natürlichen und ökonomischen Bedingungen am besten entsprechen. Der wissenschaftlich-technische Höchststand ist der höchste Stand, der in den entwickelten Industrieländern oder in dem am weitesten fortgeschrittenen Land erreicht ist. Diejenigen Zweige, die Hauptträger des wissenschaftlich-technischen Fortschritts sind (zum Beispiel: chemische Industrie, metallurgische Industrie, Elektrotechnik, Maschinenbau), zählen zu den führenden Zweigen (vgl. Lehrbuch ESP der Klassen 7 und 8). Sie beeinflussen den technischen Fortschritt aller übrigen Bereiche der Volkswirtschaft. Außerdem erzeugen sie die Exportgüter, die wir an ausländische Kunden verkaufen müssen, um unsere Einfuhren bezahlen zu können.

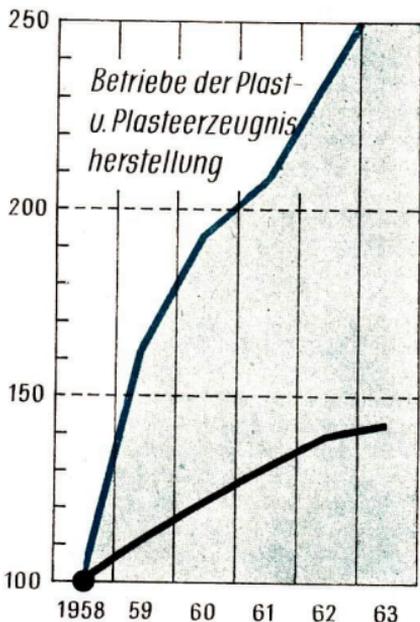
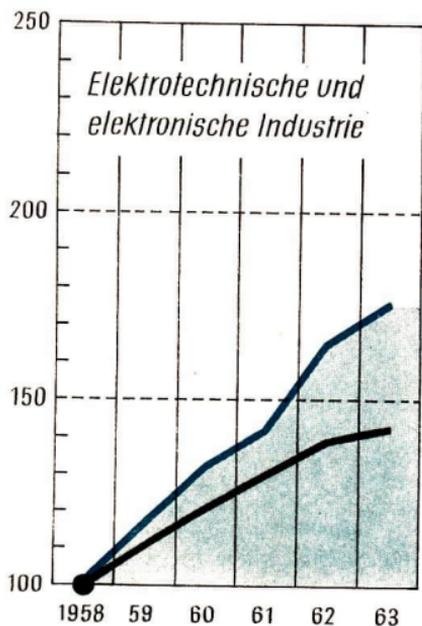
Die Festsetzung der Ziele des Perspektivplanes für die künftige Forschungs- und Produktionstätigkeit beginnt mit der sorgfältigen Ausarbeitung der Hauptrichtungen von Wissenschaft und Technik. Dabei werden die fortgeschrittensten in- und ausländischen Erfahrungen zugrunde gelegt und die voraussichtlichen Ergebnisse von Wissenschaft und Technik einbezogen. Für jeden Bereich wird ermittelt, wodurch im Jahre 1970 der Welthöchststand gekennzeichnet sein wird (welche Qualität, welche Herstellungsverfahren, welche Kosten usw. das

internationale Niveau der Produktion bestimmen werden). Von dem so ermittelten voraussichtlichen Stand des Jahres 1970 rechnen wir zurück und bestimmen die Etappenziele auf dem Wege zum Höchststand in den Volkswirtschaftsplänen für die einzelnen Jahre. Auf diese Weise wollen wir, vor allem bei den für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt und den Export entscheidenden Erzeugnissen, den Welthöchststand erreichen. Daher müssen wir die Struktur unserer Industrie, die Rohstoffbasis und die technologischen Verfahren mit den Hauptrichtungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in Übereinstimmung bringen. Das bedingt die vorrangige Entwicklung der führenden Zweige unserer nationalen Wirtschaft, um unseren Platz unter den führenden Industriestaaten der Welt auszubauen und Spitzenerzeugnisse herzustellen, die auf dem Weltmarkt gern gekauft werden.

► **Der Perspektivplan bis 1970 ist der Plan zum umfassenden Aufbau des Sozialismus, zur Verwirklichung der technischen Revolution, zum Kampf um den wissenschaftlich-technischen Fortschritt, zur Erreichung des wissenschaftlich-technischen Höchststandes, besonders in den führenden Zweigen unserer Volkswirtschaft.**

AUFGABEN

- *Nennen Sie die wichtigsten Industriebetriebe, die nach 1945 in unserer Republik aufgebaut wurden, und erläutern Sie ihre volkswirtschaftliche Bedeutung!*
- *Zeigen Sie an Beispielen, durch welche Grundzüge die wissenschaftlich-technische Revolution gekennzeichnet ist !*



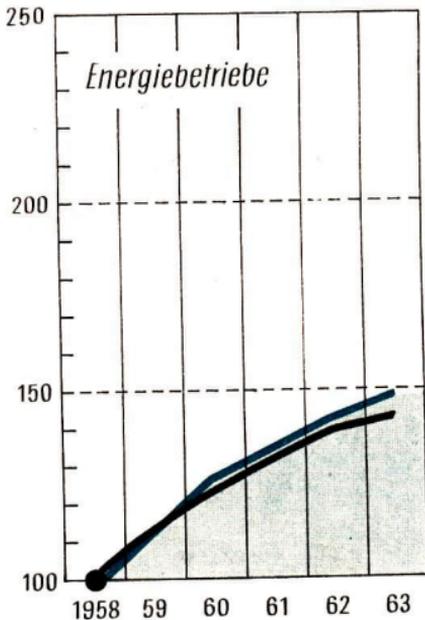
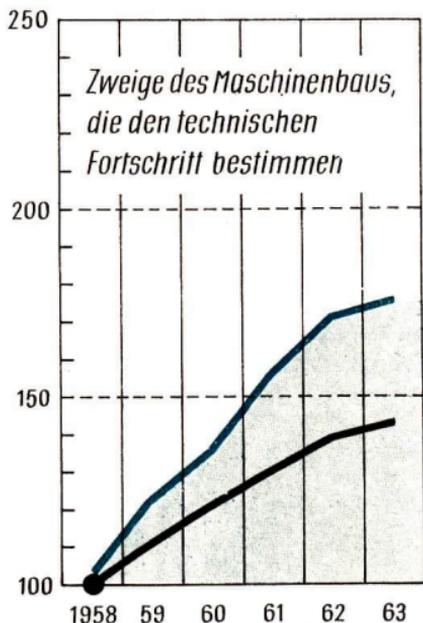
108.1 Die vorrangige Entwicklung führender Industriezweige in der DDR (Die schwarze Kurve stellt

- Welche Aufgaben ergeben sich aus den Anforderungen der technischen Revolution und aus den Möglichkeiten unseres Landes für die Entwicklung unserer Volkswirtschaft?
- Beweisen Sie an Hand von Beispielen, daß metallische Werkstoffe in zunehmendem Maße durch Plaste abgelöst werden!
- Charakterisieren Sie die natürlichen und ökonomischen Bedingungen unserer Republik!
- Zählen Sie einige Erzeugnisse von Weltruf auf, die von unserer Republik exportiert werden!
- Begründen Sie, weshalb unsere Republik eine wissenschaftsintensive Produktion anstrebt!

Die Hauptrichtungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts

Im vorigen Abschnitt wurde festgestellt: Ein wesentliches Kennzeichen der technischen Revolution besteht darin, daß die Wissenschaft mehr und mehr zur unmittelbaren Produktivkraft wird.

Im Bericht des Politbüros an die 7. Tagung des Zentralkomitees der SED heißt es: „Die qualitative neue Situation ist vor allem durch die bedeutsamen Veränderungen in der Wissenschaft und durch die technische Revolution gekennzeichnet. Die Entwicklung von Wissenschaft und Technik wird zum Hauptfeld des ökonomischen Wettbewerbs zwischen Kapitalismus und Sozialismus. Daher ist auch der Hauptinhalt unseres



die durchschnittliche Produktionsentwicklung der gesamten Industrie dar)

Perspektivplanes die Anwendung der Wissenschaft in der Produktion, die Durchführung der technischen Revolution und der Kampf um den wissenschaftlich-technischen Höchststand.“

Bei der Planung unserer Volkswirtschaft für die Perspektive bis 1970 und 1980 gehen wir von den Hauptrichtungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts aus. Die gegenwärtig wichtigsten Hauptrichtungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts sind: Mechanisierung und Automatisierung, Elektrifizierung sowie Chemisierung.

Die Mechanisierung

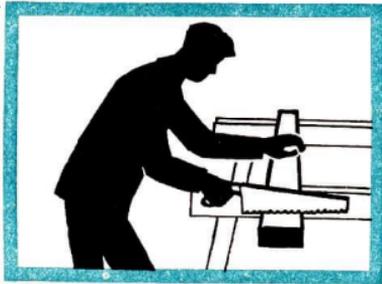
► **Mechanisierung ist die teilweise oder vollständige Ablösung der Handarbeit**

durch Maschinen, die von Kraftmaschinen angetrieben werden.

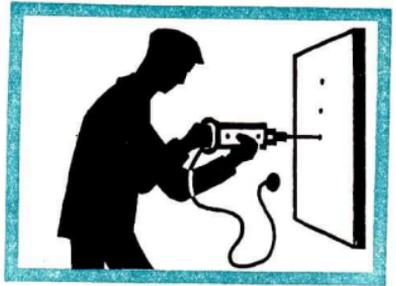
Mechanisierte Maschinen arbeiten jedoch nicht selbsttätig. Der Mensch muß die Arbeitsoperationen steuern und kontrollieren. Er muß beispielsweise Drehzahl und Vorschub bestimmen, die Maschinen einstellen, Werkstücke einspannen und ausspannen, messen, die Einstellung überprüfen und korrigieren. Durch Mechanisierung wird die körperliche Arbeit eingeschränkt und erleichtert.

Nach dem Grad der Mechanisierung unterscheidet man drei Stufen: *Kleinmechanisierung*, *Teilmechanisierung* und *Vollmechanisierung*.

Bei der **Kleinmechanisierung** wird die Handarbeit durch Maschinenwerkzeuge oder einfache Vorrichtungen ersetzt.



110/1 Handarbeit



110.2 Kleinmechanisierung (mechanisierte Handarbeit)



110.3 Teilmechanisierung



110/4 Vollmechanisierung

Kleinmechanisierung liegt vor, wenn der Arbeiter statt eines Handbohrers einen Elektroböhrer, statt einer Handwinde eine Motorwinde, statt einer Handfeile eine Turbofeile benutzt. Der Mensch übernimmt dabei Führung und Vorschub des Werkzeugs.

Bei der **Teilmechanisierung** wird Handarbeit oder mechanisierte Handarbeit von nicht selbsttätigen Maschinen oder Mechanismen übernommen, die der Mensch bedient. Zur Teilmechanisierung gehört der Einsatz von Drehmaschinen, Fräsmaschinen, Hobelmaschinen, Stoßmaschinen, Schleifmaschinen, Schmiedehämmern, Kränen, Förderbändern usw. Hierbei wird die Muskelarbeit durch Maschinen ersetzt, die meist von Elektromotoren angetrieben werden.

Die **Vollmechanisierung** ist der Übergang vom Einsatz einzelner Maschinen zu einem geschlossenen, sich gegenseitig ergänzenden Maschinensystem, das leistungsmäßig aufeinander abgestimmt ist. Ein Beispiel hierfür ist die Kombination von Maschinen bei der Herstellung von Zahnrädern. Der Zahnradkörper wird nacheinander auf folgenden Maschinen bearbeitet: Drehmaschine, Zahnradfräsmaschine, Induktionshärtemaschine, Flach- und Rundschleifmaschine, Zahnflankenschleifmaschine.

Die Automatisierung

Bei der Mechanisierung übernimmt die Maschine die Arbeitsoperationen, während der Mensch Meß-, Steuer-, Regel-

und Kontrollfunktionen ausübt. Der Mensch muß noch in den Arbeitsprozeß eingreifen: den Werkstoff zuführen, schalten, messen, den Werkstoff abnehmen.

► **Bei der Automatisierung übernehmen die Automaten nicht nur die Arbeitsoperationen, sondern auch die Meß-, Steuer- und Regelvorgänge.**

Zwischen Mensch und Maschine wird ein Steuerungs- und Regelungssystem geschaltet, das den Ablauf der Arbeitsoperationen steuert, kontrolliert und regelt. Automaten arbeiten selbsttätig nach Programmen, die auf Lochkarten, Lochstreifen, Magnettonbändern, Filmbändern usw. gespeichert sind. Der Mensch braucht nicht mehr unmittelbar in den Produktionsprozeß einzugreifen. Er kann sich darauf beschränken, Programme auszuarbeiten und vorzugeben, Schalttafeln zu bedienen, die Arbeit des automatischen Systems zu überwachen und Störungen zu beseitigen. Die Maschinen nehmen den Menschen die körperliche Arbeit und einen Teil der geistigen Arbeit ab. Die Menschen üben vorwiegend geistige Tätigkeiten aus, werden in noch höherem Maße zum Beherrscher der Natur. Sie müssen jedoch hochqualifizierte Fachleute sein, die sofort verstehen, was ihnen die empfindlichen Betriebsmeß-, Steuer- und Regelungseinrichtungen signalisieren. Sie müssen daher umfassende technische, technologische und ökonomische Kenntnisse besitzen, um die komplizierte Produktionstechnik zu meistern. Im allgemeinen steigt der Anteil der qualifizierten Arbeiter, während der Anteil der Ungelernten und Angelernten sinkt. Das wird am Beispiel einer Abteilung aus dem VEB Wälzlagerfabrik „Josef Orlopp“, Berlin-Lichtenberg, sichtbar. Vor (1958) und nach (1963) dem Übergang

von der teilautomatisierten zur automatisierten Fertigung waren erforderlich:

	1958	1963
Automatenhelfer	16	11
Angelernte Dreher, Härter, Schweißer, Montagekräfte . .	75	—
Einrichter	31	45
Transportarbeiter	14	1
Gütekontrolleure	43	8

Nach dem Grad der Automatisierung unterscheidet man zwei Stufen: *Teilautomatisierung und Vollautomatisierung*.

Teilautomatisierung liegt vor, wenn man einzelne lochkarten-, magnetband- oder elektronisch gesteuerte Automaten einsetzt und auf ihnen bestimmte Teilerzeugnisse herstellt oder bestimmte Arbeitsgänge ausführt. Zur Teilautomatisierung rechnet beispielsweise der Einsatz *numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen*. Diesen Maschinen werden die auszuführenden Arbeitsoperationen durch Lochstreifen, auf denen die technischen Daten eingestanzt sind, über eine Steueranlage als „Befehl“ eingegeben. Ein elektronisches Aggregat tastet den Lochstreifen ab und setzt die Impulse in Arbeitsoperationen der Maschine um. Die Maschine löst selbsttätig alle Aufgaben. Sie hält die vom Technologen vorgegebenen Werte genau ein. Der Arbeiter muß lediglich das Werkstück ein- und ausspannen. Jede andere manuelle Tätigkeit entfällt. Der wesentliche Vorzug der numerischen Steuerung ist: Sie ermöglicht es, kleine Stückzahlen wirtschaftlich automatisch zu fertigen. Die Teilautomatisierung umfaßt auch die *Verkettung der Maschinen*. Beispielsweise können ein Vier- und ein Einspindel-drehautomat für die Fertigung von Wälzlageringen verkettet sein. Schließlich gehören zur Teilautomatisierung

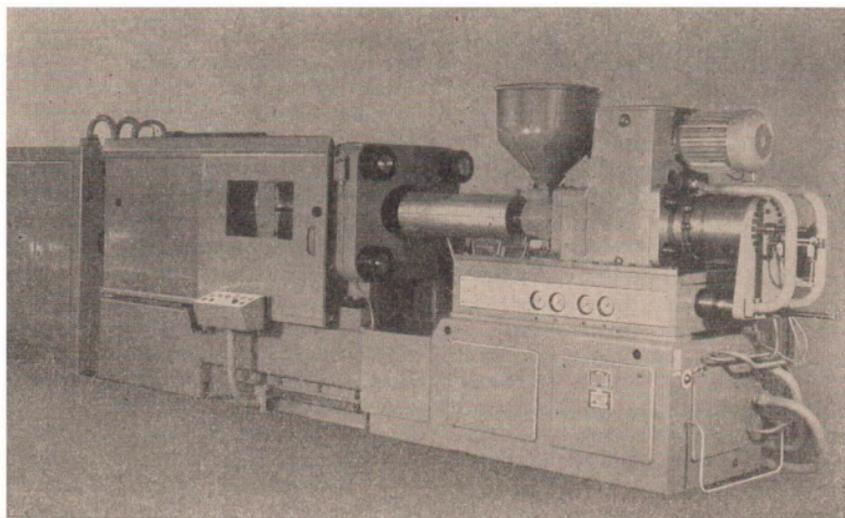
auch *Taktstraßen* für die Herstellung bestimmter Teile eines Erzeugnisses, beispielsweise ein Bohrabschnitt für die Zylinderkopffertigung von Dieselmotoren.

Vollautomatisierung ist der Einsatz eines Maschinensystems, bei dem die gesamte Fertigung, der Transport und oft sogar die Verpackung der Erzeugnisse automatisiert sind. Ein Beispiel dafür ist die Herstellung von Wälzlagern auf 50 zu einer Fließreihe verbundenen Automaten, wobei die Erzeugnisse die Fließstraße als fertig verpackte Wälzlager verlassen.

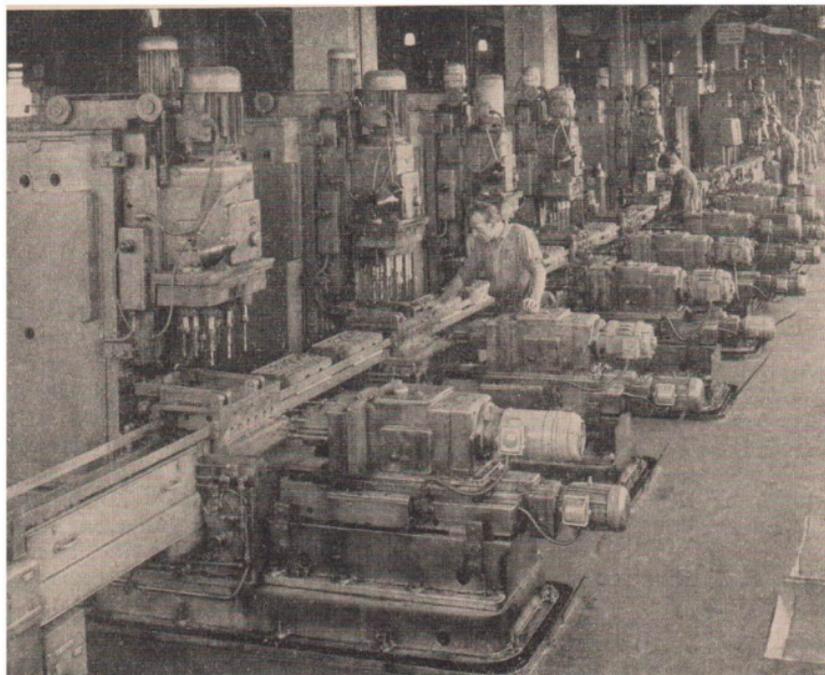
Auf der Stufe der Vollautomatisierung werden ganze Abteilungen oder Betriebe automatisiert. In der Welt gibt es bereits seit Jahren vollautomatische Betriebe.

Zu ihnen gehört das Moskauer Kugellagerwerk „Kalibre“, in dem der gesamte Fertigungsprozeß und das Verpacken der Kugellager vollautomatisch abläuft.

Der ökonomische Nutzen der Mechanisierung und Automatisierung. Mechanisierung und Automatisierung eröffnen dem Menschen neue große Produktionsmöglichkeiten. Er kann Produktionsprozesse bewältigen, die seine körperlichen und geistigen Kräfte übersteigen. Er kann Automaten gesundheitsschädliche Arbeiten übertragen. Er kann Produkte herstellen, die in der Qualität dem Welt höchststand entsprechen, und kann ihre Fertigungskosten beträchtlich senken. Die wichtigsten wirtschaftlichen Vorzüge der Mechanisierung und Automatisierung sind:



112/1 Hydraulischer Kunststoffspritzgußautomat (mit Schneckenkolben) KuASY 400 x 1000 – Vorteile:
Kurze Schließzeit des Werkzeugs
Verschleißarme Maschinenelemente
Geschwindigkeiten und Kräfte stufenlos einstellbar
Spritzeinheiten für Kunststoffpressen sowie Gummi- und Keramikverarbeitung



113/1 Vollautomatische Taktstraße für die Bearbeitung von Zylinderköpfen der Dieselmotoren EM 4 und EM 6 im VEB Automobilwerk Zwickau

1. Die Arbeitsproduktivität steigt beträchtlich. Der Aufwand an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit je Erzeugnis sinkt, vor allem bei der Automatisierung.
 2. Die Selbstkosten je Erzeugnis sinken, da sich Arbeitszeitaufwand, Transportkosten, Ausschuß, Werkzeugverbrauch und anderes je Erzeugnis verringern und die Maschinen und Anlagen besser ausgenutzt werden. Die Preise können gesenkt werden, und die Erzeugnisse bleiben auf dem Weltmarkt auch in bezug auf den Preis konkurrenzfähig.
 3. Der Gewinn des Betriebes erhöht sich. Der Betrieb und der Staat verfügen dadurch über mehr Mittel, um die Produktion zu erweitern und die Lebenslage unseres Volkes zu verbessern.
 4. Die Qualität der Erzeugnisse steigt, weil Maschinen und Meßgeräte eingesetzt werden können, deren Bearbeitungs- und Meßgenauigkeit die des Menschen übertrifft.
 5. Der Mensch wird von schwerer körperlicher oder von gesundheitsschädlicher Arbeit befreit.
- Zwei Beispiele sollen die Vorteile der

Mechanisierung und Automatisierung veranschaulichen:

1. Mit Hilfe einer Vorrichtung (automatischer Walzenvorschub) kann ein Arbeiter in einer Schicht 25 000 Stirnräder (statt 10 000 ohne Vorrichtung) mit derselben Exzenterpresse ausstanzen. Seine Leistung steigt auf das 2,5fache.
2. Im VEB Automobilwerk Zwickau wurde 1953 die erste Taktstraße der DDR für die Bearbeitung von Zylinderköpfen für LKW-Motoren errichtet. Im Vergleich zur früheren Fertigung wurden folgende Ergebnisse erzielt:
 - Die Bearbeitungszeit sank bei Zweizylinderköpfen von 100 Minuten und bei Dreizylinderköpfen von 166 Minuten auf 2,5 Minuten.
 - Vorher wurden 29 Arbeitskräfte, nachher nur noch 3 Arbeitskräfte benötigt.
 - Der Ausschuß sank von 1,5 auf 0,2 Prozent.

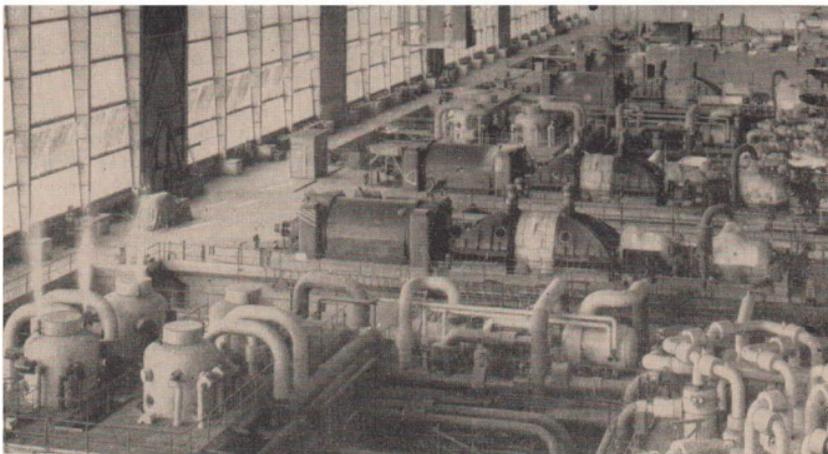
- Die Genauigkeit der Bearbeitung erhöhte sich, die Transportkosten sanken usw.

- *Berichten Sie über die ökonomischen Auswirkungen der Mechanisierung und Automatisierung in Ihrem Einsatzbetrieb!*

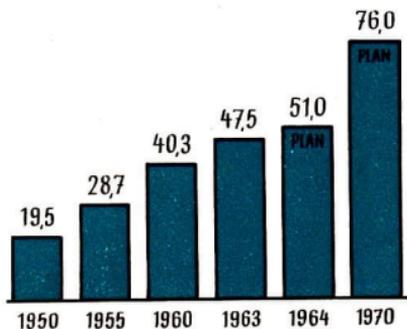
Die Elektrifizierung

Im Teil Elektrotechnik I (9. Klasse) wurde die Bedeutung der elektrischen Energie hauptsächlich vom technischen Aspekt betrachtet. Aus ökonomischer Sicht umfaßt die Elektrifizierung:

1. Schaffung einer elektroenergetischen Basis,
2. verstärkte Anwendung der Elektroenergie in allen Bereichen der Volkswirtschaft,
3. beschleunigte Entwicklung der Elektronik.



114/1 Blick in die Maschinenhalle des Kraftwerkes Lübbenu II mit 100-MW-Turbosätzen (zum Teil noch unverkleidet)



115.1 Erzeugung von Elektroenergie (in Milliarden kWh)

Schaffung der elektroenergetischen Basis.

Durch die schnelle Entwicklung unserer Produktion, vor allem der energieintensiven Produktion führender Wirtschaftszweige (beispielsweise der chemischen Industrie), durch den schnell steigenden Energiebedarf der Landwirtschaft und des Verkehrs sowie durch die zunehmende „Elektrifizierung“ der Haushalte steigt der Elektroenergiebedarf in unserem Land von Jahr zu Jahr. Allgemein verdoppelte sich der Elektroenergiebedarf in der Welt früher in zehn Jahren, jetzt verdoppelt er sich bereits in sieben bis acht Jahren.

Unsere energetische Basis ist in den vergangenen Jahren planmäßig erweitert worden. Heute gehört unsere Republik in der Pro-Kopf-Erzeugung von Elektroenergie zu den zehn führenden Ländern der Welt. Sie übertrifft Industrieländer wie Westdeutschland, Italien, Frankreich, die CSSR und Österreich.

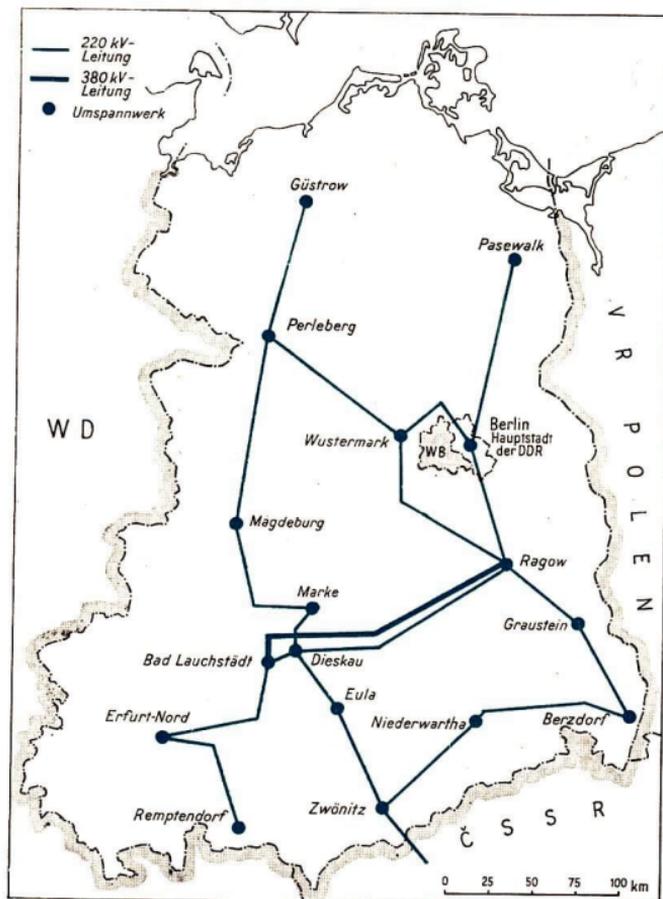
In den kommenden Jahren sollen wirtschaftliche Großkraftwerke, vor allem bei Lübbenau, Vetschau und Boxberg, aufgebaut werden.

- *Berichten Sie, wo bisher in der DDR neue Kraftwerke errichtet wurden!*

Der Elektroenergieverbrauch je Produktionsarbeiter ist in der sozialistischen Industrie von Jahr zu Jahr gestiegen. Von 1965 bis 1975 wird sich der Elektroenergiebedarf unserer Republik erneut verdoppeln. Bis dahin wird es möglich sein, den wachsenden Bedarf vor allem durch die auf über 300 Millionen Tonnen im Jahr steigende Braunkohlenförderung zu decken. Eine weitere Steigerung der Braunkohlenförderung ist jedoch nicht möglich, weil unsere Braunkohlevorkommen begrenzt sind.

Bei der Deckung des künftigen Energiebedarfs wird die Atomenergie eine immer größere Rolle spielen. Vor mehr als zehn Jahren wurde mit dem Bau der ersten Atomkraftwerke begonnen. 1954 lieferte das sowjetische Atomkraftwerk Obninsk die erste Elektroenergie an das öffentliche Netz, 1964 gab es in der Welt schon etwa 50 Kernenergiekraftwerke. Ihr Anteil an der Weltenergieerzeugung ist noch gering. Die Kosten für die erzeugte Elektroenergie liegen im allgemeinen über denen moderner Wärme- oder Wasserkraftwerke. Wissenschaftler und Techniker arbeiten daran, kostengünstigere Technologien zu entwickeln; denn der wachsende Bedarf wird schließlich nur zu decken sein, wenn der aus Kernkraftwerken stammende Anteil der Elektroenergie ständig wächst.

Da ein wesentlicher Teil der Großkraftwerke nicht in der Nähe der Verbraucher, sondern in unmittelbarer Nähe der Kohlengruben errichtet ist, müssen leistungsfähige, wirtschaftliche und betriebssichere Energietransportstraßen geschaffen werden, die Kraftwerke und Industriezentren miteinander verbinden. Diesem Zweck dient das Verbindungsnetz mit Hochspannungsfreileitungen und Umspannwerken. In unserer Republik entstanden hierfür ein leistungs-



fähiges 220-kV-Verbundnetz und die erste 380-kV-Leitung Ragow-Lauchstädt, um die Elektroenergie von den Kraftwerken in die industriereichsten Gebiete zu übertragen.

Bei der Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie gehen bei uns noch 70 Prozent der Energie verloren. Dieser Prozentsatz liegt über dem inter-

nationalen Durchschnitt. Wir müssen unsere Anstrengungen künftig noch stärker darauf richten, die Umwandlungsverluste zu senken, um einen höheren energetischen Wirkungsgrad zu erreichen. Zugleich sind die Bemühungen fortzusetzen, elektrische Energie direkt aus Kohle, Gas, Erdöl oder anderen Brennstoffen zu gewinnen, um den ver-

lustreichen Weg über die mechanische Energie auszuschließen. Sobald Wärmeenergie unmittelbar in elektrische Energie umgewandelt wird, können etwa 90 Prozent der Energie erhalten werden. Es gehen dann nicht mehr 70 Prozent, sondern nur noch 10 Prozent der Energie verloren.

Verstärkte Anwendung der Elektroenergie in der Volkswirtschaft. Leistungen der Energiewirtschaft bestimmen weitgehend die Tätigkeit und das Entwicklungstempo aller Bereiche der Volkswirtschaft. Die Produktionsprozesse lassen sich nur mechanisieren und automatisieren, chemische Produktionsprozesse können nur angewandt werden, wenn die erforderliche Elektroenergie vorhanden ist. Auch die meisten Arbeitsmaschinen werden durch Elektromotoren angetrieben. An die Stelle des früheren Gruppenantriebs durch Treibriemen über Transmissionen ist heute der Ein-

zelantrieb der Werkzeugmaschinen durch Elektromotoren getreten.

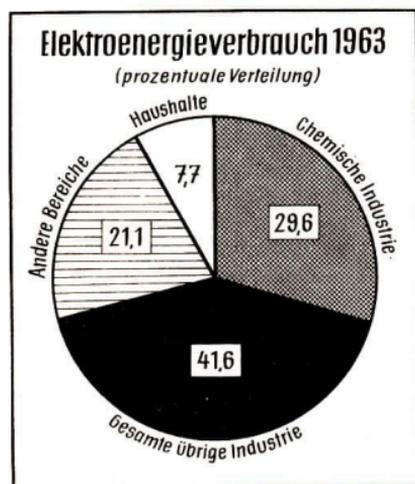
- *Nennen Sie die wesentlichen Vorteile des Einzelantriebs gegenüber dem früheren Gruppenantrieb!*

Auch zur elektrolytischen oder elektrothermischen Gewinnung von Stoffen muß Elektroenergie eingesetzt werden. Beispielsweise werden bei uns zur elektrolytischen Gewinnung von Aluminium 21 800 kWh/t verbraucht, in der Volksrepublik Ungarn dagegen nur 16 500 kWh/t. Unsere Arbeiter, Ingenieure und Wissenschaftler bemühen sich, auch auf diesem Gebiet das internationale Niveau zu erreichen.

Außerdem ist für elektrotechnologische Verfahren Elektroenergie erforderlich. So muß zum Beispiel Elektroenergie eingesetzt werden

- für die thermische Behandlung von Werkstoffen (Glühen, Härten, Plast-erwärmen),
- für die galvanische Veredlung von Metallen (Verchromen, Eloxieren), um den Erzeugnissen ein gefälliges Aussehen zu verleihen und sie vor Korrosion zu schützen,
- für die elektro-erosive Metallbearbeitung (elektro-erosives Bohren und Schleifen),
- zum elektrischen Schweißen (Lichtbogenschweißen, Elektro-Schlackeschweißen).

Beschleunigte Entwicklung der Elektronik. Die Elektronik entwickelte sich in den letzten Jahren mit beispielloser Geschwindigkeit. Sie beeinflußt immer mehr das gesamte gesellschaftliche Leben: Produktion, Wissenschaft, Medizin und andere Gebiete. Elektronische Geräte und Anlagen steuern Maschinen, regeln selbsttätig komplizierte Prozesse



117.1. Elektroenergieverbrauch 1963

der automatisierten Produktion, lenken Flugzeuge und Schiffe und geleiten sie bei Dunkelheit oder Nebel sicher ans Ziel. Elektronische Geräte, Rechenmaschinen und Datenverarbeitungsanlagen helfen den Wissenschaftlern, neue Erkenntnisse zu gewinnen, das Atom und den Kosmos zu erforschen. Elektronische Rechenmaschinen führen in Sekunden Rechenoperationen aus, für deren Lösung Mathematiker Jahre brauchten.

Die Elektronik wird vor allem in der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik angewandt und ermöglicht, die Produktionsprozesse zu mechanisieren und zu automatisieren.

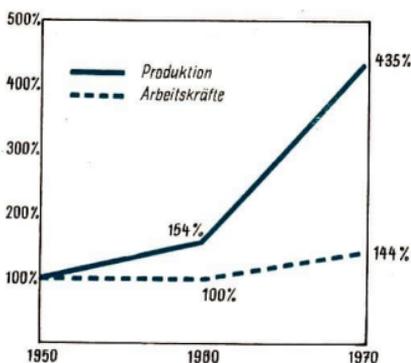
Je umfangreicher die elektronischen Systeme werden, desto mehr wird es erforderlich, die Bauelemente zu verkleinern, um Raum, Material und Elektroenergie zu sparen. Eine wichtige Entwicklungsrichtung der Elektronik ist daher die Miniaturisierung der Bauelemente, die als Mikroelektronik bezeichnet wird. Eine ihrer fortgeschritten-

sten Richtungen ist die *Molekularelektronik*. Mit Hilfe der Molekularelektronik werden elektronische Geräte (Rundfunkempfänger, Rechenmaschinen) durch das Ineinanderrücken von kleinen, einheitlich geformten Bauelementen (Funktionsblöcken) gebaut. Die Bauelemente haben sehr geringe Abmessungen. Sie verrichten Funktionen, für die 50 konventionelle Bauelemente, wie Transistoren, Dioden, Widerstände und Kondensatoren, erforderlich wären. Dadurch werden so starke Verkleinerungen erreicht, daß beispielsweise moderne elektronische Rechenmaschinen in der Größe eines Kofferradios hergestellt werden können.

Ein junger, aber sehr bedeutender Zweig der Elektronik ist die Lasertechnik. Sie eröffnet völlig neue Möglichkeiten für die Nachrichtentechnik und für die technologische Bearbeitung von Werkstoffen. Die Laserstrahlung erreicht eine ungewöhnlich hohe Energiedichte. Mit einem Mikroobjektiv wird das parallele Laserlicht auf eine Kreisfläche von 0,002 mm konzentriert. Dabei wird die Energiedichte im Brennpunkt so groß, daß Stoffe sofort schmelzen und verdampfen. Beispielsweise lassen sich in einer tausendstel Sekunde Löcher und Schnitte in Stoffe beliebiger Festigkeit, wie Stahl und Diamant, einbrennen.

Die Bedeutung der Elektronik läßt sich wie folgt zusammenfassen:

1. Sie ermöglicht material- und raumsparende Konstruktionen sowie Einsparungen von Elektroenergie.
2. Sie schafft Voraussetzungen für die Automatisierung der Produktionsprozesse, für hohe Arbeitsproduktivität und niedrige Kosten.
3. Sie schafft die Voraussetzungen für Produktion und Absatz weltmarktfähiger Erzeugnisse.



118/1 Entwicklung der Produktion und der Arbeitskräfte in der elektronischen Industrie von 1950 bis 1970

- *Versuchen Sie, Beispiele für die Anwendung der Elektronik in Ihrem Einsatzbetrieb zu finden!*

Der ökonomische Nutzen der Elektrifizierung. Mit Hilfe der Energiewirtschaft können die Riesenkräfte erzeugt werden, die in der modernen Produktion erforderlich sind und die von menschlicher oder tierischer Muskelkraft niemals hervorgebracht werden können. Es sind Arbeitsoperationen ausführbar, die der Mensch früher nicht bewältigen konnte. Erst durch die Elektrifizierung ist es möglich geworden, mächtige Maschinen, Automaten und Anlagen sowie vollautomatische Betriebe in Bewegung zu setzen. Die wachsende Produktion, die komplizierter werdenden Verflechtungen zwischen den Betrieben und Industriezweigen erfordern schwierige Berechnungen, umfangreiche Datenverarbeitungen, die nur mit Hilfe schnell arbeitender elektronischer Rechenautomaten ausgeführt werden können. Die Anforderungen an die Rechengeschwindigkeiten wachsen. Unser elektronischer Rechenautomat ZRA 1, der im VEB CARL ZEISS Jena gebaut wird, hat eine Rechengeschwindigkeit von 200 Operationen in der Sekunde. Elektronische Rechenautomaten erreichen unvergleichlich höhere Leistungen als der Mensch und ermöglichen es, die günstigsten Standorte, die kürzesten Transportwege zu ermitteln und die zweckmäßigste Arbeitsteilung im nationalen und internationalen Maßstab zu finden. Die Elektrifizierung führt zu einer hohen Steigerung der Arbeitsproduktivität, denn sie ermöglicht die Mechanisierung, Automatisierung und Chemisierung der Produktion. Es kann zu automatischen Maschinensystemen übergegangen werden. Die Elektrifizierung ist der Weg-

bereiter des wissenschaftlich-technischen Fortschritts. Daher muß die Entwicklung der Energiewirtschaft der Entwicklung der anderen Produktionszweige vorausseilen.

▶ **Der elektrische Strom ist die Hauptantriebsenergie für die maschinelle Großproduktion. Die Elektrifizierung ist die Voraussetzung für die Mechanisierung, Automatisierung und Chemisierung der Produktionsprozesse und damit für eine hohe Arbeitsproduktivität.**

Die Chemisierung

Die chemische Industrie entwickelt sich in allen Industrieländern in raschem Tempo. Sie erzeugt für die anderen Zweige der Wirtschaft in steigendem Umfang Rohstoffe und hochveredelte Produkte, wie Plaste, synthetische Fasern, synthetischen Kautschuk, Treib- und Schmierstoffe, Düngemittel, Lacke, Farben, synthetische Arzneimittel, Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel sowie viele andere Erzeugnisse. Auch in unserer Republik wird die chemische Industrie, die zu unseren führenden Wirtschaftszweigen gehört, vorrangig entwickelt; denn sie vermag die bei uns vorhandenen wie auch die eingeführten Rohstoffe, vor allem Erdöl, in hochwertige Gebrauchsgüter zu verwandeln. Sie ermöglicht es, unsere Rohstoffgrundlage planmäßig zu erweitern. Die Chemisierung der Produktion umfaßt:

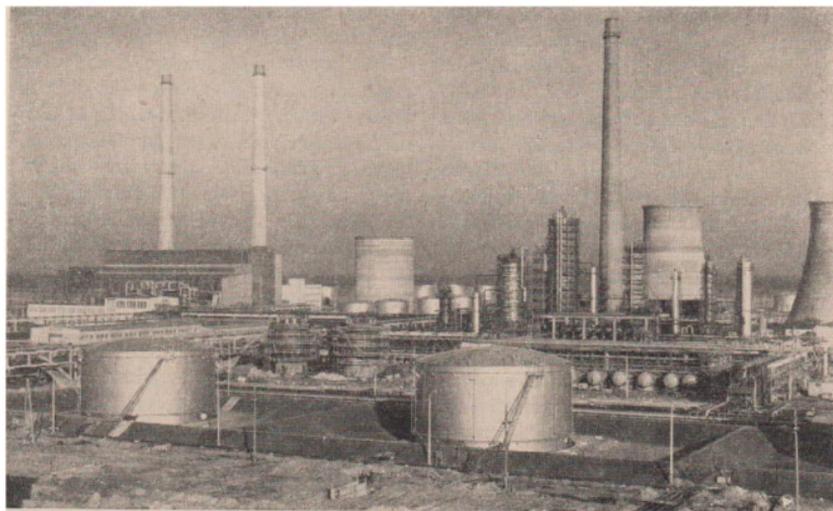
1. rasche Steigerung der Produktion der chemischen Industrie, verbunden mit der Herstellung neuer, qualitativ hochwertiger Erzeugnisse,
2. verstärkte Einführung chemischer Verfahren in anderen Bereichen der Volkswirtschaft.

Die rasche Steigerung der Produktion der chemischen Industrie. Im Jahre 1970 wird die Produktion unserer chemischen Industrie um etwa 9,2 Milliarden MDN (um etwa 70 Prozent) höher sein als 1963. Der wichtigste Rohstoff der chemischen Industrie wird bei uns auch in den nächsten Jahren die Braunkohle sein. Nachdem die Erdölleitung „Freundschaft“ im Jahre 1964 fertiggestellt ist, erhalten wir jährlich mehrere Millionen Tonnen (1970 acht Millionen Tonnen) Erdöl aus der Sowjetunion. Dadurch erweitert sich unsere Rohstoffbasis, und wir können die hochproduktive Petrolchemie in unserer Republik ausbauen. In den kommenden Jahren entstehen mit dem weiteren Aufbau des Erdölverarbeitungswerkes Schwedt, des Werkteils Leuna II und des Chemiefaserkombinats in Wilhelm-Pieck-Stadt Guben neue Chemie- giganten.

Um unsere Rohstoffbasis zu erweitern, werden in unserer Republik die Erkundungsarbeiten in bezug auf Erdöl und Erdgas intensiviert. Dabei wird die DDR brüderlich von der Sowjetunion unterstützt, zum Beispiel bei seergeophysikalischen Arbeiten zur Erkundung von Erdöl und Gas in der Ostsee im Bereich unseres Festlandssockels.

Die chemische Industrie muß in den nächsten Jahren vor allem mithelfen,

- die Rohstoffbasis zu erweitern, neue Werkstoffe bereitzustellen, vor allem Plaste für den Maschinenbau (Zahn- räder, Gleitlager usw.) und für die anderen plastverarbeitenden Betriebe zur Herstellung zweckmäßiger und formschöner Gebrauchsgegenstände für die Bevölkerung,
- die Produktion von synthetischen Fasern und Seiden für die Textilindu- strie zu erhöhen,



120/1 Teilansicht des Erdölverarbeitungswerkes Schwedt

- mehr Stickstoff-, Phosphor- und Kalidünger für die Landwirtschaft zu erzeugen, damit die Bodenfruchtbarkeit erhöht und die Hektarerträge gesteigert werden können,
- die Produktion von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln bis 1970 gegenüber 1963 zu verdoppeln.

Unsere chemische Industrie wird schließlich eine Schlüsselstellung in der Volkswirtschaft einnehmen.

Die verstärkte Einführung chemischer Verfahren. Seit vielen Jahren werden chemische Verfahren auch in anderen Zweigen, besonders in der metallverarbeitenden Industrie, zur Gewinnung oder Bearbeitung von Werkstoffen angewandt. Dazu gehört beispielsweise das Sauerstoffaufblasverfahren in der Metallurgie. Ein modernes Sauerstoffaufblas-Stahlwerk hat eine um 80 Prozent höhere Arbeitsproduktivität als ein Siemens-Martin-Stahlwerk. Seine Errichtung kostet 15 Prozent weniger. Die Bearbeitungskosten werden um 30 bis 40 Prozent niedriger liegen.

Im Maschinenbau werden Verfahren zur chemischen Veränderung der Metalloberflächen angewandt. Dazu gehören die galvanischen Verfahren, das Eloxieren, die fotochemischen Verfahren in der polygrafischen Industrie usw.

Mit der Verarbeitung von Kunststoffen dringen chemische Bearbeitungsmethoden noch stärker in andere Industriezweige ein, zum Beispiel Schäumungsprozesse für Plaste und Schweißen von Plasten.

Der ökonomische Nutzen der Chemisierung. Die moderne chemische Industrie hat einen hohen Grad der Mechanisierung und Automatisierung der Produktionsprozesse erreicht. Die chemische

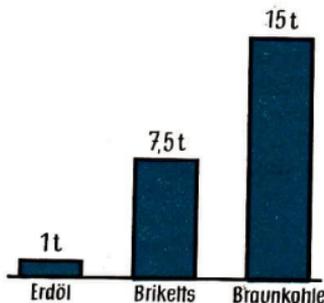
Produktion ist vor allem durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

1. Die Produktionsprozesse sind stark mechanisiert und automatisiert. Die Produktion verläuft kontinuierlich in abgeschlossenen Apparaturen und Behältern und wird automatisch gesteuert, geregelt und überwacht.
2. In der chemischen Industrie werden hochproduktive technologische Verfahren angewandt. Daher ist der Aufwand an lebendiger Arbeit sehr gering. Er beträgt nur einen Bruchteil des Aufwandes, der in anderen Industriezweigen erforderlich ist.
3. Die Rohstoffe können vollständig ausgenutzt werden. Die Verarbeitungsverluste durch Abfall sind gering. Dadurch verbilligt sich die Produktion weiter.
4. Die chemischen Produktionsprozesse erschließen neue Rohstoffquellen. Sie bringen neue Werkstoffe hervor, die neue Eigenschaften aufweisen und sich gegenüber den bekannten Werkstoffen durch neue Anwendungsgebiete oder längere Nutzungsdauer auszeichnen.

Einige *Beispiele* für die Vorzüge der Chemisierung:

Erdöl ist ein hochwertiger, konzentrierter chemischer Rohstoff. Aus Erdöl können mit modernsten vollautomatischen Verfahren wertvolle chemische Erzeugnisse, besonders Plaste, Chemiefasern und Düngemittel, hergestellt werden. Aus einer Tonne Erdöl gewinnt man ebensoviel chemische Grundstoffe, Farbstoffe usw. wie aus 7,5 Tonnen Briketts oder 15 Tonnen Rohbraunkohle.

Zur Herstellung einer Tonne Plast werden 1,5 bis 2 Tonnen chemische Grundstoffe benötigt, zur Herstellung einer Tonne Nickel aber 200 Tonnen Nickel-erz.



122 1 Gegenüberstellung des Rohstoffverbrauchs für eine bestimmte Menge chemischer Produkte

Für die Herstellung gleicher Mengen an Kraft- und Schmierstoffen, an Olefinen, Aromaten, Ammoniak und Heizölen aus Braunkohle statt aus Erdöl benötigt man die 18fache Rohstoffmenge und die 23fache Anzahl Arbeitskräfte.

Im Erdölverarbeitungswerk Schwedt wird eine Pro-Kopf-Leistung von 550 000 MDN in der ersten und von 800 000 MDN in der zweiten Ausbaustufe erreicht. Das ist mehr als das Zehnfache der durchschnittlichen Pro-Kopf-Leistung unserer chemischen Industrie im Jahre 1963.

Nach dem Aufbau des Leuna-Werkes II werden dort etwa 1000 Arbeitskräfte beschäftigt sein. Ihre Produktivität wird sechs- bis siebenmal höher sein als im Leuna-Werk I. Während die Bruttoproduktion im alten Leuna-Werk je Produktionsarbeiter jährlich 65 000 MDN beträgt, wird im Leuna-Werk II im Jahre 1968 eine jährliche Bruttoproduktion je Produktionsarbeiter von 370 000 MDN erreicht.

In den letzten 50 Jahren haben sich die Hektarerträge in der Landwirtschaft etwa verdoppelt. Wissenschaftler schätzen, daß 50 Prozent der Ertragssteigerung durch anorganische Düngung erzielt wurden.

► **Chemie bringt Brot, wissenschaftlich-technischen Fortschritt, hohe Arbeitsproduktivität und Wohlstand für das ganze Volk.**

AUFGABEN

- Erläutern Sie den Unterschied zwischen Mechanisierung und Automatisierung!
- Zeigen Sie an einem Beispiel aus Ihrem Einsatzbetrieb den Zusammenhang zwischen Automatisierung und Steigerung der Arbeitsproduktivität!
- Welche Anforderungen stellt die Automatisierung an die Qualifikation der Werk tätigen?
- Wie wirkt die Automatisierung auf die Qualität der Erzeugnisse?
- Wie entwickelt sich die Elektroenergieerzeugung bis 1970 in unserer Republik? Welche Maßnahmen sind in den kommenden Jahren durchzuführen?
- Welche Bedeutung hat die Elektrifizierung für die Steigerung der Arbeitsproduktivität?
- Warum müssen wir trotz steigender Elektroenergieerzeugung sparsam mit der Elektroenergie umgehen?
- Welche Vorzüge haben die chemischen Produktionsprozesse gegenüber den mechanischen?
- Erläutern Sie die wichtigsten Aufgaben zur Entwicklung der chemischen Industrie im Perspektivplan!
- Zeigen Sie an Beispielen, daß der Anteil der Produkte aus chemischen Rohstoffen zunimmt!
- Erklären Sie die wirtschaftliche Bedeutung des Erdöls!
- Zeigen Sie an Beispielen, wie die Chemisierung zur Steigerung der Arbeitsproduktivität beiträgt!

Die Verwirklichung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts

Der Perspektivplan bis 1970 ist das entscheidende Instrument, um in unserer Republik die technische Revolution fortzuführen und den wissenschaftlich-technischen Höchststand zu erreichen. In den Perspektivplänen ist vorgesehen, neue Betriebe zu errichten und neue Industriezweige aufzubauen, gleichzeitig aber in jedem Betrieb, Zweig- und Wirtschaftsgebiet gründliche, umfassende Rationalisierungsmaßnahmen zu ergreifen, um eine rasche Steigerung der Arbeitsproduktivität zu erreichen. Das Ziel ist, mit den vorhandenen Arbeitskräften, Maschinen, Ausrüstungen und Anlagen den größten Zuwachs an Produktivität, Qualität und Rentabilität zu erreichen. Die vorhandenen Arbeitskräfte und Produktionsmittel sind, vor allem in der verarbeitenden Industrie, vorrangig für die Rationalisierung einzusetzen. Dadurch verringert sich der Bauanteil der Investitionen, und für die Entwicklung der führenden Zweige können Baukapazitäten und Arbeitskräfte bereitgestellt werden. Erst wenn die vorhandenen Kapazitäten innerhalb der gesamten Erzeugnisgruppe in allen Eigentumsformen ausgelastet sind, dürfen neue Betriebe errichtet oder vorhandene erweitert werden. Jede Abteilung, jeder Betrieb, jede VVB plant und ergreift vielfältige Maßnahmen zur verstärkten Rationalisierung, zur raschen Verwirklichung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts. Diese Maßnahmen umfassen den Einsatz hochleistungsfähiger Maschinen, die Modernisierung der Ausrüstungen, die Anwendung moderner Technologien, den Übergang zu höheren Fertigungsarten und Fertigungsprinzipien und anderes. Im folgenden werden

einige wichtige Maßnahmen zur Verwirklichung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts behandelt:

1. Anwendung moderner Technologien,
2. Standardisierung,
3. Spezialisierung und Kooperation,
4. Übergang von der verfahrensgebundenen zur ergebnisgebundenen Fertigung,
5. Gruppenbearbeitung.

Die Anwendung moderner Technologien

Die Technologie umfaßt die Verfahren zur Umwandlung von Rohstoffen zu Werkstoffen und die Fertigungsverfahren zur Verarbeitung der Werkstoffe zu Einzelteilen, Baugruppen und Fertigerzeugnissen. Zur Technologie des Maschinenbaus gehören beispielsweise die technologischen Verfahren des Trennens, Umformens und Verbindens. Um den Weltstand in Qualität und Kosten zu erreichen, müssen Betriebe und Industriezweige immer rationellere technologische Verfahren entwickeln und anwenden. Vor allem ist zu gewährleisten, daß Erzeugnisse, die dem wissenschaftlich-technischen Höchststand entsprechen, mit hochproduktiven technologischen Verfahren hergestellt werden. Daher wird in den wissenschaftlich-technischen Konzeptionen für Erzeugnisgruppen und Haupterzeugnisse festgelegt, welche Produktionsprozesse durch moderne Technologien zu rationalisieren sind.

► Hohe Produktivität und niedrige Kosten sind vor allem durch rationelle Technologien zu erreichen.

Das soll an einigen Beispielen erläutert werden.

Durch *Verfahren der Umformtechnik* (Warmumformung, Kaltumformung) lassen sich viele Erzeugnisse rationeller

herstellen als durch die der Trenntechnik. Die Umformtechnik hat gegenüber der Trenntechnik den Vorzug, daß das Ausgangsmaterial fast ohne Abfälle in die gewünschte Form gebracht werden kann und Material und Arbeitszeit eingespart werden.

Mit einem Kaltfließpreßautomaten aus dem VEB Pressen- und Scherenbau Erfurt werden zum Beispiel Spindeln für Spinnmaschinen spanlos gepreßt. Im Vergleich zum Drehen entsteht folgender ökonomischer Nutzen:

Materialeinsparung	70 Prozent
Zeiteinsparung	70 Prozent
Steigerung der Arbeitsproduktivität	265 Prozent

Im *Maskenformverfahren* können Gußteile billiger hergestellt werden als bei Sandguß. Man erhält dünne Wanddicken, glatte Oberflächen und vermeidet Sandeinschluß. Es entstehen geringe Putz- und Bearbeitungskosten.

Werden Rohlinge für die Kurbelwellen hermetischer Verdichter nicht mehr geschmiedet, sondern im Maskenformverfahren hergestellt, ergibt sich folgender Nutzen:

	Alt: geschmiedet	Neu: Maskenform- verfahren
Rohmasse	0,800 kg	0,500 kg
Preis	2,07 MDN	1,00 MDN
Lohnkosten	1,20 MDN	0,88 MDN

Durch Übergang von Hartmetall auf *Schneidkeramik* ist es vielen Betrieben des Maschinenbaus gelungen, die Arbeitsproduktivität beträchtlich zu steigern. Schneidkeramik wird vor allem als Schneidwerkstoff beim Drehen und Fräsen eingesetzt.

Der wirtschaftliche Nutzen des Einsatzes der Schneidkeramik soll am Beispiel der Bearbeitungszeit einiger Werkstücke aus dem VEB Berliner Bremsenwerk erläutert werden (s. Übersicht 124.1).

Bei Einsatz der Schneidkeramik wird nicht nur Fertigungszeit, sondern auch Hartmetall eingespart, das importiert werden müßte. Außerdem ist es möglich, den Zeitaufwand für die folgende Feinbearbeitung durch Schleifen oder Honen zu senken, weil die Feinbearbeitung eingeschränkt werden kann oder gänzlich entfällt. In 15 VVB des Maschinenbaus konnten durch Anwendung der Schneidkeramik im Jahre 1962 Einsparungen im Werte von 350 000 MDN erzielt werden.

Die *Malimo-Technologie* ist wesentlich rationeller als die herkömmlichen Technologien in der Textilindustrie. Malimostoffe, aus denen Handtücher, Tischwäsche, Strandbekleidung und viele andere Dinge hergestellt werden, sind

Übersicht 124.1: Beispiele für den wirtschaftlichen Nutzen beim Einsatz der Schneidkeramik

	Bearbeitungszeit (Grundzeit-Maschine) bei Verwendung von		Steigerung im Vergleich zu Hartmetall
	Hartmetall (in min)	Schneidkeramik (in min)	
Steuerkolbenbuchsen	3,23	1,56	207 Prozent
Wasserzylinderbuchsen . . .	11,57	3,75	308 Prozent
Kolben	4,35	1,23	354 Prozent

nicht gewebt oder gestrickt, sondern nähgewirkt. Die Kett- und Schußfäden werden von der Malimo-Maschine mit dem dritten Fadensystem, dem Nähfaden, verbunden. Aus 1720 Fäden entsteht zum Beispiel alle zwei Minuten ein Bettlaken. In einer Stunde lassen sich mit einem Nähwirkautomaten „Malimo 1600“ 120 m Stoff herstellen. Das entspricht der Leistung von 18 Webstühlen. Die Malimo-Technologie hat gegenüber der klassischen Webtechnologie eine Reihe Vorzüge:

- 35 Prozent weniger Textilmaschinen,
- 50 Prozent weniger Produktionsfläche,
- 80 Prozent weniger Elektromotoren,
- 60 Prozent weniger Elektroenergie.

Die Malimo-Technologie hat auch international Anerkennung gefunden. Malimo-Maschinen sind begehrte Artikel auf dem Weltmarkt.

- *Versuchen Sie, in Ihrem Einsatzbetrieb ein weiteres Beispiel für die Anwendung einer modernen Technologie zu finden!*
- *Ermitteln Sie den ökonomischen Nutzen gegenüber der alten Technologie!*

► **Die Anwendung der modernen Technologie hilft mit, Investitionsmittel und Material einzusparen, eine hohe Arbeitsproduktivität zu erreichen, weltmarktfähige Erzeugnisse herzustellen und die Selbstkosten zu senken.**

Die Standardisierung

Wesen der Standardisierung. Schon vor vielen Jahrhunderten gab es einzelne Bestrebungen, Erzeugnisse zu vereinheitlichen. Ägypter und Griechen stellten schon vor unserer Zeitrechnung Mauerziegel nach einer bestimmten Ordnung

in den Abmessungen her. Doch erst die Entwicklung der maschinellen Großindustrie, der Übergang zur Massenfertigung und die zunehmende Arbeitsteilung zwangen zu einer verstärkten Vereinheitlichung der Erzeugnisse, Baugruppen und Bauelemente. Die Vereinheitlichung von Erzeugnissen, Herstellungsverfahren, Begriffen, Einheiten, mathematischen und chemischen Zeichen wurde früher als Normung, heute wird sie als Standardisierung bezeichnet.

Die Vereinheitlichung bringt entscheidende Vorteile. Die wirtschaftlichen Vorzüge der Massenfertigung können genutzt und die Kosten je Erzeugnis gesenkt werden. Die Austauschbarkeit ist gewährleistet, das heißt, die Teile passen beim Zusammenbau oder beim Einbau von Ersatzteilen ohne oder ohne wesentliche Nacharbeit. Dadurch verkürzen sich die Montage- und Reparaturzeiten, die Lagerhaltung wird vereinfacht und die Ersatzteilbeschaffung erleichtert.

Die Kapitalisten machten die Erfahrung, daß sie billiger produzieren und hohe Profite erzielen können, wenn immer wieder gleichartige Erzeugnisse in großen Mengen hergestellt werden. Sie fördern daher die Standardisierung in den Betrieben und in den Konzernen als wichtiges Mittel zur Rationalisierung der Produktion. Die überbetriebliche Standardisierung entwickeln sie jedoch nicht in dem Maße, wie es der Stand der Produktivkräfte erfordert. Das Privateigentum an den Produktionsmitteln und die darauf beruhenden Interessensgegensätze üben einen hemmenden Einfluß aus. Überbetriebliche Standards werden im Kapitalismus lediglich zur Anwendung empfohlen, sie brauchen nicht eingehalten zu werden. Die Standardisierung entwickelt sich wider-

spruchsvoll. Trotz zunehmender Standardisierung findet man eine unnötige, unbegründete Vielfalt und damit eine starke Zersplitterung der Produktion.

In der sozialistischen Gesellschaft gibt es auf der Grundlage des gesellschaftlichen Eigentums an den Produktionsmitteln keine Widersprüche zwischen betrieblicher und überbetrieblicher Standardisierung. In unserer Republik wird planmäßig daran gearbeitet, die unbegründete, unzweckmäßige Vielfalt und die damit als Erbe aus der kapitalistischen Vergangenheit übernommene Zersplitterung der Produktion zu überwinden und an ihre Stelle eine geordnete Auswahl zu setzen. Damit wird ein starkes Hemnis für den technischen Fortschritt und für die wirtschaftliche Fertigung beseitigt. Als Beispiel soll hier die Bereinigung der zahlreichen Formen und Abmessungen bei Kraftstoffkanistern genannt werden. Seit 1960 werden Kraftstoffkanister nur in einer Form und in drei Größen (5, 10 und 20 Liter) hergestellt. Dadurch erhöhen sich die Fertigungsstückzahlen bei jeder standardisierten Größe. Die Kraftstoffkanister werden billiger produziert. Die Konstruktionsarbeit in der Kraftfahrzeugindustrie wird erleichtert.



126/1 Typung der Einheitskanister für Kraftstoff und Öl nach TGL 4368

Die Typung als Teilgebiet der Standardisierung. Die Standardisierung umfaßt auch die Typung. Die Typung ist die Festlegung der Art und Größe eines Erzeugnisses. Auf der Grundlage von Erfahrungen und mathematischen Berechnungen werden die Kennwerte der einzelnen Typen so gestaffelt, daß eine Typenreihe entsteht, der eine gesetzmäßig aufgebaute Zahlenreihe zugrunde liegt.

Beim heutigen Stand der Arbeitsteilung stellen die Betriebe die Teilerzeugnisse für komplizierte Enderzeugnisse (Schiffe, Kraftwagen, Elektrolokomotiven) nicht mehr selbst her, sondern beziehen sie von spezialisierten Betrieben. Die technischen Daten der Teilerzeugnisse müssen aufeinander abgestimmt sein, damit die Teilerzeugnisse zueinander passen. So müssen Elektromotoren in Leistung, Drehzahlen und Abmessungen zu den Werkzeugmaschinen passen, in die sie eingebaut werden sollen.

► **Die Typung fördert die komplexe Standardisierung in der Volkswirtschaft, führt zu hohen Stückzahlen und erhöht die Wirtschaftlichkeit der Produktion.**

- *Untersuchen Sie, ob und welche Typenreihen in Ihrem Einsatzbereich vorhanden sind!*

Die Standards. Die Ergebnisse der Standardisierungsarbeit werden in Standards festgelegt. Ein Standard ist eine Vorschrift, mit der Festlegungen für Produktion, Verpackung, Lagerung und Transport der erzeugten Güter, für Fertigungsverfahren und andere Vorgänge sowie für international einheitlich festgelegte chemische, physikalische und mathematische Zeichen geschaffen sind. Standards entstehen in unserer Republik in sozialistischer Gemeinschafts-

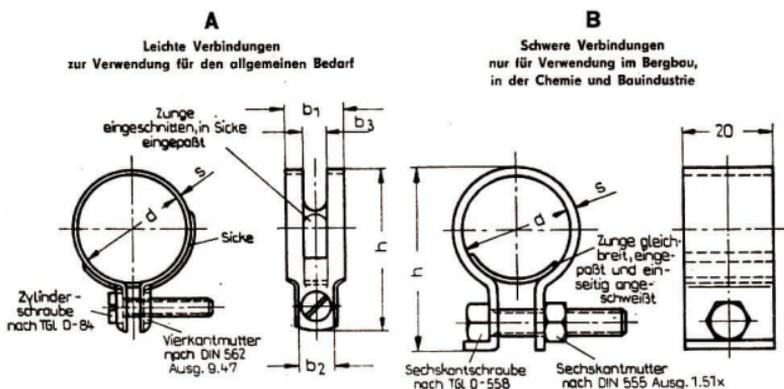
Verbindlich ab 1. 10. 1962

Dieser Standard gilt für Schlauchverbindungen, die zum Befestigen von nichtmetallischen Schläuchen bis zu einem äußeren Durchmesser von 85 mm auf Rohre und Schlauchtüllen verwendet werden. Betriebsdrücke einschließlich kurzzeitiger Drucküberlastung bis 15 kp/cm² sind zulässig.

Er gilt nicht für Schlauchverbindungen bei Druckluftbremsen für Kraft- und Schienenfahrzeuge.

Maße in mm

Nicht angegebene Einzelheiten sind zweckentsprechend zu wählen.



Bezeichnung einer Schlauchverbindung A für einen äußeren Schlauchdurchmesser über 27 bis 30 mm aus Stahlblech¹⁾ (St) mit einem galvanischen (gal) Zinküberzug¹⁾ von 6 µm Schichtdicke (gal Zn 6):

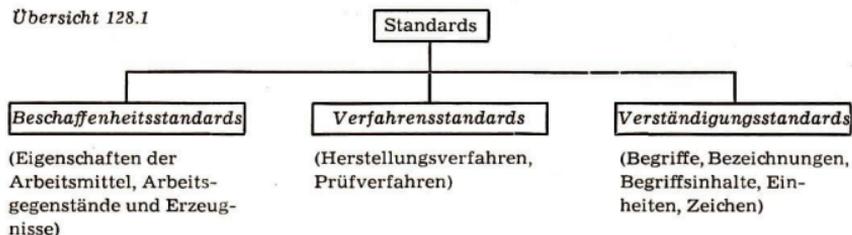
Schlauchverbindung A 27/30 TGL 11047 St, gal Zn 6

¹⁾ Gewählten Werkstoff und gewählte Ausführung bei Bestellung angeben.

arbeit. Bei der Entwicklung eines Standards wird von den besten Fachleuten aus allen Bereichen der Volkswirtschaft die zweckmäßigste Lösung ausgearbeitet. Bevor ein Standard verbindlich vorge-

schrieben wird, muß er im Entwurf veröffentlicht werden, damit alle betroffenen Kreise sich dazu äußern und Verbesserungsvorschläge einreichen können. Standards bauen auf den besten Er-

Übersicht 128.1



fahrungen und den neuesten Erkenntnissen von Wissenschaft und Technik auf und stellen daher wirtschaftliche und technische Bestlösungen dar.

Standards führen zur Vereinheitlichung, aber – von Überspitzungen abgesehen – nicht zur Uniformierung. Es ist zum Beispiel möglich, Konsumgüter trotz gleicher konstruktiver und technischer Gestaltung in vielfältigen äußeren Formen und verschiedenen Abmessungen herzustellen. So kann das gleiche Weckerwerk in sehr verschiedene Gehäuse eingebaut werden. Bei den verschiedenen Weckern im Uhrengeschäft wird das einheitliche Werk für die Uhrenkäufer nicht sichtbar.

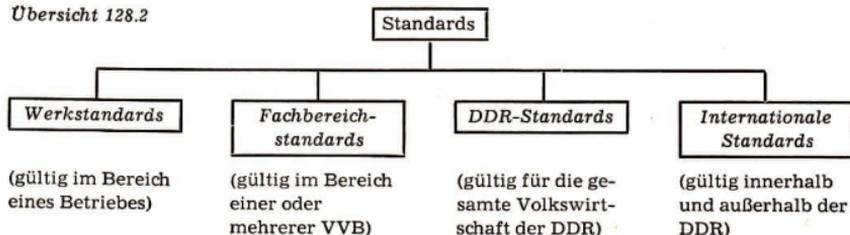
Standards werden für verschiedene Zwecke ausgearbeitet. Nach dem Inhalt der Festlegungen unterscheidet man drei große Gruppen: Beschaffenheitsstandards, Verfahrensstandards und Verständigungsstandards (s. Übersicht 128.1). Jeder Standard ist für einen bestimmten Bereich gültig. Der Geltungsbereich

eines Standards hängt von der volkswirtschaftlichen Aufgabenstellung und von der Bedeutung der Festlegungen ab. Stellt lediglich ein Betrieb ein bestimmtes Erzeugnis her, wird ein Werkstandard geschaffen. Nach dem Geltungsbereich unterscheidet man: Werkstandards, Fachbereichstandards, DDR-Standards und internationale Standards (s. Übersicht 128.2).

In den meisten Fällen ist die Anwendung der Standards verbindlich vorgeschrieben. In Ausnahmefällen werden Standards zur Anwendung empfohlen. Das trifft zum Beispiel für bestimmte Verfahrensstandards zu, bei denen eine Auswahl zwischen verschiedenen Lösungen möglich sein muß, damit im Einzelfall die Bestlösung angewandt werden kann.

Bereits heute besteht eine große Anzahl internationaler Standards. Zum Beispiel ist die Herstellung von Kugellagern nach Sorten und Abmessungen in den Mitgliedstaaten des Rates für Gegenseitige

Übersicht 128.2



Wirtschaftshilfe (RGW) mit Hilfe von Standards spezialisiert worden. Auch die Elektromotoren bis zum Leistungsbereich von 100 kW sind in den Mitgliedsländern des RGW als Typenreihe anerkannt. Durch die technische Revolution und die Vertiefung der internationalen Arbeitsteilung, vor allem durch die wachsende internationale Spezialisierung und Kooperation, ergeben sich erhöhte internationale Standardisierungsaufgaben. Vor allem muß die internationale Standardisierung von Materialien, Einzelteilen, Baugruppen und Fertigerzeugnissen gefördert werden, um den Bedarf mehrerer Länder in Großserien oder Massenfertigung decken zu können. Unsere Standardisierungsaufgaben sind daher mit denen der anderen sozialistischen Länder, vor allem mit denen der Sowjetunion, abzustimmen. Es muß erreicht werden, daß unsere Standards den Standards der anderen sozialistischen Länder, vor allem den Standards der Sowjetunion, entsprechen oder angenähert werden.

► **Standards sind die vereinheitlichte und zugleich die beste technische und wirtschaftliche Lösung sich wiederholender Aufgaben in den verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft.**

- *Überprüfen Sie an einigen Erzeugnissen Ihres Einsatzbetriebes, welchen Geltungsbereich die diesen Erzeugnissen zugrunde liegenden Standards haben!*

Der ökonomische Nutzen der Standardisierung. Durch Standardisierung wird die unnötige, unzweckmäßige Vielfalt der Erzeugnisse und Verfahren eingeschränkt und durch eine sinnvolle Auswahl ersetzt. Das ist die Grundlage für hohe Stückzahlen. Große Mengen bilden die entscheidende Voraussetzung für die Spezialisierung der Betriebe, für die Konzentration der Produktion in spezialisierten Betrieben und damit für den Einsatz und die vollständige Ausnutzung hochleistungsfähiger Maschinen sowie für die Anwendung der rationellsten Technologie. Die Betriebe können von der Kleinserien- zur Großserien- oder gar zur Massenfertigung übergehen, die Produktionsprozesse stärker mechanisieren oder automatisieren. Bei hohen Stückzahlen kann die neue Technik am rationellsten eingesetzt werden. Bei Drehautomaten beispielsweise beträgt die Zeit für das Einrichten (Vorbereitungs- und Abschlußzeit) ein Vielfaches gegenüber einer einfachen Drehmaschine. Aber die Fertigungszeit je Stück (Stückzeit) beträgt nur einen Bruchteil der Fertigungszeit, die auf einer einfachen Drehmaschine gebraucht wird. Beträgt die Vorbereitungs- und Abschlußzeit bei einer Drehmaschine eine Minute und bei einem Drehautomaten zehn Minuten, beträgt ferner die Stückzeit bei der Drehmaschine 0,5 Minuten und bei dem Drehautomaten 0,05 Minuten, so ergibt sich als Gesamtzeitaufwand und als Zeitaufwand je Stück:

Produktionsmenge (in Stück)	Aufwand insgesamt (in Minuten)		Aufwand je Stück (in Minuten)	
	Drehmaschine	Drehautomat	Drehmaschine	Drehautomat
1	1,5	10,05	1,5	10,05
100	51,0	15,0	0,51	0,15
10 000	5 001,0	510,0	0,5001	0,051

Aus diesem Beispiel geht hervor: Ein wirtschaftlicher Einsatz des Drehautomaten ist erst bei einer bestimmten Mindestmenge möglich. Je höher die Stückzahlen, desto wirtschaftlicher wird der Einsatz der neuen Technik.

► **Die Standardisierung fördert Spezialisierung, Mechanisierung und Automatisierung sowie Einsatz und rationelle Ausnutzung der neuesten Technik. Sie führt zur Steigerung der Arbeitsproduktivität, zur Verringerung des Materialverbrauchs, zur Senkung des Konstruktionsaufwandes je Stück und schließlich zu niedrigen Selbstkosten je Stück. Außerdem trägt sie zur Verbesserung der Qualität der Erzeugnisse bei.**

Kooperation und Spezialisierung

Die Kooperation. Kooperation heißt planvolle Zusammenarbeit zur Lösung gemeinschaftlicher Aufgaben. Die Kooperation ist die gleichzeitige Zusammenarbeit mehrerer Menschen, Betriebe oder Länder an gleichen oder verschiedenen Arbeitsprozessen, um bestimmte Enderzeugnisse herzustellen oder bestimmte Leistungen zu vollbringen. Als Kooperation gilt z. B. die Zusammenarbeit einer Brigade bei der Fertigung eines Teilerzeugnisses, die Zusammenarbeit von Industriebetrieben zur Herstellung der Teile eines Kraftfahrzeugs oder die Zusammenarbeit von Konstrukteuren, Technologen und Facharbeitern zur Entwicklung eines neuen Schweißverfahrens.

- *Informieren Sie sich, zu welchen Betrieben Ihr Einsatzbetrieb Kooperationsbeziehungen unterhält!*

Vereinigen sich viele Werktätige zur Lösung schwieriger Aufgaben, so ver-

vielfachen sich ihre körperlichen und geistigen Kräfte. Ihre Gesamtkraft ist größer als die Summe der Einzelkräfte. Vereint können Aufgaben gelöst werden, die der einzelne nicht bewältigen kann. Zugleich gelingt es, günstigere Ergebnisse, wirtschaftliche Vorteile, einen größeren Nutzen der Arbeit zu erzielen. Diese Erfahrung haben bereits unsere Vorfahren bei der Jagd, beim Fischfang, beim Bau von Brücken, Dämmen und Kanälen gemacht.

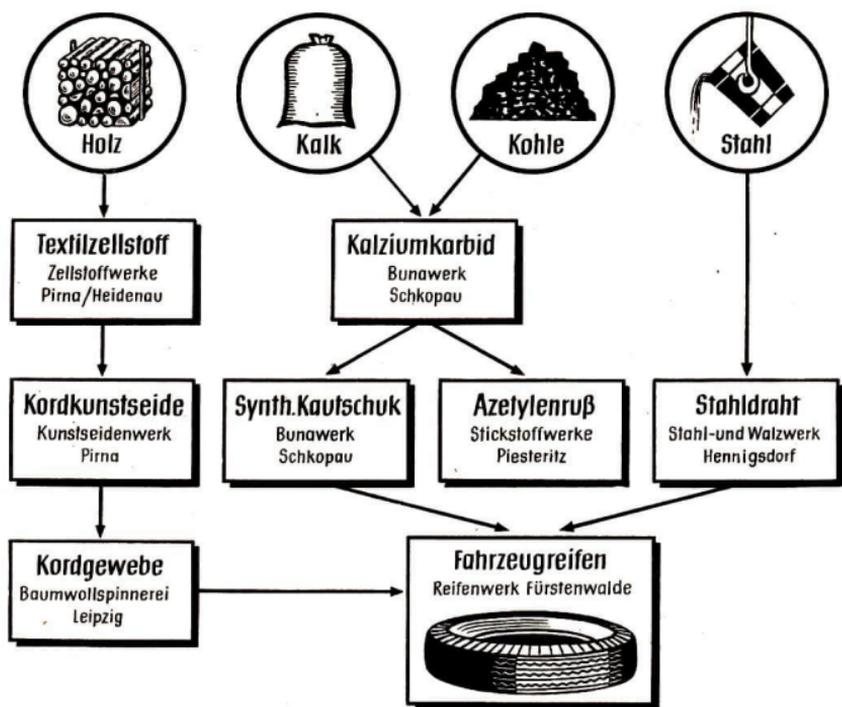
1826 schrieb der französische Philosoph de Tracy: „Wenn es sich um die Ausführung einer komplizierten Arbeit handelt, müssen verschiedene Dinge gleichzeitig getan werden. Der eine macht das eine, während der andere etwas anderes macht, und alle tragen zu einer Wirkung bei, die ein einzelner Mensch nicht hätte erzeugen können. Der eine rudert, während der andere steuert und ein dritter das Netz auswirft oder den Fisch harpuniert, und der Fischfang hat einen Erfolg, der ohne dieses Zusammenwirken unmöglich wäre.“

Diese Erkenntnis gewinnt im Zeitalter der technischen Revolution an Bedeutung. Das soll an einem Beispiel aus dem VEB Lokomotivbau-Elektrotechnische Werke „Hans Baimler“ in Hennigsdorf erläutert werden.

Hier entwickelten sowjetische und deutsche Konstrukteure eine autonome 50-Hz-Wechselstrom-Industrielokomotive, die zum Export in die Sowjetunion für den Einsatz in den sibirischen Bergwerken bestimmt ist. Sie vereinten in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit ihre Kenntnisse und Erfahrungen und erreichten dadurch schneller ihr Ziel. Im Wettbewerb zum 15. Jahrestag unserer Republik gelang es den Hennigsdorfer Konstrukteuren, Ingenieuren und Arbeitern, die Montage der ersten neuen In-

dustrielok bis zum 6. Oktober 1964, ein Jahr früher als ursprünglich geplant, fertigzustellen. Die neue E-Lok ist die leistungstärkste Industrielokomotive der Welt. Sie hat eine Leistung von 6700 PS und kann bei einer Anhängelast von 2400 Tonnen immer noch Steigungen von 3 Prozent überwinden. Sie ist vergleichbaren amerikanischen und japanischen Erzeugnissen überlegen. Da im Sozialismus gesellschaftliches Eigentum an den Produktionsmitteln besteht, sind keine gesellschaftlichen Schranken für eine planmäßige, zweckmäßige Kooperation innerhalb der

Volkswirtschaft und zwischen den Volkswirtschaften der sozialistischen Länder vorhanden (im Gegensatz zum Kapitalismus, wo die Kooperation im nationalen und internationalen Maßstab auf Profitschranken stößt). Mit der Kooperation ist die Spezialisierung untrennbar verknüpft. Spezialisierte Betriebe müssen bei der Lösung ihrer wirtschaftlichen Aufgaben oft mit vielen Partnern sinnvoll und planmäßig zusammenwirken. Das Leipziger Kirow-Werk arbeitet bei der Herstellung oder Komplettierung seiner Erzeugnisse mit etwa 300 Lieferbetrieben zusammen.



131/1 Kooperation bei der Herstellung von Autoreifen

Auch die Zulieferbetriebe arbeiten mit vielen Betrieben zusammen. Das Reifenwerk Fürstenwalde stellt Autoreifen her, deren wichtigste Bausteine synthetischer Kautschuk, Kordgewebe, Ruß und Stahldraht sind. Diese Materialien erzeugt das Reifenwerk aber nicht selbst, sondern bezieht sie von Zulieferbetrieben, die wiederum auf Rohstoffzulieferungen ihrer Lieferanten angewiesen sind.

Kooperationspartner sind auf eine reibungslose Zusammenarbeit angewiesen. Sie müssen ihre Verpflichtungen nach Menge, Sortiment, Qualität und Termin bis in alle Einzelheiten festsetzen und gewissenhaft erfüllen.

Liefen die Leunawerke den Rohstoff Kaprolaktam in ausgezeichnete Qualität, so beeinflussen sie damit zugleich die Qualität der Dederonseide, die das Chemiefaserwerk herstellt, die Qualität der Damenstrümpfe in den Damenstrumpfwerken und schließlich den Export positiv. Wenn alle Glieder der Kooperationskette qualitätsgerecht produzieren, können Qualitätserzeugnisse hergestellt werden.

Um eine reibungslose Kooperation zu sichern, müssen die Kooperationsbeziehungen von Betrieb zu Betrieb, von Industriezweig zu Industriezweig und von Land zu Land geplant, abgestimmt und durch vertragliche Vereinbarungen organisiert werden. Dabei muß die technische Perspektive der Partner aufeinander abgestimmt sein, so daß sich alle Beteiligten rechtzeitig auf technische Neuerungen einstellen können. Mit Hilfe mathematischer Methoden sind die wirtschaftlich günstigsten Kooperationsbeziehungen zu ermitteln. Beispielsweise lassen sich durch Optimierungsrechnungen die transportgünstigsten Lieferbeziehungen ermitteln. Dadurch wird in

der Volkswirtschaft Transportraum eingespart. Die Transportkosten können beträchtlich gesenkt werden.

Die Kooperationspartner werden künftig durch ökonomische Hebel (Preiszuschläge, Preisabschläge, Vertragsstrafen) stärker an der Einhaltung ihrer Verpflichtungen interessiert. Wer seine Verpflichtungen vertragsgerecht erfüllt, wird Vergünstigungen erhalten, wer sie verletzt, Nachteile erleiden.

Die Spezialisierung. Die Spezialisierung in der Industrie ist die Folge der gesellschaftlichen Arbeitsteilung innerhalb der Industriezweige. Hierbei spezialisieren sich einzelne Betriebe auf die Herstellung bestimmter Erzeugnisse (Fernsehergeräte, Motorräder, Autos, Drehmaschinen) oder Teilerzeugnisse (Bildröhren, Wälzlager, Zahnräder) oder auf bestimmte technologische Verfahren (Gießen, Schmieden).

Wenn Betriebe spezialisiert sind, werden gleiche Erzeugnisse nicht mehr in vielen Betrieben, sondern nur noch in einem Betrieb oder in wenigen Betrieben hergestellt, beispielsweise Wälzlager in einem Wälzlagerwerk. Dadurch, daß gleichartige Erzeugnisse in einem spezialisierten Betrieb oder in wenigen Betrieben hergestellt werden, entstehen hohe Stückzahlen bei diesen Erzeugnissen. Die Standardisierung wird erforderlich und lohnend. Indem die Standardisierung die Erzeugnisse vereinheitlicht und die Typenzahl beschränkt, schafft sie Voraussetzungen für weitere Erhöhung der Stückzahlen und damit für die weitere Spezialisierung. Der Betrieb kann die Vorteile der Großserien- und Massenproduktion ausnutzen. Er kann Maschinen mit hoher Leistungsfähigkeit einsetzen und die rationellste Technologie anwenden. Oft wird der Übergang zur Fließfertigung möglich. Die Produk-

tionsprozesse lassen sich stärker mechanisieren und automatisieren. Es entstehen günstige Bedingungen für eine hohe Auslastung der Produktionskapazitäten in den einzelnen Betrieben.

Seit langem werden in unserer Volkswirtschaft planmäßig Maßnahmen ergriffen, um die Spezialisierung zu fördern. In allen Industriezweigen wurde festgelegt, wie die unnötige Vielfalt und die Zersplitterung der Produktion zu überwinden ist.

Beispielsweise verringerte sich im Textilmaschinenbau der DDR die Zahl der produzierten Maschinentypen durch radikale Standardisierung von 1150 im Jahre 1957 auf 207 im Jahre 1963, ohne daß Sortimentslücken entstanden. In einigen Wirtschaftszweigen werden jedoch die Möglichkeiten noch nicht voll genutzt. Das Sortiment von Wärmeaustauschern für die Ausrüstung der chemischen Industrie umfaßte 1963 noch 30 Typen mit 500 verschiedenen Abmessungen. Durch Beschränkung auf 15 Typen mit 160 Größen und Konzentration auf zwei Betriebe hätten die für 1965 geplanten Fertigungszeiten bereits 1963 um 25 Prozent unterboten und die Kosten um 15 Prozent gesenkt werden können.

Durch die Zusammenarbeit der sozialistischen Länder im Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) überschreitet die Spezialisierung die Ländergrenzen. Die Mitgliedsländer des RGW arbeiten auf dem Gebiet der Produktion, Wissenschaft und Technik kameradschaftlich zusammen. Sie koordinieren die Aufgaben in ihren Perspektiv- und Volkswirtschaftsplänen. Sie legen fest, daß die Produktion bestimmter Erzeugnisse, bestimmter Gruppen von Erzeugnissen, ihrer Baugruppen und Einzelteile den Ländern übertragen wird,

die die günstigsten natürlichen und ökonomischen Bedingungen besitzen. Diese Länder decken den Bedarf aller Verbraucherländer. So wird die Herstellung von Hochofenausrüstungen in der Sowjetunion, in der Volksrepublik Polen und in der ČSSR, die Herstellung von Maschinen und mechanischen Vorrichtungen für die Kohlenindustrie in der DDR, in der Volksrepublik Polen, in der Sowjetunion und in der ČSSR, die für die Aluminiumindustrie in der Ungarischen Volksrepublik und in der Sowjetunion, die für die polygrafische Industrie in der DDR und in der Sowjetunion und die für die Leder- und Schuhindustrie in der ČSSR konzentriert.

Die Mitgliedsländer des RGW nutzen die Möglichkeiten jedes einzelnen Landes, gleichzeitig aber die Vorteile, die sich aus der Existenz des sozialistischen Weltsystems ergeben. Sie folgen der Erkenntnis, daß der wissenschaftlich-technische Höchststand in der Welt nicht in nationaler Abgeschlossenheit mitbestimmt werden kann, sondern nur durch enge Zusammenarbeit, durch gemeinsame Anstrengungen. Schon heute wird bei vielen wichtigen Vorhaben, zum Beispiel in der Grundstoffindustrie, die materielle und finanzielle Kraft mehrerer Länder zusammengefaßt. Unsere Republik beteiligt sich am Aufschluß von Phosphoritvorkommen in der Sowjetunion. Außerdem arbeitet sie mit der Volksrepublik Polen bei der Braunkohlenförderung zusammen.

- *Suchen Sie nach weiteren Beispielen für die internationale wirtschaftliche Zusammenarbeit der sozialistischen Länder!*

In den kommenden Jahren wird die Spezialisierung vor allem auf Erzeugnisse

konzentriert, die für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt entscheidend sind und in den Ländern des RGW nicht oder in nicht genügendem Umfang produziert werden. In diese Spezialisierung werden nicht nur Einzelerzeugnisse, sondern auch komplette Anlagen einbezogen, beispielsweise moderne, hochproduktive Chemieausrüstungen. So ist im Freundschaftsvertrag zwischen unserer Republik und der Sowjetunion vorgesehen, im Zeitraum von 1966 bis 1970 mehr als hundert komplette Chemieanlagen für mehrere Milliarden Mark in die Sowjetunion zu liefern. Die Sowjetunion ihrerseits erweitert ihre Kapazitäten, erzeugt und liefert in steigendem Maße Erdöl sowie andere wichtige Rohstoffe und Ausrüstungen an uns (Bohrausrüstungen für Erdöl- und Erdgasgewinnung, Ausrüstungen für Wärmekraftwerke). Die wirtschaftliche Zusammenarbeit bringt einen doppelten Vorteil: Das Herstellerland erzeugt größere Mengen und kann dadurch wirtschaftlicher produzieren; das befreundete Land kann den wirtschaftlichen Aufbau beschleunigen. Durch langfristige Abstimmung wird die zweckmäßigste Spezialisierung und Kooperation und damit ein Höchstmaß an Produktivität erreicht.

Der ökonomische Nutzen der Kooperation und der Spezialisierung. Spezialisierung und Kooperation bedingen einander, denn spezialisierte Betriebe müssen zusammenarbeiten, damit aus den Teilerzeugnissen schließlich Fertigerzeugnisse entstehen. Spezialisierung und Kooperation werden unter sozialistischen Verhältnissen planmäßig gelenkt und gefördert und durch keine Schranken des Privateigentums an den Produktionsmitteln gehemmt. Ihre Vorzüge können daher im Sozialismus in

vollem Umfang wirksam werden. Spezialisierung und Kooperation bringen vor allem folgenden ökonomischen Nutzen:

1. Ungerechtfertigte Parallelproduktion und Doppelarbeit werden unterbunden. Eine Zersplitterung der Kräfte wird vermieden, Forschungsmittel werden eingespart. Die Betriebe spezialisieren sich auf ein Erzeugnis oder auf wenige gleichartige Erzeugnisse. Sie erreichen hohe Fertigungsstückzahlen. Der Fertigungsprozeß kann in viele Arbeitsgänge aufgeteilt werden. Der Betrieb kann hochleistungsfähige Spezialmaschinen einsetzen und die rationellste Technologie anwenden. Er kann zur Fließfertigung übergehen und die Produktionsprozesse mechanisieren und automatisieren. Dadurch wird eine hohe Arbeitsproduktivität erreicht.
2. Die neue Technik kann nicht nur in großem Umfang angewandt, sondern auch besser ausgenutzt werden. Der Betrieb erreicht eine hohe Auslastung seiner Produktionskapazität. Die Ausgaben für den Bau und die Unterhaltung von Betrieben und Werkstätten sinken.
3. Forschung und Entwicklung können intensiviert, auf die Konstruktion bestimmter Erzeugnisse und auf die rationellsten Herstellungsverfahren konzentriert und dadurch früher abgeschlossen werden. Neue Erzeugnisse und Verfahren lassen sich schneller in die Produktion einführen. Dadurch wird es den Betrieben erleichtert, bei den wichtigsten Erzeugnissen den wissenschaftlich-technischen Höchststand zu erreichen oder mitzubestimmen sowie ständig an der Weltspitze zu bleiben.

Übersicht 135.1: Selbstkosten je Maschine

	bei Herstellung einer jährlichen Stückzahl von				
	1	25 bis 50	50 bis 100	100 bis 200	800 bis 1600
in Kronen	250 000	94 000	83 000	72 000	48 000
in Prozent	100	37,6	33,2	28,8	19,2

- Die Arbeiter lernen voneinander und erhöhen ihre Fertigkeiten und Fähigkeiten. Die unterschiedlichen Begabungen, das unterschiedliche Können, lassen sich besser ausnutzen. Jeder Arbeiter kann für Arbeitsgänge eingesetzt werden, die ihm am besten gelingen.
- Zwischen Hersteller und Abnehmer können langfristige, dauerhafte Beziehungen angebahnt werden. Die Partner können sich aufeinander einstellen. Es wird möglich, die günstigsten Transportwege durch mathematische Methoden zu ermitteln. In vielen Fällen gelang es dadurch, die Transportkosten bis zu 20 Prozent zu senken.
- Durch rationelle Fertigung, hohe Kapazitätsauslastung und transportgünstige Bezüge sinken die Selbstkosten je Erzeugnis. Spezialisierung und Kooperation tragen dazu bei, daß die Betriebe auch in den Kosten je Erzeugnis das internationale Niveau erreichen.

Tschechoslowakische Wirtschaftler haben berechnet, in welchem Maße die Selbstkosten einer spanabhebenden Maschine bei steigenden Stückzahlen sinken (s. Übersicht 135.1).

Diese Zahlen zeigen eindrucksvoll: Die Spezialisierung führt zu einer erheblichen Senkung des gesellschaftlichen Arbeitsaufwandes und bringt allen Beteiligten einen ökonomischen Nutzen.

► **Planmäßige Kooperation und Spezialisierung der Produktion sind ein untrennbarer Bestandteil des Kamp-**

fes um wissenschaftlich-technischen Höchststand, hohe Arbeitsproduktivität, bessere Qualität und niedrige Kosten.

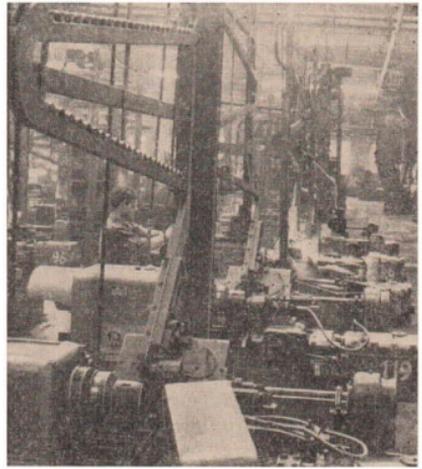
Der Übergang von der verfahrensgebundenen zur erzeugnisgebundenen Fertigung

Die erzeugnisgebundene Fertigung hat gegenüber der verfahrensgebundenen Fertigung – genügend große Fertigungsstückzahlen vorausgesetzt – wesentliche Vorzüge (vgl. Abschnitt „Die Fertigungsprinzipien“ S. 93). Sie führt zur Vertiefung der innerbetrieblichen Arbeitsteilung. Im Fertigungsprozeß können spezialisierte Maschinen und Vorrichtungen eingesetzt werden. Transport, Fertigungs- und Prüfvorgänge lassen sich mechanisieren oder automatisieren. Der Arbeitsaufwand für das Einrichten der Maschinen, für das Wechseln der Vorrichtungen und Werkzeuge verringert sich auf das technologisch bedingte Maß. Die Arbeitskräfte können sich auf bestimmte Tätigkeiten spezialisieren und erhöhen ihre Arbeitsfertigkeiten. Insgesamt wird dadurch erreicht, daß Stückzeit (t_s) und Kosten je Erzeugniseinheit sinken. Ein Beispiel soll den Übergang von der Werkstättenfertigung zur Fließfertigung, der höchsten Form der erzeugnisgebundenen Fertigung, veranschaulichen und den ökonomischen Nutzen erläutern.

Der VEB Wälzlagerfabrik Josef Orlopp, Berlin-Lichtenberg, bestand früher aus

einzelnen Werkstätten, zum Beispiel aus der Dreherei, der Härtereie, der Schleiferei und der Montage. Die verschiedenen Typen von Wälzlagern wurden in großen und kleinen Serien hergestellt. Jedes Werkstück hatte, von menschlicher Kraft befördert, einen weiten Transportweg zurückzulegen. Nach jedem der 20 Arbeitsgänge waren gesonderte Transportwege für die Kontrolle und Zwischenlagerung notwendig.

Durch Standardisierung und Typung entstand bei verschiedenen Typen ein Bedarf, der die Automatisierung der Produktion rechtfertigte. Bei jeder der Wälzlagerarten 6205, 6206, 6304 und 6305 erreichten oder überschritten die jährlich zu produzierenden Stückzahlen die Millionengrenze. Als Beispiel für die Automatisierung der Fertigung aller vier Typen wurde eine vollautomatische Versuchsfließreihe zur Fertigung der Wälzlagerart 6205 entwickelt. Die Fließreihe umfaßt 50 zu Automaten entwickelte Maschinen, die nach dem Fertigungsablauf angeordnet und durch 590 m Laufbahnen, Transportbänder und Elevatoren zu einer 120 m langen Fließreihe zusammengeschlossen sind. Die Automaten werden durch Verkettung so miteinander verbunden, daß der gesamte Transport der Teile automatisiert vor sich geht. Die automatisierte Transportanlage befördert täglich eine Menge von 6,8 t und ersetzt die Arbeit mehrerer Arbeiter. Die Werkstücke durchlaufen in der Fließreihe folgende Hauptstationen der Bearbeitung: Drehen auf Vierspindelautomaten und Drehmaschinen, Härten auf einem Durchlaufhärteofen, Schleifen auf verschiedenen neu entwickelten Schleifautomaten (Bohrungsschleifen und Laufbahnschleifen). Die Lager werden dann auf neu entwickelten, sehr präzise arbeitenden Einmeß-



136 1 Vollautomatische Versuchsfließreihe zur Fertigung der Wälzlagerart 6205

automaten nach Toleranzgruppen aussortiert, automatisch gewaschen, eingefettet und verpackt, so daß sie die automatische Fließreihe als fertigverpackte Wälzlager verlassen. Um Maschinenstörungen und unterschiedliche Leistungen der Maschinen auszugleichen, sind mechanische Speicher in die Transportanlage eingefügt.

Durch den Übergang zur automatischen Fließfertigung konnte die Arbeitsproduktivität gegenüber der früher üblichen Fertigung nach dem Werkstattprinzip auf 277 Prozent gesteigert werden.

Im Ringen um den Weltstand der Erzeugnisse, der Fertigung und der Kosten spielt der Übergang zur ergebnisgebundenen Fertigung eine wichtige Rolle weil wir dadurch wirtschaftlicher und besser produzieren. Bei uns hatte jedoch die Werkstättenfertigung im Jahre 1963 noch einen Anteil von rund 50 Prozent.

Das entspricht nicht den Anforderungen der technischen Revolution. In unserer Republik werden daher im Perspektivplan bis 1970 durch konsequente Standardisierung, durch Spezialisierung der Betriebe und Konzentration der Produktion in spezialisierten Betrieben, auch durch die weitere Vertiefung der internationalen Spezialisierung und Kooperation mit den RGW-Ländern weitere Voraussetzungen für den zunehmenden Übergang von der verfahrensgebundenen zur ergebnisgebundenen Fertigung geschaffen.

▶ **Durch Standardisierung, Spezialisierung und Kooperation werden Voraussetzungen für den Übergang zu höheren Fertigungsprinzipien geschaffen. Bei genügend großen Stückzahlen ist die ergebnisgebundene Fertigung wirtschaftlicher. Das gilt vor allem für die höchste Form der ergebnisgebundenen Fertigung, die Fließfertigung.**

Die Gruppenbearbeitung in der Industrie

In unseren Betrieben des Maschinen- und Gerätebaus herrscht noch Einzel- und Serienfertigung vor. Bei niedrigen Stückzahlen ist der Einsatz von Halb- und Vollautomaten nicht wirtschaftlich, weil sich die bei Automaten meist hohe Vorbereitungs- und Abschlußzeit nur auf wenige Erzeugnisse verteilt und je Erzeugnis ein relativ hoher Normzeitaufwand entsteht. Das soll durch ein Beispiel aus dem VEB CARL ZEISS JENA belegt werden.

Hier betrug der Normzeitaufwand je Stück bei einer Seriengröße von 1 bis 15 Erzeugnissen 173 Minuten, bei einer Seriengröße von 1001 bis 5000 Erzeugnissen 5 Minuten. Die unterschiedliche Bearbeitungszeit je Erzeugnis ist nicht

auf die Kompliziertheit der Teile, sondern auf die individuelle Bearbeitung kleiner Serien zurückzuführen.

Dieses Beispiel lehrt uns: Je kleiner die Serie, desto höher der Fertigungsaufwand je Erzeugnis und umgekehrt. Will man die Fertigungszeit je Erzeugnis bedeutend senken, so muß man zu größeren Serien übergehen. Das ist möglich, indem man die bisher in kleinen Serien



137/1 Sortiment der Teile, für die technologische Arbeitsablaufpläne ausgearbeitet werden müssen, ohne Gruppenbildung



137/2 Sortiment derselben Teile mit Gruppenbildung, wobei alle geometrisch ähnlichen und etwa gleich großen Teile zu einer Fertigungsgruppe zusammengefaßt sind, für die eine Gruppentechnologie und ein gemeinsamer technologischer Arbeitsablaufplan ausgearbeitet wird

gefertigten geometrisch ähnlichen, etwa gleich großen Teile zu Bearbeitungsgruppen zusammenfaßt. Dadurch kann ein ähnlicher Fertigungsablauf wie bei größeren Serien erreicht und das wissenschaftlich-technische Niveau der Produktion erhöht werden.

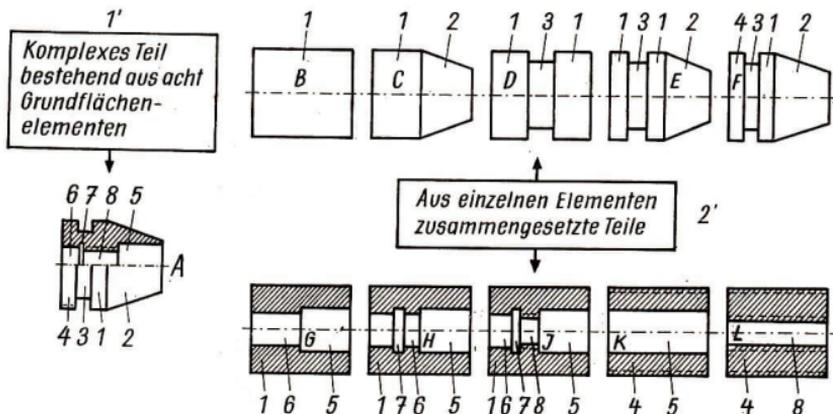
Die Gruppenbearbeitung wurde von dem sowjetischen Neuerer Dr. Mitrofanow entwickelt. Daher wird sie auch Mitrofanow-Methode genannt. Für die Gruppenbearbeitung nach Mitrofanow ist kennzeichnend:

1. Formähnliche Teile, also konstruktiv und größenmäßig ähnliche Teile aus dem gleichen Werkstoff, werden nach dem Bearbeitungsverfahren (Drehen, Bohren, Fräsen) in Klassen eingeteilt. Die Klassen wiederum werden nach Werkstoffen, Bearbeitungsgenauigkeiten usw. in Gruppen unterteilt. Zu einer Bearbeitungsgruppe gehören beispielsweise Werkstücke, die gleiche geometrische Elemente aufweisen und

gleiche Arbeitsgänge durchlaufen müssen.

2. Aus jeder Gruppe wird das komplizierteste Teil, das alle Arbeitsgänge der Gruppe auf sich vereinigt, ausgewählt und als Komplettteil betrachtet. Enthält das komplizierteste Teil der Gruppe nicht alle geometrischen Elemente der Gruppe (äußere und innere, zylinderförmige und kegelförmige Flächen; äußere und innere Nuten, Gewinde, Kanten und dergleichen), dann wird ein theoretisches Komplettteil konstruiert. Für dieses Komplettteil schafft man Vorrichtungen oder richtet die Maschinen für seine Bearbeitung ein. Auf diese Weise lassen sich alle Teile der Gruppe nacheinander bearbeiten. Die Maschine oder die Vorrichtung kann mit wenig Zeitaufwand von einem Teil auf das nächste umgestellt werden.

In Bild 138/1 ist Teil A das Komplettteil. Seine Fertigung umfaßt alle acht



138/1 Reales Komplettteil

A komplexes Teil, das acht Grundelemente einschließt;

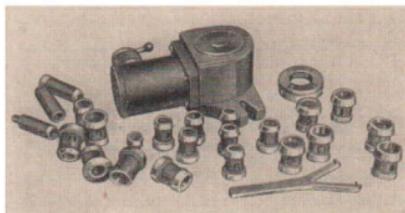
B, C, D usw. sind einfache Teile, die aus einzelnen Elementen zusammengesetzt sind

Arbeitsstufen der Gruppe, vier davon sind Innendreharbeiten, vier weitere Außendreharbeiten. Bei jedem der anderen zehn Teile sind jeweils nur einige der acht Arbeitsstufen erforderlich.

3. Vom Komplettteil ausgehend, das alle geometrischen Elemente der Gruppe enthält, wird eine Gruppentechnologie ausgearbeitet. Der Fertigungsablauf wird so festgelegt, daß jedes beliebige Teil der Gruppe ohne nennenswerte Abweichung von der Gruppentechnologie bearbeitet werden kann. Abweichungen können darin bestehen, daß bei einigen Teilen bestimmte Arbeitsgänge gänzlich entfallen. Durch die Schaffung gemeinsamer technologischer Unterlagen für eine Gruppe von Teilen kann die Zeit für die Fertigungsvorbereitung je Teil erheblich verkürzt werden.

Nach dem Übergang zur Gruppenbearbeitung ist es möglich, die Vorrichtungen so zu bauen, daß sie für die gesamte Gruppe verwendet werden können. Eine Gruppenvorrichtung besteht aus einem gemeinsamen Grundgehäuse und mehreren austauschbaren Bauteilen (Bild 139/1). Durch die Gruppentechnologien sinken die Kosten für die anzufertigenden Vorrichtungen.

Bei der Klassifizierung und Gruppierung der Einzelteile erkennt man am besten, welche Teile einander ähnlich sind und vereinheitlicht werden können. Damit bietet die Gruppenbearbeitung wichtige Ansatzpunkte für die weitere Standardisierung der Erzeugnisse und für eine weitere Erhöhung der Stückzahlen. Die Gruppenbearbeitung fördert den wissenschaftlich-technischen Fortschritt, vor allem ermöglicht sie Maßnahmen zur



139/1 Gruppenvorrichtung mit einem Satz austauschbarer Elemente

weiteren Mechanisierung und Automatisierung der Produktionsprozesse. Sie eröffnet vielen Betrieben die Möglichkeit, von der verfahrensgebundenen zur ergebnisgebundenen Fertigung überzugehen und dadurch eine höhere Arbeitsproduktivität zu erreichen und die Selbstkosten zu senken. Der VEB CARL ZEISS JENA erzielte durch Anwendung der Gruppenbearbeitung allein im Jahre 1962 Einsparungen von fast 100 000 Arbeitsstunden und mehr als 700 000 MDN.

► **Die Gruppenbearbeitung führt zu höheren Stückzahlen. Maschinen und Ausrüstungen lassen sich besser ausnutzen. Die Vorbereitungs- und Abschlußzeit verteilt sich auf eine größere Anzahl Erzeugnisse. Die Normzeit je Erzeugnis sinkt. Die Kosten für die technologische Fertigungsvorbereitung und für den Bau von Vorrichtungen verringern sich. Außerdem werden Einsparungen durch zunehmende Standardisierung, Mechanisierung und Automatisierung erzielt.**

- *Informieren Sie sich, für welche Teile in Ihrem Einsatzbetrieb die Gruppenbearbeitung angewendet wird! Ermitteln Sie den wirtschaftlichen Nutzen dieser Gruppenbearbeitung!*

Die Planung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts im Plan Neue Technik

In den vorangegangenen Ausführungen ist gezeigt worden, daß der wissenschaftlich-technische Fortschritt der entscheidende Faktor für eine höhere Arbeitsproduktivität und für einen höheren Lebensstandard ist. Infolgedessen darf es nicht dem Zufall überlassen bleiben, in welcher Richtung die wissenschaftlich-technische Entwicklung verläuft. Unser Ziel, auf entscheidenden Gebieten den wissenschaftlich-technischen Höchststand zu erreichen, erfordert eine straffe zentrale Planung und Leitung von Forschung und Technik. Alle Kräfte, Kapazitäten und Mittel – angefangen von der Grundlagenforschung bis zur Einführung der neuen Technik und der Überleitung neuer Erzeugnisse in die Produktion – müssen planmäßig auf die volkswirtschaftlichen Schwerpunkte konzentriert werden.

Ausgehend von der langfristigen wissenschaftlichen Einschätzung der Entwicklungstendenzen von Wissenschaft und Technik, werden zunächst für einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahren „Programme der führenden Zweige“ und „Wissenschaftlich-technische Konzeptionen für die wichtigsten Erzeugnisgruppen und Haupterzeugnisse“ ausgearbeitet. Diese Dokumente sind die Grundlage für die Einschätzung der wissenschaftlich-technischen Entwicklung bis zum Jahre 1970 und für die Ausarbeitung des Perspektivplans Neue Technik. Von seinen Zielen ausgehend, werden rückrechnend die Ziele des Staatsplans Neue Technik für das jeweilige Planjahr bestimmt. Der Plan Neue Technik enthält die Themen und Maßnahmen des wissenschaftlich-technischen Fort-

schritts für den jeweiligen Bereich (VVB, Betrieb), die im Planjahr vorbereitet oder verwirklicht werden. Die Aufgaben des Plans Neue Technik müssen komplex geplant werden. Das bedeutet, daß im Plan alle Teilaufgaben eines Vorhabens, angefangen von der Forschung und Entwicklung über die weiteren Stufen bis zur Einführung neuer Erzeugnisse oder neuer Verfahren in die Produktion, erfaßt werden müssen. Dadurch wird gesichert, daß alle Teilaufgaben gut koordiniert und termingerecht gelöst werden können. Der Plan Neue Technik des Betriebes besteht aus zwei Teilen: *Planteil I* – Vorbereitung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, *Planteil II* – Verwirklichung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts.

Die Planteile enthalten folgende Themen:

Planteil I

1. Themen der Grundlagenforschung und andere
2. Themen zur Entwicklung neuer Erzeugnisse und deren Überleitung in die Produktion
3. Themen zur Entwicklung von Verfahren und deren Überleitung in die Produktion

Planteil II

1. Aufnahme neuer bzw. weiterentwickelter Erzeugnisse
2. Steigerung der Qualität der Erzeugnisse
3. Modernisierung, Mechanisierung und Automatisierung der Arbeitsprozesse
4. Aufnahme neuer bzw. weiterentwickelter Verfahren
5. Verbesserung der Organisation der Arbeit

Ausarbeitung und Erfüllung der Aufgaben des Plans Neue Technik erfordern das Mitdenken und die Mitarbeit vieler. Deshalb sind sozialistische Gemeinschaftsarbeit, Neuererbewegung und Wettbewerb vorrangig auf die Erfüllung

des Plans Neue Technik gerichtet. Wo kollektive Weisheit genutzt wird, lassen sich die Aufgaben schneller und mit höherem Nutzen lösen. Deshalb vereinigen sich die Kräfte von Betrieben, wissenschaftlichen Instituten, Akademien und Hochschulen, um den Plan Neue Technik auszuarbeiten und zu erfüllen. Damit gesichert wird, daß der Plan Neue Technik von den Hauptrichtungen der Wissenschaft und Technik ausgeht und darauf gerichtet ist, den wissenschaftlich-technischen Höchststand zu erreichen, müssen alle Aufgaben, bevor sie in den Plan gelangen, im wissenschaftlichen Meinungsstreit vor Fachleuten verteidigt werden.

Die Einführung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts muß einen ökonomischen Nutzen bringen. Für jede Maßnahme des Planteils II ist daher der ökonomische Nutzen zu ermitteln. In der Regel werden mehrere Varianten geprüft, danach wird der optimale Lösungsweg gewählt. Nach den gegenwärtigen Bestimmungen sind auszuweisen:

Selbstkostensenkung (in 1000 MDN), Arbeitszeiteinsparung (in 1000 Stunden). Der Kostensenkung wird der Aufwand für die Einführung der Maßnahme gegenübergestellt und der ökonomische Nutzen ermittelt. Betragen die Einsparungen insgesamt 100 000 MDN und der Aufwand für die Maßnahme 44 000 MDN, so entsteht ein Nutzen von 56 000 MDN.

- *Ermitteln Sie den ökonomischen Nutzen einer Maßnahme des Plans Neue Technik in Ihrem Einsatzbetrieb!*

▶ **Der Plan Neue Technik ist das Kernstück des Perspektiv- und Jahresplans. Er enthält die wichtigsten Aufgaben und Maßnahmen, um den wis-**

senschaftlich-technischen Fortschritt vorzubereiten und zu verwirklichen. Er beeinflußt die wissenschaftlich-technische Entwicklung in den Betrieben und VVB. Seine Ausarbeitung und Erfüllung ist Sache aller Werktätigen.

AUFGABEN

- *Erläutern Sie die Bedeutung der Rationalisierung für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt!*
- *Begründen Sie die Notwendigkeit der Standardisierung für die Entwicklung der Produktivkräfte!*
- *Warum ist nur im Sozialismus eine konsequente Standardisierung möglich?*
- *Zeigen Sie den Zusammenhang zwischen Standardisierung, Qualität der Erzeugnisse und Kosten an einem Beispiel aus Ihrem Einsatzbetrieb!*
- *Erläutern Sie die Vorzüge der Typung an Beispielen!*
- *Zeigen Sie an Beispielen, daß Standardisierung nicht zu Uniformierung führt!*
- *Erläutern Sie, weshalb eine zweckmäßige Organisation der Kooperationsbeziehungen erforderlich ist!*
- *Wodurch beeinflußt die internationale Spezialisierung und Kooperation die Arbeitsproduktivität?*
- *Erklären Sie die wirtschaftlichen Vorteile der Spezialisierung und Kooperation am Beispiel der langfristigen Vereinbarungen zwischen der Sowjetunion und der DDR!*
- *Erläutern Sie an Beispielen aus Ihren Betriebseinsätzen den Unterschied zwischen verfahrensgebundener und ergebnisgebundener Fertigung!*

- *Nennen Sie einige Voraussetzungen für den Übergang zur Fließfertigung!*
- *Begründen Sie, warum bei Fließfertigung der niedrigste Zeitaufwand je Erzeugnis entsteht!*
- *Zeigen Sie den Zusammenhang zwischen wachsenden Fertigungstückzahlen und Mechanisierung und Automatisierung!*
- *Welcher Zusammenhang besteht zwischen Gruppenbearbeitung und Standardisierung?*
- *Warum sind die Kosten je Erzeugnis bei größeren Serien niedriger als bei kleineren?*
- *Warum muß bei der Ausarbeitung des Plans Neue Technik von den Hauptrichtungen der Wissenschaft und Technik ausgegangen werden?*
- *Weshalb ist eine langfristige Planung der wissenschaftlich-technischen Entwicklung erforderlich?*
- *Begründen Sie, warum wir alle Kräfte, Mittel und Kapazitäten auf die Lösung der volkswirtschaftlichen Schwerpunktaufgaben konzentrieren!*

Die Anwendung ökonomischer Hebel zur Steigerung der Arbeitsproduktivität

Die materielle Interessiertheit im Sozialismus

Unter den Bedingungen des gesellschaftlichen Eigentums an den Produktionsmitteln arbeiten die Werktätigen für sich selbst, für die immer bessere Befriedigung ihrer Bedürfnisse, für eine friedliche, glückliche Zukunft. Daher entwickelt sich beim sozialistischen Aufbau die schöpferische Mitarbeit der Werktätigen an der Lösung der wirtschaftlichen Aufgaben. An die Stelle der Initiative der Unternehmer tritt die Initiative der werktätigen Menschen. Sie entspringt der Erkenntnis, daß die persönlichen und die gesellschaftlichen Interessen in der sozialistischen Ordnung übereinstimmen und daß die Werktätigen ihre Interessen am besten vertreten, wenn sie gemeinsam für den höchsten gesellschaftlichen Nutzen arbeiten.

Die Erfüllung der wirtschaftlichen Aufgaben beim umfassenden Aufbau des Sozialismus hängt sehr stark davon ab, in welchem Maße es gelingt, die einzelnen Werktätigen und die Kollektive materiell an der Erreichung der Ziele zu interessieren. Die richtig angewandte materielle Interessiertheit fördert die Entwicklung der Produktivkräfte. Im Programm der SED heißt es, „daß die vollständige Übereinstimmung zwischen den gesellschaftlichen Erfordernissen und den Interessen der einzelnen Werkttä-

gen und Kollektive die wichtigste Triebkraft unserer ökonomischen und gesellschaftlichen Entwicklung ist“. Im neuen ökonomischen System wird die materielle Interessiertheit nach dem Grundsatz verwirklicht: „Alles, was der Gesellschaft nützt, muß auch für den Betrieb und für den einzelnen Werktätigen vorteilhaft sein.“

In unserer Wirtschaft werden vielfältige Formen der materiellen Interessiertheit angewandt. Eine Form soll an dem folgenden vereinfachten Beispiel erläutert werden. Es zeigt, wie das, was der Gesellschaft nützt, auch dem Betrieb und dem einzelnen zum Vorteil gereicht.

VEB A stellt für das Jahr 1965 einen optimalen Plan auf und überbietet die Orientierungsziffer „Gewinn“ um eine Million MDN. Er erzielt nach Ablauf des Planjahres dieses Ergebnis, indem er vorfristig ein neues Erzeugnis in die Produktion überleitet, eine neue, hochproduktive Technologie anwendet, das Gütezeichen „Q“ für das Erzeugnis erwirbt und den Betriebsplan übererfüllt. Mit Zustimmung der VVB kann er 70 Prozent des überbotenen Gewinns zusätzlich dem Prämienfonds zuführen. Das sind 700 000 MDN. Angenommen, zur Belegschaft gehören 2000 Werktätige, dann erhöht sich die jährliche Durchschnittsprämie jedes Beschäftigten um 350 MDN.

Die materielle Interessiertheit wird angewandt, weil die neue Gesellschaft nicht allein durch revolutionären Schwung, durch Überzeugung oder Appelle an das Bewußtsein aufgebaut werden kann. Die Menschen müssen auch materiell an hohen Arbeitsergebnissen interessiert werden. Die gesellschaftlichen Erfordernisse können um so besser durchgesetzt werden, je wirklicher sie mit der materiellen Interes-

siertheit verbunden sind. Lenin hat der materiellen Interessiertheit große Bedeutung beigemessen. Er gab den Hinweis, „daß man jeden großen Zweig der Volkswirtschaft auf der materiellen Interessiertheit aufbauen muß“.

Die materielle Interessiertheit wird vor allem aus zwei Gründen angewendet:

1. Jeder Werktätige, jeder Betrieb, jeder Industriezweig wird nach seiner Leistung am Ergebnis der Arbeit beteiligt, das heißt, er wird am gesellschaftlichen Nutzen der gesamten Tätigkeit materiell interessiert.
2. Das Interesse der Werktätigen, der Betriebe, Industriezweige usw. an hohen Arbeitsleistungen wird geweckt. Die Initiative und die schöpferischen Kräfte der Werktätigen werden darauf gelenkt, die volkswirtschaftlich wichtigsten Aufgaben mit dem höchsten gesellschaftlichen Nutzen zu lösen.

Richtig angewandte materielle Interessiertheit heißt: bewußt und planmäßig die Übereinstimmung zwischen den gesellschaftlichen Erfordernissen, die im Perspektivplan festgelegt sind, und den materiellen Interessen der einzelnen Werktätigen, der Kollektive und Gruppen herzustellen. Die materiellen Interessen der Werktätigen beschränken sich nicht auf den Arbeitslohn; sie berühren die gesamten Arbeits- und Lebensbedingungen. Die Entlohnung nach der Arbeitsleistung nimmt dabei jedoch die zentrale Stellung ein.

Richtig ausgenutzte materielle Interessiertheit regt jeden Werktätigen an, klug und einfallreich zu planen und zu arbeiten, sich zu qualifizieren, die Arbeitszeit und die Produktionsmittel so gut wie möglich auszunutzen, sich der vorteilhaftesten Arbeitsmethoden zu bedienen, die neueste Technik und die rationellste

Technologie anzuwenden, Erzeugnisse höchster Qualität herzustellen und die Kosten zu senken, um den Reichtum der Gesellschaft zu mehren und gleichzeitig sein Arbeitseinkommen zu erhöhen.

Im neuen ökonomischen System wird die materielle Interessiertheit vor allem durch die planmäßige Anwendung des in sich geschlossenen Systems ökonomischer Hebel gefördert. Ein Teil der ökonomischen Hebel wirkt vorwiegend auf die Betriebe ein, ein anderer Teil berührt unmittelbar das materielle Interesse der Werktätigen. Demnach unterscheidet man Formen der betrieblichen materiellen Interessiertheit (zum Beispiel Kosten, Preis, Umsatz und Gewinn) und Formen der persönlichen materiellen Interessiertheit (zum Beispiel Lohn und Prämie). In diesem Buch wird lediglich auf Lohn und Prämie eingegangen.

- *Wiederholen Sie den Abschnitt über ökonomische Hebel im Lehrbuch für Staatsbürgerkunde, Teil 2!*

► **Die wichtigste Triebkraft unserer ökonomischen und gesellschaftlichen Entwicklung ist die vollständige Übereinstimmung der gesellschaftlichen Erfordernisse mit den materiellen Interessen der einzelnen Werktätigen sowie der Kollektive und Gruppen. Diese Triebkraft wird dadurch wirksam, daß das materielle Interesse der Werktätigen durch ein System ökonomischer Hebel mit dem gesellschaftlichen Nutzeffekt der Arbeitsergebnisse verknüpft wird.**

- *Untersuchen Sie, wie in Ihrem Einsatzbetrieb die materielle Interessiertheit als Faktor zur Entwicklung der schöpferischen Masseninitiative genutzt wird!*

In unserer Gesellschaft gilt für die Arbeit und den Lohn das sozialistische Grundprinzip „Jeder nach seinen Fähigkeiten, jedem nach seiner Leistung“. Das erfordert, die Arbeitsleistung nach Quantität und Qualität der Arbeit zu messen.

Bei der Bestimmung der *Qualität der Arbeit* setzt man die verschiedenen Arbeiten in den einzelnen Berufen (Maurer, Dreher, Kraftfahrer, Ingenieur) zueinander ins Verhältnis und stuft sie nach dem Grad der Kompliziertheit ab, der von den Arbeitsanforderungen im Arbeitsprozeß bestimmt wird. Der Grad der Kompliziertheit hängt von Qualifikation, körperlicher und geistiger Beanspruchung sowie von der Verantwortung des Werkstätigen ab. Für die jeweilige Arbeit wird ein bestimmter Tariflohn (je Stunde oder je Monat) festgesetzt, der den Grad der Kompliziertheit in Geld ausdrückt.

Bei der Bestimmung der *Quantität der Arbeit* werden die unterschiedlichen Arbeitsergebnisse ermittelt, die die einzelnen Werkstätigen bei gleichem Grad der Kompliziertheit der Arbeit erzielen. Man ermittelt die Quantität der Arbeit mit Hilfe von Kennziffern, wie Arbeitszeitaufwand, Materialverbrauch, Qualität der Erzeugnisse, Kapazitätsauslastung und dergleichen. Die Grundlagen für die quantitative Bewertung der Arbeit werden durch die technische Arbeitsnormung geschaffen. Lohn und Prämien müssen so gestaltet werden, daß die persönlichen materiellen Interessen mit den gesellschaftlichen Erfordernissen verknüpft sind. Das bedeutet, daß sie von Kennziffern abhängig sein müssen, wie Gewinn, Steigerung der Arbeitsproduktivität, Ausnutzung der Technik, Erhöhung der Qualität, Senkung der Kosten. Dann regen sie die Werkstätigen

an, hohe Arbeitsergebnisse zu erreichen und den höchsten Nutzeffekt zu erzielen, das heißt, sie wirken als ökonomische Hebel.

Damit der Lohn als ökonomischer Hebel für einen hohen gesellschaftlichen Nutzeffekt der Arbeit wirksam werden kann, sind

1. technisch begründete Arbeitsnormen,
 2. ökonomisch zweckmäßige Lohnformen
- erforderlich.

Technisch begründete Arbeitsnormen

In der modernen Produktion sind die Produktionsprozesse in einzelne Teilprozesse untergliedert. Viele verschiedene Arbeiten müssen verrichtet werden, Menschen vieler Berufe müssen tätig sein, bevor aus dem Material das Endergebnis entsteht. Das Zusammenwirken der einzelnen Menschen mit den Maschinen und Ausrüstungen und die harmonische Zusammenarbeit der verschiedenen Bereiche läßt sich nur organisieren, koordinieren und leiten, wenn man den Arbeitszeitaufwand für jeden Teilprozeß kennt. Der erforderliche Arbeitszeitaufwand für eine bestimmte Arbeit wird durch die technische Arbeitsnormung ermittelt.

Durch die technische Arbeitsnormung werden die Produktions- und Arbeitsbedingungen wissenschaftlich erforscht und zugleich die besten technischen, technologischen und organisatorischen Bedingungen und Arbeiterfahrungen ermittelt. Auf dieser Grundlage wird die technologisch notwendige Zeit für eine bestimmte Arbeit (Zeitnorm) oder die in einer bestimmten Zeiteinheit zu fertigende Menge (Mengennorm) festgesetzt.

Die Arbeitsnormung dient dem Ziel, mit Hilfe der Werk tätigen die günstigsten Bedingungen zu schaffen, um die Arbeitsproduktivität maximal zu steigern, die Maschinen vollständig auszulasten, die Qualität der Erzeugnisse zu erhöhen und die Selbstkosten zu senken.

► **Technisch begründete Arbeitsnormen sind das Maß der Arbeit und der Entlohnung. Sie sind die entscheidende Grundlage für die wissenschaftliche Leitung, Planung und Organisation der Produktion, für einen hohen Nutzeffekt der gesellschaftlichen Produktion und für die Verwirklichung des Leistungsprinzips.**

Gliederung des Arbeitsprozesses

Zur Normung der Arbeit muß der Arbeitsprozeß in einzelne Bestandteile mit gleichen allgemeinen Merkmalen untergliedert werden. Daher unterteilt man den Arbeitsprozeß in Arbeitsgänge. Jeder Arbeitsgang setzt sich aus einzelnen Arbeitsverrichtungen zusammen, das heißt aus Arbeitsstufen, Griffen und Griffelementen (vgl. Übersicht 147.1). Die Aufteilung eines Arbeitsganges in all diese Arbeitsverrichtungen ist in der Praxis jedoch nicht in jedem Fall erforderlich.

Ein Arbeitsgang ist der Teil des Produktionsprozesses, den ein Arbeiter oder eine Gruppe von Arbeitern an einem Arbeitsplatz an einem Arbeitsgegenstand ausführt. Als Arbeitsgang gilt das Bohren eines Kupplungsstirnrades auf der Bohrmaschine, das Drehen einer Welle auf der Drehmaschine oder das Zersägen eines Werkstücks. Ein Arbeitsgang umfaßt nur Arbeitsverrichtungen, bei denen der Arbeitsgegenstand, das Ar-

beitsmittel und der Arbeiter nicht wechseln und die durch keinen anderen Arbeitsgang unterbrochen werden. Wird zum Beispiel ein Werkstück auf derselben Drehmaschine geschruppt und geschlichtet, dann liegt ein Arbeitsgang vor; wird es aber auf einer Drehmaschine geschruppt und auf einer anderen geschlichtet, dann handelt es sich um zwei Arbeitsgänge.

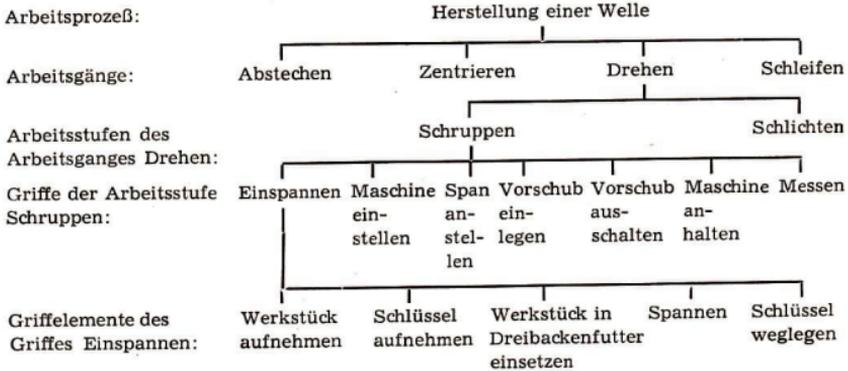
Eine Arbeitsstufe ist der Teil des Arbeitsprozesses, der ohne Wechsel des Arbeitsplatzes und des Arbeitsgegenstandes sowie ohne Veränderung der Arbeitsweise (Einstellung) der Maschine oder Einrichtung durchgeführt wird. Wenn ein Werkstück auf derselben Maschine nacheinander geschruppt und geschlichtet wird, ist das Schruppen die erste und das Schlichten die zweite Arbeitsstufe.

Ein Griff ist die in sich geschlossene zweckbestimmte Tätigkeit eines Arbeiters. Es gibt verschiedene Griffarten, die von der technischen Ausrüstung der Arbeiter abhängig sind, zum Beispiel Handgriff, Maschinengriff usw. Als Handgriff gilt beispielsweise das Feilen eines Werkstücks von Hand.

Ein Griffelement ist der Teil eines Griffes, mit dessen Hilfe der Arbeiter eine einmalige ununterbrochene Bewegung ausführt, ein Werkstück oder ein Werkzeug berührt oder ohne eine Unterbrechung einmalig verlagert. Die Griffelemente eines Handgriffs sind zum Beispiel: Schlüssel ergreifen, Schlüssel ansetzen, Schraube durch Drehen befestigen, Schlüssel ablegen.

- *Gliedern Sie einen im Einsatzbetrieb selbst ausgeführten Arbeitsgang in Arbeitsstufen, Griffe und Griffelemente!*

Übersicht 147.1: Gliederung des Arbeitsganges



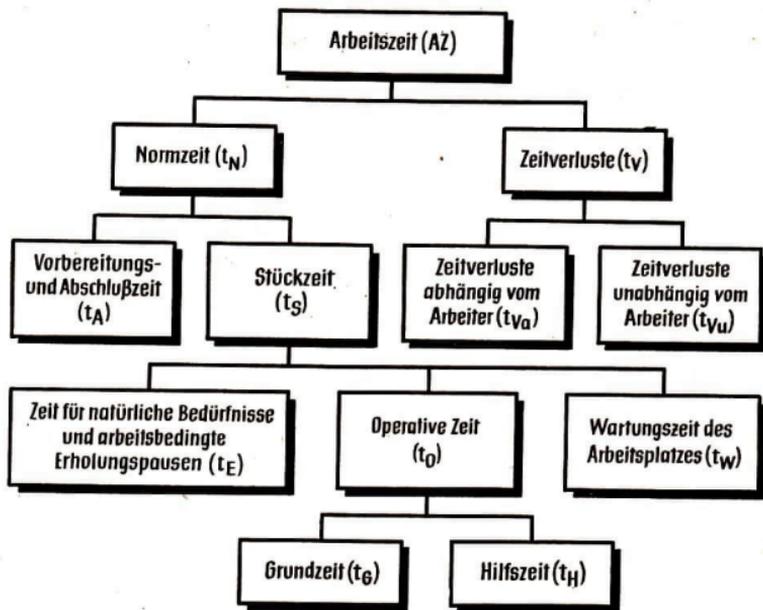
Gliederung des Arbeitszeitaufwands

Außer der Gliederung des Arbeitsprozesses ist zur Normung der Arbeit eine exakte Aufteilung des Arbeitszeitaufwands erforderlich. Mit der TGL 2860-56 ist für die gesamte Volkswirtschaft eine einheitliche Zeitgliederung mit einheitlichen Begriffen geschaffen worden. Eine einheitliche Zeitgliederung ermöglicht den Leistungsvergleich und eine überbetriebliche Normung. Bild 148/1 gibt den Aufbau der einheitlichen Zeitgliederung gekürzt wieder.

Die Arbeitszeit (AZ) ist die Zeit für die Ausführung des Arbeitsauftrages. Ein Arbeitsauftrag kann aus einem Arbeitsgang oder aus mehreren Arbeitsgängen bestehen. Die Arbeitszeit setzt sich aus der Normzeit (t_N) und den Zeitverlusten (t_V) zusammen.

Normzeit. Die Normzeit ist die technisch begründete Zeit für die Ausführung eines Arbeitsauftrages. Sie besteht aus der Vorbereitungs- und Abschlußzeit (t_A) und der Stückzeit (t_S).

Die *Vorbereitungs- und Abschlußzeit* benötigt der Arbeiter, um sich mit dem Arbeitsauftrag vertraut zu machen, die Arbeitsmittel (zum Beispiel Arbeitsplatz, Maschine) entsprechend herzurichten und bei Abschluß des Arbeitsauftrages gegebenenfalls wieder in den Ausgangszustand zurückzusetzen. Zur Vorbereitungs- und Abschlußzeit gehört die Zeit zum Studieren des Arbeitsauftrages bei Arbeitsbeginn, zum Lesen der Zeichnung, zur Arbeitsunterweisung durch den Meister, zum Empfang der Unterlagen, der Werkzeuge, der Vorrichtungen und des Vormaterials, zum Einstellen der Werkzeuge beim Einrichten der Maschine, zur Übergabe der fertigen Arbeit an die Technische Kontrollorganisation (TKO). Die Vorbereitungs- und Abschlußzeit wird meist je Arbeitsauftrag nur einmal gewährt. Beispielsweise wird sie bei Serienfertigung jeder Serie nur einmal zugeschlagen, verteilt sich also anteilmäßig auf die einzelnen Fertigungseinheiten der Serie. Die *Stückzeit* ist die Zeit zur Fertigung eines Stücks oder einer anderen Mengen-



148/1 Schema der Zeitgliederung gemäß TGL 2860-56

einheit. Sie setzt sich zusammen aus der operativen Zeit (t_O), der Wartungszeit (t_W) und der Zeit für natürliche Bedürfnisse und arbeitsbedingte Erholungspausen (t_E). Je nach Arbeitsauftrag kann sie n -mal auftreten.

Die *operative Zeit* ist der Zeitaufwand zur Veränderung des Arbeitsgegenstandes im Sinne des Arbeitsauftrages. Sie besteht aus der Grundzeit (t_G) und der Hilfszeit (t_H)

Die *Grundzeit* ist die Zeit, in der die Form, das Ausmaß oder das örtliche Dasein des Arbeitsgegenstandes unmittelbar mit Hilfe von Maschinen oder von Hand verändert wird. Als Grundzeit rechnen Spanabhub mit selbsttätigem Drehmeißelvorschub, Spanabhub mit Handvorschub, Feilen von Hand.

Die *Hilfszeit* ist der Zeitaufwand zur Ausführung von regelmäßig wiederkehrenden Hilfsvorrichtungen. Beispiele dafür sind die selbsttätige Verlagerung von Werkstücken auf Metallbearbeitungsmaschinen, das Ein-, Um- und Ausspannen des Werkstücks von Hand.

Die *Wartungszeit* des Arbeitsplatzes ist die Zeit zur Pflege und Instandhaltung des Arbeitsplatzes. Dazu gehören: Bereitlegen des Werkzeugs, Säuberung des Arbeitsplatzes, Übergeben der Schicht, Abschmieren der Maschine, Auswechseln stumpf gewordener Werkzeuge, Beseitigen von Spänen.

Die *Zeit für natürliche Bedürfnisse und arbeitsbedingte Erholungspausen* wird zum Schutz der Arbeitskraft benötigt. Die Zeit für arbeitsbedingte Erholungs-

pausen ist die arbeitsfreie Zeit, die dem Arbeiter bei körperlich schwerer und besonders ermüdender Arbeit gewährt wird, damit er sich von den Anstrengungen erholen kann. Dazu gehören Ruhepausen bei erschwerten Arbeitsbedingungen, Pausen bei Fließbandarbeit und arbeitsbedingte Waschzeiten.

- *Bestimmen Sie bei einem in Ihrem Einsatzbetrieb ausgeführten Arbeitsgang die Elemente der Normzeit!*

Zeitverluste. Die Zeitverluste sind Unterbrechungen, die die Ausführung des Arbeitsauftrages hemmen. Nach der Ursache unterteilt man sie in

- a) Zeitverluste, die vom Arbeiter abhängig sind (t_{va}); dazu zählen Verstöße gegen die Arbeitsdisziplin, wie verspäteter Arbeitsbeginn, eigenmächtig eingelegte Pausen, Nacharbeit bei eigenem Verschulden,
- b) Zeitverluste, die vom Arbeiter unabhängig sind (t_{vu}); darunter fallen unzureichende Versorgung mit Material oder Werkzeugen, Warten auf den Arbeitsauftrag, vermeidbare Wege zum Lager, Stromabschaltungen und anderes.

Die Zeitverluste einzuschränken ist und bleibt eine wichtige Aufgabe in unserer Volkswirtschaft. Im Jahre 1963 entstanden bei uns im Bereich der materiellen Produktion noch immer nachgewiesene Ausfallzeiten – ohne Krankheit – im Umfang von sechs Arbeitstagen je Produktionsarbeiter.

Je früher es gelingt, die vermeidbaren Zeitverluste erheblich zu senken, desto eher ist es möglich, den Mindesturlaub von 12 auf 15 Arbeitstage zu verlängern.

- *Wo und wodurch entstehen in Ihrem Einsatzbereich Zeitverluste? Wie können diese Zeitverluste überwunden werden?*

Die technische Begründung der Arbeitsnormen

Arbeitsnormen müssen technisch begründet sein, das heißt, sie müssen aus dem neuesten Stand der Technik, der rationellsten Technologie, der fortgeschrittensten Produktionsorganisation und den besten Arbeitserfahrungen der Werkstätigen abgeleitet sein. Technisch begründete Arbeitsnormen auszuarbeiten ist eine komplizierte Aufgabe, die erst dann mit dem größten Erfolg gelöst werden kann, wenn sie zur Sache aller wird, wenn durch die schöpferische Mitarbeit der Arbeiter die besten technischen, technologischen und organisatorischen Bedingungen geschaffen, die besten Erfahrungen und Vorschläge ausgewertet und die neuen Arbeitsnormen, Lohnformen und Prämienbedingungen vorher mit den Arbeitern beraten werden. Nur dann wird die kollektive Weisheit für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt, für eine verstärkte Rationalisierung der Produktion genutzt. Die zielstrebige Rationalisierung ermöglicht es, den Arbeitsaufwand und die Selbstkosten zu senken. Außerdem werden Arbeitskräfte für neue oder erweiterte Kapazitäten in den führenden Industriezweigen gewonnen.

Als Grundlagen für die technische Begründung der Arbeitsnormen werden herangezogen:

- technische Parameter (Leistungsdaten) der Maschinen, Anlagen, Werkzeuge und Transportmittel (Umdrehungszahl, Zugkraft, Hub-

leistung, Förderleistung), technologische Normative (Standzeiten, Zerspanungsrichtwerte), Qualitätsforderungen an das Erzeugnis (Passungen, Oberflächenbeschaffenheit);

- Besttechnologien (Typentechnologien), die das rationellste Zusammenwirken der Produktionsmittel und der menschlichen Arbeitskraft ermöglichen und den höchsten ökonomischen Nutzeffekt gewährleisten (dazu gehört auch, die modernsten Fertigungsverfahren anzuwenden);
- die fortgeschrittenste Produktionsorganisation (Maschinen- und Arbeitsplatzbelegungspläne, Arbeitsablaufpläne, Fertigungspläne);
- die erforderliche Qualifikation der Werk tätigen und die besten Arbeits erfahrungen und Arbeitsmethoden.

Eine Arbeitsnorm besteht aus verschiedenen Teilzeiten. Jede von ihnen muß technisch begründet sein. Um die technische Begründung der Arbeitsnormen zu verbessern, ist begonnen worden, die Aufgaben der technischen Arbeitsnormung dem Bereich des technischen Direktors zuzuordnen. Dadurch wird es besser möglich sein, den Arbeitsnormen den technologisch erforderlichen Arbeitszeitaufwand zugrunde zu legen. Es muß zur Selbstverständlichkeit werden, daß technisch begründete Arbeitsnormen unmittelbar bei der technologischen Vorbereitung der Produktion ausgearbeitet werden.

Der Grundsatz „Neue Technik – neue Normen“

Als neue Technik gilt nicht nur der Einsatz neuer Maschinen und Automaten oder die Anwendung des wissenschaftlich-technischen Höchststandes auf dem

jeweiligen Gebiet, sondern auch jede Veränderung im Produktionsprozeß, die zu einem technischen Fortschritt gegenüber dem bisherigen Stand führt. Der Begriff neue Technik schließt eine Vielzahl technischer, technologischer und organisatorischer Veränderungen im Produktionsprozeß ein, z. B. die Neuausrüstung von Betriebsabschnitten mit modernsten Maschinen, die Anwendung der Schneidkeramik, den Übergang von der Kleinserien- zur Großserienfertigung, den Einsatz einzelner Automaten, die Anwendung von Vorrichtungen, den Übergang zur Gruppenbearbeitung, die Verwirklichung von Neuerervorschlägen.

Der rasche Fortschritt von Wissenschaft und Technik im Zeitalter der technischen Revolution führt (meist kurzfristig) immer wieder zu technischen Neuerungen, zur Vervollkommnung der Produktion. Dadurch entstehen neue Bedingungen im Produktionsprozeß. Die Arbeitsproduktivität steigt. Die Arbeitsnormen müssen dem nunmehr erforderlichen Arbeitszeitaufwand je Erzeugnis angepaßt werden. Die überholten Arbeitsnormen sind daher durch Arbeitsnormen zu ersetzen, die dem erreichten Stand von Wissenschaft, Technik und Organisation der Produktion entsprechen. Die technische Arbeitsnormung muß aus diesem Grunde, sobald die Fertigungszeit je Erzeugnis durch den wissenschaftlich-technischen Fortschritt sinkt, neue Arbeitsnormen ausarbeiten und einführen.

Geschieht das nicht, so bleiben die Lohnkosten je Stück gleich. Die höhere Arbeitsproduktivität schlägt sich nicht in niedrigeren Selbstkosten je Erzeugnis nieder. Der Durchschnittslohn derer, die zufällig mit der neuen Technik arbeiten, steigt an. Ein Beispiel soll uns das klar machen:

Nachdem im Reifenwerk Fürstenwalde für eine bestimmte Reifendimension (1200–22) neue Drahtspritzaggregate, Drahtrollen und andere neue Maschinen eingeführt waren, verringerte sich die Fertigungszeit für 1000 Wulste von 55 auf 22 Stunden. Mit dieser technischen Veränderung wurden zugleich neue Arbeitsnormen erarbeitet und eingeführt. Der Durchschnittslohn je Stunde stieg von 2,68 MDN auf 2,77 MDN, aber die Lohnkosten für 1000 Wulste sanken von 150 MDN auf 63 MDN. Wäre die alte Norm beibehalten worden, hätte sich der Durchschnittslohn je Stunde von 2,68 MDN auf 6,70 MDN erhöht, die Arbeiter der Wulstfertigung hätten einen ungerechtfertigten Mehrverdienst erzielt.

Die Gesellschaft stellt finanzielle und materielle Mittel für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt bereit und rüstet einzelne Arbeiter mit neuen, leistungsfähigeren Arbeitsmitteln aus, damit sie höhere Arbeitsergebnisse für die Gesellschaft erzielen. Die ökonomischen Vorteile aus der Anwendung der neuen Technik müssen daher auch in erster Linie der Gesellschaft zugute kommen, damit alle Mitglieder der Gesellschaft an dem ökonomischen Nutzen beteiligt werden können.

Wenn der Grundsatz „Neue Technik – neue Normen“ konsequent verwirklicht wird, steigt die Arbeitsproduktivität schneller als der Durchschnittslohn. Die Selbstkosten je Erzeugnis sinken. Die Betriebe erzielen einen höheren Gewinn. Es können mehr Mittel eingesetzt werden, um die Produktion zu erweitern und zu vervollkommen. Die Gesellschaft kann mehr produzieren, mehr verteilen und auch mehr verbrauchen. Die meisten Maßnahmen des Plans Neue Technik zur Verwirklichung des

wissenschaftlich-technischen Fortschritts führen dazu, daß sich der Arbeitszeitaufwand je Erzeugnis verringert. Deshalb enthält der Plan Neue Technik außer technisch-organisatorischen Maßnahmen die Aufgaben zur Veränderung der Arbeitsnormen. Dadurch wird gewährleistet, daß neue Technik und neue Normen gleichzeitig wirksam werden.

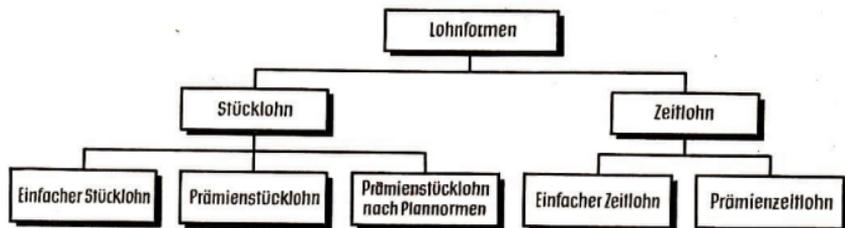
AUFGABEN

- *Erläutern Sie, wie die materiellen Interessen und die gesellschaftlichen Erfordernisse in unserer Wirtschaft in Einklang gebracht werden!*
- *Welchem Zweck dienen technisch begründete Arbeitsnormen?*
- *Erläutern Sie die technische Begründung der Arbeitsnormen!*
- *Warum sind mit der Einführung technischer Neuerungen neue Arbeitsnormen auszuarbeiten?*

Die Anwendung ökonomisch zweckmäßiger Lohnformen

Der Arbeitslohn berührt das persönliche Interesse jedes Werktätigen unmittelbar. Er ist daher das wirksamste Mittel, persönliche und gesellschaftliche Interessen in Einklang zu bringen.

Durch das neue ökonomische System wird der Lohn noch stärker von der Leistung und dem volkswirtschaftlichen Nutzen der Arbeit abhängig gemacht. Wer höhere Leistungen zum Nutzen der Gesellschaft vollbringt, erhöht sein Einkommen und hat materielle Vorteile. Wer dagegen die gesellschaftlichen Erfordernisse mißachtet, wird Einkommenseinbußen erleiden. Dadurch wird der Lohn zu einem wichtigen ökonomischen Hebel, über den das Handeln der



152/1 Übersicht über die wichtigsten Lohnformen

Menschen beeinflusst und auf den höchsten volkswirtschaftlichen Nutzen gelenkt werden kann.

In besonderem Maße wird das materielle Interesse der Werk­tätigen durch ökonomisch zweckmäßige Lohnformen auf hohe Arbeitsergebnisse gelenkt. Welche Lohnform ökonomisch zweckmäßig ist, muß im Einzelfall, ausgehend von den betrieblichen Bedingungen (Arbeitsaufgaben, technische Ausstattung, Technologie, Fertigungsprinzip), entschieden werden. Ökonomisch zweckmäßig ist diejenige Lohnform, die eine leistungsgerechte Entlohnung sichert und die Werk­tätigen anregt, ihre Arbeit mit dem höchsten gesellschaftlichen Nutzen zu verrichten.

Die beiden Grundformen des Lohnes sind der *Stücklohn* und der *Zeitlohn*. Beide werden jedoch in zunehmendem Maße mit Prämiensystemen verbunden, so daß *Prämienstücklohn* und *Prämienzeitlohn* entstehen.

Der Stücklohn

Beim *Stücklohn* wird der Verdienst von der Anzahl der hergestellten Erzeugnisse bestimmt. Stellt ein Arbeiter in einer Stunde acht Erzeugnisse her und beträgt der Stücklohn je Erzeugnis 0,35 MDN, so erhält er einen Stundenlohn von 2,80 MDN.

Stellt er zehn Erzeugnisse in der Stunde her, erhöht sich sein Stundenlohn auf 3,50 MDN. Lohn und Leistung steigen beim Stücklohn im gleichen Verhältnis. Daher geht vom Stücklohn ein starker materieller Anreiz zur Steigerung der Produktion aus. Dem Stücklohn müssen stets technisch begründete Arbeitsnormen zugrunde liegen.

Der Stücklohn ist ökonomisch zweckmäßig, wenn der Arbeiter den Arbeitszeitaufwand beeinflussen kann und wenn es ökonomisch richtig ist, allein die Mengenleistung zu bewerten. Das ist aber oft nicht der Fall. Deshalb sind bei der Anwendung des Stücklohnes eine Reihe Mängel aufgetreten. In dem Bestreben, eine hohe Mengenleistung zu erreichen, wurde oft die Qualität der Arbeitsausführung vernachlässigt. Unmittelbare Folgen waren: erhöhter Ausschub, mangelhafte Erzeugnisqualität, erhöhter Werkzeug- und Maschinenverschleiß. Häufig wurden auch zu niedrige, technisch nicht begründete Arbeitsnormen festgesetzt. Vielfach wurde der Grundsatz „Neue Technik – neue Normen“ nicht beachtet, und die Stücklohnempfänger erzielten ein ungerechtfertigt hohes Einkommen. In manchen Fällen war die Arbeit mit alter Technik materiell vorteilhafter als die mit der neuen Technik. Derartige Unzulänglichkeiten sind ein Hemmnis für den höchsten

volkswirtschaftlichen Nutzeffekt der Produktion. Erst wenn die Arbeitsnormen technisch begründet sind, ist gesichert, daß mit hohem Nutzeffekt produziert wird und daß sich Arbeitsproduktivität und Durchschnittslohn im richtigen Verhältnis zueinander entwickeln.

Der Prämienstücklohn

Beim *Prämienstücklohn* ist der Stücklohn mit Prämien verbunden. Die Prämien werden gezahlt, wenn bestimmte qualitative Kennziffern erreicht sind, beispielsweise Qualität, Materialverbrauch, Maschinenauslastung.

Bei dieser Lohnform hängt die Höhe des Lohnes nicht nur von der Mengenleistung, sondern auch von der Qualität des Arbeitsergebnisses ab. Der Prämienstücklohn lenkt daher das materielle Interesse auf hohe quantitative und qualitative Arbeitsergebnisse. Er ist ökonomisch zweckmäßig, wenn der wirtschaftliche Nutzen einer Arbeit sowohl von der Mengenleistung als auch von hoher Qualität, niedrigem Materialverbrauch, voller Auslastung der Produktionskapazität und dergleichen abhängig ist und der Arbeiter diese Faktoren beeinflussen kann.

Das folgende Beispiel soll die Anwendung des Prämienstücklohnes veranschaulichen.

Es wird ein Prämienstücklohn angenommen, der von der Mengenleistung und von der Qualität des Arbeitsergebnisses abhängt und sich zusammensetzt aus

- Tarifgrundlohn, unter Berücksichtigung der Normerfüllung,
- Mehrlohnprämie, die sich nach dem Prozentsatz der Nacharbeit richtet.

	Arbeiter A 0,1 % Nacharbeit (in MDN)	Arbeiter B 0,5 % Nacharbeit (in MDN)	Arbeiter C 1,2 % Nacharbeit (in MDN)
Tarifgrundlohn	2,—	2,—	2,—
4% Normübererfüllung	0,08	0,08	0,08
Mehrlohnprämie	1,20	1,08	0,87
	3,28	3,16	2,95

Aus diesem Beispiel geht hervor, daß Arbeiter A, weil er das beste qualitative Arbeitsergebnis erzielt hat (geringste Nacharbeit), bei gleicher Mengenleistung einen um 0,33 MDN höheren Stundenlohn erhält als Arbeiter C. Bei 200 Arbeitsstunden im Monat wäre der Bruttolohn von A – gleichbleibende Mengenleistungen vorausgesetzt – um 66 MDN höher als der von C.

Normen und Kennziffern beim Prämienstücklohn müssen technisch begründet sein und im richtigen Verhältnis zueinander stehen, damit von ihnen kein einseitiger materieller Anreiz ausgeht, beispielsweise die Mengenleistung zu erhöhen und die Qualität zu vernachlässigen.

Der Prämienstücklohn nach Plannormen

Der *Prämienstücklohn nach Plannormen* ist eine Lohnform, bei der Planerfüllung und Normerfüllung miteinander verbunden sind. Die Grundlage einer Plannorm sind die TAN für die einzelnen Arbeitsgänge.

Die TAN der Arbeitsgänge eines Erzeugnisses werden zu Komplexnormen zusammengefaßt. Multipliziert man die Komplexnorm jedes Erzeugnisses mit der Stückzahl des Produktionszeitraumes

und addiert man die Produkte, so erhält man die Plannorm.

	Komplex-norm	Stück	Plan-norm
Erzeugnis 1	20	1 000	20 000
Erzeugnis 2	12	8 000	96 000
Erzeugnis 3	16	2 000	32 000
			148 000

Plannormen werden von Monat zu Monat den Bedingungen in der Produktion angepaßt. Beispielsweise wird beachtet, daß die Arbeitszeit in jedem Monat verschieden ist. Außerdem werden die durchgeführten technisch-organisatorischen Veränderungen berücksichtigt.

Jede technische Neuerung führt sofort zu neuen TAN, zu Planänderungen in den produzierenden Bereichen und schließlich zu einer Änderung der Plannorm. Auf diese Weise wird der Grundsatz „Neue Technik – neue Normen“ verwirklicht.

Für jede Lohngruppe wird ein Planlohnsatz festgelegt, der aus dem Tarifgrundlohn und einer Prämie besteht. Die Höhe der Prämie wird ganz oder teilweise von erreichten qualitativen Kennziffern abhängig gemacht. Bei hundertprozentiger Planerfüllung wird der Planlohnsatz gezahlt.

	Lohngruppe			
	2	3	5	8
Tarifgrundlohn	1,34	1,44	1,64	2,00
Prämie bei 100 %				
Planerfüllung	0,53	0,57	0,65	0,80
(alle Werte in MDN)	1,87	2,01	2,29	2,80

Die Prämie ist gestaffelt und verändert sich bei Über- und Untererfüllung. Liegt die Planerfüllung unter einem bestimm-

ten Prozentsatz, beispielsweise unter 80 Prozent, wird überhaupt keine Prämie gezahlt.

Bei der Errechnung des Lohnes wird vom kollektiven Arbeitsergebnis ausgegangen. Der Anteil des einzelnen richtet sich nach seinem Anteil an dem Arbeitsergebnis des Kollektivs.

Der Prämienstücklohn nach Plannormen ist aus folgenden Gründen eine ökonomisch zweckmäßige Lohnform:

1. Die sozialistische Gemeinschaftsarbeit wird gefördert, weil das materielle Interesse jedes einzelnen auf ein hohes Arbeitsergebnis und auf die Erfüllung der gemeinsamen Aufgaben gelenkt wird.
2. Die Plannorm wird monatlich verändert und den veränderten Bedingungen angepaßt. Dadurch wird die geplante Entwicklung von Arbeitsproduktivität und Durchschnittslohn eingehalten und ein vorrangiges Wachstum der Arbeitsproduktivität gesichert.
3. Das materielle Interesse wird auf eine hohe Auslastung der Produktionskapazität und auf eine hohe Qualität der Erzeugnisse gerichtet.

Der Prämienstücklohn nach Plannorm ist anzuwenden, wenn es auf eine vollständige Auslastung der Produktionskapazität und auf eine hohe Qualität der Erzeugnisse ankommt und wenn das Arbeitsergebnis vom kollektiven Zusammenwirken der Arbeiter stark beeinflusst wird.

Das gilt besonders für automatische, vollmechanisierte oder aggregatgebundene Produktionsprozesse sowie für Fließ- und Massenfertigung in den verschiedenen Industriezweigen.

Der Zeitlohn

Der *Zeitlohn* wird als Stunden- oder Monatslohn (Gehalt) gezahlt. Seine Höhe hängt im Einzelfall von der Kompliziertheit der Arbeit, die im Tarifgrundlohn oder im Tarifgehalt geldmäßig bewertet ist, und von der tatsächlichen Arbeitszeit ab. Wer im Monat Februar 180 Stunden arbeitet, erhält bei einem Tarifgrundlohn von 1,90 MDN je Stunde einen Bruttolohn von 342 MDN. Zeitlohn wird angewendet, wenn eine exakte Normung der Arbeit nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist. Ein Nachteil des Zeitlohnes ist, daß das Arbeitsergebnis nicht berücksichtigt wird. Im Zeitlohn Arbeitende derselben Lohngruppe erhalten bei gleicher Arbeitszeit den gleichen Lohn. Eine engere Verbindung zwischen Arbeitsergebnis und Arbeitslohn kann durch Prämiensysteme hergestellt werden.

Der Prämienzeitlohn

Der *Prämienzeitlohn* besteht aus Zeitlohn und Mehrleistungsprämie. Die Zahlung der Mehrleistungsprämie ist davon abhängig, daß der Arbeiter oder das Kollektiv bestimmte technisch-ökonomische Kennziffern erreicht und dadurch einen ökonomischen Nutzen erzielt, beispielsweise höhere Rohstoffausbeute, niedrigeren Ausschuß, höhere Qualität der Erzeugnisse, niedrigeren Materialverbrauch, höhere Kapazitätsauslastung. Im Einzelfall sind diejenigen Kennziffern auszuwählen, die zu dem höchsten ökonomischen Nutzen führen und von den Arbeitern am stärksten beeinflussbar sind.

Der Prämienzeitlohn hat sich in der chemischen Industrie bewährt, weil er den dortigen Arbeitsbedingungen entspricht.

Die Arbeiter in der chemischen Industrie können die Fertigungszeit, da sich die Umwandlungsprozesse in Gefäßen und Behältern vollziehen, nur in begrenztem Maße beeinflussen. Sie können aber, wenn sie die Verfahrensvorschriften genau befolgen, die Anlagen pflegen und kleinere Reparaturen sofort selbst ausführen, die Qualität erhöhen, das Material besser ausnutzen und die Maschinen und Anlagen besser auslasten.

Der Prämienzeitlohn kann den jeweiligen Bedingungen angepaßt werden. Das folgende Beispiel soll eine Variante des Prämienzeitlohnes aus einem Chemiefaserwerk veranschaulichen.

	MDN	
Grundlohn		1,80
+ Mehrleistungsprämie		
für Einhaltung der Qualität	0,29	
für Einhaltung der Materialverbrauchsnorm	0,15	
für Einhaltung der Arbeits- und Bedienungsanweisung	0,15	0,59
Prämienzeitlohn je Stunde		<hr/> 2,39

Der Prämienzeitlohn je Stunde von 2,39 MDN wird gezahlt, wenn alle qualitativen Kennziffern eingehalten sind. Liegt der Anteil der Sorte I über der vorgesehenen Qualitätskennziffer, so erhöht sich die Mehrleistungsprämie. Werden die qualitativen Kennziffern nicht erreicht, verringert sie sich. Es besteht also eine unmittelbare Verbindung zwischen Arbeitsergebnis und Arbeitslohn. Im Verlaufe der technischen Revolution wird sich in immer mehr Bereichen unserer Volkswirtschaft der Einfluß des Menschen auf die Fertigungszeit verringern, während der Einfluß der Maschinen und Ausrüstungen wachsen wird. Die Anforderungen, die sich aus den neuen technischen Bedingungen ergeben, besonders die höheren technischen

Kenntnisse und die wachsende Verantwortung, müssen der Bestimmung des Lohnes zugrunde gelegt werden, beispielsweise die Kenntnis der Arbeitsweise der Arbeitsmittel, die Verantwortung für Instandhaltung der Maschinen, Ausnutzung der Produktionskapazität, Einhaltung der Verfahrensvorschriften. Mit der technischen Umwälzung wird daher ein Übergang vom Stücklohn zum Prämienzeitlohn Hand in Hand gehen.

Leistungsabhängige Gehälter für leitende Wirtschaftsfunktionäre

Um auch die Leiter stärker an hohen ökonomischen Ergebnissen zu interessieren, werden leistungsabhängige Gehälter gewährt. So wird zum Beispiel die Höhe des Gehaltes der Werkleiter vom Erreichen und Überbieten des Gewinns abhängig gemacht, das der Fachdirektoren von der Lösung bestimmter Aufgaben. Es ist vorgesehen, daß das Gehalt bei Nichterfüllung bis zu 20 Prozent gekürzt und bei Überbietung der Kennziffern oder Aufgaben bis zu 30 Prozent steigen kann.

Vorbildliche Arbeit der Leiter führt zu hohen ökonomischen Ergebnissen und zu einem hohen Gehalt, unzureichende Arbeit zu niedrigen Ergebnissen und zu Gehaltseinbußen.

Mit dieser Regelung werden direkte Beziehungen zwischen dem ökonomischen Ergebnis und dem Gehalt der Leiter hergestellt. Jeder Leiter wird dadurch materiell daran interessiert, sein ganzes Können aufzubieten, um die ihm gestellten Aufgaben mit dem höchsten Nutzen für den Betrieb und die Gesellschaft zu lösen.

► **Der Arbeitslohn ist die Hauptform der persönlichen materiellen Interessiertheit, denn er ist die wichtigste Ein-**

nahmequelle der Werk tätigen, die ihre Lebenslage maßgeblich bestimmt. Je besser es gelingt, direkte Beziehungen zwischen Leistung und Lohn herzustellen, desto mehr wirkt der Lohn als ökonomischer Hebel auf die Steigerung der Arbeitsproduktivität, auf die vollständige Ausnutzung der Maschinen und Ausrüstungen, auf die Erhöhung der Qualität der Erzeugnisse und auf die Senkung der Selbstkosten.

Die Prämien als ökonomischer Hebel

Die Bildung des Prämienfonds

Der Arbeitslohn wird für Leistungen gezahlt, die von den Werk tätigen an ihrem Arbeitsplatz normalerweise zu erbringen sind. Leistungen, die quantitativ und qualitativ über das normale Maß hinausgehen, werden prämiert. Zur Prämierung wird in allen Betrieben und VVB ein Prämienfonds gebildet.

Die Zuführungen zum Prämienfonds stammen aus dem Gewinn, der die betriebliche Leistung zusammengefaßt ausdrückt. Hohe Arbeitsproduktivität, optimale Ausnutzung der Produktionskapazität, hohe Qualität der Erzeugnisse und niedrige Selbstkosten bringen dem Betrieb einen hohen Gewinn. Verstöße gegen die ordnungsgemäße Wirtschaftsführung führen zu Gewinneinbußen. Dadurch ist der Gewinn der wichtigste Maßstab für die Beurteilung der betrieblichen Leistung. Damit die Betriebe materiell an einem hohen Gewinn interessiert sind, ist der Gewinn die Hauptkennziffer für Zuführungen zum Prämienfonds. Je besser die Betriebe die Hauptkennziffer Gewinn erfüllen, desto höher sind die Zuführungen. Nach den Zuführungsbedingungen sind die Zuführungen abhängig

- vom Grad der Erfüllung der Hauptkennziffer (der geplante Gewinn),
- von der Erfüllung zusätzlicher Kennziffern (höchstens drei). Zusätzliche Kennziffern sind vor allem die Staatsplanaufgaben des Plans Neue Technik (besonders die Erhöhung der Qualität der Erzeugnisse) und die Erfüllung des Exportplans.

Erfüllt der Betrieb die Hauptkennziffer und die zusätzlichen Kennziffern, so kann er dem Prämienfonds den planmäßig festgelegten Anteil des Gewinns in voller Höhe zuführen. Für den Fall, daß die Hauptkennziffer nicht erfüllt wird, ist eine Staffelung vorgesehen. Erfüllt der Betrieb die Hauptkennziffer zu 96 Prozent, darf er 90 Prozent, erfüllt er sie zu 90 Prozent, darf er nur 35 Prozent des Prämienanteils zuführen. Erzielt der Betrieb weniger als 90 Prozent des geplanten Gewinns, entfällt die Zuführung. Diese Festlegungen sind ein starker Anreiz zur vollen Planerfüllung. Mit den Zuführbedingungen wird auch die Ausarbeitung optimaler Pläne gefördert. Betriebe, die alle Reserven bei der Planausarbeitung aufdecken und die Orientierungsziffern überbieten, dürfen höhere Zuführungen vornehmen als Betriebe, die ihre Orientierungsziffern nicht überbieten und den Plan später übererfüllen. Überbietet ein Betrieb den in der Orientierungsziffer vorgesehenen Gewinn in seinem optimalen Plan und erfüllt er die höheren Verpflichtungen, darf er bis zu 75 Prozent des überbotenen Betrages dem Prämienfonds zuführen. Setzt sich der Betrieb aber keine höheren Planziele, so darf er dem Prämienfonds bei Übererfüllung der Hauptkennziffer Gewinn nur 30 Prozent des Überplangewinns zuführen. Ein Betrieb, der einen über die Orientierungsziffern hinausgehenden

Gewinn von 500 000 MDN erzielt, erhält z. B. folgende zusätzliche Zuführungen:

- a) bei Ausarbeitung und Erfüllung eines optimalen Planes 375 000 MDN,
- b) bei Ausarbeitung eines „weichen“ Planes und Übererfüllung 150 000 MDN.

Mit dieser Regelung werden Betriebe belohnt, die wissenschaftlich begründete, hohe Planziele ausarbeiten, schon bei der Planaufstellung ihre Reserven aufdecken, die hohen Planziele mit ihren Partnern abstimmen und die höheren Planaufgaben vorbildlich erfüllen.

Damit die Prämie als ökonomischer Hebel wirksam werden kann, muß jeder Arbeiter, Meister und Ingenieur seine Aufgaben aus dem optimalen Plan, aber auch die materiellen Vergünstigungen kennen, die er nach Erfüllung des optimalen Plans erhält. Daher sind die Aufgaben (beispielsweise vorfristige Inbetriebnahme einer Anlage, Erhöhung der Qualität, Senkung des Ausschusses) und die Prämienbeträge in den Wettbewerbskonzeptionen und Prämienordnungen festzulegen und im voraus bekanntzugeben. Damit wird das materielle Interesse auf die Lösung der entscheidenden Aufgaben gelenkt, und die Prämie kann als ökonomischer Hebel wirksam werden.

Die Verwendung des Prämienfonds

Für die Verwendung des Prämienfonds gelten die gleichen Grundsätze wie für seine Bildung. Der Prämienfonds ist beispielsweise zu verwenden für

- Prämiiierung der besten Leistungen im innerbetrieblichen Wettbewerb und im Komplexwettbewerb,

- Zielprämien für die Lösung der wichtigsten Forschungs- und Entwicklungsaufgaben und für die beschleunigte Überleitung neuer Erzeugnisse und Verfahren in die Produktion,
- Prämiiierung hervorragender Leistungen der leitenden Mitarbeiter und des sonstigen Personals.

▶ **Prämien lenken das individuelle und das kollektive Interesse der Betriebsangehörigen auf die Ausarbeitung und Erfüllung optimaler Pläne. Sie verbinden die gesellschaftlichen und betrieblichen Interessen (hoher Gewinn) mit den persönlichen materiellen Interessen (hohe Prämien).**

A U F G A B E N

- *Begründen Sie, weshalb der Lohn die Hauptform der persönlichen materiellen Interessiertheit ist!*

- *Zeigen Sie am Beispiel, warum Stücklohn und Zeitlohn mit Prämien systemen verbunden werden!*
- *Erklären Sie, weshalb mit der technischen Revolution ein Übergang vom Stück- und Zeitlohn zum Prämienstück- und Prämienzeitlohn einhergeht!*
- *Weshalb ist der Prämienzeitlohn in der chemischen Industrie eine ökonomisch zweckmäßige Lohnform?*
- *Warum werden außer dem Lohn Prämien gezahlt?*
- *Begründen Sie, weshalb die Betriebe bei Ausarbeitung und Erfüllung optimaler Pläne höhere Prämienbeträge zuführen dürfen!*
- *Warum sind die Zuführungen vom Gewinn abhängig?*

Quellennachweis der Bilder

Die Zeichnungen wurden nach Vorlagen von Heinz Grothmann, Berlin, Eberhard Graf, Berlin, und Gerhard Anton, Berlin, angefertigt.

Bildarchiv Verlag Technik: 95/1, 137/1, 137/2, 139/1; Bildarchiv VWV: 5/2, 5/4, 15/2, 30/2a, 32/1b, 33/2, 42/3; Brüggemann, Leipzig: 34/1, 78/1, 103/1, 112/1; Deutsche Bauinformation, Berlin: 120/1; Dewag Werbung, Berlin: 114/1, 126/1; Druckerei Fortschritt Erfurt: 113/1; DZL, Berlin: 25/2; Fa. Ehrlich, Pirna: 39/2; Kolbe, Berlin: 98/2; Risch, Wernigerode: 14/3, 23/1; Royé, Halle: 8/1, 10/1; Römer, Karl-Marx-Stadt: 96/2, 97/1; Rössing-Winkler, Leipzig: 95/1; PGH Fotostudio Leipzig: 42/1; Pichner, Berlin: 66/1; Schmidt, Gotha: 30/2b; Schwermaschinenbau „Ernst Thälmann“: 59/2; Seifert, VWV: 5/1, 25/1, 55/3, 59/4; Wache, Berlin: 59/1; Wappler, Weida: 41/2; Wolff, Görlitz: 11/1b, 32/1c, 41/1a; VEB Elektro-Apparate-Werke, Berlin: 18/2, 21/2, 25/3, 29/3a, 36/1, 36/2; VEB Elektromotorenwerk Wernigerode: 7/2, 24/1a, b, 24/2; VEB Großdrehmaschinenbau „7. Oktober“, Berlin: 81/1; VEB Industriewerk Karl-Marx-Stadt: 59/3; VEB Sachsenwerk Niedersiedlitz: 5/3; VEB Statex Ilmenau: 33/3a, b; VEB Stern-Radio, Rochlitz: 35/1; VEB Traktorenwerk, Schönebeck: 79/1; Zentralbild, Berlin: 25/4, 55/1, 55/2, 55/4, 62/1, 136/1.
Titelbild: Klingler, Berlin.

SACHWORTVERZEICHNIS

- Anlassen des Motors 11, 12
Anlaßtransformatoren 13
Anlaßwiderstände 13, 15, 16
Antrieb 60, 62, 64 ff.
Arbeitsgang 146
Arbeitsmaschinen 57, 58, 62
Arbeitsmittel 103
Arbeitsnorm 150
Arbeitsnormung 146
Arbeitsorgane 61, 62, 63, 76 ff.
Arbeitsprozeß, Gliederung 146
Arbeitsstufe 146
Arbeitszeitaufwand, Gliederung 147
Aufbaumaschine 96, 97
Auslöser 23
Austauschbarkeit der Teile 125
Automatisierung 110, 136
- Bauform des Motors 23
Baukastenbauweise 96
Baukastensystem 79
Befehlsübermittlung 83
Belastung des Motors 12
Belüftung des Motors 10
Besttechnologien 150
Betriebsart des Motors 23
Bürstenabhebevorrichtung 16
- Chemische Industrie, Entwicklung 103
Chemisierung der Produktion 113
Codierung 27
- Dampflokomotive 65
Dampfmaschine 6
Dampfturbinen 64
Dieselmotor 6, 65
Drehmaschine 60, 61, 68
Drehstrommotoren 5, 86
Druckmaschinen, Arbeitsorgane 77
- Einheitsmotoren 24
Einheitsreihe 7
Ein-Wattmeter-Schaltung 18
Einzelantrieb 5, 66
Einzelfertigung 90
Elektrifizierung der Produktion 114
Elektroenergie, Bedarf 104
-, Anwendung 117
Elektromotoren 5, 66
- Elektronik, Entwicklung 117
Energiequellen 6
Endlagenschalter 40
Erzeugnisgebundene Fertigung 93, 135
- Fahrbare Maschinen, Arbeitsorgane 77
Fallklappe 23
Farbencode 28
Fernbetätigung 49
Fernmeldetechnik 26
Fernüberwachung 48, 49
Fertigungsarten 90
Fertigungsprinzipien 90, 93
Filmgreifergetriebe 75
Flanschmotoren 23
Fließfertigung 93, 94, 135
Fließstrecke 94, 95
Flüssigkeitsgetriebe 74
Folgeschaltung 46
Förderschnecke 69
Fräsmaschine 59
Fußmotoren 23
Fühlersteuerung, hydraulische 83
Führungssteuerung 85
Füllstandsregelung 83
- Gabelstapler 63
Gasturbinen 64
Gehälter, leistungsabhängige 156
Gelenkgetriebe 75
Geräteträger RS 09 70
Gestellbauformen 80
Gestellbauteile 80
Glieder 82
Grenzwertschalter 40
Griff 146
Griffelement 146
Grundbaugruppen der Maschinen 60
Grundzeit 148
Gruppenantrieb 66
Gruppenbearbeitung 137 ff.
Gruppentechnologie 139
- Handbohrmaschine 62
Handsteuerung 83, 85, 86
Hauptantrieb 67
Hauptgetriebe 68, 72
Hilfszeit 148
Hobelmaschine 75
Hörmelder 30
Hupe 30
- Informationenverarbeitende Maschinen 57
Internationale wirtschaftliche Zusammenarbeit 133
Isoperlonlack 9
- Käfigläufer 9
Kegelradwendegetriebe 73
Kippmoment 11
Kleinmechanisierung 109
Klemmbrett 9
Kohlebürsten 8
Kolbendampfmaschinen 65
Kommutatoren 8
Kontaktthermometer 42
Kooperation 130
Kopierfräsmaschine, Steuerung 83
Kraftfluß in der Maschine 68
Kraftmaschinen 57, 58, 63, 64
Kupplungsgetriebe 71, 72
Kurbelwiderstände 13
Kurvengetriebe 75
Kurzschlußläufermotor 8
- Lagerschilder 10
Läufer 9
Läufergestell 10
Lasertechnik 118
Leerlauf des Motors 11
Leerlaufdrehzahl 12
Leistungsmessung 17
Leistungsverstärkung 33
Leuchtschaltbild 54
Leuchttaste 30
Lichtschranke 41, 42
Lohnformen 151
Losfertigung 91
Luftschütze 19
- Magnetmikroschalter 40
Malimo-Technologie 124
Maschineneinteilung 57, 58
Maschinengestell 62, 79
Maschinenmerkmale 56
Maskenformverfahren 124
Massenfertigung 90, 92
Materielle Interessiertheit 143
Mechanisierung 109
Mehrmotorenantrieb 67
Meldegeräte 27
Mengennorm 145
Metallbearbeitungsmaschinen 57
Mikroelektronik 118
Mitrofanow-Methode 138

Moderne Technologie 123
Molekularelektronik 118
Motordrehmoment 11

Nähmaschine, Arbeitsorgane 78
Nähmaschinenmotor 5
Nebenantrieb 67
Nestfertigung 93
Neue Technik – Neue Normen 150
Normzeit 147
Nortongetriebe 73
Numerische Steuerung 111

OB-Betrieb 44
ODER-Schaltung 45
Olschütze 19
Operative Zeit 148
Optimale Pläne 157

Perspektivplan 106, 107, 108, 123, 137
Phasenverschiebung 18
PIV-Getriebe 73
Plan Neue Technik 140, 151
Plannormen 154
Prämien 156 ff.
Prämienfonds 156 ff.
Prämienstücklohn 153
– nach Plannormen 153
Prämienzeitlohn 155
Presse, Arbeitsorgane 77
Produktionsprozeß 90
Produktivkraft 102
Programmgeber 39
Programmsteuerung 50, 85, 86

Regelgröße 53, 83
Regelkreis 53, 87
Regelung 83, 87
Regelungsaufgabe 82
Regelungstechnik 81, 82
Reihenfertigung 93
Relais 32 ff.
–, neutrale 34
–, gepolte 34
Relativdrehzahl 11
Rotor 9

Siemaschinen, Getriebe 73
Schalter, handbetätigte 31
Schalterstellungsanzeiger 29
Schalthäufigkeit 19
Schauschilder 28
Schieberadgetriebe 71
Schiebetastenschalter 30

Schleifringläufermotor 15
Schleudergußverfahren 9
Schlupf des Motors 11
Schmiedehammer, Arbeitsorgane 77
Schneidkeramik 124
Schraubengeräte 74
Schrittschaltwerke 35
Schutz des Motors 23
Schutzschalter 21
Schutzschaltung 18
Schwenkradgetriebe 72
Selbsthaltungsschaltungen 47
Selbstkosten 135
Serienfertigung 90, 91
Sichtmelder 28
Signale 26, 82
Sirene 31
Standardisierung 7, 125 ff., 132
Standards 126 ff.
Ständeranlasser 13
Ständer des Motors 9
Ständerbohrmaschine, Arbeitsorgane 77
Stativ 9
Stellmotor 5, 6
Stern-Dreieck-Schaltung 13
Stetige Regelung 88
Steuerkette 82, 83
Steuerung 82
–, selbsttätige 83, 84, 85
Steuerungsaufgabe 82
Steuerungen in Sicherheitssystemen 85
Steuerungstechnik 81, 82
Stirnradwendegeräte 73
Stromverdrängungsläufer 14
Stücklohn 152
Stückzeit 147
Stufengetriebe 70
Stufenlose Getriebe 70, 73
Stufenrädernetze 71
Stufenscheibengetriebe 70
Speicher für Schaltungsinformationen 86
Speicher für Weginformationen 86
Spezialisierung 132
Summer 30

Taktstraße 7, 95, 112, 113, 114
Technisch begründete Arbeitsnormen 145, 146
Teilautomatisierung 111
Teilmechanisierung 110
Temperaturregelung 52
Temperaturwächter 42
Transportmaschinen 57, 58
Trommelmischer 61, 69
Turmdrehkran 62

Typenreihe 126
Typung 126

Übertragungsmechanismen 59, 60, 63, 67 ff.
Uniformtechnik 123
Umkehrschaltung 46
UND-Schaltung 45

Verbrennungskolbenkraftmaschinen 65
Verbundnetz der DDR 116
Verfahrensgebundene Fertigung 93, 135
Verkettung der Maschinen 111
Verknüpfungsschaltungen 55
Vermittlungstechnik 44
Verriegelungsschaltung 47
Vollautomatisierung 112
Vollmechanisierung 110
Vorbereitungszeit 147
Vorratsspeicher 77

Wärmebeständigkeit des Motors 23
Wartungszeit 148
Wasserkraftmaschinen 64
Wechselgetriebe 72
Wechselradgetriebe 72
Wecker 30
Wendegeräte 73
Werkstättenfertigung 93, 94, 133
Werkzeugmaschinen
– Wirkungsgrad 76
– Arbeitsorgane 76
Windkraftmaschinen 64
Wirbelstromverluste 9
Wirkungsgrad der Maschinen 76
Wirkungsweg 82
Wirkungsrichtung 82
Wissenschaftlich-technische Revolution 101, 104, 105
Wissenschaft als Produktivkraft 102

Zahnradvorgelege 70
Zahnstangengetriebe 74
ZB-Betrieb 43
Zeitlohn 155
Zeitnorm 145
Zeitrelais 35
–, elektromechanische 36
– mit RC-Glied 38
–, thermische 37
Zeitverluste 149
Zuteilerschaltung 53
Zweipunktregler 88

STARKSTROMLEITUNGEN FÜR ORTSVERÄNDERLICH

Gummlader-
schnur



Leichte
Kunststoffschlauch-
leitung



Mittlere
Kunststoffschlauch-
leitung



Starke
Gummischlauch-
leitung



Geschirmte
starke
Gummischlauch-
leitung



Bergwerk-
Gummischlauch-
leitung



Schweiß-
leitung



Leitungstrosse



HE BETRIEBSMITTEL UND FÜR FESTE VERLEGUNG



Kunststoffader-
leitung



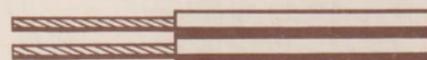
Kunststoffader-
leitung



Gummlader-
leitung



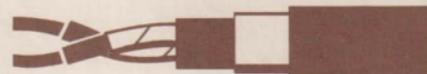
Geschirmte
Starkstrom-
leitung



Leuchten-
leitung



Sondersteg-
leitung



Bleimantel-
leitung



Umhüllter
Rohdraht