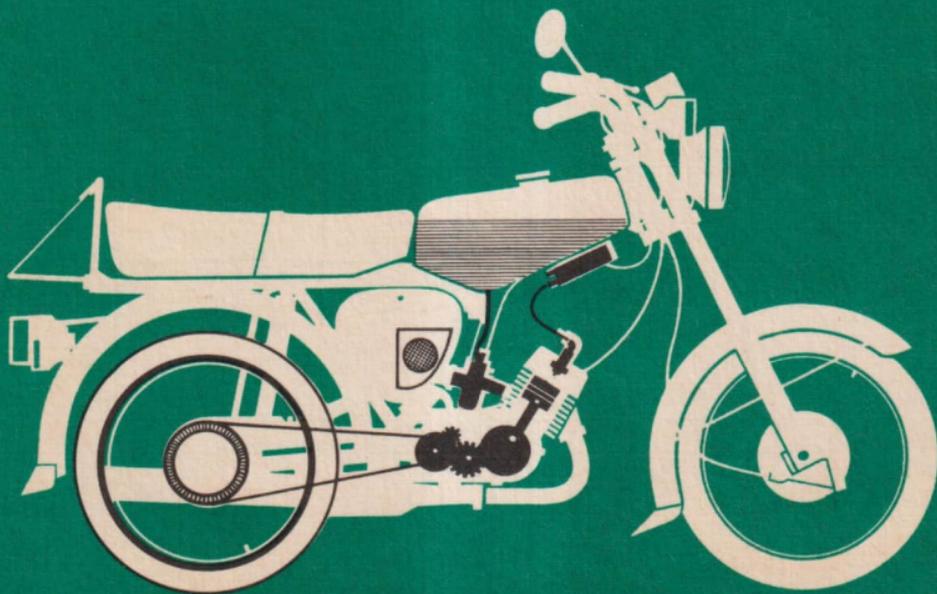


9

Einführung in die sozialistische Produktion

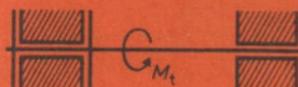


Darstellung von Sinnbildern (Beispiele)

Achsen,
Wellen



feststehende Achse, gelagert



Welle, gelagert

Lager

Gleitlager,
radial



Festlager



Loslager

Wälzlager,
radial



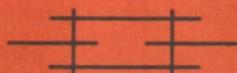
Festlager



Loslager

Kupp-
lungen

Dauer-
Kupplungen



Stiftkupplung



Kreuzgelenkkupplung

Schalt-
kupplungen



Klauenkupplung



Reibkupplung

Zahnrad/
Welle



Zahnrad,
fest



Zahnrad,
drehbar,
nicht
verschiebbar



Zahnrad,
nicht drehbar,
verschiebbar



Zahnrad,
drehbar
und
verschiebbar

Einführung in die sozialistische Produktion

Industrie
Lehrbuch für Klasse 9



Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin
1982

Autoren:

Gerhard Bienert, Günter Langer (Achsen und Lager, Wellen und Kupplungen, Getriebe, systematische Zusammenfassung der Bauteile)

Wolfgang Hesselbarth, Hartmut Kreienbrink (Einführung in die Steuerung und Regelung von Maschinen und Anlagen)

Otto Werk (Grundlagen der Produktion des sozialistischen Betriebes)

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik als Schulbuch bestätigt.

© Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1981

2. Auflage

Ausgabe 1981

Lizenz Nr. 203 1000/82 (UN 06 09 16-2)

LSV 0681

Redaktion: Gerda Mehlis

Einband: Karl-Heinz Wieland

Typographische Gestaltung: Atelier vvw

Zeichnungen: Waltraud Schmidt, Rainer Hasse

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: Neues Deutschland Berlin

Schrift: 9/9/11p Univers Linotron

Redaktionsschluß: 23. Juli 1981

Bestell-Nr. 730 86 51

Schulpreis DDR: 1,50 M

Inhalt

Maschinenkunde

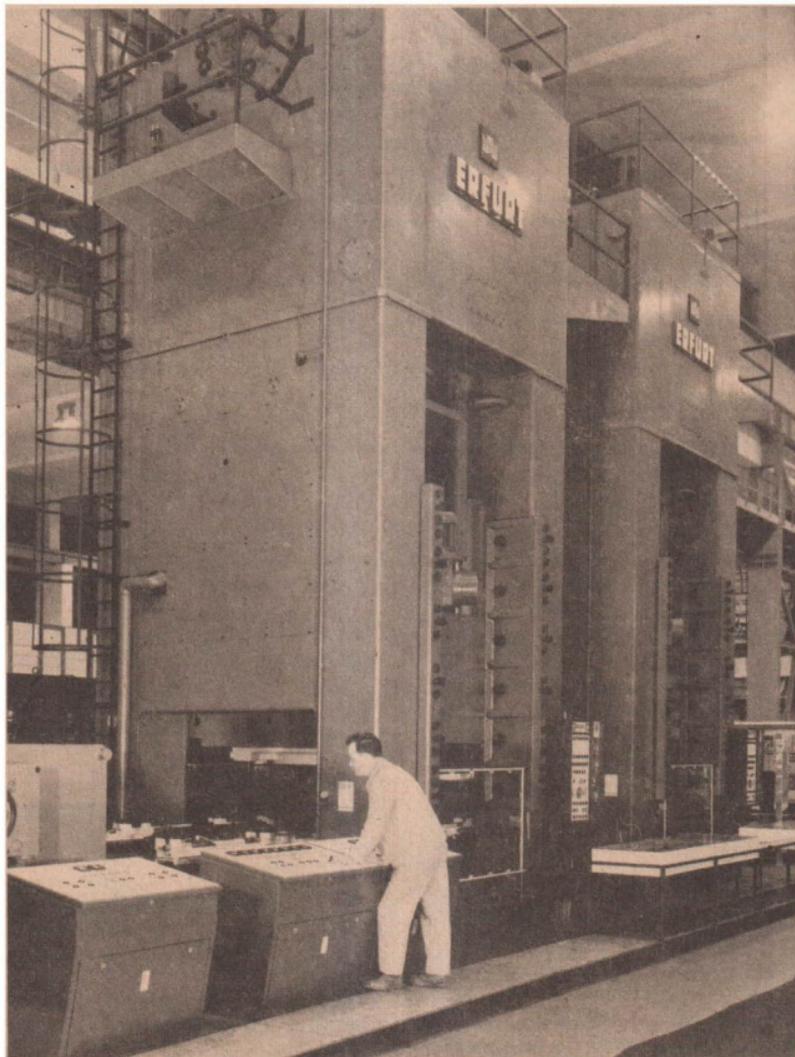
Achsen und Lager als Bauteile zum Abstützen	6
<i>Achsen</i>	6
Einsatzbeispiele und Aufgaben	6
Aufbau und Arten	6
Beanspruchung	8
<i>Lager</i>	11
Einsatzbeispiele und Aufgaben	11
Arten und Aufbau	11
Beanspruchung	14
Auswahl der Lager	17
Wellen und Kupplungen als Bauteile zum Fortleiten mechanischer Energie	18
<i>Wellen</i>	18
Einsatzbeispiele und Aufgaben	18
Aufbau und Arten	19
Beanspruchung	22
<i>Kupplungen</i>	24
Einsatzbeispiele und Aufgaben	24
Aufbau und Arten	25
Getriebe als Bauteile zum Umformen von Bewegungen	29
<i>Einsatzbeispiele und Aufgaben</i>	29
<i>Zahnradgetriebe</i>	30
Stirnradgetriebe	31
<i>Zugmittelgetriebe</i>	36
Keilriemengetriebe	36
<i>Kurbelgetriebe</i>	38
Schwingende Kurbelschleife	38
Systematische Zusammenfassung der Bauteile	41
<i>Energiefluß innerhalb der Maschinen</i>	42
<i>Konstruktive Gestaltung der Bauteile</i>	44
<i>Bedeutung der Standardisierung</i>	46
Ökonomischer Nutzen der Standardisierung	49
Einführung in die Steuerung und Regelung von Maschinen und Anlagen	50
<i>Historisches</i>	50
<i>Steuerungstechnik</i>	52
Handsteuerung	52
Gasmengensteuerung (Ventilsteuerung) im Viertakt-Verbrennungsmotor	52
Grundbegriffe der Steuerungstechnik	55
Darstellung des Wirkungsweges einer Steuerung	55
Merkmale einer Steuerung	56
Weitere Beispiele für automatische Steuerungen	56
<i>Regelungstechnik</i>	59
Handregelung	60
Flüssigkeitsstandregelung im Vergaser	61
Grundbegriffe der Regelungstechnik	62
Darstellung des Wirkungsweges einer Regelung	63
Merkmale einer Regelung	64
Weitere Beispiele für automatische Regelungen	64
<i>Bedeutung der Steuerung und Regelung</i>	67

Grundlagen der Produktion des sozialistischen Betriebes

Stellung und Produktionsaufgaben des Kombinatens und Kombinatbetriebes	70
<i>Stellung des volkseigenen Kombinates und Kombinatbetriebes in der Volkswirtschaft</i>	70
Aufgaben des Kombinatens und Kombinatbetriebes	72
Deckung des gesellschaftlichen Bedarfs	72
Sicherung der Qualität der Erzeugnisse	75
Steigerung der Arbeitsproduktivität	76
Senkung der Kosten	79
Leitung und Organisation der Produktion	82
Konzentration der Produktion	82
Spezialisierung der Produktion	82
Kooperation	84
Material- und Energiewirtschaft	85
<i>Aufgaben der Materialwirtschaft im Betrieb und Kombinat</i>	85
<i>Notwendigkeit des sparsamen Materialverbrauchs</i>	86
Möglichkeiten des sparsamen und zweckmäßigen Materialeinsatzes	88
Materialsubstitution	89
Materialsparende Konstruktionen und Bauweisen	90
Materialsparende Technologien und Verfahren	90
Einheimische und sekundäre Rohstoffe	91
Korrosionsschutz	92
Kampf um Einhaltung der Materialverbrauchsnormen und hohe Qualität	92
<i>Aufgaben der betrieblichen Energiewirtschaft</i>	94
<i>Energiebedarf und seine Deckung</i>	95
<i>Möglichkeiten rationeller Energieanwendung</i>	97
Hauptstufen des Produktionsprozesses	98
<i>Vorbereitung der Produktion</i>	98
Forschung	99
Entwicklung und Überleitung	99
<i>Durchführung der Produktion</i>	103
Hauptprozeß	104
Hilfsprozesse	107
Technische Kontrollorganisation (TKO)	110
<i>Realisierung der Produktion</i>	110
Rationalisierung des Produktionsprozesses	112
<i>Intensivierung durch sozialistische Rationalisierung</i>	112
Intensivierung der Produktion	112
Wesen und Ziele sozialistischer Rationalisierung im Betrieb	112
Die wichtigsten Aufgaben sozialistischer Rationalisierung	113
Hauptwege der sozialistischen Rationalisierung im Betrieb	114
<i>Die Verantwortung des Kombinates und der Kombinatbetriebe für die Rationalisierung</i>	122
Die Rationalisierungskonzeption	122
Erwirtschaftung der finanziellen Mittel für die Rationalisierung	123
Eigenbau von Rationalisierungsmitteln	123
Die Mitwirkung der Werktätigen bei der sozialistischen Rationalisierung	125

Im Lehrbuch verwendete Symbole ↑ S. 128

Maschinenkunde



Achsen und Lager als Bauteile zum Abstützen

Achsen

Einsatzbeispiele und Aufgaben

Achsen gibt es seit der Nutzung der Drehbewegung und ihrer Anwendung beim Transport von Lasten mittels Wagen. Nach Überlieferungen gab es die ersten Wagen bereits lange vor unserer Zeitrechnung in Indien.

Anfänglich waren die Räder (Scheiben) fest mit der Achse verbunden, die sich mit den Rädern gemeinsam drehte (umlaufende Achse). Später lernte man, die Räder auch drehbar auf der Achse zu lagern (feststehende Achse).

Heute kommen in vielen Maschinen, Apparaten und Geräten Achsen zum Einsatz (Bilder 6/1, 7/1). Achsen haben unterschiedliche Form und Größe und können aus verschiedenen Werkstoffen gefertigt sein. Sie erfüllen aber immer die gleiche Aufgabe.

▶ Achsen tragen Bauteile.

Aufbau und Arten

Zur Erfüllung ihrer Aufgaben sind die Achsen entweder mit dem Gestell bzw. Gehäuse der Maschinen fest verbunden – *feststehende Achse* (Bild 7/1) – oder sie stützen sich im Lager ab und laufen selbst mit um, *umlaufende Achse* (Bild 6/1). Die Lagerstellen von Achsen (und Wellen, S. 18) werden als Zapfen bezeichnet. Zapfen haben stets einen kreisförmigen Querschnitt. Es gibt verschiedene Arten (↑ Tech i Üb, S. 128). Die Standardisierung der Zapfen erleichtert die Montage und den Austausch von Achsen (und Wellen).

Feststehende Achsen verwendet man z. B. bei Kraftfahrzeugen und Kranen (Aufnahme der Seilrolle). Bei Fahrzeugen haben sie u. a. aus Gründen der Befestigung einen eckigen Querschnitt (z. B. I-Profil).

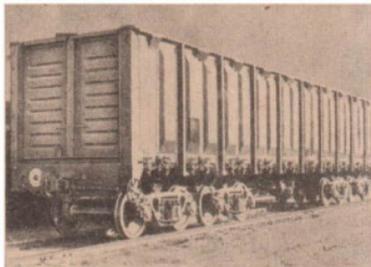
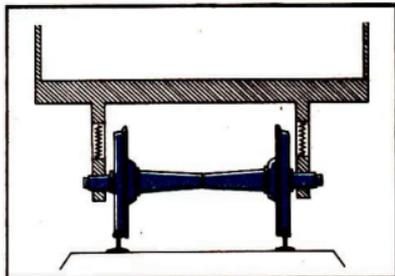


Bild 6/1 a) Bachtziger Eisenbahnwagen der Sowjetischen Staatsbahn



b) Achse am Eisenbahnwagen

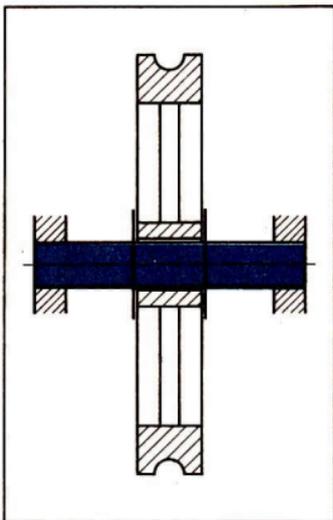
- ① Übertragen Sie folgende Übersicht auf ein Arbeitsblatt, und ergänzen Sie die fehlenden Texte und Zeichnungen!

Einteilungsmerkmal	Benennung	zeichnerische Darstellung	Einsatzbeispiele
Beweglichkeit	feststehende Achsen	
		Eisenbahnwagen
Längsgestalt	gerade		Handwagen
		Kraftfahrzeug
.....	I-Profil	
	
	Hohlprofil		Campinganhänger

- ② Untersuchen Sie, ob es sich bei der Sackkarre, beim Handwagen und beim Fahrrad um feststehende oder umlaufende Achsen handelt!



Bild 7/1 a) Löffelbagger
(pendelndes Bauteil)



b) Achse an den Seilrollen
des Löffelbaggers

Umlaufende Achsen erhalten aus Gründen der Festigkeit und Sicherheit (Verhütung von Unfällen) sowie zur Verringerung des Luftwiderstandes einen kreisförmigen Querschnitt.

Um den Materialeinsatz möglichst gering zu halten (Leichtbau) werden Hohlprofile bevorzugt. Die Profile der Achsen sind standardisiert (↑ S. 48).

Zur Verbesserung der Straßenlage werden bei Kraftfahrzeugen und Anhängerfahrzeugen (Verlagerung des Schwerpunktes nach unten) häufig **gekröpfte Achsen** eingesetzt (Bild 8/1) (↑ S. 7)

Achsen werden u. a. eingeteilt nach

- Beweglichkeit (feststehende und umlaufende Achsen)
- Längsgestalt (gerade und gekröpfte Achsen)
- Profil (z. B. Vierkantprofil, Rundprofil als Voll- oder Hohlprofil, I-Profil)

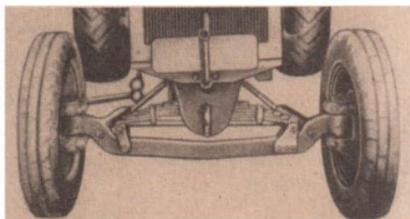


Bild 8/1 Gekröpfte Achse

Beanspruchung

Die Achsen werden durch die Aufnahme von Bauteilen und Nutzlasten auf Biegung beansprucht. Dabei wirkt die Biegekraft rechtwinklig zur Längsachse (Bild 9/1 b). Durch diese Kraft erfährt die Längsachse eine Biegung.

Die Biegung (Krümmung) verursacht ein Strecken und Stauchen des Achswerkstoffes in Richtung der Längsachse (Bild 9/1 b). Um die Biegung möglichst gering zu halten und eine bleibende Formänderung zu vermeiden, werden als Achswerkstoffe vorwiegend Stähle verwendet.

Außer vom Werkstoff ist die Biegung noch von anderen Bedingungen abhängig; wie

- Größe der angreifenden Kräfte
- Abstand der angreifenden Kräfte von den Lagerstellen
- Profil, Lage (flach oder hochkant) (↑)

- Achsen werden auf Biegung beansprucht.
- Achsen sollen bei minimalem Materialaufwand eine maximale Biegefestigkeit aufweisen.

- ① Beurteilen Sie aus Ihrer Erfahrung, die Sie im Werkunterricht gemacht haben, die Biegefestigkeit einer Achse mit rechteckigem Profil bei konstanter Belastung und Stützweite, aber unterschiedlicher Lage (A_1, A_2)!

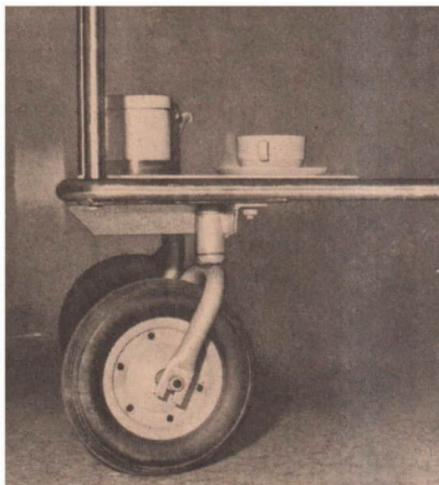
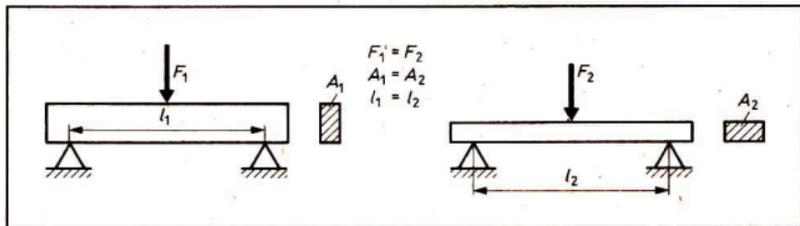
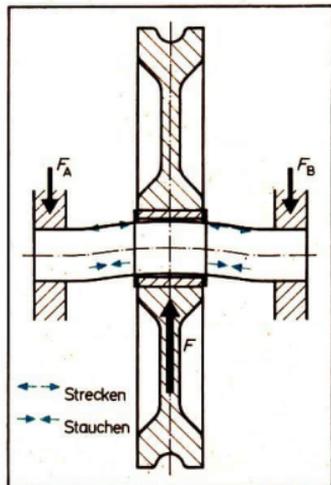


Bild 9/1 a) Rad am Geschirrwagen



b) Strecken und Stauchen des Achswerkstoffs bei Belastung

Biegemoment. Die Achsen an Bodenbearbeitungsgeräten in der Landtechnik sind wie die Achsen am elektrischen Rasenmäher (Bild 10/1) häufig einseitig eingespannt. An der einseitig eingespannten Achse gelten die gleichen Gesetze wie beim einseitig eingespannten Stab (Bild 10/2).

Beansprucht man einen einseitig eingespannten Stab am Ende und in der Mitte des Stabes auf Biegung, so lässt sich folgendes feststellen:

Wird der Abstand der Kraft von der Einspannstelle verringert, benötigt man für die gleiche Durchbiegung eine größere Kraft (Bild 10/3). ① (↑ S. 11)

Der Zusammenhang resultiert aus dem Hebelgesetz. ② (↑ S. 11)

(↑ Ph i Üb, S. 75).

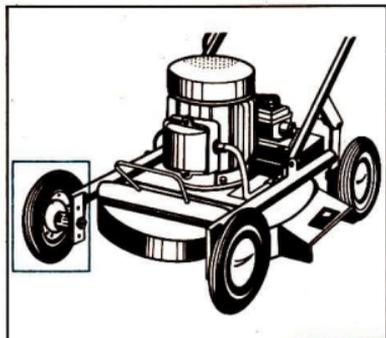


Bild 10/1 Elektro-Rasenmäher
mit einseitig eingespannten
Achsen

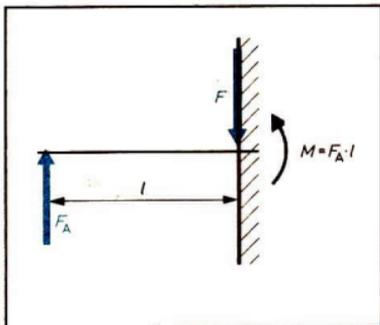


Bild 10/2 Belastung beim einseitig
eingespannten Stab

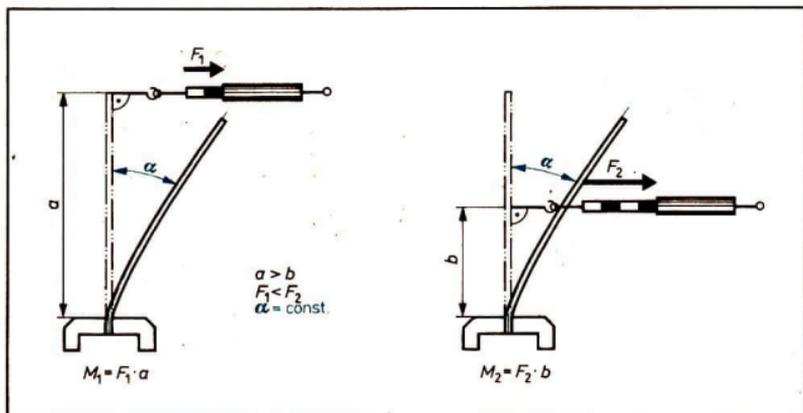


Bild 10/3 Messen der Biegekraft am einseitig eingespannten Stab

Das Produkt aus angreifender Kraft und ihrem senkrechten Abstand von der Einspannstelle bezeichnet man als Moment. Ergibt sich dieses Moment durch die Biegewirkung einer Kraft, so bezeichnet man es als *Biegemoment* (M_b).

$$M_b = F \cdot l \quad \text{in N} \cdot \text{m}$$

In der Praxis finden wir vorwiegend zweiseitig gelagerte Achsen (Rollerachse, Fahrradachse, Straßenbahnachse, Achse an der Seilrolle eines Kranes, ...). Hier gelten grundsätzlich die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie bei der einseitig gelagerten Achse.

- ① Spannen Sie einen Stab in einen Schraubstock und überprüfen Sie die Beanspruchung (↑ S. 9 unten) durch Beanspruchung des Stabes mittels Federkraftmesser!
- ② Nennen Sie Bauteile, die ähnlich wie der Stab beansprucht werden!

Lager

Einsatzbeispiele und Aufgaben

Lager bilden mit den Lagerstellen (*Zapfen*) der Achsen und Wellen (↑ S. 18) eine Funktionseinheit. Sie kommen dort zum Einsatz, wo drehende oder pendelnde Bauteile benötigt werden:

- beim Eisenbahnwagen zum Abstützen der umlaufenden Achse (↑ Bild 6/1),
- in der Drehmaschine zum Abstützen der sich drehenden Arbeitsspindel,
- in der Uhr zur Lagerung der schwingenden Unruhewelle,
- im Verbrennungsmotor zur Lagerung der sich drehenden Kurbelwelle (↑ Bild 20/2).

Lager haben die Aufgabe, Achsen und Wellen

- abzustützen (Auflagekräfte aufzunehmen) und zu führen, sowie
- drehende und pendelnde Bewegungen zu ermöglichen.

Arten und Aufbau

Nach den Reibungsarten (↑ Ph i Üb, S. 70) unterscheidet man Gleit- und Wälzlager. **Gleitlager.** Die ersten Gleitlager bestanden aus Bohrungen, die zur Aufnahme des Zapfens dienten. Lager und Zapfen waren aus Holz. Später wurden sie durch metallische Werkstoffe ersetzt. Heute bestehen Gleitlager aus einer Lagerbuchse (Bild 11/1) oder zwei Lagerschalen (Bild 11/2), die im Gehäuse oder im Gestell abgestützt werden. Schmiervorrichtungen (↑ Tech i Üb, S. 121) ermöglichen die Zuführung von Schmiermitteln (↑ S. 14). ① ② ③ (↑ S. 13)

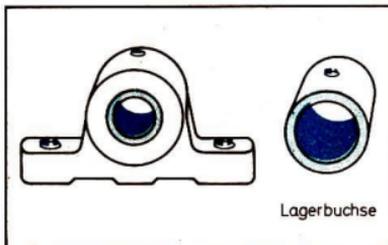


Bild 11/1 Ungeteiltes Gleitlager

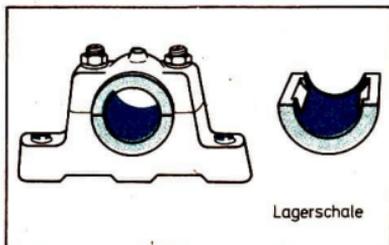


Bild 11/2 Geteiltes Gleitlager

Wälzlager. Trotz der frühzeitigen Nutzung der Drehbewegung war es aufgrund fertigungstechnischer Bedingungen erst im 19. Jahrhundert möglich, die Gleitlager in vielen Maschinen durch Wälzlager zu ersetzen. In der einfachsten Form wurden, ähnlich wie beim Transport von Lasten mittels Rollen, zwischen Bohrung und Zapfen Wälzkörper eingesetzt. Heute bestehen Wälzlager meist aus zwei Laufringen (Außenring und Innenring), zwischen denen sich die Wälzkörper befinden, die von einem Käfig (Abstandhalter) in gleichmäßigem Abstand gehalten werden (Bild 12/1). Wälzkörper können unterschiedliche Formen aufweisen (↑ Tech i Üb, S. 123). Um ein Rollen zu ermöglichen, haben sie aber stets einen kreisförmigen Querschnitt. ⑤

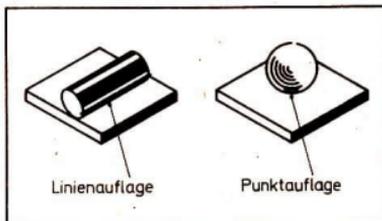


Bild 12/2 Punkt- bzw. linienförmige Auflage bei unterschiedlichen Wälzkörpern

Bild 12/1 Teile eines Wälzlagers (Rillenkugellager)

Wälzlager werden so in die Maschine eingebaut, daß der äußere Lauf ring fest im Gehäuse und der innere Lauf ring fest auf dem Zapfen sitzt. Die Wälzkörper und Lauf ringe bestehen aus legiertem Stahl. Sie sind oberflächengehärtet. Das ist erforderlich, weil bei Wälzlagern infolge der punkt- oder linienförmigen Auflage (Bild 12/2) hohe Druckspannungen auftreten.

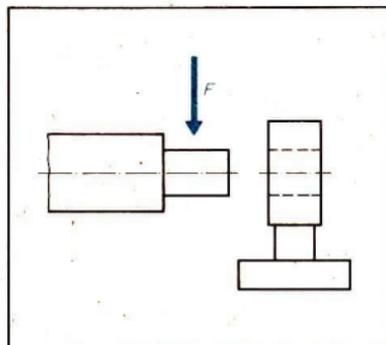


Bild 12/3 Querlager (Radiallager)

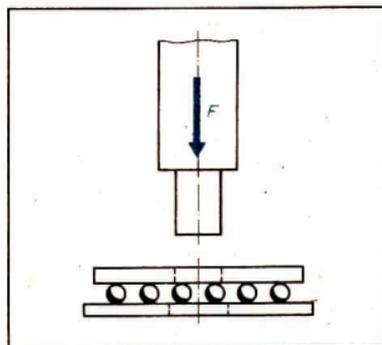


Bild 12/4 Längslager (Axiallager)

- ① Begründen Sie, warum geteilte und ungeteilte Gleitlager notwendig sind!
- ② Erkunden Sie in der produktiven Arbeit Beispiele für ungeteilte und geteilte Gleitlager!
- ③ Zeichnen Sie das ungeteilte Gleitlager (Bild 13/1) in der Funktionseinheit mit einer Achse im Vollschnitt (M 1 : 1)! Die Schnittebene ist senkrecht durch die Längsachse gelegt. Beachten Sie die unterschiedlichen Werkstoffe!
- ④ Skizzieren Sie die sinnbildliche Darstellung einer zweifach gelagerten Achse in Gleitlagern (↑ vordere innere Umschlagseite)!
- ⑤ Begründen Sie die Notwendigkeit der unterschiedlichen geometrischen Formen von Wälzkörpern!
- ⑥ Skizzieren Sie die sinnbildliche Darstellung einer zweifach gelagerten Achse in Wälzlagern (↑ vordere innere Umschlagseite)!

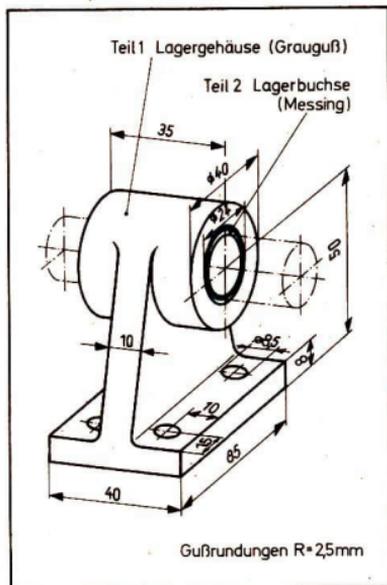


Bild 13/1 Ungeteiltes Gleitlager
mit Lagerbuchse

- ⑦ Erkunden Sie an Maschinen in der produktiven Arbeit, wo radiale und axiale Belastungen auftreten!
- ⑧ Erläutern Sie die Einteilung der Lager nach der Reibung!
- ⑨ Nach welchem Merkmal werden die Wälzlager eingeteilt, wenn man von Kugellagern, Rollenlagern, Nadellagern... spricht?
- ⑩ Wie werden die Gleitlager nach ihrem Aufbau eingeteilt?
- ⑪ Nennen Sie Vorteile der Standardisierung unter den Gesichtspunkten der Fertigung, der Lagerhaltung und des Austausches von Lagern, insbesondere aus der Sicht der sozialistischen ökonomischen Integration (↑ S. 46)!

Einteilung der Lager. Außer nach der Reibung werden Lager auch noch nach der Richtung der Hauptkräfte eingeteilt. Danach unterscheidet man *Längslager* (Axiallager) und *Querlager* (Radiallager) (Bilder 12/3 und 12/4).

Standardisierung. Wälzlager, aber auch Gleitlager sind wegen ihrer häufigen Anwendung standardisiert. Bestimmte Formen und Abmessungen sind vereinheitlicht. Daraus ergeben sich viele Vorteile für die Fertigung, die Lagerhaltung und den Austausch von Lagern. (↑ Bedeutung der Standardisierung, S. 46)

Beanspruchung

Reibung. Bei der Lagerung ist die Reibung unerwünscht, da sie die Bewegung hemmt. Für die der Lagerung zugrundeliegenden Reibungsarten (Gleit-, Rollreibung) gelten folgende physikalische Zusammenhänge (↑ Ph i Üb, S. 70): ①

Gleitreibung

z. B. Stahl/Stahl $\mu = 0,015$

$$\mu = \frac{F_R \text{ bzw. } F_Z}{F_N}$$

Rollreibung

z. B. Stahl/Stahl $\mu = 0,001$

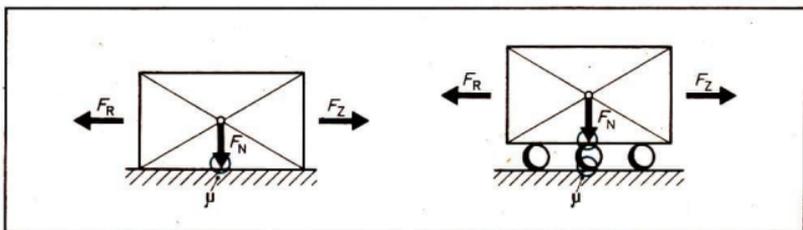


Bild 14/1 Reibungsarten

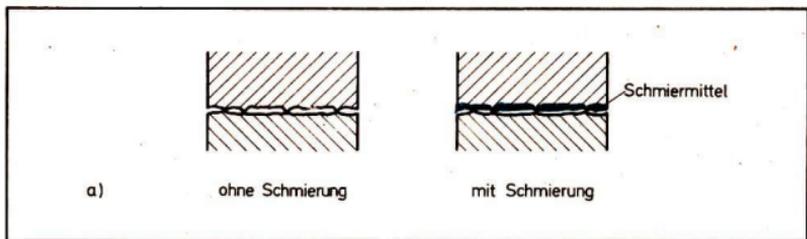
F_Z = Zugkraft

F_N = Normalkraft

F_R = Reibkraft

μ = Reibungszahl

Beim Gleitlager gleitet der Zapfen auf der Lagerfläche. Betrachtet man unter einem Mikroskop die tragenden Flächen von Zapfen und Lager, so stellt man fest, daß diese Unebenheiten aufweisen (Bild 14/2). Die aufeinander gleitenden Oberflächen verursachen Reibung. Diese führt zu Erwärmung und Verschleiß. Zur Verringerung dieser Erscheinungen werden Schmiermittel, wie Öle, Fette, Wasser, Luft, zwischen den sich berührenden Flächen eingebracht.



a)

ohne Schmierung

mit Schmierung



■ Gleitlager einer Seilrolle

■ Gleitführung eines Werkzeugschlittens

■ Gleitlager einer Türbefestigung

b)

Bild 14/2 a, b) Reibungszustände

- ① Erläutern Sie den Begriff Reibungszahl (\uparrow Ph i Üb, S. 70)! Vergleichen Sie die im Bild 14/1 angegebenen Reibungszahlen und formulieren Sie die daraus gewonnenen Erkenntnisse in Bezug auf die Gleitreibung und die Rollreibung!
- ② Eine zweifach gelagerte Welle aus Stahl läuft:
 - a) in zwei Gleitlagern aus Zinnbronze (gute Schmierung),
 - b) in zwei Wälzlagern (Rillenkugellagern).
 Die radiale Belastung beider Lager beträgt in a) und b) je 1000 N. Ermitteln Sie die Reibkraft, die beim Drehen der Wellen zu überwinden ist, wenn für a) $\mu = 0,01$ und für b) $\mu = 0,0015$ beträgt!
- ③ Nennen Sie die Bedingungen, von denen die Reibung in den vorgegebenen Beispielen der Aufgaben a) und b) abhängig ist!

Schmiermittel wirken nicht nur reibungsmindernd, sondern auch schwingungs-, stoß- und geräuschkämpfend.

Durch sinnvolle Werkstoffpaarungen versucht man den Verschleiß auf die Lagerschalen zu beschränken, weil sie im allgemeinen billiger und schneller als die Achse bzw. Welle zu ersetzen sind. Deshalb wählt man für die Lagerschalen einen weichen Werkstoff als für den Zapfen. Der Zapfen besteht in den meisten Fällen aus Stahl, der gehärtet ist.

Als **Werkstoffe** für Lagerschalen verwendet man Bronze, Weißmetall, Grauguß, Sintermetall, aber auch Plast, Gummi und Holz. Die Plastlager haben durch ihre guten Gleiteigenschaften und den geringen Verschleiß an Bedeutung zugenommen. Sehr wirtschaftlich sind auch Lagerschalen aus Sintermetall. Diese Lager benötigen keine Schmiervorrichtung, da das poröse Sintermetall (\uparrow Pulverpressen, Tech i Üb, S. 18), mit Öl getränkt, selbstschmierend ist. ② ③

Auflagekräfte. Die Lager müssen die Masse der Achse bzw. Welle mit den daran befestigten Maschinenteilen aufnehmen. Diese von den Lagern aufzunehmenden Kräfte werden als Auflagekräfte bezeichnet.

Nach dem Wechselwirkungsgesetz: Kraft = Gegenkraft (\uparrow Ph i Üb, S. 65) gilt für alle Belastungsfälle:

$$F_A + F_B = F$$

F_A, F_B : Auflagekräfte
 F : Belastung

Befindet sich das auf der Achse bzw. Welle befestigte Maschinenteil genau in der Mitte (\uparrow Bilder 6/1, 7/1), so sind die von den beiden Lagern aufzunehmenden Kräfte gleich groß. Es handelt sich um einen symmetrischen Belastungsfall (Bild 16/1). Bei der symmetrischen Belastung ($a = b$) betragen die Auflagekräfte demnach

$$F_A = F_B = \frac{F}{2}$$

Ist das auf der Achse bzw. Welle befestigte Maschinenteil außerhalb der Mitte angeordnet, was in der Praxis (\uparrow Bild 16/2) sehr oft notwendig ist, so sind die von beiden Auflagern aufzunehmenden Kräfte ungleich. Es handelt sich um einen unsymmetrischen Belastungsfall (Bild 16/3).

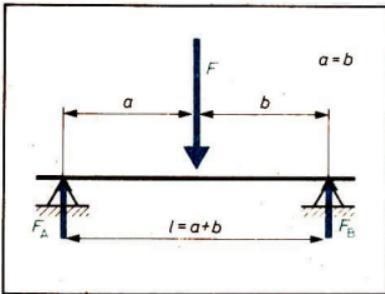


Bild 16/1 Symmetrischer Belastungsfall

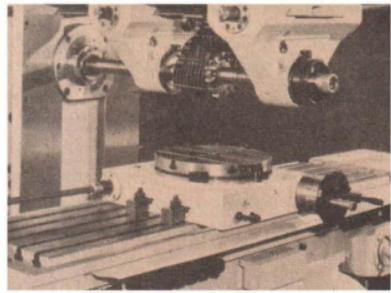


Bild 16/2 a) Fräsmaschine

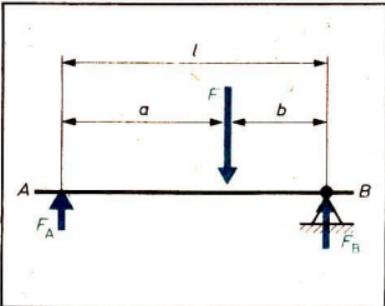


Bild 16/3 Unsymmetrischer Belastungsfall

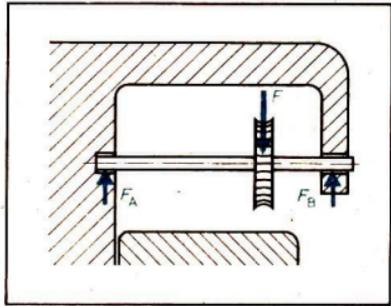


Bild 16/2 b) Frässpindel mit Fräser

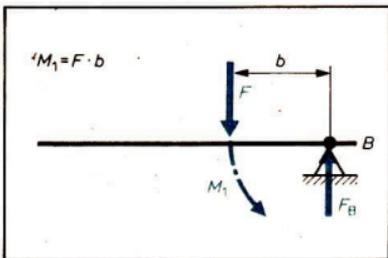


Bild 16/4 Moment M_1

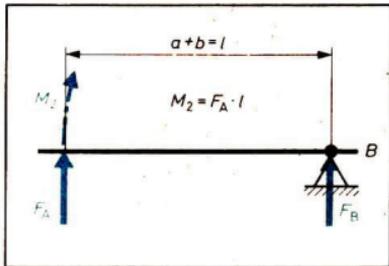


Bild 16/5 Moment M_2

F_A und F_B können dann nach folgendem Verfahren berechnet werden: Man denkt sich die Spindel als einseitig ungleicharmigen Hebel, der z. B. um das Auflager B drehbar gelagert ist (Bild 16/3).

Betrachtet man nur die Kraft F , die im Abstand b auf den Hebel wirkt, so „versucht“ diese den Hebel nach links zu drehen, es entsteht ein linksdrehendes Moment M_1 (Bild 16/4). Betrachtet man die Kraft F_A , die im Abstand $a + b = l$ auf den Hebel wirkt, so „versucht“ diese den Hebel nach rechts zu drehen, es entsteht ein rechtsdrehendes Moment M_2 (Bild 16/5).

- ① Stellen Sie die Momente auf, wenn Auflager A als Drehpunkt angenommen wird (Bild 16/3)!
- ② Durch das ungleichmäßige Beladen eines einachsigen Anhängers wird die Achse stark einseitig belastet. Die durch das Ladegut gegebene Kraft beträgt 6300 N. Sie greift in einem Abstand $a = 800$ mm vom linken Lager A entfernt an. Die Länge l der Achse zwischen den Auflagern A und B (Stützweite) beträgt 2,10 m. Zu ermitteln sind die Auflagekräfte F_A und F_B . Fertigen Sie dazu eine Berechnungsskizze (Belastungsfall) an!

Da nach dem Wechselwirkungsgesetz nicht nur die Kräfte, sondern auch die Momente im Gleichgewicht sein müssen, gilt

$$M_1 = M_2 \qquad F_A = \frac{F \cdot b}{l}$$

$$F \cdot b = F_A \cdot l \qquad F_B = F - F_A$$

Auswahl der Lager

Die Auswahl eines Lagers für eine Maschine erfolgt in Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen. Solche Bedingungen, unter denen die Lager verglichen werden, sind:

- Belastung
- Reibung
- Platzbedarf
- Herstellungskosten
- Montage
- Austauschbarkeit/Standardisierung
- Wartung/Schmierung

Gegenüberstellung der Gleit- und Wälzlager

Gleitlager	Wälzlager
<ul style="list-style-type: none"> - große Anlaufreibung - ständige Wartung, da hoher Schmiermittelverbrauch, Ausnahme selbstschmierende Lager - einfacher Aufbau - als geteiltes Lager einfach montierbar - weniger empfindlich gegen Stoß, da größere Auflagefläche - besitzt großes Dämpfungsvermögen durch den Ölfilm, daher geräuscharm - Platzbedarf gering, kleinste Abmessungen möglich - benötigt als Lagermetall teure Werkstoffe (z. B. Buntmetall), Ausnahme Sintermetall - kann als einbaufertiges Bauteil mit standardisierten Abmaßen geliefert werden 	<ul style="list-style-type: none"> - geringe Anlaufreibung - einfache und fast wartungsfreie Dauerschmierung und geringer Schmiermittelverbrauch - komplizierter Aufbau, da viele Einzelteile - ungeteilt - empfindlich gegenüber Stoß, da geringe Auflagefläche - verursacht größere Geräusche - in kleinsten Abmessungen nur mit Einschränkung herstellbar - benötigt als Lagerwerkstoffe hochwertige legierte Stähle - wird als einbaufertiges Bauteil mit standardisierten Abmaßen geliefert

Aus der Gegenüberstellung kann man erkennen, daß es Fälle gibt, wo nur Gleitlager in Frage kommen, und andere wieder, wo nur Wälzlager geeignet sind. Die Auswahl des entsprechenden Lagers ist nur unter Berücksichtigung der vorliegenden Bedingungen möglich. ① ② ③ ④

Wellen und Kupplungen als Bauteile zum Fortleiten mechanischer Energie

Wellen

Einsatzbeispiele und Aufgaben

Wellen übertragen z. B. die in Turbinen erzeugte Drehbewegung zum Generator (Bild 18/1), in Taschenuhren dienen sie zum Aufziehen der Uhrfeder (Bild 19/1). In Getrieben wird die vom Motor erzeugte Drehbewegung z. B. über Zahnräder oder Riemenscheiben von einer Welle (Antriebswelle) auf eine andere Welle (Abtriebswelle) übertragen (Bild 19/2). In jedem der genannten Beispiele wird mechanische Energie fortgeleitet. Das geschieht meist in Verbindung mit anderen Bauteilen, wie Zahnrädern, Riemenscheiben, Kupplungen. Dazu werden diese Bauteile von den Wellen aufgenommen und abgestützt. So vielfältig die Formen und Größen der Wellen sind, alle haben sie die gleichen Aufgaben zu erfüllen:

▶ Wellen übertragen mit Hilfe anderer Bauteile mechanische Energie. Dazu sind diese Bauteile fest oder verschiebbar auf den Wellen angeordnet und werden von ihnen abgestützt.

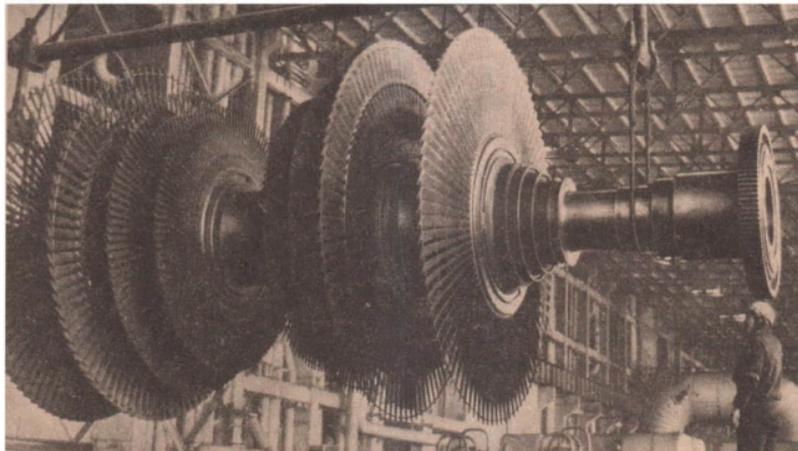


Bild 18/1 Turbinenwelle

- ① Bestimmen Sie an einer Handbohrmaschine die Forderungen, die an deren Lager gestellt werden!
- ② Bestimmen Sie die Lagerart für die Lagerung von
 - Vorderrad
 - Hinterrad
 - Tretkurbelwelle
 - Steuerkopf
 am Fahrrad!
- ③ Begründen Sie die Auswahl der Lagerart unter Berücksichtigung der Bedingungen!
- ④ Warum werden in der Uhren- und Meßgeräteindustrie Gleitlager bevorzugt?

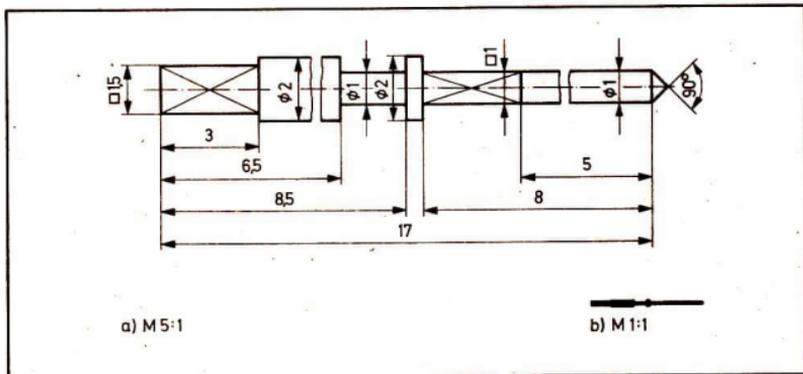


Bild 19/1 Aufzugswelle einer Taschenuhr
 a) Technische Zeichnung
 b) Darstellung des Originals

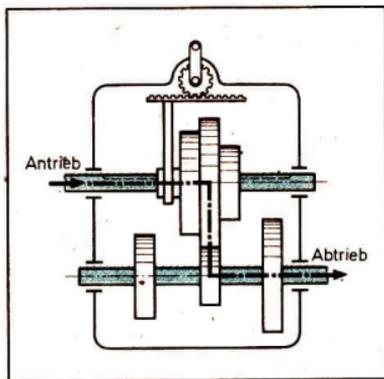


Bild 19/2 Getriebewellen

Aufbau und Arten

Zur Übertragung von Drehbewegungen müssen Wellen in jedem Falle umlaufen. Da in Abhängigkeit von der Drehzahl durch die auf der Welle befindlichen Bauteile (Schleifscheibe, Zahnräder...) hohe Fliehkräfte auftreten, müssen sie einwandfrei

rundlaufen und an den Lagerstellen (Zapfen) möglichst verschleißfest sein. Die Zapfen müssen deshalb durch besondere Verfahren an der Oberfläche gehärtet werden. In der Regel verwendet man für Wellen die gleichen Werkstoffe wie für Achsen (unlegierte und legierte Stähle).

Wellen haben meist einen kreisförmigen Querschnitt. Sie werden häufig als Hohlwellen ausgeführt. Damit wird Material eingespart, wobei sich die Festigkeitseigenschaften nur wenig verringern.

Gerade Wellen. Die am häufigsten verwendeten Wellen sind gerade Wellen. Sie können abgesetzt (Bild 19/1) und nicht abgesetzt (Bild 19/2), als Voll- oder Hohlwellen ausgeführt sein. So ist z. B. die Arbeitsspindel einer Drehmaschine eine Hohlwelle. Neben der Materialeinsparung hat diese Gestaltung gleichzeitig den Vorteil, Stangenmaterial rationell (größere Stückzahl bei geringerer Vorbereitungszeit) bearbeiten zu können.

Biegsame Wellen finden wir z. B. bei Spezialschleifmaschinen zum Antreiben von Schleifscheiben, bei Fahrzeugen als Tachometerwelle und im Fahrzeugbau zum Anziehen von Schrauben mittels Elektroschrauber. Diese Wellen verwendet man überall dort, wo die Energieübertragung vom Antrieb zur Wirkungsstelle ortsveränderlich sein muß. Eine umlaufende, meist mehrlagige Wellenseele wird in einem Metallschutzschlauch geführt und ist an beiden Enden mit einem Anschlußstück versehen (Bild 20/1),

Gekröpfte Wellen (Kurbelwellen) verwendet man in Kurbelgetrieben. Sie wandeln z. B. beim Verbrennungsmotor die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in eine drehende Bewegung um (Bild 20/2).

Je nach Erfordernis kann auch die drehende Bewegung in eine hin- und hergehende Bewegung umgewandelt werden (Kolbenpumpe).

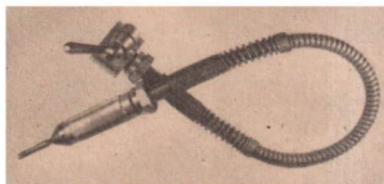


Bild 20/1 Biegsame Welle

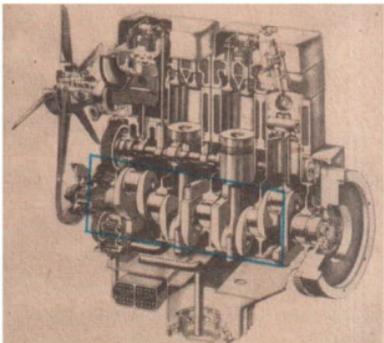
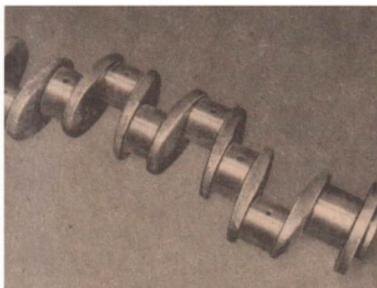


Bild 20/2 a, b) Kurbelwelle eines
Vierzylinder-Viertakt-Dieselmotors



Einteilung der Wellen

Einteilungsmerkmal	Benennung	Sinnbild	Einsatzbeispiel
Beweglichkeit	starre Welle		Getriebewelle
	längsveränderliche Welle		Zapfwelle am Traktor
	biegsame Welle		Antriebswelle Schleifhexe
Längsgestalt	gerade Welle		siehe starre Welle
	gekröpfte Welle		Kurbelwelle
Profil	Vollwelle		Getriebewelle
	Hohlwelle		Arbeitsspindel der Drehmaschine
	Keilwelle (Vielnutenwelle)		Schaltgetriebe

Beanspruchung

Die Wellen werden wie die Achsen auf Biegung beansprucht. Bei einer Umdrehung erfolgt ein wechselseitiges Strecken (Zug) und Stauchen (Druck) der Werkstoffteilchen. Die gleiche Beanspruchung tritt auch bei umlaufenden Achsen auf. Im Unterschied zu den Achsen werden die Wellen zusätzlich auf Verdrehung (Torsion) beansprucht. Diese Verdrehung wird durch das zu übertragende Drehmoment hervorgerufen.

Drehmoment. Während sich das Biegemoment aus der Biegewirkung einer Kraft F und ihrem senkrechten Abstand von der Einspannstelle des Stabes bzw. der Achse ergibt (↑ S. 10), entsteht das Drehmoment durch die Drehwirkung einer Kraft F_u , die im senkrechten Abstand l zu einem angenommenen Drehpunkt wirkt (Bild 23/1 a). Aus Gründen der Vereinfachung soll hier nur der Sonderfall $l = r$ (maximales Drehmoment, Bild 23/1 b) betrachtet werden.

Unter einem Drehmoment versteht man das Produkt aus der Umfangskraft und ihrem senkrechten Abstand vom Drehpunkt. $M_t = F_u \cdot l$ in N · m

- ① Ermitteln Sie das Drehmoment, das die Tretkurbel auf das Kettenblatt des Fahrrades überträgt, wenn eine Fußkraft von 80 N rechtwinklig zur Kurbel (Kurbellänge 165 mm) auf die Pedalen wirkt!
- ② Aus Sicherheitsgründen müssen Schrauben an Kraftfahrzeugen gleichmäßig angezogen werden. Ein Maß für die Anzugskraft der Schrauben ist das Drehmoment. Das erforderliche Drehmoment wird mittels Drehmomentenschlüssel aufgebracht und angezeigt.
Berechnen Sie die Handkraft F_H , wenn Sie die Radmuttern des PKW Trabant bzw. Wartburg mit einem Drehmomentenschlüssel anziehen sollen! Das erforderliche Drehmoment beträgt laut Vorgabe $53 \text{ N} \cdot \text{m}$ bzw. $75 \text{ N} \cdot \text{m}$. Die Hebellänge soll 250 mm betragen.
- ③ In einem Zahnrad mit einem Teilkreisdurchmesser (\uparrow S. 34) $d_o = 120 \text{ mm}$ wirkt eine Umfangskraft $F_u = 800 \text{ N}$.
Wie groß ist das von der Welle zu übertragende Drehmoment?
- ④ Unterscheiden Sie Achsen und Wellen nach Aufgabe, Hauptbaugruppe und Beanspruchung!

Bei der rationellen Betätigung der Brotschneidemaschine (Bild 24/1) sollte die Handkraft möglichst rechtwinklig zur Kurbel wirken, so daß in jeder Stellung der Kurbel ein maximales Drehmoment erzeugt wird. Dagegen wirkt z. B. beim Radfahren die Fußkraft immer in der gleichen Richtung. Dadurch entstehen unterschiedlich große Drehmomente (\uparrow Bild 23/1 a). Ein maximales Drehmoment wird nur dann übertragen, wenn die Fußkraft rechtwinklig zur Kurbel auf die Pedalen wirkt (Bild 23/1 b). ①

Bei der Übertragung von Drehmomenten (\uparrow Bild 24/1) treten im Wellenquerschnitt Drehspannungen auf. Damit diese Spannungen nicht zur bleibenden Verdrehung der Welle führen, müssen Werkstoff, Durchmesser und Profil der Welle der jeweiligen Belastung angepaßt sein.

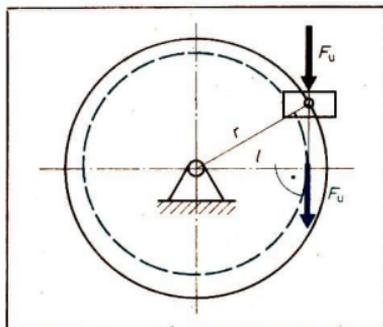


Bild 23/1 a) $M_t = F_u \cdot l$

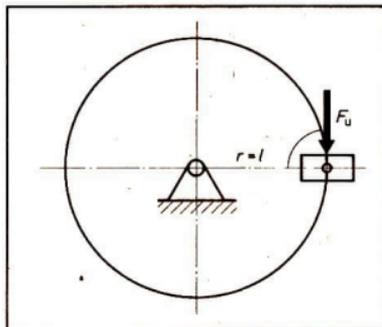


Bild 23/1 b) $M_t = F_u \cdot r$
 $M_t = \text{Drehmoment}$ $F_u = \text{Umfangskraft}$
 $r = \text{Radius}$

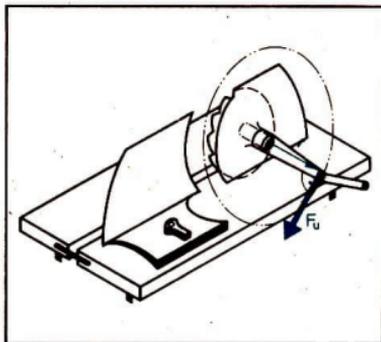


Bild 24/1 Drehmoment
an der Brotschneidemaschine

Kupplungen

Einsatzbeispiele und Aufgaben

Zur Verbindung von Eisenbahnwagen, von Campinganhängern mit PKW (Bild 24/2), von elektrischen Geräten mit der Spannungsquelle sowie von Elektromotoren mit Kreiselpumpen z. B. zum Abpumpen von Schmutzwasser (Bild 24/3) werden Bauteile benötigt, die man Kupplungen nennt.

Alle diese Kupplungen haben eine gemeinsame Aufgabe, Teile miteinander zu verbinden, um eine Energieübertragung zu ermöglichen.

Dienen die Kupplungen zur Verbindung zweier Wellenenden, dann werden sie nach Standard TGL 6605 als Wellenkupplungen bezeichnet. Sie haben die Aufgabe, mechanische Energie in Form von Drehmomenten zu übertragen. Darüber hinaus können Wellenkupplungen auch noch den Energiefluß beliebig unterbrechen und andere Bauteile vor Überlastung schützen.

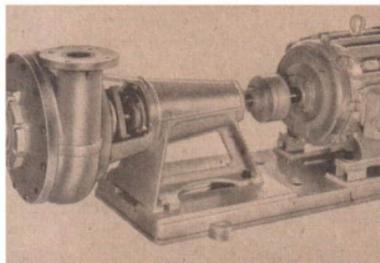
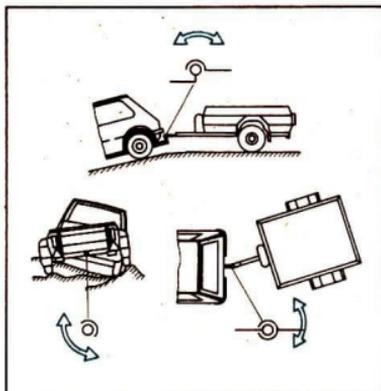


Bild 24/3 Scheibenkupplung zur
Verbindung von Motor und
Schmutzwasserpumpe

Bild 24/2 Anhängerkupplung zwischen
PKW und Campinganhänger

Alle Wellenkupplungen haben die Aufgabe, zwei Wellenenden miteinander zu verbinden und Drehmomente zu übertragen.

In der Praxis haben sich im Verlauf der technischen Entwicklung eine Vielzahl von Kupplungsarten* herausgebildet. Nach ihrem Wirkungsprinzip unterscheidet man dabei kraftschlüssige und formschlüssige Kupplungen.

Bei kraftschlüssigen Kupplungen wird die erforderliche Anpreßkraft durch Federn, Schrauben oder elektromagnetisch erzeugt (Bild 25/1).

Bei formschlüssigen Kupplungen erfolgt die Verbindung der Kupplungsscheiben durch Ineinandergreifen von Formteilen (Bild 25/2).

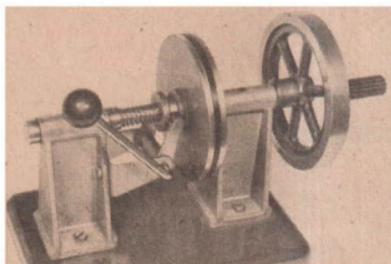


Bild 25/1 Modell einer Reibscheibenkupplung – Kraftschlüssige Kupplung

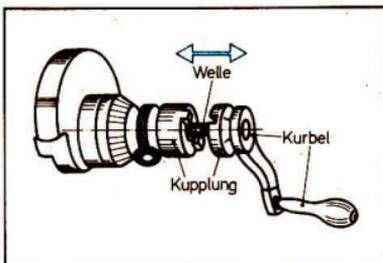


Bild 25/2 Klauenkupplung an der Handkurbel einer Schleifmaschine – Formschlüssige Kupplung

In vielen Fällen ist es notwendig, die Übertragung von Drehmomenten zeitweilig zu unterbrechen; z. B. bei Kraftfahrzeugen (Anfahren, Anhalten, Schalten), in Werkzeugmaschinen (zum Einstellen der jeweils erforderlichen Drehzahl der Arbeitsspindel, ...).

Diese Kupplungen müssen deshalb schaltbar sein (Schaltkupplungen ↑ Bild 28/1). Kupplungen, bei denen eine ständige Verbindung zwischen den Kupplungshälften besteht, nennt man nichtschaltbare Kupplungen (Dauerkupplungen ↑ Bild 24/3).

Alle Wellenkupplungen lassen sich einteilen in

- kraftschlüssige- bzw. formschlüssige Kupplungen und
- nichtschaltbare und schaltbare Kupplungen.

Aufbau und Arten

Stiftkupplung. Zur Übertragung kleiner Drehmomente und zur Verbindung kurzer, fluchtender Wellen wird die Stiftkupplung (Muffenkupplung) eingesetzt. Sie besteht aus einer Hülse, deren Innendurchmesser dem Außendurchmesser der zu verbindenden Wellenenden entspricht, und Zylinder- bzw. Kegelkerbstiften.

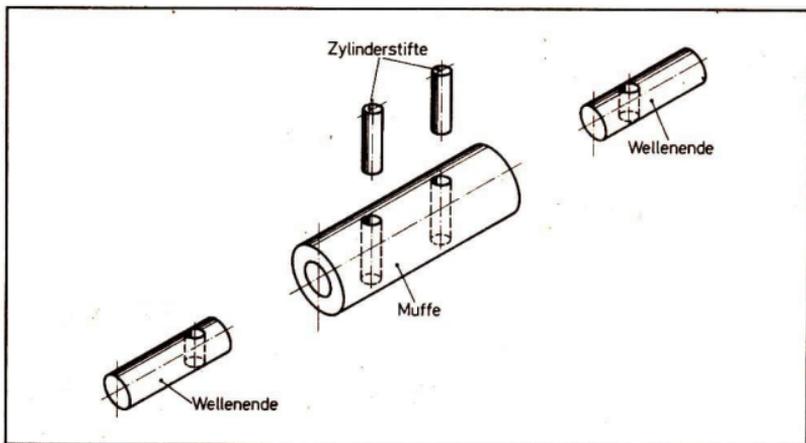


Bild 26/1 Stiftkupplung

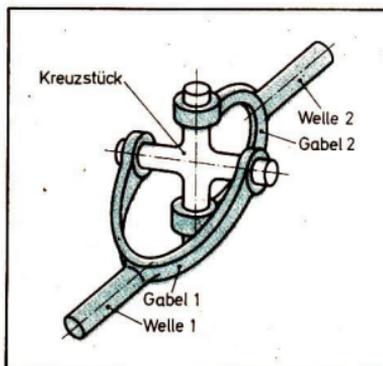


Bild 26/2 Kreuzgelenkkupplung

Bei der Montage werden die beiden Wellenenden in die Hülse geschoben und jeweils durch einen Stift eine starre, dauernde, formschlüssige Verbindung hergestellt (Bild 26/1).

Bei der Übertragung des Drehmoments werden die Stifte auf Abscheren beansprucht. Wird das zulässige Drehmoment überschritten (Überlastung), so werden die Stifte abgesichert. Dadurch lassen sich nachfolgende Bauteile vor Überlastung und Zerstörung schützen. Die abgesicherten Stifte können relativ leicht ersetzt werden. Das maximal übertragbare Drehmoment ist abhängig vom Durchmesser der Stifte und vom Wellendurchmesser. Stiftkupplungen findet man z. B. beim Gestänge in Filmgreifergetrieben oder bei Handkurbeln an Werkzeugmaschinen.

Kreuzgelenkkupplung. Zur Übertragung von Drehmomenten bei winklig zueinander liegenden Wellen (Bild 26/2) werden u. a. Kreuzgelenkkupplungen eingesetzt. Sie gehören zu den Gelenkkupplungen. Die Kreuzgelenkkupplung ist eine

- ① Zeichnen Sie die im Bild 26/1 dargestellte Stiftkupplung im Maßstab 2:1 als Vollschnitt (Schnittebene senkrecht zur Längsachse)!

Die Wellenenden haben einen Durchmesser von 12 mm und einen Abstand von 2 mm zueinander. Die Hülse ist 40 mm lang. Ihre Wanddicke beträgt 4 mm. Zur Verbindung der Hülse mit den Wellenenden werden 2 Zylinderstifte 3×20 nach TGL 0-7 (Bild 27/1) verwendet. Der Abstand der Bohrlöcher von den Außenkanten der Hülse beträgt 10 mm.

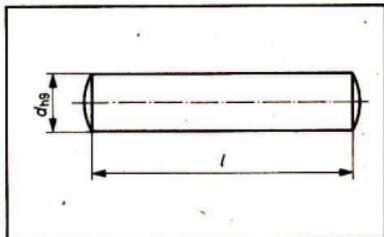


Bild 27/1 Zylinderstift nach TGL 0-7

Werkstoff: 9 S20 K TGL 12529
(Automatenstahl)

d_{hs}	0,8	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	25
1 min	8	12	16	20	25	32	40	50	60	80	110	125	140	160	160	160
1 max	2	3	3	4	4	4	5	5	6	8	10	10	14	16	20	20

nichtschaltbare, formschlüssige, bewegliche Kupplung. Sie besteht aus zwei Gabeln, die um 90° versetzt angeordnet sind. Als Verbindungsstück dient ein Kreuzstück. Bei anderen Gelenkkupplungen können als Verbindungsstücke Scheiben oder Kugeln eingesetzt werden. In Verbindung mit einer längsveränderlichen Welle wird sie als Gelenkwelle bezeichnet. Typische Anwendungsbeispiele:

Hinterradantrieb vom LKW W 50, Tischantrieb bei Werkzeugmaschinen, Antrieb von Generatoren bei Eisenbahnwagen.

Einscheiben-Trockenkupplung. Beim Anhalten bzw. Anfahren von Personenkraftwagen ist es notwendig, den mechanischen Energiefluß zwischen dem laufenden Motor und den Antriebsrädern zu trennen bzw. herzustellen. Beim Anfahren müssen dabei die Drehzahlen der Antriebs- und Abtriebswelle allmählich angeglichen werden. Diese Aufgaben kann nur eine schaltbare Reibkupplung erfüllen.

In der Regel wird dafür die Einscheiben-Trockenkupplung verwendet. Wie in der Prinzipdarstellung (Bild 28/1) zu erkennen ist, wird im Zustand der Mitnahme eine auf der Abtriebswelle verschiebbare Kupplungsscheibe auf die mit der Antriebswelle fest verbundene Kupplungsscheibe gepreßt. Die erforderliche Anpreßkraft wird mechanisch durch Federkraft (Druckfedern) aufgebracht.

Zur Vergrößerung der Reibung dienen ringförmige Reibungsbeläge auf den Kupplungsscheiben.

Das durch die Einscheiben-Trockenkupplung zu übertragende Drehmoment ist abhängig vom mittleren Durchmesser des Reibungsbelages d_m und von der Reibungskraft F_R .

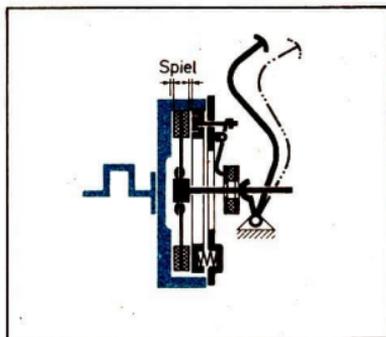
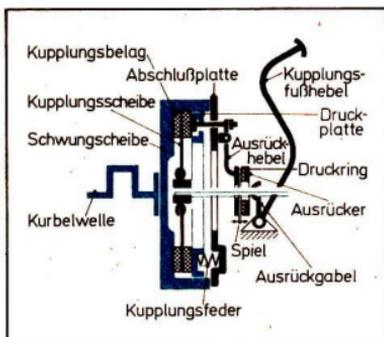


Bild 28/1 Prinzipdarstellung der Einscheiben-Trockenkupplung

a) eingekuppelt

b) ausgekuppelt

Die Reibkraft wird vom Reibkoeffizienten des Belages (μ) und von der Anpreßkraft (F_A) bestimmt.

- So hat z. B. die schaltbare Einscheiben-Trockenkupplung des Trabant eine Kupplungsscheibe (↑ Bild 28/1), die mit Asbestgewebe-Kunstharz (Cosid KDS 100) belegt ist. Sie wird mit einer Anpreßkraft $F_A = 700 \text{ N}$ angepreßt. Die Haftreibungszahl beträgt $\mu = 0,3$.

Rutschkupplung (Sicherheitskupplung). Bei Landmaschinen dienen die Rutschkupplungen zum Schutz nachfolgender Bauteile, wenn durch Steine u. a. der Energiefluß beeinträchtigt wird. Sie schützen somit alle im Energiefluß liegenden Bauteile vor Zerstörung.

Der Aufbau der Rutschkupplung entspricht im wesentlichen dem einer schaltbaren Einscheiben-Trockenkupplung. Die Scheiben sind entweder eben oder planverzahnt (Bild 28/2). ①

Im Unterschied zur Einscheiben-Trockenkupplung schaltet die Rutschkupplung bei Überschreiten eines bestimmten Drehmoments (Überlastung) selbsttätig. Damit gehört sie in die Gruppe der Sicherheitskupplungen. ②

Die Standardisierung von Kupplungen (↑ S. 48) ermöglicht ihre rationelle Fertigung und Austauschbarkeit.

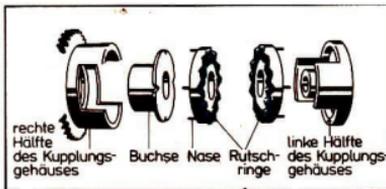
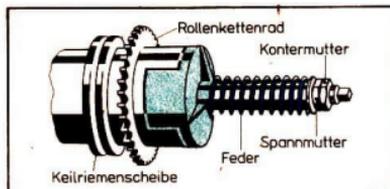


Bild 28/2 Rutschkupplung

- ① Welche Wirkungsprinzipien liegen einer Rutschkupplung mit ebenen bzw. planverzahnten Scheiben zugrunde?
- ② Welche Gründe führen zum Einsatz der Rutschkupplung?
- ③ Entwickeln Sie eine Übersicht mit folgendem Kopf:

Einteilungsmerkmale	Benennung	Sinnbild	Wirkungsprinzip	Beispiele
---------------------	-----------	----------	-----------------	-----------

Einteilungsmerkmale sind:

Schaltkupplungen, nicht selbstschaltend, selbstschaltend,

Dauerkupplungen, starr, beweglich.

Sinnbilder ↑ vordere innere Umschlagseite.

Getriebe als Bauteile zum Umformen von Bewegungen

Einsatzbeispiele und Aufgaben

Maschinen befreien den Menschen von schwerer körperlicher Arbeit. Um mit Maschinen z. B. Werkstücke drehen, Beton mischen, Kaffee mahlen, Lasten transportieren zu können, müssen die Arbeitselemente der Maschine (Werkzeuge) unterschiedliche Bewegungen ausführen. Je nach Arbeitsaufgabe müssen sie z. B. schnell oder langsam rotieren, sich geradlinig oder kurvenförmig bewegen können. Die vom Antriebselement der Maschine, dem Motor, abgegebene Bewegung entspricht in den meisten Fällen nicht den erforderlichen Arbeitsbewegungen. Aus diesem Grunde werden zwischen Antriebselement und Arbeitselement Bauteile kombiniert, die man Getriebe nennt.

Durch Getriebe ist es z. B. möglich,

- beim Verbrennungsmotor die geradlinige Bewegung des Kolbens in eine drehende Bewegung der Kurbelwelle umzuwandeln, (Kurbelgetriebe ↑ Bild 20/2 und Bild 39/2);
- bei Kraftfahrzeugen Drehzahl- bzw. Drehrichtungsänderung der Antriebsräder zu bewirken, in Werkzeugmaschinen (Drehmaschine, Bohrmaschine, ...) Drehzahl- bzw. Drehrichtungsänderung der Arbeitsspindel (Schaltgetriebe ↑ Bild 33/1);
- beim Betonmischer die relativ hohe Drehzahl des Elektromotors in eine kleinere Drehzahl der Mischtrommel umzuformen (Riemengetriebe ↑ Bild 38/1). Die Verringerung der Drehzahl hat eine erwünschte Vergrößerung des Drehmoments zur Folge;
- eine rechtwinklige Umlenkung der Antriebsbewegung des Motors auf die Antriebsräder eines Kraftfahrzeugs zu erzielen (Kegelradgetriebe ↑ Bild 31/1);
- den Energiefluß zu teilen, z. B. bei der Drehmaschine gleichzeitiger Antrieb der Arbeitsspindel (Hauptbewegung) und des Werkzeugschlittens (Nebenbewegung).

Getriebeteile führen zwangläufige Bewegungen aus. Diese Bewegungen verlaufen nach den Gesetzmäßigkeiten der Kinematik.

▶ Getriebe sind Bauteile zum Umformen und Übertragen der Bewegungen. Sie haben im wesentlichen folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Änderung der Drehrichtung
- Änderung der Drehzahl bei gleichzeitiger Änderung des Drehmoments
- Umwandeln einer drehenden in eine geradlinige Bewegung
- Umwandeln einer geradlinigen in eine drehende Bewegung
- Teilen des Energieflusses für die Ausführung von Haupt- und Nebenbewegungen.

Zahnradgetriebe

In allen Bereichen der Technik werden Zahnradgetriebe eingesetzt.

Im einfachsten Fall besteht ein Zahnradgetriebe aus zwei gelagerten Wellen und zwei so darauf angeordneten Zahnrädern (Bild 30/1), daß die Zähne des einen Zahnrades in die Lücken des anderen Zahnrades greifen. Durch diese formschlüssige Verbindung arbeitet das Zahnradgetriebe schlupffrei.

Da sich beim Zahnradgetriebe treibendes Rad und getriebenes Rad gegeneinander bewegen, muß sich das getriebene Rad zwangläufig entgegengesetzt der Drehrichtung des treibenden Rades drehen, d. h. die Drehrichtung wird verändert. Haben treibendes und getriebenes Rad außerdem unterschiedliche Durchmesser, so erhält man gleichzeitig an der Abtriebswelle eine andere Drehzahl als an der Antriebswelle. ①

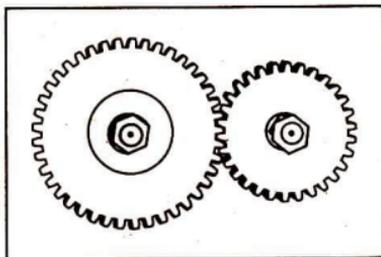


Bild 30/1 Einfaches Stirnradgetriebe

▶ Mit Zahnradgetrieben können folgende Forderungen erfüllt werden:

- Schlupffreies Übertragen von Drehbewegungen und Drehmomenten (Zwanglauf)
- Ändern der Drehzahl bei gleichzeitiger Änderung des Drehmoments
- Ändern der Drehrichtung.

- ① Erläutern Sie, wie das im Bild 30/1 dargestellte einfache Stirnradgetriebe verändert (ergänzt) werden muß, damit ein Gleichlauf der Antriebs- und Abtriebswelle erreicht wird!

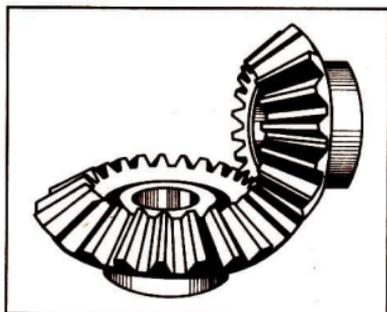


Bild 31/1 Kegelradgetriebe



Bild 31/2 Schneckengetriebe

Die vielfältigen Arbeitsaufgaben einer Maschine erfordern oft zusätzlich eine räumliche Änderung der Drehbewegung. Zu diesem Zweck müssen Wellen sich z. B. schneiden oder kreuzen.

Entsprechend der unterschiedlichen Anordnung der Wellen weisen die Zahnräder unterschiedliche Formen auf. Nach Standard TGL 15031 unterscheidet man z. B.

- Stirnradgetriebe (parallele Lage der Wellen, Bild 30/1),
- Kegelradgetriebe (sich schneidende Wellen, Bild 31/1),
- Schneckengetriebe (sich kreuzende Wellen, Bild 31/2).

Stirnradgetriebe

Aufbau und Arten. Stirnradgetriebe werden überall dort eingesetzt, wo die Wellen parallel zueinander liegen und einen kleinen Abstand zueinander haben. Ihr Einsatzbereich ist entsprechend sehr groß. Sie sind sowohl in Arbeitsmaschinen aller Produktionszweige als auch in Transportmaschinen, wie Hebezeugen, Straßen- und Schienenfahrzeugen, zu finden.

Man unterscheidet einfache Stirnradgetriebe und Schaltgetriebe, dazu gehören z. B. die Schieberadgetriebe. Bei einfachen Stirnradgetrieben sind die Stirnräder mit den Wellen fest verbunden (sinnbildliche Darstellung ↑ vordere innere Umschlagseite und Bild 32/1). Das Übersetzungsverhältnis ist konstant. Bei Schieberadgetrieben sind die Zahnräder auf der einen Welle verschiebbar, auf der anderen Welle fest angeordnet (Bild 32/2). Durch Schalten der Schieberäder mittels Schalteinrichtung können die Zahnradpaarungen von An- und Abtriebswelle verändert werden. Je nach Anzahl der veränderlichen Zahnradpaarungen sind mehrere Übersetzungsverhältnisse möglich.

Wie aus Bild 32/2 zu ersehen, ist nur immer ein Zahnradpaar im Eingriff.

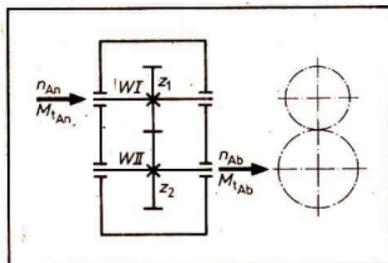


Bild 32/1 Einfaches Stirnradgetriebe
(sinnbildliche Darstellung)

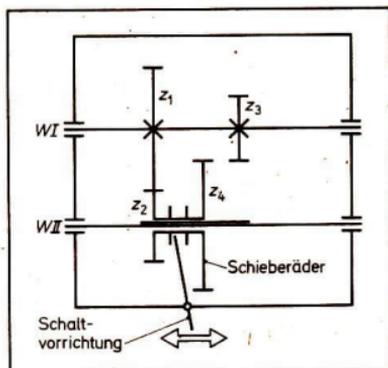


Bild 32/2 Einfaches Schieberadgetriebe
(sinnbildliche Darstellung)

Eine andere Möglichkeit, Zahnradgetriebe zu schalten, besteht darin, daß alle Zahnradpaare in Eingriff bleiben, aber durch Schalten einer Kupplung (Kuppelräder) nur jeweils ein Zahnradpaar zur Wirkung kommt (Bild 32/3, ↑ Bild 35/2). Das Schaltgetriebe eines Kraftfahrzeugs ist sowohl mit Schieberädern als auch mit einer Klauenkupplung ausgestattet (Bild 33/1, ↑ Bild 35/2).

Mit Hilfe der Schieberäder z_4 und z_6 (Bild 33/1) und der Klauenkupplung K (Bild 33/2) werden die für die einzelnen Gänge (Drehzahlen) benötigten Zahnradpaare geschaltet. Über das Zwischenrad z_8 wird die Drehrichtung geändert (Rückwärtsgang).

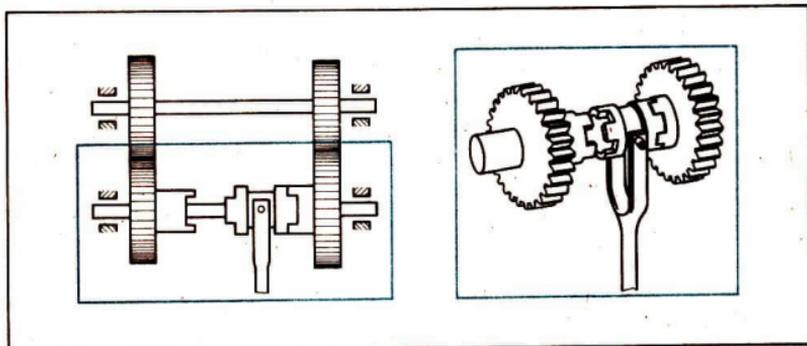


Bild 32/3 Kuppelräder eines Schaltgetriebes

Bezeichnungen am Stirnrad. Damit Zahnräder unterschiedlicher Durchmesser und Zähnezahlen ineinandergreifen können, müssen die Zähne und auch die Zahnluken beider Zahnräder in Abmessung und Form gleich sein. Diese und andere bei der Zahnradherstellung immer wiederkehrenden Größen (Bild 34/1) sind deshalb durch Standardisierung (↑S. 48) vereinheitlicht. Die Flächen, die

- ① Erläutern Sie anhand der sinnbildlichen Getriebeskizze, Bild 33/2, welche Zahnräder fest mit der Welle verbunden, welche verschiebbar und welche auf einer Achse drehbar gelagert sind (↑ vordere innere Umschlagseite)
- ② Skizzieren Sie als Ergänzung zu Bild 33/2 die Zahnradpaarungen für den 1., 2. und 3. Gang und den Rückwärtsgang!

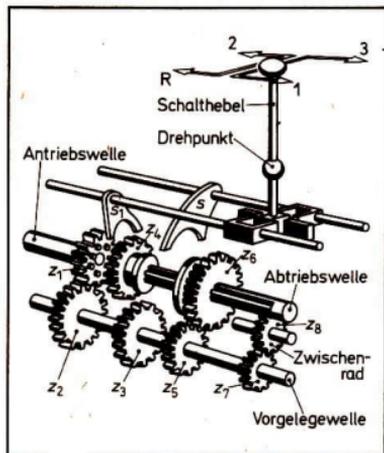


Bild 33/1 Schaltgetriebe eines Kraftfahrzeugs (Dreiganggetriebe; S, S₁ Schaltstücke)

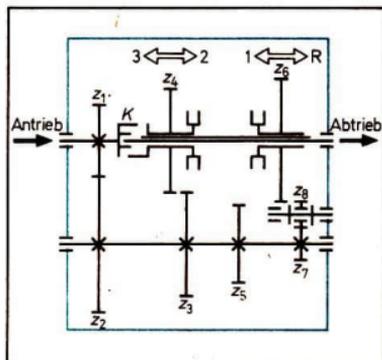


Bild 33/2 Schaltgetriebe, sinnbildliche Darstellung, Leerlaufstellung

Energiefluß:

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1. Gang | z_1 / z_2 |
| | z_5 / z_6 |
| 2. Gang | z_1 / z_2 |
| | z_3 / z_4 |
| 3. Gang | z_1 / K |
| Rückwärtsgang: | z_1 / z_2 |
| | $z_7 / z_8 / z_6$ |

beim Bewegen der Zähne aneinander vorbeigleiten, heißen Zahnflanken (kurvenförmig).

Für Berechnungen am Stirnradgetriebe und zur zeichnerischen Darstellung ist der Teilkreisdurchmesser d_o von besonderer Bedeutung. Die Teilkreisdurchmesser zweier im Eingriff stehender Stirnräder berühren einander in der Verbindungslinie durch die beiden Mittelpunkte (O_1, O_2). Die Strecke $\overline{O_1 O_2}$ entspricht dem Achsabstand a zweier im Eingriff stehender Zahnräder. Durch die Kombination von Zahnrädern mit unterschiedlichen Teilkreisdurchmessern lassen sich entsprechende Aufgaben unterschiedliche Abtriebsdrehzahlen n_{Ab} erreichen. Das Verhältnis von Antriebsdrehzahl n_{An} zu Abtriebsdrehzahl n_{Ab} nennt man Übersetzungsverhältnis. Es wird mit i bezeichnet.

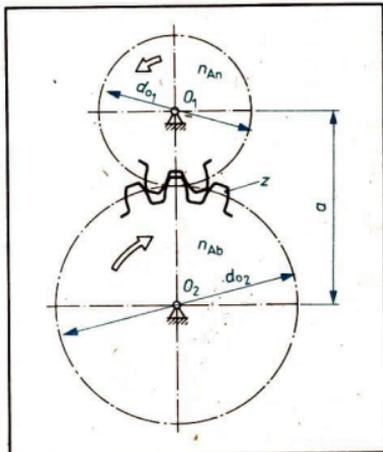
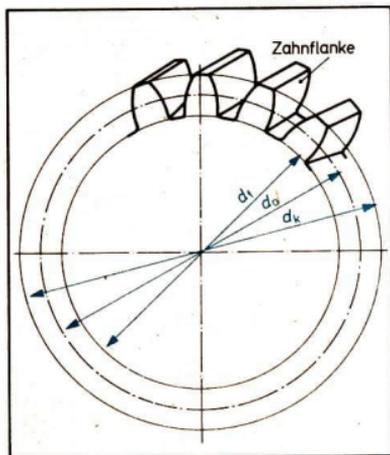


Bild 34/1 a, b) Größen an Stirnrad und Stirnradgetriebe

d_o – Teilkreisdurchmesser
 d_t – Fußkreisdurchmesser
 d_k – Kopfkreisdurchmesser
 z – Zähnezahl

n – Drehzahl (min^{-1})
 i – Übersetzungsverhältnis
 a – Achsabstand

Berechnungen am Stirnradgetriebe. Zwei Zahnräder, die miteinander im Eingriff stehen, haben durch den Zwanglauf begründet, stets die gleiche Umfangsgeschwindigkeit $v_{An} = v_{Ab}$. Wegen

$$v = \frac{s}{t} \text{ und } s = u_o = \pi \cdot d_o \text{ sowie } t = \frac{1}{n} \text{ folgt}$$

$$v = \pi \cdot d_o \cdot n$$

$u_o =$ Umfang des Teilkreises

Da gilt: $v_{An} = v_{Ab}$ folgt

$$d_{oAn} \cdot n_{An} = d_{oAb} \cdot n_{Ab}$$

Daraus ergibt sich:

$$\frac{n_{An}}{n_{Ab}} = \frac{d_{oAb}}{d_{oAn}}$$

Die Drehzahlen verhalten sich umgekehrt proportional wie die zugehörigen Teilkreisdurchmesser.

- ① Der PKW Trabant hat in den einzelnen Gängen folgende Übersetzungsverhältnisse
- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. Gang $i = 4,08$ | 3. Gang $i = 1,52$ |
| 2. Gang $i = 2,32$ | 4. Gang $i = 1,03$ |

Erklären Sie die praktische Bedeutung dieser Übersetzungsverhältnisse (M_t , v) (↑ Bild 35/1)!

- ② Die Kraft, die am Umfang des Teilkreises eines Zahnrades wirkt, und auf den Umfang des anderen Zahnades übertragen wird, nennt man Umfangskraft F_u . Da die zu übertragende Umfangskraft, abgesehen von Reibungsverlusten, gleichbleibt, ändert sich bei unterschiedlichen Teilkreisdurchmessern das zu übertragende Drehmoment M_t (Bild 35/1).

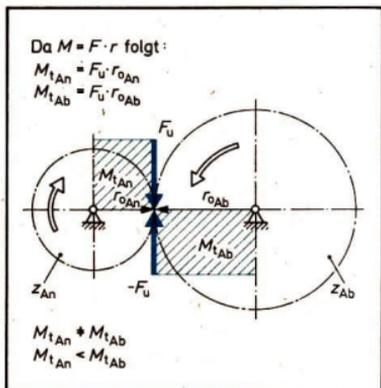


Bild 35/1 Änderung des Drehmoments am Stirnradgetriebe

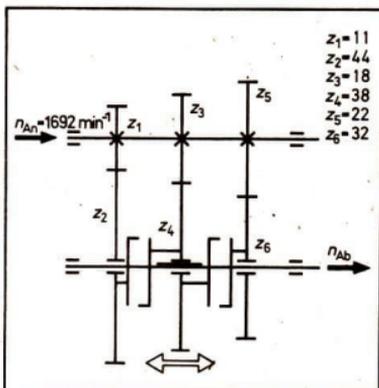


Bild 35/2 Klauengeschaltetes Zahnradgetriebe des Mokick S 51 (sinnbildliche Darstellung)

- Vergleichen Sie die Drehzahl des Antriebszahnades mit der Drehzahl des Abtriebszahnades (Bild 35/1)!
 - Begründen Sie den Zusammenhang zwischen den Drehzahlen und den Drehmomenten zweier im Eingriff stehender Zahnades (Bild 35/1)!
- ③ Im Bild 35/2 ist das Zahnradgetriebe des Mokick S 51 dargestellt. Lösen Sie dazu folgende Aufgaben:
- Erläutern Sie Aufbau und Funktion des dargestellten Getriebes!
 - Wieviel Schaltstufen hat das Zahnradgetriebe?
 - Berechnen Sie die möglichen Übersetzungsverhältnisse für die Schaltstufen des Zahnradgetriebes (↑ S. 36)!
 - Das Mokick S 51 erreicht eine Höchstleistung von $2,65 \text{ kW}$ bei 5500 min^{-1} . Diese Drehzahl von 5500 min^{-1} wird durch eine vorgeschaltete Übersetzung (Motor-Getriebe) auf 1692 min^{-1} verringert. Berechnen Sie die Abtriebsdrehzahl des Schaltgetriebes für die möglichen Schaltstufen bei der gegebenen Eingangsdrehzahl von 1692 min^{-1} !

Da das Verhältnis von Antriebsdrehzahl n_{An} zu Abtriebsdrehzahl n_{Ab} als Übersetzungsverhältnis i definiert wurde, gilt:

$$i = \frac{n_{An}}{n_{Ab}} = \frac{d_{oAb}}{d_{oAn}}$$

Ist der Quotient $\frac{n_{An}}{n_{Ab}} < 1$,

so ist die Abtriebsdrehzahl größer als die Antriebsdrehzahl. Bei $\frac{n_{An}}{n_{Ab}} > 1$

ist die Abtriebsdrehzahl kleiner als die des Antriebs.

Das Übersetzungsverhältnis i ist das Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl. Es gibt an, ob und in welchem Maße durch das Getriebe die Abtriebsdrehzahl vergrößert oder verkleinert wird.

Da zwischen Teilkreisdurchmesser und Zähnezahl ein direktes Verhältnis besteht und im allgemeinen anstelle der Teilkreisdurchmesser die Zähnezahlen eingesetzt werden, gilt:

$$i = \frac{n_{An}}{n_{Ab}} = \frac{d_{oAb}}{d_{oAn}} = \frac{z_{Ab}}{z_{An}} \quad \textcircled{1} \textcircled{2} \textcircled{3} \quad (\uparrow \text{S. 35})$$

Zugmittelgetriebe

Zugmittelgetriebe gehören zu den ältesten Übertragungselementen. Die Übertragung eines Drehmoments von einem Antriebsrad auf ein Abtriebsrad kann formschlüssig (z. B. Fahrradkette-Kettenräder) oder kraftschlüssig (z. B. Treibriemen zwischen Riemenscheiben) erfolgen (Bild 38/1).

Die Zugmittelgetriebe werden dort eingesetzt, wo größere Wellenabstände zu überbrücken sind. So dienen sie z. B. zum Antrieb von Gebläse und Lichtmaschine beim Kraftfahrzeug. $\textcircled{4}$

Keilriemengetriebe

In der einfachsten Form bestehen Keilriemengetriebe aus zwei oder mehreren Riemenscheiben, einem schmiegsamen Riemen als Zugmittel und einem Gestell, das die Lager der Wellen starr verbindet (Bild 38/1). Um eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Riemen und Riemenscheibe zu erreichen, wird der Treibriemen mit einer bestimmten Normalkraft F_N auf die Riemenscheibe gepreßt. Um die Übertragung eines möglichst großen Drehmoments zu erreichen, ist außerdem zwischen Riemenscheibe und Treibriemen eine hohe Reibungszahl μ erforderlich. Vergleicht man ein Flachriemengetriebe mit einem Keilriemengetriebe unter gleichen Bedingungen (gleiche Werkstoffpaarung – gleiche Anpreßkräfte – gleichgroße Reibflächen) so kann man feststellen, daß mit dem Keilriemengetriebe ein größeres Drehmoment übertragen wird. Die Ursache liegt in einer Vergrößerung der wirkenden Kraft, da durch die Keilform des Riemens die Normalkraft F_N in größere Anpreßkräfte F_A zerlegt wird (Bild 38/2). Der Keilriemen ist

- ① Es ist ein Zweistufengetriebe in sinnbildlicher Darstellung zu zeichnen (Bild 37/1). Das Getriebe hat drei Wellen im Abstand von je 30 mm. Der Abstand zwischen der 1. und der 2. Getriebestufe beträgt ebenfalls 30 mm.

Die Antriebsdrehzahl n_{An} beträgt 1000 min^{-1} .

Das Übersetzungsverhältnis i_1 der 1. Getriebestufe ist $i_1 = 2:1$.

Gegeben sind weiterhin die Teilkreisdurchmesser

$$d_{o1} = 20 \text{ mm und } d_{o4} = 48 \text{ mm.}$$

- Wie groß ist das Übersetzungsverhältnis i_2 ?
- Mit welcher Drehzahl dreht sich jedes Rad?
- Berechnen Sie das gesamte Übersetzungsverhältnis $i_{ges} = \frac{n_1}{n_4}$!
- Zeichnen Sie das Getriebe in sinnbildlicher Darstellung im Maßstab 1:1!

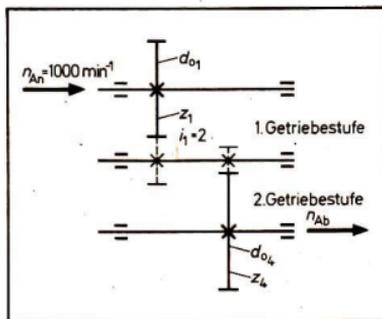


Bild 37/1 Zweistufengetriebe

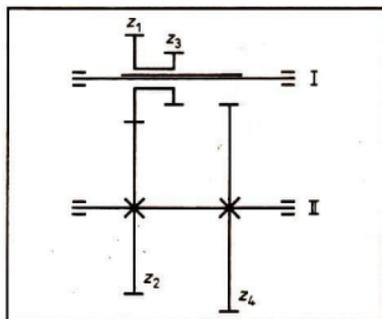


Bild 37/2 Zahnradgetriebe einer Werkzeugmaschine

- ② Betrachten und beschreiben Sie das in Bild 37/2 dargestellte Zahnradgetriebe! Welche Räder sind verschiebbar, welche sind fest montiert?
- ③ Die Welle I (Bild 37/2) dreht sich mit einer Drehzahl $n_1 = 144 \text{ min}^{-1}$. Die auf dieser Welle befindlichen Zahnräder haben die Zähnezahlen $z_1 = 40$, $z_3 = 30$.

Wie groß ist die Zähnezahl des Zahnrades z_2 , wenn sich die Welle II mit der Drehzahl $n_2 = 72 \text{ min}^{-1}$ drehen soll?

Wie groß ist die Zähnezahl des Zahnrades z_4 , wenn sich die Welle II mit der Drehzahl $n_4 = 48 \text{ min}^{-1}$ drehen soll?

Berechnen Sie die Übersetzungsverhältnisse der möglichen Schaltstufen!

- ④ Erkunden Sie, wo sich an Werkzeugmaschinen oder anderen Maschinen Ihres Einsatzbetriebes Zugmittelgetriebe befinden!

aufgrund des verwendeten Materials (Gummi mit Textil- bzw. Stahleinlage) sehr elastisch. Diese Eigenschaft wirkt sich positiv auf die Übertragung des Drehmoments aus (elastisches Anlaufen). Die kraftschlüssige Verbindung von Riemen und Riemenscheibe bewirkt bei Überlastung ein Rutschen (Schlupf) der Scheibe

gegenüber dem Riemen. Dadurch können Bauteile vor Überlastung geschützt werden. Infolge des Schlupfes liegt der Wirkungsgrad η bei Riemengetrieben nur bei 0,7. ① ②

Keilriemengetriebe sind kraftschlüssige Getriebe. Sie übertragen Drehmomente zwischen größeren Wellenabständen. Unter gleichen Bedingungen übertragen Keilriemengetriebe größere Drehmomente als Flachriemengetriebe.

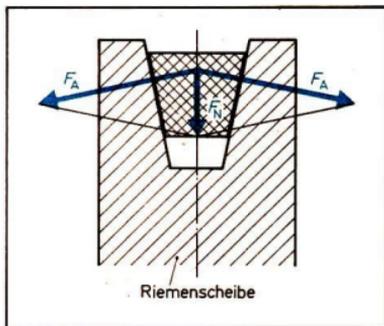
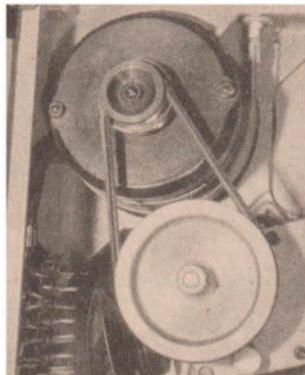


Bild 38/2 Kraftwirkung am Keilriemen
Bild 38/1 Keilriemengetriebe

Kurbelgetriebe

Kurbelgetriebe werden dort eingesetzt, wo eine geradlinige in eine drehende Bewegung (z. B. Schubkurbelgetriebe beim Verbrennungsmotor) oder eine drehende in eine geradlinige Bewegung (z. B. schwingende Kurbelschleife bei der Waagrecht-Stoßmaschine) umgewandelt werden soll. Zu diesem Zweck erhalten die Kurbelgetriebe je nach Funktion *Dreh-* und *Schubgelenke*. Unter einem Gelenk versteht man die Stellen der Kurbelgetriebe, an denen zwei Glieder beweglich miteinander verbunden sind.

So ist z. B. beim *Schubkurbelgetriebe* eines Verbrennungsmotors die Verbindung der Kurbelwelle mit der Pleuelstange als Drehgelenk und die Führung des Kolbens im Zylinder als Schubgelenk konstruiert (Bild 39/2).

Schwingende Kurbelschleife

Zur Realisierung des Arbeitsvorganges Waagrecht-Stoßen ist eine geradlinige (hin- und hergehende) Arbeitsbewegung erforderlich. Da der eingesetzte Elektromotor eine drehende Antriebsbewegung liefert, ist eine Umwandlung dieser Antriebsbewegung in die erforderliche geradlinige Arbeitsbewegung notwendig. Diese Umwandlung geschieht mittels einer schwingenden Kurbelschleife (Bild 40/1).

- ① Erläutern Sie, was unter dem Wirkungsgrad eines Getriebes zu verstehen ist! (↑ Ph i Üb, S. 77)
- ② Erklären Sie, warum der Wirkungsgrad stets kleiner als 1 sein muß!
- ③ Vergleichen Sie die Drehrichtung zweier im Eingriff stehender Zahnräder mit der Drehrichtung zweier Riemscheiben eines Riemengetriebes! Wie kann die Drehrichtung der getriebenen Scheibe umgekehrt werden?
- ④ Wie ändern sich Umfangsgeschwindigkeit v und Drehzahl n der getriebenen Riemscheibe, wenn deren Durchmesser vergrößert wird?
- ⑤ Auf Grund der nachlassenden Elastizität des Keilriemens muß dieser von Zeit zu Zeit nachgespannt werden.

Ein richtig gespannter Keilriemen am PKW Wartburg (Bild 39/1) läßt sich mit der Handkraft max. 15 mm durchdrücken.

- Durch welche Maßnahme kann bei Überschreiten dieses Wertes eine Korrektur vorgenommen werden?
- Welche Folgen können eintreten, wenn der Keilriemen nicht richtig gespannt ist?

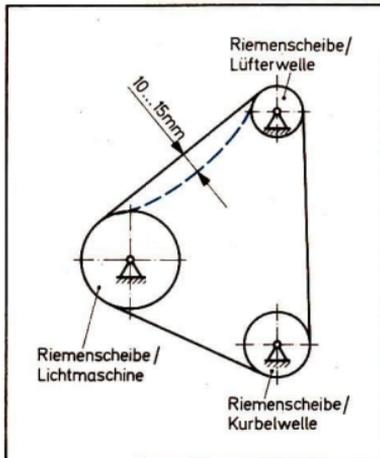


Bild 39/1 Keilriemenspannung

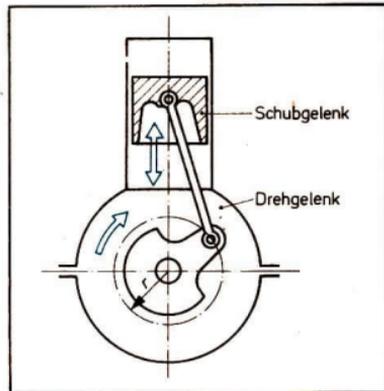


Bild 39/2 Dreh- und Schubgelenk beim Pleuellager im Pleuellagerbuchse

Die schwingende Pleuellagerbuchse ist eine besondere Art der Pleuellagergetriebe. Sie formt in Zusammenhang mit dem Pleuellagerbolzen (↑ Bild 40/1) eine Drehbewegung in eine geradlinige Bewegung um.

Aufbau. Die schwingende Pleuellagerbuchse besteht aus folgenden Teilen:

- Pleuellagerbuchse mit verstellbarem Pleuellagerbolzen (verstellbare Pleuellagerbuchse)
- Pleuellagerbuchse mit Gleitbahn (Pleuellagerbuchse) und Pleuellagerstein (Pleuellagerstein)

Wirkungsweise. Der Elektromotor versetzt die Kurbelscheibe in eine gleichmäßige Drehbewegung. Der auf der Kurbelscheibe befestigte Kurbelzapfen nimmt den Kulissenstein mit und läßt ihn in der Kulissee der Schwinge gleiten. Dabei wird die im Drehpunkt gelagerte Schwinge hin- und herbewegt. Die Bewegung der Schwinge wird auf den Stößel übertragen, der eine Vor- und Rücklaufbewegung des Werkzeugs (Hobelmeißel) bewirkt. Die Bewegungsverhältnisse der schwingenden Kurbelschleife, die Bild 41/1 verdeutlicht, ermöglichen eine rationelle Arbeitsweise z. B. bei der Waagrecht-Stoßmaschine. Die Schwinge ist im Punkt P drehbar gelagert und bewegt an ihrem oberen Ende den Stößel zwischen den Strecken CD und DC .

Die Schwinge erhält ihren Antrieb durch die sich entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn mit gleichmäßiger Umfangsgeschwindigkeit drehende Kurbelscheibe. Während der auf der Kurbelscheibe befestigte Kurbelzapfen den Bogen von A nach B (α) durchläuft, bewegt er zwangsläufig die Schwinge von C nach D (Vorlauf). Beim Durchlaufen des Bogens von B nach A (β) bewegt er die Schwinge von D nach C . Da beim Durchlaufen des Bogens BA ein größerer Winkel (α) zurückgelegt werden muß bei einer gleichbleibenden Umfangsgeschwindigkeit des Kurbelzapfens, muß die Geschwindigkeit für den Vorlauf (Arbeitshub v_a) kleiner sein als die Geschwindigkeit für den Rücklauf (v_r). ①

Bei der schwingenden Kurbelschleife an der Waagrecht-Stoßmaschine ist die Rücklaufgeschwindigkeit größer als die Vorlaufgeschwindigkeit.

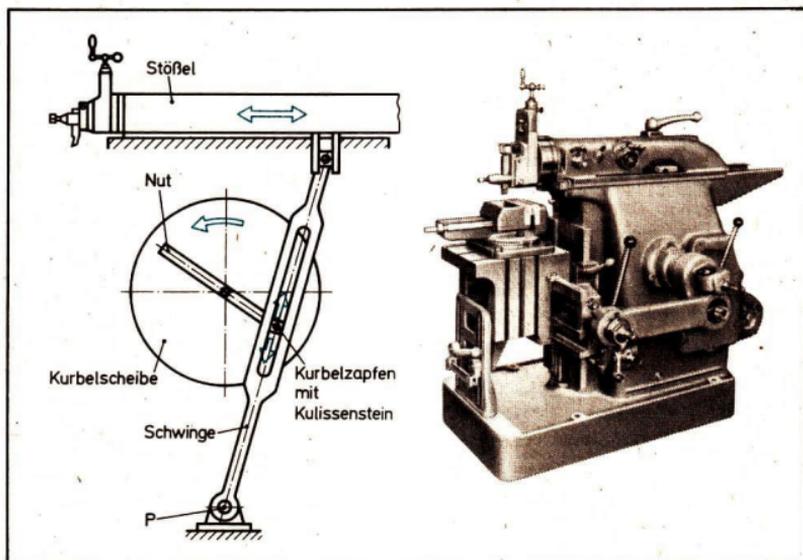


Bild 40/1 Kurbelgetriebe an der Waagrecht-Stoßmaschine (schematisch)

Energiefluß innerhalb der Maschinen

In jeder Maschine verläuft der Energiefluß vom Antriebselement über verschiedene Übertragungselemente zu den Arbeitselementen. Dabei teilt sich der Energiefluß häufig in einen Haupt- und einen Nebenenergiefluß.

Der Grundaufbau einer *Leit- und Zugspindeldrehmaschine* mit seinen Energieflüssen ist im Bild 42/1 dargestellt. Das Antriebselement (1), in diesem Falle ein Elektromotor, stellt die Energie in der Drehmaschine bereit. Über ein Riemenge triebe (2) gelangt die Energie in das Hauptgetriebe (3). Das Hauptgetriebe stellt je nach Arbeitsaufgabe unterschiedliche Drehzahlen bereit. Vom Hauptgetriebe gelangt die Energie über ein zweites Riemenge triebe (4) in ein weiteres Getriebe (5), welches als Vorgelege bezeichnet wird. Dieses Vorgelege hat die Aufgabe, die ankommenden Drehzahlen herabzusetzen.

Vom Vorgelege wird die Energie über die Arbeitsspindel (6) zum Spannzeug (7) weitergeleitet. Da zur Realisierung des Arbeitsvorganges Drehen eine Vorschubbewegung erforderlich ist, muß sich der Energiefluß teilen. Während der Hauptenergiefluß zum Werkstück verläuft, zweigt im Vorgelege der Nebenenergiefluß zum Werkzeug ab. Er verläuft über Zahnräder (A) zum Vorschubgetriebe (B). Vom Vorschubgetriebe gelangt die Energie zum Werkzeugschlitten (D), auf dem sich

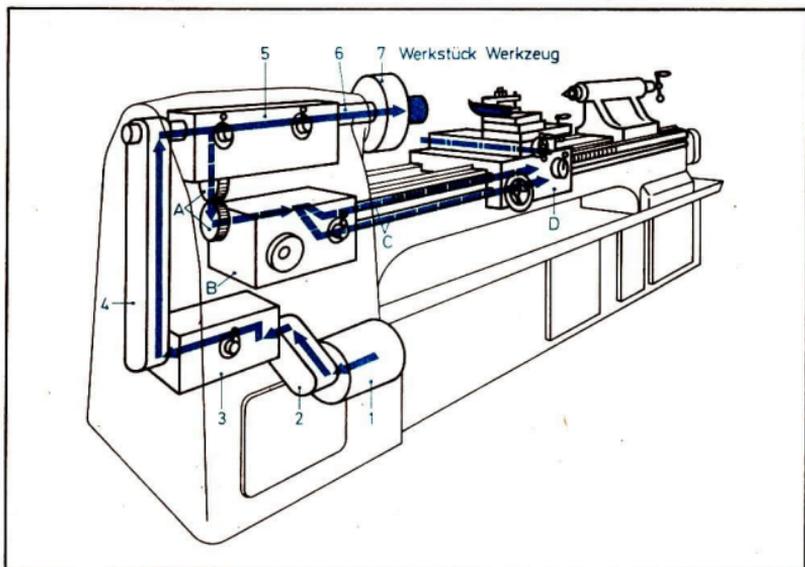


Bild 42/1 Energiefluß in einer Leit- und Zugspindel-drehmaschine

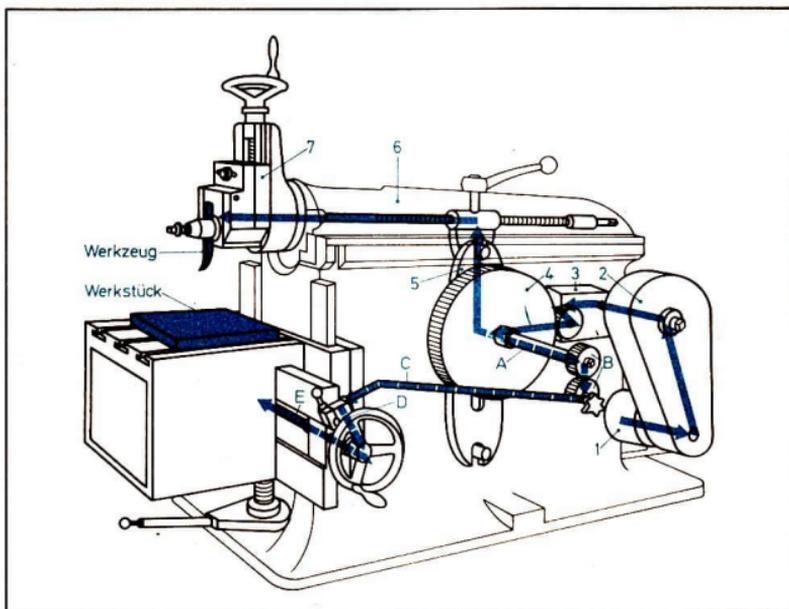


Bild 43/1 Energiefluß in einer Waagrecht-Stoßmaschine

das Werkzeug befindet, entweder über die Leitspindel (C) beim Gewindeschneiden oder über die Zugspindel (C) beim Längsdrehen.

Die *Waagrecht-Stoßmaschine* (Bild 43/1) erhält ihre Energie ebenfalls von einem Elektromotor (1). Von dort gelangt sie über ein Riemengetriebe (2) in das Getriebe (3), das die gleichbleibende Drehzahl des Motors in die erforderliche Drehzahl der Kurbelscheibe (4) umformt. Der Energiefluß wird dann in die Schwinge (5) geleitet, welche die drehende Bewegung in eine hin- und hergehende Bewegung des Stoßels (6) umformt. Im Stoßelkopf (7) ist das Werkzeug eingespannt. Bei der Kurbelscheibe (4) teilt sich der Energiefluß.

Während der Hauptenergiefluß wie beschrieben zum Werkstück verläuft, geht der Nebenenergiefluß über die Kurbelscheibenwelle (A), Zahnräder (B), Schubstange (C) zu einer Sperrklinke (D), die mit der Tischspindel (E) verbunden ist. Die hin- und herbewegte Schubstange dreht die Tischspindel je nach Stellung der Sperrklinke links- bzw. rechtsherum. Dabei wird der Tisch mit dem aufgespannten Werkstück bei jedem Hub um die Spandicke quer zur Bewegung des Werkzeugs verschoben.

Bild 44/1a zeigt die schematische Darstellung des Triebwerkes vom Mokick S 51, das im VEB Fahrzeug- und Jagdwaffenwerk Suhl hergestellt wird. ② ③

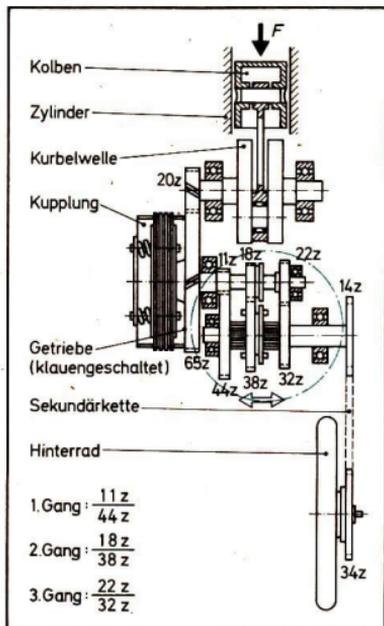


Bild 44/1 b) Mokick S 51

Bild 44/1 a) Schematische Darstellung
des Triebwerkes
des Mokick S 51

Konstruktive Gestaltung der Bauteile

Aufgabenstellung: Die Lagerung der Papierrolle einer Registrierkasse soll konstruiert werden (Bild 45/1).

Dabei sind vom Konstrukteur folgende Bedingungen zu beachten:

1. Die Papierrolle soll leicht auswechselbar sein.
2. Die Papierrolle darf sich nach Abtrennen eines Kassenabschnittes nicht selbstständig weiterdrehen!

Sollen Maschinen oder Maschinenteile konstruiert werden, so geht man immer von der Aufgabe, die diese Teile zu erfüllen haben, aus. Der Konstrukteur wird zunächst untersuchen, ob es schon gleiche oder ähnliche konstruktive Lösungen gibt, die sich in der Praxis bewährt haben. Liegen keine fertigen Lösungen für die gesamte Konstruktion vor (Patente, Standards), so muß er bei seiner Konstruktion darauf achten, daß er weitestgehend standardisierte Bauteile verwendet, damit bei anfallenden Reparaturen ein kosten- und zeitsparender Austausch vorgenommen werden kann.

Die gefundene Lösung stellt das Ergebnis kollektiver Zusammenarbeit des Konstrukteurs mit Technologen, Ökonomen, Formgestaltern und bewährten Praktikern dar. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß die Konstruktion allen wesentlichen an sie gestellten Forderungen entspricht.

Solche Forderungen sind z. B.:

- ① Ordnen Sie folgende Bauteile den Baugruppen der Maschinen zu: Kurbelwelle, Wellenkupplungen, Zahnrad, Zahnradgetriebe, Achse, Gehäuse, Elektromotor, Bohrfutter, Schalthebel, Handkurbel, Maschinenbett!
- ② Skizzieren Sie das in Bild 44/1a gezeigte Triebwerk in sinnbildlicher Darstellung!
- ③ Zeichnen Sie in Ihrer Darstellung den Energiefluß vom Antrieb (Kolben des Kurbeltriebs) bis zum Abtrieb (Hinterrad) ein. Im Getriebe ist der 1. Gang (Energiefluß von Z_1 nach Z_2) geschaltet.

- Einhaltung gegebener Parameter (Leistungen, Kräfte, Drehzahlen...)
- Einhaltung vorgegebener Abmessungen
- geeigneter Werkstoff (möglichst Einsatz einheimischer Werkstoffe)
- geringe Masse
- höchstmögliche Stückzahl (Abhängigkeit der Fertigungsart von der Stückzahl)
- Einhaltung vorgegebener Normative für die Nutzungsdauer
- leichte Wartung (Reinigen, Schmieren)
- leichte Montage und Demontage
- möglichst niedrige Herstellungskosten (Kosten-Preis-Relationen)
- ästhetische und zweckentsprechende Formgestaltung.

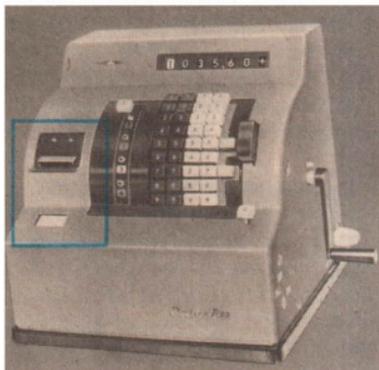


Bild 45/1 Kellnerkassette BD 150

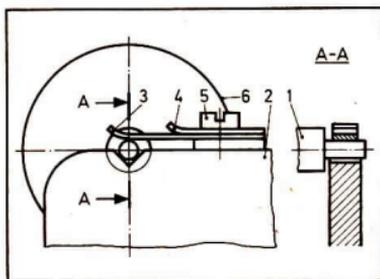
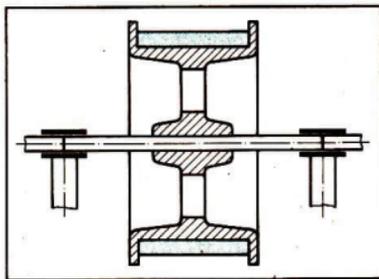


Bild 45/2 Prinzip der Papirollenlagerung
Bild 45/3 Entwurf zur Lagerung der Papierrolle



Unter Berücksichtigung der vorangestellten Bedingungen bzw. Forderungen an eine Konstruktion ergibt sich für die Lagerung der Papierrolle einer Registrierkasse folgende mögliche Lösung: Bilder 45/2 und 45/3.

Aus den Bildern ist ersichtlich, daß die Achse in einer prismatischen Aussparung (Kerbe) gelagert ist. Nach oben wird sie durch eine Feder, die mit einer einstellbaren Kraft auf die Achse drückt, gesichert. Durch diese Art der Lagerung werden die geforderten Bedingungen (leichtes Auswechseln, Selbsthemmung) erfüllt.

Bedeutung der Standardisierung für die Wirtschaft der DDR und der Länder des RGW

Durch die Entwicklung der industriellen Produktion und den dadurch bedingten Übergang zur Massenfertigung wurde eine weitestgehende Vereinheitlichung der Formen, Abmessungen, Werkstoffe... von Erzeugnissen notwendig. Diese Vereinheitlichungen wurden früher als Normen¹, heute werden sie als Standards² bezeichnet. Durch die Standardisierung wird die Vielzahl von Arten und Größen der Erzeugnisse sowie der Verfahren zur Herstellung von Erzeugnissen eingeschränkt. Da es zur Lösung einer Aufgabe immer mehrere Möglichkeiten gibt, ist die Auswahl der geeignetsten Lösung (Bestlösung) notwendig. Bestlösungen werden dann standardisiert.

In der Verpackungsindustrie gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Verpackungsmitteln: Durch die Standardisierung im Rahmen des RGW wurde erreicht, daß allen diesen Verpackungsmitteln ein einheitliches Rastermaß zugrunde liegt (Modul 800 mm × 1200 mm). Dieser Standard (ST RGW 227-75)³ ist der erste RGW-Standard auf dem Gebiet der Verpackungsindustrie. Dadurch wurde es möglich, die Abmessungen der Verpackungsmittel, Transportmittel (Bild 47/1) und Lagerausrüstungen aufeinander abzustimmen.

Vereinheitlichungen dieser Art sind keine Erfindungen der Neuzeit. So gab es bereits bei den Ägyptern schon lange vor der Zeitrechnung eine gewisse Ordnung in den Abmessungen der Bausteine für den Bau von Pyramiden. Dadurch war es möglich, vorgefertigte Steine aus allen Teilen des Landes zu verwenden. Die Mittelmeerseemacht Venedig lagerte in den Arsenalen der Häfen Hauptmasten, die in vielen Schiffstypen eingesetzt werden konnten. Im alten Rom wurden einheitliche Rohrdurchmesser für die Wasserleitung festgelegt. Die gebräuchlichste Rohrweite war fünf Finger breit, das entspricht einem Rohrdurchmesser von etwa 95 mm. Es war verboten, Rohre mit anderen Durchmessern an die städtische Wasserleitung anzuschließen. Auch die Ausrüstung der römischen Legionen war bereits weitgehend vereinheitlicht.

Vereinheitlichungsbestrebungen umfassender Art entwickelten sich aber erst mit der Industrialisierung. Die Fabrikbesitzer erkannten sehr bald, daß der Profit wesentlich gesteigert werden kann, wenn immer wieder gleichartige Erzeugnisse in großen Mengen hergestellt werden. Aus diesem Grunde wurde z. B. 1841 in England ein einheitliches Gewinde (Whitworth-Gewinde) eingeführt.

1 Norm.: Lat. „Norma“: Richtschnur, Muster, Regel

2 Standard; engl.: Vorschrift

3 RGW-Standards besitzen in den RGW-Ländern Gültigkeit, die ihnen zugestimmt haben.

Unter kapitalistischen Bedingungen ist eine umfassende Standardisierung jedoch nicht in allen Bereichen möglich, da das Privateigentum an Produktionsmitteln als hemmender Faktor wirkt. Da der Kapitalist nicht an einer umfassenden Austauschbarkeit seiner Erzeugnisse interessiert ist, kommt die Standardisierung kaum über den Bereich der Konzerne hinaus (Konkurrenzkampf).

Allerdings müssen die Konzerne, um sich auf dem Weltmarkt behaupten zu können und den international üblichen Serviceanforderungen gerecht zu werden, ihre innerbetriebliche Standardisierung sehr weit ausbauen. Hinzu kommt, daß viele Konzerne durch den Zusammenschluß in Monopolverbänden bereits internationalisiert sind und ihre Standards damit den Charakter von internationalen Standards haben. Außer den betrieblichen Standards gibt es in kapitalistischen Ländern auch überbetriebliche und internationale Standards, sie werden jedoch lediglich zur Anwendung empfohlen. Grundsätzlich gilt für die Einhaltung von Standards im Kapitalismus: Sie müssen der Sicherung des Maximalprofits der Konzerne und Monopolverbände dienen.

Eine umfassende Nutzung der Vorteile der Standardisierung ist nur in der sozialistischen Gesellschaftsordnung möglich. Hier wird planmäßig die unzuweckmäßige und unökonomische Vielgestaltigkeit der Erzeugnisse und Verfahren überwunden.

Den höchsten Stand der Entwicklung auf nationaler und internationaler Ebene hat gegenwärtig die Standardisierung in den sozialistischen Staaten erreicht, die im Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) zusammengeschlossen sind.

So erfolgt z. B. der Warenverkehr zwischen allen RGW-Staaten mittels international standardisierter Container (Bild 47/1).



Bild 47/1 Container nach ST RGW 227-75

Auf Grund des gesellschaftlichen Eigentums an den Produktionsmitteln gibt es keine Widersprüche zwischen betrieblicher und überbetrieblicher bzw. nationaler und internationaler Standardisierung. Deshalb wird im RGW-Bereich eine umfassende Standardisierung angestrebt. Verantwortlich für die Standardisierung in der DDR ist das Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung (ASMW). Es hat die Aufgabe, die Einhaltung bestehender Standards (TGL) zu überprüfen und die Entwicklung neuer Standards anzuleiten. Im Rahmen dieser Aufgabe ist das ASMW gemeinsam mit den anderen Mitgliedstaaten des RGW an der Erarbeitung und Einführung eines „Einheitlichen Systems der Konstruktionsdokumentation“ (ESKD) beteiligt. Das ESKD soll dazu beitragen, das Komplexprogramm der sozialistischen ökonomischen Integration noch besser zu verwirklichen.

Standardisierungsbeispiele für Achsen, Wellen, Lager, Kupplungen und Getriebe

Bauteil	Standardisierungsmerkmale	TGL-Nr.
Achsen Wellen	<ul style="list-style-type: none"> - Vorzugsmerkmal für Durchmesser - Bolzen (Sonderfall von Achsen) - Bolzen mit Gewindepapfen - Zentrierungen - Wellenenden (Zapfen) - Einflußfaktoren für die Festigkeitsberechnungen 	TGL RGW 514-77 TGL 0-1433 TGL 18010 TGL 0-1438 TGL 0-332/01 u. 02 TGL RGW 537-77 TGL 19340/01 bis 05
Lager	<ul style="list-style-type: none"> - Gleitlager (Buchsen, Anlaufscheiben) - Gleitlager (Buchsen mit Bund) - Schmiereinrichtungen für Gleitlager - Wälzlager: Rillenkugellager Zylinderrollenlager Axial-Rillenkugellager Wälzkörper 	TGL 6558/01 bis 03 6559/01 u. 03 TGL 6560/01 u. 02 TGL 20439 TGL 2981 TGL 2988/01 bis 03 TGL 2986 und 2987 TGL 15515 bis 15518
Kupplungen	<ul style="list-style-type: none"> - Klassifizierungsmerkmale der Wellenkupplungen - Lamellenkupplungen, mechan. schaltbar - Schalenkupplung - Scheibenkupplung 	TGL 6605 TGL 4733 TGL 5850 TGL 21611
Getriebe	<ul style="list-style-type: none"> - Sinnbilder für Zahnräder - Zahnform für Stirnräder - Zahnradgetriebe Übersetzungen von 7,1 bis 40 - Keilriemenscheiben (Stahlblechausführung) 	TGL 15 031 TGL 15 005 TGL RGW 221-75 TGL 19 371/01, 02 TGL 32 221

- ① Nennen Sie an Ihnen bekannten technischen Objekten (Taschenleuchtenbatterie, Bohrer, Feile, Zahnrad, Erlenmeyerkolben, Schreibfeder) die Teile bzw. Größen, die vermutlich standardisiert sind!

Ökonomischer Nutzen der Standardisierung

Durch die Standardisierung wird der unbegründeten Vielzahl von Erzeugnissen ein Ende gesetzt. Dadurch können die ausgewählten Erzeugnisse in wesentlich höheren Stückzahlen produziert werden. Das wiederum ist die Voraussetzung für die Konzentration der Produktion in dafür spezialisierten Betrieben. Durch die großen Stückzahlen wird es außerdem möglich, die ökonomisch ungünstige verfahrensspezialisierte Fertigung durch produktive technologische Verfahren wie Reihen- und Fließfertigung zu ersetzen. Der Grad der Mechanisierung und Automatisierung steigt. Als Ergebnis ist eine wesentliche *Steigerung der Arbeitsproduktivität* zu verzeichnen.

Durch die bessere Auslastung der Grundmittel wird die Fertigungszeit je Erzeugnis gesenkt; außerdem wird Material eingespart. Dadurch ist die *Senkung der Selbstkosten* je Stück möglich. Standardisierte Erzeugnisse passen beim Zusammenbau bzw. beim Einbau von Ersatzteilen ohne wesentliche Nacharbeit. Dadurch wird die Lagerhaltung und die Ersatzteilbeschaffung vereinfacht, und die noch immer umfangreichen Ersatzteilsortimente können wesentlich eingeschränkt werden. Die Standardisierung ermöglicht die *Austauschbarkeit* von Bauteilen und Baugruppen.

Auf diese Weise wird z. B. eine kurzfristige Instandsetzung hochproduktiver Arbeitsmaschinen gewährleistet, was wiederum eine Steigerung der Produktion und eine höhere Arbeitsproduktivität zur Folge hat.

Wenn bei der Konstruktion von Maschinen bzw. anderen Erzeugnissen standardisierte Teile eingesetzt werden, wird *Konstruktionsarbeit eingespart*. Neue technische Entwicklungen können dadurch schneller produktionswirksam werden, außerdem trägt eine kürzere Entwicklungszeit zur Senkung der Selbstkosten des Erzeugnisses bei.

Da standardisierte Erzeugnisse meist „Bestlösungen“ darstellen, ist gewährleistet, daß eine ausgereifte Konstruktion zustande kommt. Sie unterstützt die *Verbesserung der Qualität* der Erzeugnisse.

Die internationale Standardisierung hilft mit, die *internationale sozialistische Arbeitsteilung* im Rahmen des RGW zu vertiefen. Dadurch ist auch eine Übermittlung von Erfahrungen und Bestlösungen über den nationalen Rahmen hinaus möglich.

Einführung in die Steuerung und Regelung von Maschinen und Anlagen

Historisches

Für die weitere Entwicklung unserer sozialistischen Gesellschaft stellt die Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts eine vorrangige Aufgabe dar. Welche Perspektiven sich dem Menschen eröffnen, zeigt besonders deutlich die Ausnutzung der modernsten Technik bei der Erforschung des Kosmos und der Erde durch die Sowjetunion zusammen mit den Bruderländern. Die vielfältigen und anspruchsvollen Aufgaben des Interkosmosprogramms wären ohne den Einsatz automatischer (selbsttätiger) Steuerungen und Regelungen nicht lösbar. Steuerungs- und Regelungsanlagen auf der Basis der Mikroelektronik gestatten zum Beispiel die automatische Ankopplung von *Salut*-, *Sojus*- und *Progress*-Raumschiffen (Bild 50/1) und ermöglichen dadurch eine langzeitige Forschung im All.

Automatische Steuerungen und Regelungen finden breite Anwendung in allen Bereichen der Volkswirtschaft. Bereits 1949 wurden in der UdSSR ein automatisches Kolbenwerk und 1958 ein automatisches Kugellagerwerk in Betrieb genommen.

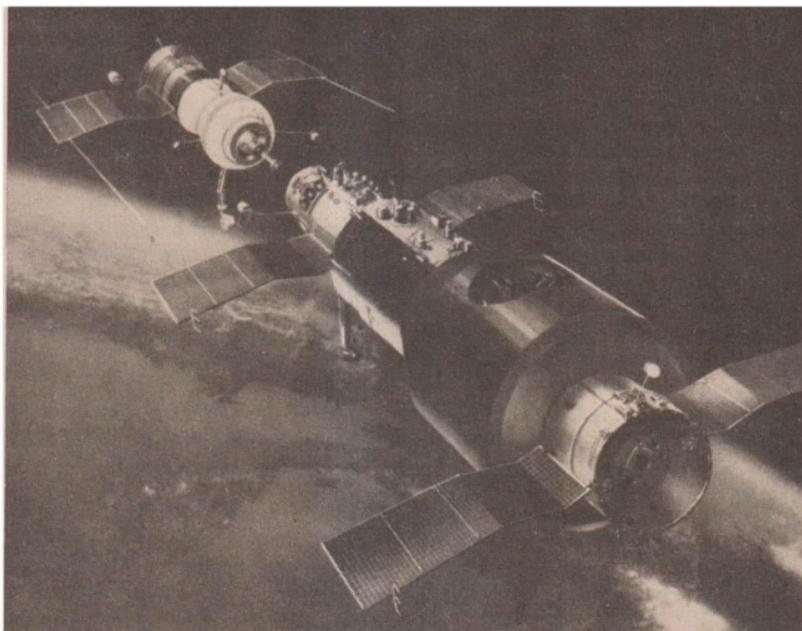


Bild 50/1 Raumstation Salut vor Kopplung mit Raumschiff

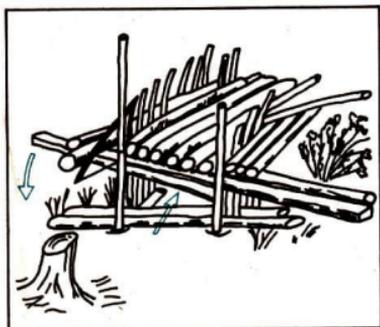


Bild 51/1 Tierfalle

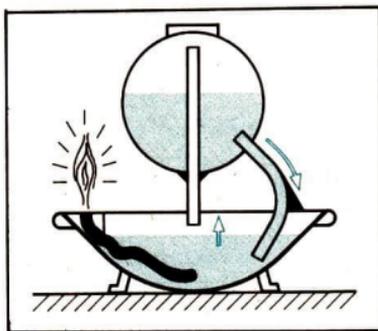


Bild 51/2 Nachfülllampe

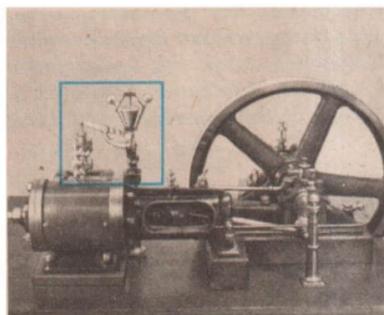


Bild 51/3 Dampfmaschine

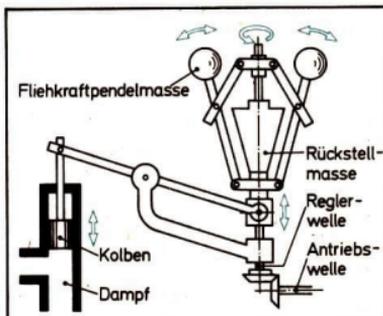


Bild 51/4 Fliehkraftregler

Betrachtet man rückblickend die Entwicklung der Steuerungstechnik, so stellt man erstaunt fest, daß ihre Anfänge weit in die Geschichte der menschlichen Gesellschaft zurückreichen. Die ersten Steuerungsanlagen gab es bereits 4000 v. u. Z. Ein Beispiel hierfür sind die ersten *selbsttätigen* (automatischen) Tierfallen (Bild 51/1). Die ersten Regelungsanlagen sind schon in der Antike anzutreffen. Noch heute bekannt ist die Nachfülllampe des PHILON aus BYZANZ (220 v. u. Z.) (Bild 51/2).

1786 entwickelte JAMES WATT eine Dampfmaschine, deren Drehzahl durch einen *Fliehkraftregler* (Bilder 51/3 und 51/4) konstant gehalten wurde. Die Nutzung dieser Dampfmaschine als Energiemaschine im Produktionsprozeß hatte Auswirkung auf die gesamte Entwicklung der Menschheit, denn dadurch wurde die industrielle Revolution eingeleitet.

Seit dem 19. Jahrhundert wurde eine Vielzahl von Steuerungs- und Regelungsanlagen entwickelt.

- 1848: Geregelter Kohlelichtbogen von FOUCAULT.
- 1873: Erster Drehautomat von SPENCER.
- 1925: Kurvengesteuerte Rundtischglühlampenmaschine.

Die ersten theoretischen Grundlagen für die Entwicklung von Steuerungs- und Regelungsanlagen wurden vor annähernd 100 Jahren geschaffen. Dieser Zeit-

punkt wird als der wirkliche Anfang der Steuerungs- und Regelungstechnik betrachtet, die heute ein wesentlicher Bestandteil aller modernen Produktionsprozesse ist.

Steuerungstechnik

Handsteuerung

Die erste Dampfmaschine von NEWCOMEN (Bild 52/1) erforderte einen Maschinisten, der den Vorgang des Ein- und Auslassens des Dampfes von Hand steuerte. Indem er einen Hebel betätigte, erteilte er der Maschine ein Steuersignal. Dieses bewirkte ein Öffnen bzw. Schließen der Dampfventile bei jedem Hub. Dadurch wurde der Dampfdruck im Zylinder in gewünschter Weise verändert und somit der Kolben auf- bzw. abwärtsbewegt.

Bei der Handsteuerung ist also der Mensch der *Signalgeber*. Die Ventile, die den Dampfdruck verändern (stellen), bezeichnet man als *Stellglieder*; den Zylinder mit Kolben – den zu beeinflussenden Teil der technischen Anlage – als *Steuerstrecke*. Handsteuerungen finden wir auch heute noch sehr häufig in unserer Umwelt, z. B. zum Steuern von Arbeitsvorgängen an einfachen Werkzeugmaschinen und Haushaltsgeräten.

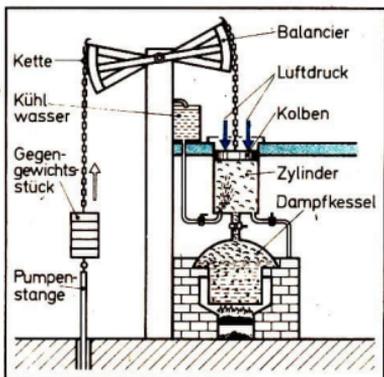


Bild 52/1 Dampfmaschine von NEWCOMEN

Gasmengensteuerung (Ventilsteuerung) im Viertakt-Verbrennungsmotor als Beispiel einer automatischen Steuerung

Viele technische Vorgänge können heute nicht mehr vom Menschen gesteuert oder geregelt werden, da er zu langsam reagiert, schnell ermüdet oder bei bestimmten Prozessen Gesundheitsschäden zurückbehalten würde. Um ablaufende Prozesse zielgerichtet beeinflussen zu können, setzt man deshalb heute automatische Steuerungs- und Regelungsanlagen ein. Aufgrund der Bedeutung des Verbrennungsmotors als Energiemaschine in der gesamten Volkswirtschaft, der Landesverteidigung und im privaten Bereich soll an diesem Beispiel das Wesen von automatischen Steuerungen erläutert werden.

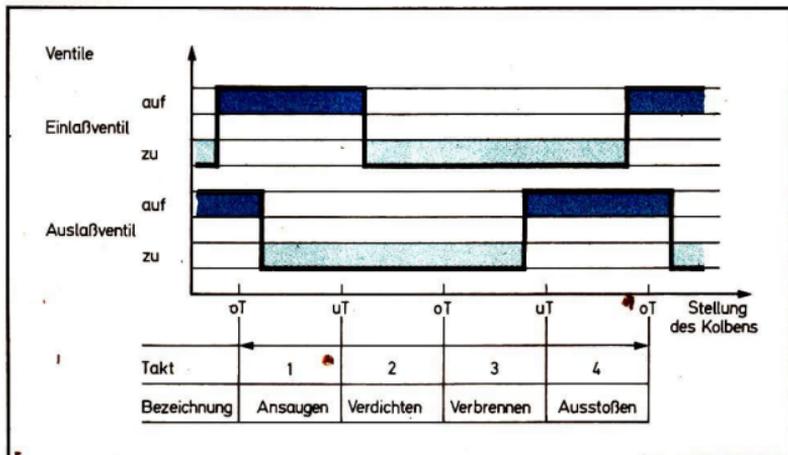


Bild 54/1 Zeitlicher Ablauf der Steuerung des Viertakt-Verbrennungsmotors als Schaltfolgediagramm

► Einen technischen Vorgang, bei dem eine physikalische Größe zielgerichtet beeinflusst wird, nennt man Steuerung.

Im vorliegenden Fall ist die zu beeinflussende physikalische Größe – Steuergröße x – die *Gasmenge*.

Die folgende Tabelle zeigt die Bauglieder der Gasmengensteuerung, ihre Funktion sowie deren Zuordnung zu den Teilen einer Steuerungsanlage.

Bauglieder	Funktion der Bauglieder	Teile der Anlage
Nockenwelle mit Nocken	Speichern von Informationen in Form von Signalen	Steuereinrichtung
Stößel, Stößelstange, Kipphebel	Übertragen und Wandeln von Signalen	
Ventile	Beeinflussen der Gasmenge (Stellen)	Stellglied
Verbrennungsraum mit Ein- und Auslaßöffnung und Kolben	Aufnehmen der zu beeinflussenden Gasmenge	Steuerstrecke

Grundbegriffe der Steuerungstechnik

Steuerungsanlage: Gesamtheit aller Geräte und Einrichtungen einschließlich der Installation zur Verwirklichung einer Steuerung.

Steuereinrichtung: Teil einer Steuerungsanlage, dessen Glieder über das Stellglied die Steuergröße x aufgabengemäß beeinflussen.

Programmspeicher: Glied der Steuereinrichtung, in dem alle Signale für den Ablauf der Steuerung gespeichert sind.

Wandler: Glied der Steuereinrichtung, das ein Eingangssignal (z.B. des Programmspeichers) in ein Ausgangssignal (z.B. für das Stellglied, Stellgröße y) wandelt.

Steuerstrecke: Teil einer Steuerungsanlage, deren Glieder oder Teile aufgabengemäß durch Steuerung beeinflusst werden.

Steuergröße x : physikalische Größe, die gesteuert wird (Stoff- oder Energiefluß).

Stellgröße y : Ausgangsgröße der Steuereinrichtung und Eingangsgröße des Stellgliedes.

Stellglied: Glied, das unmittelbar auf die Steuergröße in der Steuerstrecke (Stoff- oder Energiefluß) einwirkt.

Information: zielgerichtete, für den Empfänger verständliche Mitteilung, vor allem über Werte von Größen.

Signal: Darstellung von Informationen über Größen durch Signalträger (z.B. Stellgröße y , dargestellt durch Ventilhub s).

Darstellung des Wirkungsweges einer Steuerung

Um den Wirkungsweg einer Steuerung zu veranschaulichen, benutzt man einen Signalfußplan (auch als Blockschatplan bezeichnet). Hierbei werden die Glieder durch Blöcke und das Zusammenwirken der Glieder durch Wirkungslinien sym-

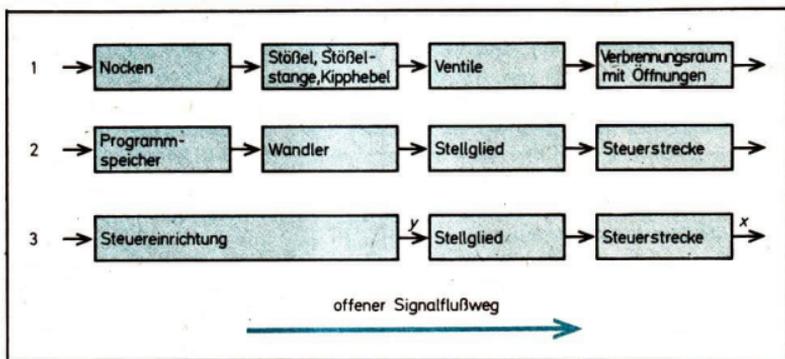


Bild 55/1 Signalfußplan (Blockschatplan) einer Gasmengensteuerung

- 1 Darstellung mit Baugliedbenennung
- 2 Darstellung mit Funktionsbenennung
- 3 Allgemeine Form

bolisiert (Bild 55/1). Die Pfeile an den Wirkungslinien kennzeichnen den Signalflußweg, also die Wirkungsrichtung. Der zu beeinflussende Stoff- bzw. Energiefluß in der Steuerstrecke, d. h. die zu steuernde Größe, wird in der Regel nicht dargestellt.

Merkmale einer Steuerung

Bei einer Steuerung verläuft der Signalflußweg ohne Rückführung von der Steuereinrichtung zur Steuerstrecke. Es erfolgt keine Rückmeldung über die Beeinflussung der zu steuernden Größen. Die zu steuernden Größen werden über einen *offenen Signalflußweg* zielgerichtet beeinflusst. Dieses Steuerungsprinzip nennt man *Reihenstruktur* (bisher als „Steuerkette“ bezeichnet). ① Die Steuerung mit offenem Signalflußweg hat den Nachteil, daß auftretende Störungen in der Steuerstrecke nicht durch die Steuereinrichtung ausgeglichen werden können. ②

► Eine Steuerungsanlage besteht aus Steuereinrichtung, Stellglied und Steuerstrecke. Der Signalflußweg ist offen: Reihenstruktur (Steuerkette).

Weitere Beispiele für automatische Steuerungen

Wegsteuerung (Anschlagsteuerung) eines Bohrwerkes. Ein Werkstück soll mit einem Durchgangsloch versehen werden. Beim Einschalten der Maschine laufen die Motoren 1 und 2 an. Der Elektromotor 2 bewegt über eine Spindel (Stellglied) den Werkzeugschlitten vorwärts. Der Motor 1 treibt den Bohrer an. Ist das Werkstück bis zur festgelegten Tiefe gebohrt, wird durch den linken Anschlag der Schalter 1 betätigt. Das Signal des Schalters 1 bewirkt den Linkslauf des Motors 2 (rückwärts) und das Ausschalten des Motors 1. Beim Zurücklaufen des Werkzeugschlittens betätigt der rechte Anschlag den Schalter 2. Dessen Signal schaltet den Motor 2 aus und bewirkt eine Bewegung des Rundtisches mit Werkstück nach links bis zum nächsten Bohrer. Die Bohrung ist fertig. Der folgende Bohrvorgang kann beginnen. Nach Beendigung aller Bohrvorgänge muß der Arbeiter das Werkstück nur noch ausspannen. Im Unterschied zur *mechanischen* Steuerung wird hier der Vorgang durch *elektrischen* Strom (elektrische Hilfsenergie) verwirklicht (Bild 57/1). ③ ④ ⑤

Das Programm dieser Steuerung ist durch den Schaltplan (Verdrahtung) und durch die Anschläge festgelegt.

► Alle Steuerungen, die nach einem vorher festgelegten Programm ablaufen, bezeichnet man als *Programmsteuerungen*.

In Programmsteuerungen werden als *Stellglieder* entsprechend dem jeweiligen Zweck die unterschiedlichsten Bauteile verwendet. So gibt es außer den bereits

- ① Überprüfen Sie den offenen Signalflußweg der Gasmengensteuerung des Viertakt-Verbrennungsmotors im Bild 53/1!
- ② Welche Auswirkung hat ein abgenutztes Ventil auf den Ablauf der Steuerung? Begründen Sie Ihre Meinung!
- ③ Welche Vorteile weist das automatische Bohrwerk gegenüber einer Ständerbohrmaschine auf, die von Hand gesteuert wird?
- ④ Welche Maßnahmen muß der Arbeiter bei Veränderung der Bohrlochtiefe treffen?
- ⑤ Nennen Sie die Steuergröße x dieser Steuerung!
- ⑥ Entwickeln Sie zu dem im Bild 57/2 gezeigten Signalflußplan des Bohrwerkes die Darstellung mit Funktionsbenennung!
- ⑦ Entscheiden Sie, ob das Stellglied in einen Stoff- oder Energiefluß eingreift!

bekanntem Ventilen z. B. noch Schieber, Drosselklappen, Kolben, Getriebe, Relaiskontakte, Schaltkontakte, Stellmotoren.

Weitere *Programmspeicher* sind z. B.: Exzenter, Kurvenscheiben, Zeitrelais, Lochkarten, Lochstreifen, Magnetbänder.

Koordinatensteuerung eines Drehautomaten (Numerische Steuerung). In der Produktion gibt es viele Beispiele für Programmsteuerungen. Eines davon ist der numerisch gesteuerte Drehautomat. Die Steuerungsaufgabe besteht darin, entsprechend dem festgelegten Programm die Vorschub- und Schnittgeschwindigkeit sowie die Zustell-, Nachstell- und Rückbewegung des Werkzeugschlittens mit Werkzeug automatisch zu steuern. Das Programm ist in Form von Löchern auf

Bild 57/1 Steuerungsanlage eines Bohrwerkes

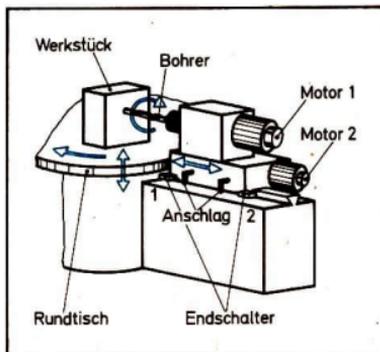
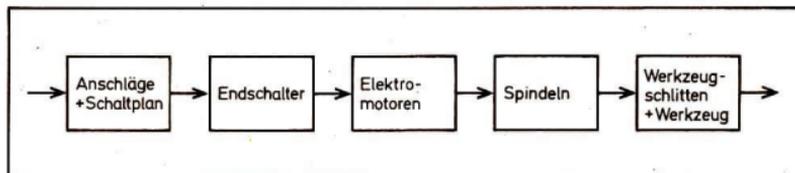


Bild 57/2 Signalflußplan des Bohrwerkes



Streifen (Lochstreifen) oder Karten (Lochkarten) angeordnet. Eine Abtastvorrichtung tastet den Lochstreifen oder die Lochkarte ab und wandelt die gespeicherten Signale für die Elektromotoren um. Die Elektromotoren bewirken die entsprechenden Geschwindigkeiten und Bewegungen. Solche hochproduktiven Automaten (Bild 58/1) werden besonders zur Serienfertigung eingesetzt. ①

Steuerung einer Lichtsignalanlage. Diese automatische Steuerungsanlage hat den Zweck, den Straßenverkehr sicherer und flüssiger zu gestalten. Durch die sogenannte „Grüne Welle“ spart man erhebliche Kraftstoffmengen ein. Gleichzeitig wird die Belastung der Umwelt durch Abgase und Lärm, die beim Anfahren von Kraftfahrzeugen besonders hoch ist, bedeutend verringert. Fast alle Lichtsignalanlagen sind *programmgesteuert*. Die Programme können in Abhängigkeit von der Verkehrsdichte (Tageszeit) verändert werden. ②③④

Lichtsteuerung von Straßenlampen. Eine moderne Straßenbeleuchtung wird automatisch ein- und ausgeschaltet. Eine Fozelle liefert in Abhängigkeit von der Tageshelligkeit das erforderliche Signal. Die Tageshelligkeit (Tageslicht) stellt die *Führungsgröße* dar, die die Steuergröße x (Betriebszustand der Lampen) beein-

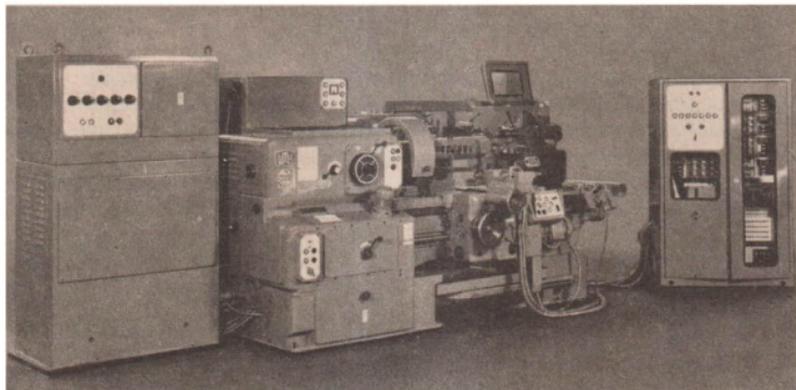


Bild 58/1 Programmgesteuerter Drehautomat (lochstreifengesteuert)

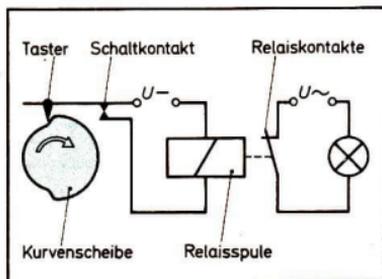


Bild 58/2 Lichtsignalanlage (schematisch)

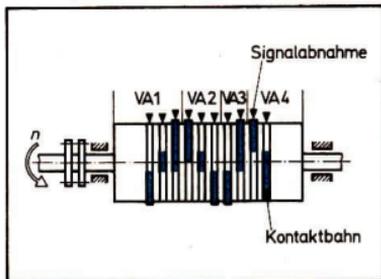


Bild 58/3 Schaltwalze für vier Verkehrsampeln

- ① Begründen Sie, warum man für die Einzelfertigung keine programmgesteuerten Werkzeugautomaten einsetzt!
- ② Beschreiben Sie anhand des Bildes 58/2 den Signalflußweg dieser Steuerung, und benennen Sie die Steuergröße x !
- ③ Welche Bauglieder der in Bild 58/2 gezeigten Lichtsignalanlage entsprechen der Steuereinrichtung, dem Stellglied und der Steuerstrecke?
- ④ Zwei Verkehrsampeln stehen im Abstand $a = 400 \text{ m}$. Diese Strecke soll in einer „Grünen Welle“ mit $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ durchfahren werden. Berechnen Sie die Schaltzeitdifferenz Δt zwischen dem Beginn der Grünphase beider Ampeln!
- ⑤ Erklären Sie die Nachteile einer programmgesteuerten Straßenbeleuchtung gegenüber einer führungsgesteuerten bei Eintreten der Dunkelheit (Bewölkung, Jahreszeit)!

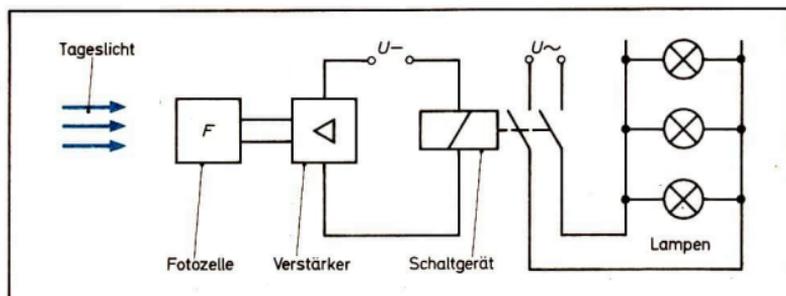


Bild 59/1 Lichtsteuerung der Straßenlampen

flußt. Das Signal der Fozelle wird soweit verstärkt, bis ein elektromagnetischer Schalter anzieht. Die Natrium- oder Quecksilberdampflampen werden gezündet. Diese Steuerung läuft nicht nach einem festgelegten Programm ab. Der Betriebszustand der Lampen wird in Abhängigkeit von den veränderlichen Werten einer Führungsgröße gesteuert (Bild 59/1). Solche Steuerungsarten werden als *Folge- oder Führungssteuerung* bezeichnet. ⑤

Regelungstechnik

Bei der Behandlung der Steuerungstechnik wurde festgestellt, daß von der Steuerstrecke keine Rückmeldung über die Erfüllung des Signals erfolgt. Auftretende Störungen in der Steuerstrecke bleiben bei einer Steuerung unberücksichtigt. Deshalb werden Steuerungen nur dort eingesetzt, wo man mit Sicherheit Störfaktoren weitgehend ausschließen kann. Viele Aufgaben in der Produktion und anderen Bereichen der Gesellschaft lassen sich jedoch nicht durch Steuerungen lösen. Überall dort, wo Werte physikalischer Größen (z. B. vorgegebene Werte für die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit in einem Gewächshaus) trotz wech-

selnder äußerer Bedingungen (z. B. wechselnde Umweltbedingungen) konstant gehalten werden müssen, ist eine Regelung erforderlich. Die Werte der zu regelnden physikalischen Größe müssen ständig gemessen und mit dem vorgegebenen Wert, dem Sollwert, verglichen werden. Es erfolgt also eine ständige Rückmeldung (Rückführung). Weicht der gemessene Wert, der Istwert, vom Sollwert ab, wird der Istwert der zu regelnden Größe mit Hilfe des Stellgliedes dem Sollwert wieder angeglichen. Die Regelung ist demnach – einfach ausgedrückt – eine durch Rückführung erweiterte Steuerung. Sie kann daher auch als eine besondere Form der Steuerung betrachtet werden.

Handregelung

Gasherde älterer Bauart mit einer Temperaturanzeige (Thermometer) erforderten einen Bedienenden, der das Konstanthalten der Backtemperatur von Hand regelte. Stelle der Bedienende nach dem Ablesen der vorhandenen Temperatur am Thermometer (*Meßglied*) eine Abweichung von der vorgeschriebenen Backtemperatur fest, erteilte er dem Brenner über ein Gasventil (*Stellglied*) Signale. Diese bewirkten eine Veränderung der Brennerflamme (*Regelstrecke*), so daß die vorgeschriebene Backtemperatur wieder erreicht wurde (Bild 60/1).

Bei Handregelungen liest also der Mensch den Wert der zu regelnden *physikalischen Größe* von einem Meßglied ab und erteilt bei einer Abweichung von einem gewünschten Wert der technischen Anlage Signale. Die unmittelbare Beeinflussung der zu regelnden Größe übernimmt das *Stellglied*. Der zu beeinflussende Teil der technischen Anlage wird als *Regelstrecke* bezeichnet.

Die Grenzen der Handregelung liegen ähnlich der Handsteuerung in der Reaktionsfähigkeit des Menschen, seiner schnellen Ermüdung bzw. seinem Gesundheitsschutz bei chemischen Prozessen begründet.

Durch den hohen Entwicklungsstand, den die Regelungstechnik in den letzten Jahren erreicht hat, wird die Handregelung immer häufiger von automatischen Regelungen verdrängt.

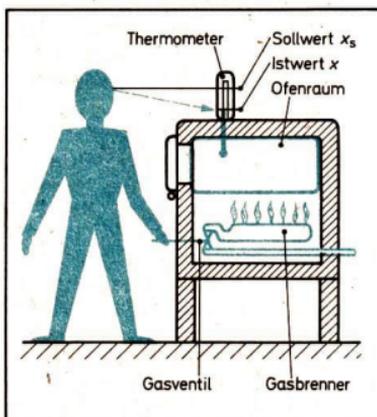


Bild 60/1 Handregelung der Temperatur im Backraum eines Gasherdes

- ① Erklären Sie das Verhalten von Flüssigkeiten in verbundenen Gefäßen!
- ② Geben Sie das den Schwimmern zugrunde liegende physikalische Gesetz (Archimedisches Gesetz) in Worten und als Gleichung an! (↑ Ph i Üb, S. 85)
- ③ Der Wasserstand in einem offenen Vorratsbehälter für Speisewasser soll trotz unterschiedlicher Wassermengenentnahme konstant gehalten werden.
 - Entwickeln Sie eine technische Lösung, bei der das Schwimmerprinzip, eine elektrische Hilfsenergie, ein Schalter und eine Wasserpumpe zur Anwendung kommen! Entwerfen Sie den Signallaßplan mit Baugliedbenennung!
 - Errechnen Sie, wie groß die Förderleistung der Pumpe sein muß, wenn eine Wassermenge von $2 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ entnommen wird? (Lösung in $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ angeben!)

Flüssigkeitsstandregelung im Vergaser als Beispiel für eine automatische Regelung

Der russische Gelehrte POLSUNOW entwickelte 1765 für den Kessel seiner Dampfmaschine eine Wasserstandregelung (Bild 62/1). Das von ihm verwendete Schwimmerprinzip findet man noch heute in einigen technischen Anlagen, so auch im Vergaser eines Ottomotors (↑ Ph i Üb, S. 104f.). Hier besteht die Regelungsaufgabe darin, bei unterschiedlichem Kraftstoffverbrauch und unterschiedlicher Straßenlage des Kraftfahrzeugs einen konstanten Kraftstoffstand einzuhalten. Erst der konstante Kraftstoffstand in Höhe der Düsenöffnung gewährleistet die Bildung eines zündfähigen Kraftstoff-Luft-Gemisches. ① ②

Wirkungsablauf: Durch die Lageänderung und den unterschiedlichen Kraftstoffverbrauch (*Störgrößen* z) sinkt der Kraftstoffstand (*Regelgröße* x) im Schwimmergehäuse (*Regelstrecke*) unter die Düsenöffnungshöhe (Bild 62/2, 7). Den einzuhaltenden Kraftstoffstand nennt man den *Sollwert* x_s der Regelgröße. Der abgesunkene Kraftstoffstand (*Istwert* der Regelgröße x) wird durch das Mitsinken des Schwimmers (5 – *Meßglied*) gemessen. Der sich mitneigende Hebel (4 – *Regler*) vergleicht den vom Schwimmer gemessenen Istwert und den einzuhaltenden Sollwert x_s der Regelgröße (konstruktiv festgelegt). Die entstandene Differenz beider Werte bezeichnet man als die *Regelabweichung* x_w . Der Hebel erteilt nun dem Nadelventil (3 – *Stellglied*) das Stellsignal. Der Weg des absinkenden Nadelventils (*Stellgröße* y) bedingt den Zufluß einer entsprechenden Kraftstoffmenge. Der zufließende Kraftstoff bewirkt ein Steigen des Istwertes der Regelgröße x . Ist der Sollwert x_s erreicht, wird über den Schwimmer, den Hebel und das Nadelventil der Zufluß gestoppt. Dieser Vorgang vollzieht sich ständig.

▶ Einen technischen Vorgang, bei dem der Wert einer physikalischen Größe ständig mit einem vorgegebenen Wert verglichen und bei Abweichung (infolge äußerer Einflüsse) durch Stellen diesem angeglichen wird, nennt man *Regelung*. Bei einer Regelung laufen ständig die Vorgänge *Messen, Vergleichen, Verarbeiten* und *Stellen* ab.

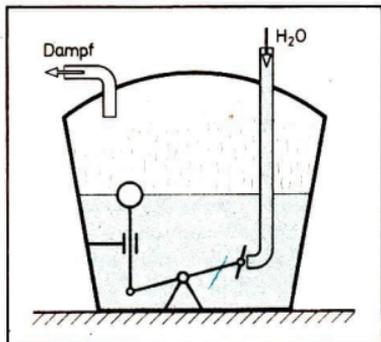


Bild 62/1 Flüssigkeitsstandregelung von POLSUNOW

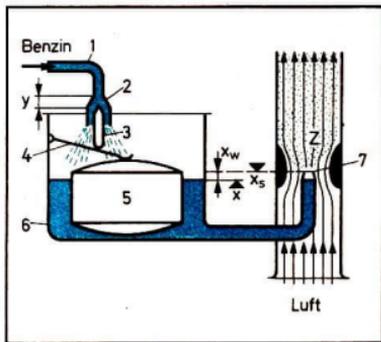


Bild 62/2 Flüssigkeitsstandregelung des Vergasers (schematisch)

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bauglieder der Flüssigkeitsstandregelung des Vergasers, ihre regelungstechnischen Funktionen sowie die Zuordnung zu den Teilen der Regelungsanlage aufgeführt.

Bauglieder	Funktion der Bauglieder	Teile der Anlage
Schwimmer Hebel	Messen des Istwertes der Regelgröße Vergleichen von Istwert und Sollwert. Erteilen des Stellsignals	Regeleinrichtung
Nadelventil	Beeinflussen der Kraftstoffmenge (Stellen)	Stellglied
Vergasergehäuse mit Zu- und Abflußöffnung	Aufnehmen der Kraftstoffmenge	Regelstrecke

Grundbegriffe der Regelungstechnik

Regelungsanlage: Gesamtheit aller Geräte und Einrichtungen einschließlich der Installation zur Verwirklichung einer Regelung.

Regeleinrichtung: Teil einer Regelungsanlage, deren Glieder über das Stellglied die Regelgröße x aufgabengemäß beeinflussen.

Meßglied: Glied der Regeleinrichtung, das den Istwert der Regelgröße x erfaßt.

Regler: Glied der Regeleinrichtung, das den Istwert der Regelgröße x mit dem Sollwert vergleicht und dem Stellglied das entsprechende Signal (Stellgröße y) erteilt.

Regelstrecke: Teil einer Regelungsanlage, deren Glieder oder Teile aufgabengemäß durch Regelung beeinflusst werden.

Stellglied: Glied, das unmittelbar auf die Regelgröße in der Regelstrecke einwirkt.

Regelgröße x : physikalische Größe, die zu regeln ist.

Istwert der Regelgröße x : Wert, den die Regelgröße x im betrachteten Zeitpunkt tatsächlich besitzt.

Sollwert x_s : Wert, den die Regelgröße x zum betrachteten Zeitpunkt haben soll.

Regelabweichung x_w : Größe, die durch Vergleich von Istwert und Sollwert der Regelgröße gebildet wird ($x_w = x - x_s$).

Störgröße z : Größe, die von außen in den Wirkungsweg eingreift und die Regelgröße x in ungewollter Weise beeinflusst.

Darstellung des Wirkungsweges einer Regelung

Der prinzipielle Aufbau des Wirkungsweges einer Regelung wird wie bei der Steuerung mittels Signalflußplan (Blockschaltplan) dargestellt (Bild 63/1).

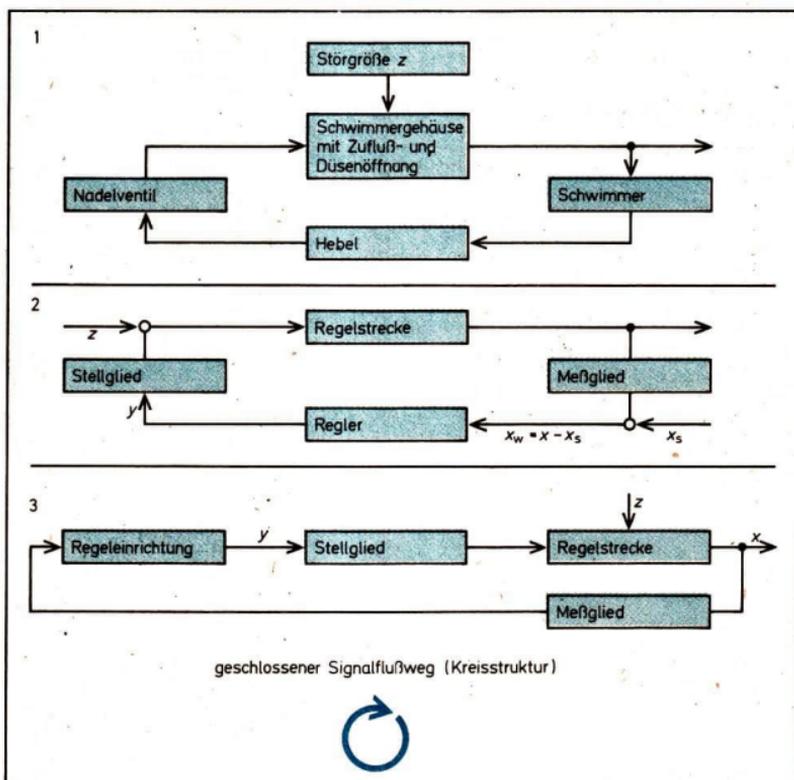


Bild 63/1 Signalflußplan der Flüssigkeitsstandsregelung im Vergaser

- 1 Darstellung mit Baugliedbenennung
- 2 Darstellung mit Funktionsbenennung
- 3 Allgemeine Form

Merkmale einer Regelung

Bei einer Regelung verläuft der Signalflußweg von der Regeleinrichtung zur Regelstrecke und zurück. Der Wirkungsablauf weist eine *ständige Rückführung* auf, d. h., die Erfüllung der Regelungsaufgabe wird ständig kontrolliert und das Ergebnis an die Regeleinrichtung zurückgemeldet. Nach Vergleichen von Ist- und Sollwert der Regelgröße erfolgt durch Stellen ein *Störgrößenausgleich*.

Bei einer Regelung ist der Signalflußweg demnach fortlaufend *geschlossen*. Dieses Prinzip nennt man *Kreisstruktur (Regelkreis)*.

Eine Regelungsanlage besteht aus Regeleinrichtung, Stellglied und Regelstrecke. Der Signalflußweg ist geschlossen: Kreisstruktur. Die Regelung ist eine Steuerung mit Rückführung. ①

Weitere Beispiele für automatische Regelungen

Temperaturregelung in einem Glühofen. Bei der Herstellung von Stählen durch Urformen und Umformen werden diese anschließend durch Glühen in ihren Eigenschaften verbessert. Dafür wird unter anderem ein Glühofen verwendet.

Je nach Verfahren oder Stahlsorte muß eine bestimmte Temperatur im Glühofen eingehalten werden. Für das Konstanthalten dieser Temperatur trotz störender Einflüsse benötigt man eine Regelung (Bild 64/1). ②

Der Raum des Glühofens wird durch einen Heizwiderstand erwärmt. Ein Metallausdehnungsthermometer (Meßglied) mißt die vorhandene Temperatur (Istwert). Bei Erreichen der festgelegten Temperatur (Sollwert x_s) wird durch das Thermometer der Schalter (Regler) betätigt. ③

Der Schalter löst ein Signal aus, das über ein magnetisch betätigtes Schaltgerät (Stellglied) ein Abschalten des Heizwiderstandes bewirkt. Jetzt kann das Glühgut eingebracht werden. Durch das Öffnen der Tür sinkt die Temperatur im Ofenraum ab. Der Sollwert x_s wird unterschritten. Der Metallstab verkürzt sich, damit wird

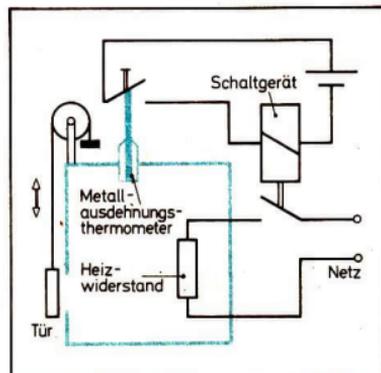


Bild 64/1 Temperaturregelung im Glühofen (schematisch)

- ① Vergleichen Sie die Merkmale einer Steuerung mit denen einer Regelung und stellen Sie die Gemeinsamkeiten und Unterschiede fest!
- ② Nennen Sie Einflüsse (Störgrößen z), die im Glühofen ein Absinken der Temperatur bewirken!
- ③ Erklären Sie die Längenänderung des Metallstabes im Ausdehnungsthermometer beim Erwärmen und Abkühlen!
- ④ Berechnen Sie die Regelabweichung x_w beim Einbringen des Werkstückes in den Glühofen!
Gegeben: Augenblickliche Ofentemperatur: 830°C
Glühtemperatur: 870°C
- ⑤ Zeichnen Sie zu der beschriebenen Temperaturregelung im Glühofen den Signalflußplan mit Baugliedbenennung!

vom Schaltgerät der elektrische Strom (Stellgröße y) für den Heizwiderstand eingeschaltet, und dieser arbeitet wiederum so lange, bis der Istwert der Regelgröße x an den Sollwert x_s angeglichen ist. ④ ⑤

► Eine Regelung, bei der der Istwert der Regelgröße x ständig an einen festgelegten Sollwert x_s angeglichen wird, nennt man *Festwertregelung*.

Lageregelung eines Überschallverkehrsflugzeugs. Ein modernes Verkehrsflugzeug (z. B. TU 144) fliegt mit zweifacher Schallgeschwindigkeit. Aufgrund dieser hohen Geschwindigkeit und um eine hohe Flugsicherheit zu gewährleisten, ist es erforderlich, die Bedienungsfunktionen des Menschen durch

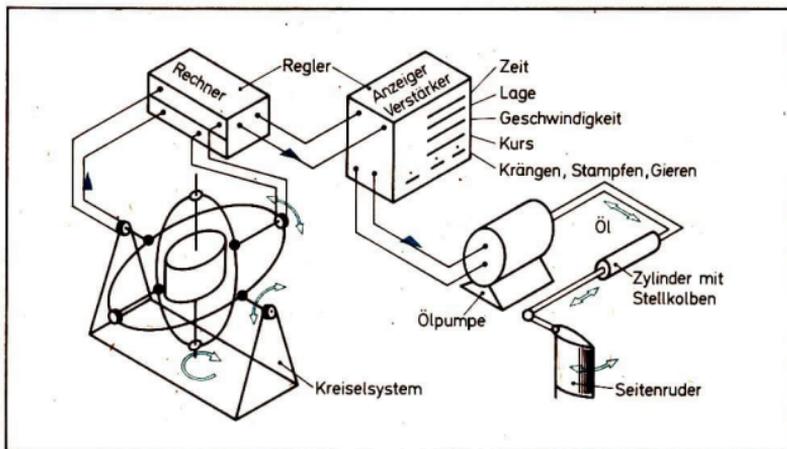


Bild 65/1 Regelungsanlage eines Flugzeugs

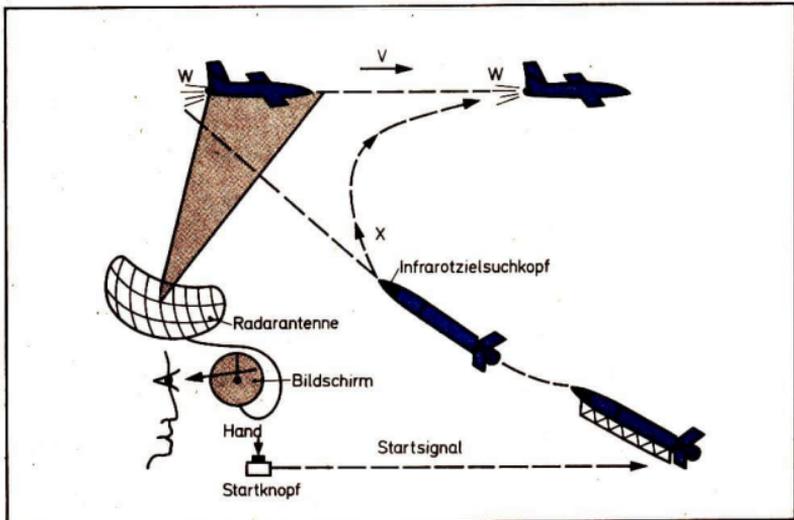


Bild 66/1 Kursregelung einer Boden-Luft-Rakete

eine automatische Regelungsanlage zu ersetzen. Der Mensch übt während des Fluges nur noch Kontrollfunktionen aus. Vereinfacht betrachtet, mißt ein Kreiselsystem die Lage des Flugzeugs im Luftraum. Bei einer Lageänderung gibt dieses Kreiselsystem ein Signal an den Bordrechner. Dieser vergleicht die Ist(wert)lage mit der Soll(wert)lage und erteilt bei einer Abweichung ein Signal an die Hydraulikpumpe (Verstärker), die die Stellkolben mittels des erzeugten Öldruckes bewegt. Die Stellkolben bewirken eine Bewegung des Seiten- oder Höhenruders (Stellglied) und somit die Angleichung der Istlage an die Sollage des Flugzeugs (Regelstrecke). ①

Kursregelung einer Boden-Luft-Rakete. Alle bis hier behandelten Beispiele sind *Festwertregelungen*, bei denen ein festgelegter Sollwert einzuhalten ist. Jedoch gibt es auch Beispiele, bei denen sich der Wert, an den die Regelgröße x angeglichen werden soll, ständig ändert (Bild 66/1).

Zur Sicherung des Luftraumes gegenüber feindlichen Angriffen des imperialistischen Gegners und somit zur Verteidigung der Errungenschaften unseres sozialistischen Aufbaus besitzt die Nationale Volksarmee verschiedene Luftabwehrsysteme. Eine der technischen Möglichkeiten ist die automatische Zielvernichtung eines im Luftraum angreifenden Flugzeugs durch zielsuchende Boden-Luft-Raketen. Der Kurs der Abwehrrakete wird durch die Wärmestrahlung (Führungsgröße w) des feindlichen Flugkörpers bestimmt. Durch die fortwährende Richtungsänderung (Führungsgröße w) muß auch die Abwehrrakete ständig ihren Kurs bis zur Vernichtung des Gegners ändern. Die Regelgröße x (Kurs der Rakete) wird laufend an die Flugrichtung des Zieles angeglichen – nachgeführt. Diesen technischen Vorgang, bei dem die Regelgröße x ständig an eine zeitlich veränderliche Führungsgröße angeglichen wird, nennt man *Führungsregelung*.

- ① Nennen Sie Einflüsse, die von außen störend auf die Lage des Flugzeugs im Luftraum wirken können! Beobachten Sie hierzu Einflüsse, die beim Fahrradfahren (bzw. Moped, Motorrad) störend wirken!
- ② Erläutern Sie anhand des Bildes 51/4 die Funktion des Drehzahlreglers von JAMES WATT!
- ③ Begründen Sie aufgrund Ihrer Erfahrung und des erworbenen Wissens die Einsparung von Kraftstoff durch die „Grüne Welle“!
- ④ Nennen Sie weitere Vorteile des Einsatzes der Steuerungs- und Regelungstechnik aus Ihrem Erfahrungsbereich!

Bedeutung der Steuerung und Regelung

Die in der modernen sozialistischen Produktion und anderen Bereichen ablaufenden technischen Prozesse werden immer komplizierter und umfangreicher. Eine Vielzahl von Größen muß beobachtet, überwacht und aufgabengemäß beeinflusst werden. Die dafür benutzten Steuerungs- und Regelungsanlagen sind ein wichtiger Bestandteil automatisch ablaufender technischer Prozesse. Durch ihren Einsatz wurde die Automatisierung von Produktionsprozessen erst möglich. Heute gibt es bereits vollautomatisch arbeitende Produktionsbetriebe. Die Vorteile einer mit Hilfe der Steuerungs- und Regelungstechnik automatisierten Produktion sind deutlich sichtbar, wenn man z. B. die Herstellung von Kugellagerringen, Haus-

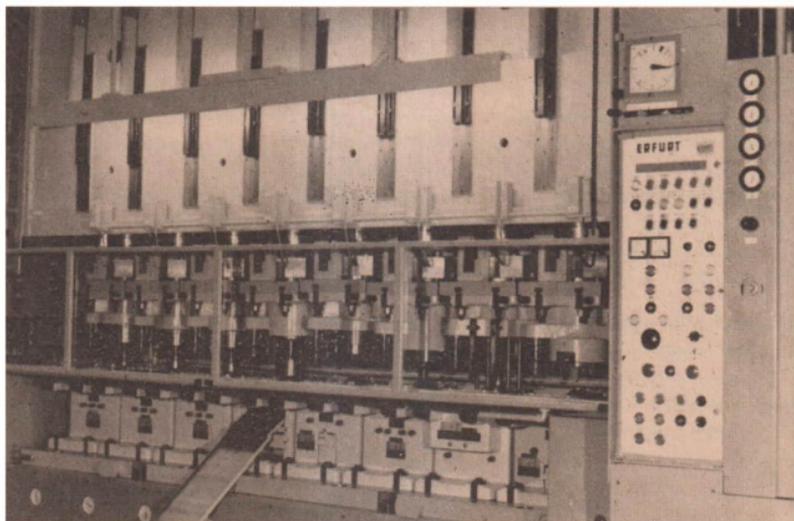


Bild 67/1 Mehrstufenformautomat

haltsgeschirr, Hülsen, Scheinwerfergehäusen und anderen Blechformteilen auf einem Mehrstufenumformautomaten mit der Herstellung auf einer herkömmlichen Presse vergleicht. Während man früher für die Herstellung eines Endproduktes (z. B. Scheinwerfergehäuse) mehrere Pressen benötigte, ist dieser Automat in der Lage, alle erforderlichen Umformvorgänge nacheinander auszuführen.

■ Beim Einsatz eines Mehrstufenumformautomaten (↑ Bild 67/1 und S. 5) ergeben sich abhängig vom Produkt und von der Vergleichsmaschine folgende Vorteile:

– Senkung der Lohnkosten um	40...150%
– Senkung der Stückkosten um	20...60%
– Senkung der Werkstoffkosten um	20...60%
– Steigerung der Arbeitsproduktivität bis zu	400%

Von diesem Beispiel ausgehend, lassen sich die Vorteile einer automatisierten Produktion wie folgt charakterisieren:

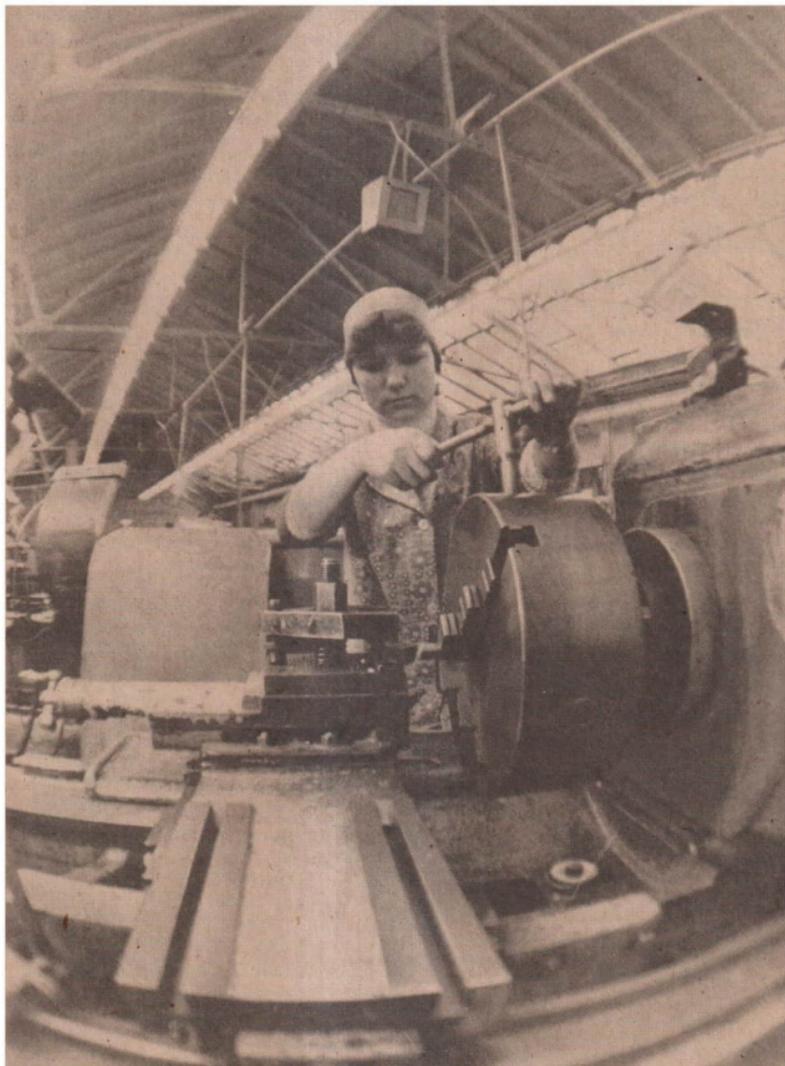
- Die Arbeitsproduktivität wird um ein Vielfaches gesteigert.
- Die Qualität der Erzeugnisse (z. B. ihre Gleichmäßigkeit) wird wesentlich verbessert.
- Die Automaten können bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit ausgelastet werden.
- Der spezifische Energieverbrauch wird wesentlich verringert.
- Der Gewinn vergrößert sich und kann wiederum zu einer Erweiterung der Produktion eingesetzt werden.
- Der Anteil der lebendigen Arbeit wird verringert.
- Der Mensch kann weitgehend von gesundheitsschädigender, von schwerer körperlicher und von monotoner geistiger Arbeit befreit werden. Er widmet sich dadurch mehr den Überwachungs- und Leitungsprozessen und erlangt mehr Zeit für seine Qualifizierung sowie für die Regenerierung seiner geistigen und körperlichen Leistungsfähigkeit.

■ Ein Beispiel aus dem täglichen Erfahrungsbereich soll weitere Vorteile aufzeigen, die durch den Einsatz von Steuerungs- und Regelungsanlagen entstehen. So führt z. B. die „Grüne Welle“ in der Berliner Karl-Marx-Allee zu einer geschätzten jährlichen Einsparung von 1 Million Liter Kraftstoff. ③ (↑ S. 67)

Gleichzeitig wird dadurch die Umwelt mit schädlichen Abgasen bedeutend weniger belastet, die Durchlässigkeit der Straße wird erhöht und die Unfallquote gesenkt. Durch die Einsparung von 1 Million Liter Kraftstoff wird die Atmosphäre vor ungefähr 1,5 Millionen Liter schädlichen Abgasen (z. B. CO) bewahrt.

Die angestrebte Intensivierung der Produktion, zu der die Automatisierung mit Hilfe der Steuerungs- und Regelungstechnik einen wesentlichen Beitrag leistet, ist unter sozialistischen Bedingungen allein auf die bessere Befriedigung der Bedürfnisse aller Menschen gerichtet und dient letztlich dem schrittweisen Übergang zum Kommunismus.

Grundlagen der Produktion des sozialistischen Betriebes



Stellung und Produktionsaufgaben des Kombines und Kombinatbetriebs

Stellung des volkseigenen Kombines und Kombinatbetriebs in der Volkswirtschaft

Seit Anfang des Jahres 1980 gehören die meisten volkseigenen Industrie- und Baubetriebe der Deutschen Demokratischen Republik einem volkseigenen Kombinat an.

Das volkseigene Kombinat ist eine grundlegende Wirtschaftseinheit der materiellen Produktion und zugleich eine moderne Form der Leitung in der Industrie und in anderen Bereichen der Volkswirtschaft. Es besteht aus mehreren, meist örtlich getrennten Kombinatbetrieben und Betriebsteilen, die durch Gemeinsamkeiten der Erzeugnisse oder des Fertigungsprozesses und/oder durch eine technologisch bedingte Abhängigkeit der Produktionsstufen miteinander verbunden sind.

In den rund 130 Kombinatens unseres Landes arbeiten mehr als 90% der Werk-tätigen der zentralgeleiteten Industrie und des zentralgeleiteten Bauwesens. Etwa 90% des Forschungs- und Entwicklungspotentials sind hier konzentriert, und es werden annähernd 90% der industriellen Warenproduktion erzeugt. Diese großen Wirtschaftseinheiten, in denen zwischen 10 000 und 70 000 Werk-tätige beschäftigt sind, bilden in der Industrie und im Bauwesen das Grundgerüst des Leitungsaufbaus (Bild 70/1).

Dazu zwei Beispiele:

- Zum volkseigenen Kombinat NARVA „Rosa Luxemburg“ gehören 12 Kombinatbetriebe mit rund 15 000 Beschäftigten. In der Hauptstadt der DDR sind es das

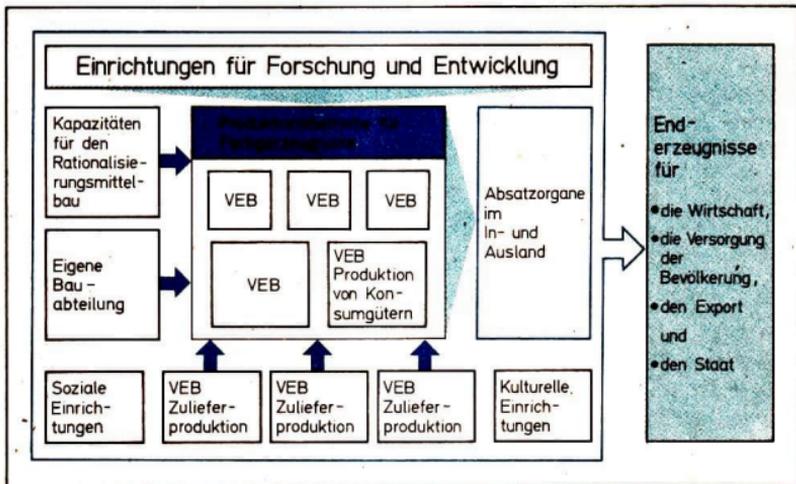


Bild 70/1 Struktur des volkseigenen Kombines

- ① Welchem Kombinat gehört der Betrieb an, in dem Sie den polytechnischen Unterricht erhalten?
- ② Welche Betriebe und Betriebsteile gehören außerdem zum Kombinat, welches ist der Stammbetrieb, und wieviel Werktätige sind im Kombinat beschäftigt? Welches Endprodukt bzw. welche Endprodukte stellt das Kombinat her?

Berliner Glühlampenwerk als Stammbetrieb und der VEB Leuchtenbau. Weiter gehören zum Kombinat das Leuchten- und Leuchtstofflampenwerk Brand-Erbisdorf, die Glühlampenwerke Plauen und Oberweißbach, die Leuchtenbaubetriebe in Leipzig, Lengfeld, Deutschneudorf und Arnsdorf, das Glüso-Werk Tambach-Dietharz, das Taschenlampenwerk Artas, Arnstadt, und der Elektrobetrieb Weida. Das Kombinat NARVA ist Alleinhersteller von Lichtquellen und produziert etwa 75 Prozent aller Zweckleuchten sowie rund 45 Prozent aller Wohnraumleuchten der DDR, es hat Kunden in 45 Ländern. Etwa ein Drittel der Produktion wird exportiert. Mit der Kombinatbildung wurde die traditionelle Trennung von Lampen- und Leuchtenherstellung überwunden. Ein Vorteil dieser Verbindung liegt zum Beispiel darin, daß Wissenschaft und Technik für die Produktion von Lampen und Leuchten so eingesetzt werden können, daß die erreichte Lichtausbeute der Lampen nicht durch ungünstig gestaltete Leuchten wieder verlorengeht.

- Das volkseigene Strumpfkombinat ESDA Thalheim (Erzgebirge) umfaßt 32 Betriebe mit rund 18000 Werktätigen. Dieses Kombinat ist in der DDR alleiniger Hersteller und Exporteur von Strumpfwaren. Die Konzentration der Produktion von Strumpfwaren führte zu einer wesentlichen Erhöhung der Anzahl gleicher oder gleichartiger Erzeugnisse in den einzelnen Kombinatbetrieben und Produktionsstätten. Durch die damit verbundene Spezialisierung der Betriebe und Betriebsteile konnten die Produktion von Strumpfwaren und die Arbeitsproduktivität auch in den mittleren und kleineren Betrieben erheblich gesteigert werden. Zugleich ist es möglich, ein breites Sortiment an Damen-, Herren- und Kinderstrümpfen herzustellen und rasch wechselnde Kundenwünsche des In- und Auslandes zu befriedigen.

▶ Die Kombinatbetriebe sind ökonomisch und juristisch selbständige Einheiten.

Ihnen ist vom sozialistischen Staat Volkseigentum in Form von materiellen und finanziellen Mitteln anvertraut, die sie als eigene Mittel zu nutzen und zu mehren haben. Sie erhalten vom Kombinat ihre staatlichen Planaufgaben und sind für deren Erfüllung voll verantwortlich.

Die Kombinatbetriebe sind rechtsfähig. Das heißt, sie haben Rechte und Pflichten, führen einen eigenen Namen, schließen in diesem Namen Verträge ab und haften für deren Erfüllung entsprechend den geltenden Rechtsvorschriften.

Als Bestandteil des Kombines erhält der Kombinatbetrieb nicht nur eine

Planaufgabe über das Kombinat, sondern rechnet auch ihm gegenüber ab. So ist es möglich, den Volkswirtschaftsplan auf jeden Kombinatbetrieb aufzuschlüsseln und die Betriebspläne auf das Endergebnis des Kombines auszurichten. Der große Vorteil des Zusammenschlusses von volkseigenen Betrieben zu Kombinat besteht vor allem darin, daß der Reproduktionsprozeß des Kombines mit seinen einzelnen Betrieben und Betriebsteilen einheitlich geplant, geleitet und abgerechnet wird. Viele Aufgaben, z. B. Forschung und Entwicklung, Projektierung, Marktvorbereitung, Kundendienst, Rationalisierungsmittelbau, der Einsatz der Fonds, sind in der Regel auf der Ebene des Kombines zentralisiert. (Produktions- und Reproduktionsprozeß ↑ s. §. 98 und Tech i Üb, S. 290/291)

▶ Kombinate sind durch das vereinigte Wissenschafts- und Wirtschaftspotential besser als der einzelne Betrieb in der Lage, den wissenschaftlich-technischen Fortschritt mit den Vorzügen der sozialistischen Produktionsweise zu verbinden.

Aufgaben des Kombines und Kombinatbetriebes

Die Tätigkeit des Kombines und seiner Betriebe wird durch das allgemeine Ziel der sozialistischen Produktion bestimmt, die wachsenden materiellen und kulturellen Bedürfnisse des Volkes auf der Grundlage einer ununterbrochenen Entwicklung und Vervollkommnung der materiellen Produktion immer besser zu befriedigen. (↑ Ökonomisches Grundgesetz des Sozialismus, Tech i Üb, S. 264)

Deckung des gesellschaftlichen Bedarfs

Die grundlegende Aufgabe des Kombines und seiner Betriebe ist es, den Bedarf der Bevölkerung, der Wirtschaft und des Staates sowie den Exportbedarf durch eine sortiments-, qualitäts- und termingerechte Produktion zu decken.

Die Kombinate müssen bestrebt sein, den wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu beschleunigen und durch bedeutende wissenschaftlich-technische Leistungen die Grundlagen für einen hohen Leistungsanstieg in der materiellen Produktion zu schaffen. Wissenschaftlich-technische Leistungen sind die Kampfreserve für eine hohe Veredelung der verfügbaren Rohstoffe, für eine hohe Qualität der Endprodukte und für Spitzenleistungen auf volkswirtschaftlich bedeutsamen Gebieten.

Der Umfang der hergestellten Erzeugnisse und erbrachten materiellen Leistungen des Kombines und seiner Betriebe kommt in der Kennziffer *industrielle Warenproduktion* zum Ausdruck.

▶ Die industrielle Warenproduktion eines Betriebes bzw. Kombines umfaßt alle fertiggestellten Erzeugnisse und materiellen Leistungen, die für den Absatz und für die eigene Reproduktion bestimmt sind.

-
- ① Informieren Sie sich darüber, welcher Zuwachs der industriellen Warenproduktion und der Nettoproduktion für das laufende Planjahr in der Volkswirtschaft vorgesehen ist!
 - ② Welche Steigerung der industriellen Warenproduktion und der Nettoproduktion sieht der Jahresplan des Kombinates und des Kombinatbetriebes vor?
 - ③ Ermitteln Sie die in Ihrem Arbeitsbereich geplante Steigerung der industriellen Warenproduktion und der Nettoproduktion!
 - Wie ist der gegenwärtige Stand der Planerfüllung?
 - Stellen Sie das Ergebnis Ihrer Ermittlungen in einem Soll-Ist-Vergleich grafisch dar!
-

An der Kennziffer industrielle Warenproduktion läßt sich folglich ablesen, welcher Zuwachs an Waren und Leistungen geplant und erreicht worden ist. Es wird jedoch nicht sichtbar, ob der Zuwachs auf eigene oder fremde Leistungen zurückzuführen ist. Die Warenproduktion steigt zum Beispiel, wenn teureres Material eingesetzt wird oder bestimmte Arbeiten einem fremden Betrieb übertragen werden. Um die Leistungen genauer bewerten zu können, wurden 1980 zusätzlich die Kennziffern *Nettoproduktion* und *Grundmaterialkosten je 100 Mark Warenproduktion* eingeführt. Die Nettoproduktion ergibt sich, wenn von der Warenproduktion der *Produktionsverbrauch* (Material- und Energiekosten, Abschreibungen, Verbrauch an fremden Leistungen u. a.) abgezogen wird, so daß der geschaffene *Neuwert* (↑ Senkung der Kosten, S. 79) verbleibt. Damit wird die vom Kombinat bzw. Betrieb wirklich erbrachte Leistung deutlicher sichtbar.

Die Kennziffer Grundmaterialkosten je 100 Mark Warenproduktion soll die Betriebe und Kombinate veranlassen, noch sparsamer mit Material und Energie umzugehen (↑ Material- und Energiewirtschaft, S. 85). ① ② ③

Aufgabe eines jeden Kombinates und Kombinatbetriebes ist es, die geplante Menge der Erzeugnisse auch sortiments-, qualitäts- und termingerecht bereitzustellen. Deshalb beschränken sich die staatlichen Planvorgaben nicht auf die Menge der herzustellenden Erzeugnisse, sondern geben auch vor, welche Erzeugnisse wann und wofür zu produzieren sind.

Von der bedarfs- und termingerechten Bereitstellung der Exportgüter hängt ab, inwieweit uns dringend benötigte Mittel für Importe zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Dazu kommt, daß die Konkurrenz auf dem Weltmarkt außerordentlich hart ist, so daß bei nicht rechtzeitig fertiggestellten Erzeugnissen oder bei Mängeln in der Qualität erhebliche finanzielle Verluste hingenommen werden müssen. ① ② ③ (↑ S. 74)

Die immer bessere Befriedigung der wachsenden Bedürfnisse unserer Bevölkerung verlangt von den Betriebskollektiven Plantreue im Bereitstellen der erforderlichen Konsumgüter. Auf diesem Gebiet ist in den letzten Jahren viel geleistet worden. So hat die gesamte Konsumgüterproduktion stets überdurchschnittliche Steigerungsraten aufzuweisen (Bild 74/2). ④ (↑ S. 74)

Ein Gradmesser für den erreichten Stand in der Versorgung ist die Ausstattung der Haushalte mit hochwertigen Konsumgütern (Bild 74/3).

Trotz dieser positiven Befriedigung können nicht jederzeit alle Wünsche befriedigt

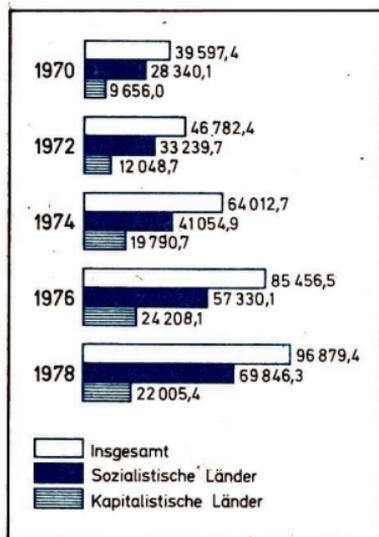


Bild 74/1 Entwicklung des Außenhandelsumsatzes (in Mio Valuta-Mark)

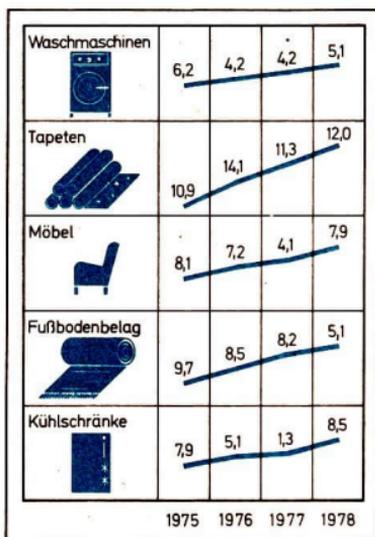


Bild 74/2 Steigerungsraten bei ausgewählten Konsumgütern (in % zum Vorjahr)

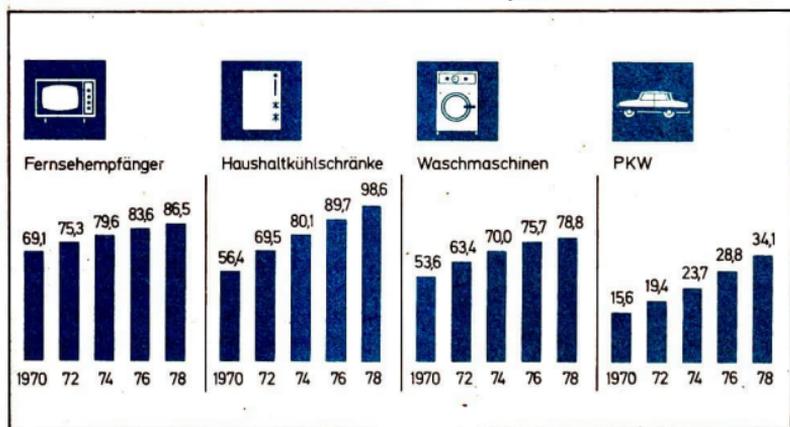


Bild 74/3 Ausstattung von je 100 Haushalten der DDR mit hochwertigen Konsumgütern

werden. Das hängt einmal damit zusammen, daß die Ansprüche der Menschen ständig wachsen und auf bestimmten Gebieten auch häufig wechseln. Zum anderen hat jede Volkswirtschaft immer nur eine bestimmte Produktionskapazität zur Verfügung. Es ist daher eine wichtige Aufgabe der Kombinate, die Entwicklung des Bedarfs im In- und Ausland prognostisch zu ermitteln und sich rechtzeitig auf

- ① Welche Erzeugnisse des Kombinates/Betriebes sind für den Export bestimmt?
- ② Welche Länder gehören zu den hauptsächlichsten Kunden des Kombinates?
- ③ Wie ist der gegenwärtige Stand der Planerfüllung bei den Exportverpflichtungen?
- ④ Welchen konkreten Beitrag leistet das Kombinat/der Betrieb zur Versorgung der Bevölkerung mit Konsumgütern?
- ⑤ Informieren Sie sich, welche Maßnahmen zur Qualitätssicherung in Ihrem Arbeitsbereich festgelegt sind!
- ⑥ Welche Erzeugnisse tragen in Ihrem Betrieb/Kombinat das Gütezeichen „Q“?
- ⑦ Wie hoch ist dieser Anteil an der Gesamtproduktion?
- ⑧ Welche Voraussetzungen müßten im Betrieb geschaffen werden, um das höchste Gütezeichen unserer Republik für weitere Erzeugnisse zu erlangen?

zu erwartende Veränderungen einzustellen. Auch diese Aufgaben können die Kombinate mit ihrem umfangreichen Wissenschafts- und Wirtschaftspotential besser lösen als der einzelne Betrieb.

Sicherung der Qualität der Erzeugnisse

Um die gesellschaftlichen und persönlichen Bedürfnisse befriedigen zu können, müssen die produzierten Erzeugnisse ganz bestimmten *Qualitätsanforderungen* genügen.

Die Qualität drückt die Gesamtheit der Eigenschaften eines Erzeugnisses aus. Sie bestimmt den Grad seiner Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck.

Für die Beurteilung der Qualität eines Erzeugnisses sind u. a. die Leistungsparameter, die Funktionssicherheit, der Bedienungskomfort, die Formgebung, die Kosten und natürlich die Verarbeitung ausschlaggebend. Das heißt, die Qualität eines Erzeugnisses wird sowohl von den Wissenschaftlern, Konstrukteuren, Technologen und Ökonomen als auch von jedem Produktionsarbeiter beeinflusst.

Aufgabe der Produktionsabteilungen ist es, die festgelegten Be- bzw. Verarbeitungskriterien (Genauigkeit, Oberflächenbeschaffenheit, Haltbarkeit der Verbindungen u. a.) einzuhalten. Dazu kann und muß jeder Werktätige beitragen. Worum es dabei im einzelnen geht, ist in den Wettbewerbsverpflichtungen der Betriebskollektive enthalten. ⑤

Zur Kennzeichnung der Qualität der Erzeugnisse wurden *Gütezeichen* geschaffen. Ihre Vergabe erfolgt durch das Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung (ASMW).

Das Gütezeichen „Q“ wird solchen prüfpflichtigen Erzeugnissen zuerkannt, die in ihrer Qualität den wissenschaftlich-technischen Höchststand bestimmen oder ihm entsprechen, also Spitzenerzeugnisse darstellen. ⑥ ⑦ ⑧

Das Gütezeichen „1“ erhalten solche prüfpflichtigen Erzeugnisse, die in ihrer Qualität den von führenden Industrieländern auf dem Weltmarkt angebotenen vergleichbaren Erzeugnissen entsprechen.

Die Produktion von Erzeugnissen mit hoher Qualität hat unter anderem folgende positive Auswirkungen für den Betrieb und die gesamte Volkswirtschaft:

- Höhere Gebrauchseigenschaften verlängern die Nutzungsdauer des Erzeugnisses. Somit kommt eine Qualitätssteigerung einer Produktionssteigerung gleich.
- Für den Hersteller ergibt sich ein gesicherter Absatz und infolge der Preiszuschläge für Erzeugnisse mit hoher Qualität ein größerer Gewinn (Bild 77/1).
- Der Bedarf wird besser befriedigt.
- Durch die Senkung von Ausschuß, Nacharbeitungs- und Garantieleistungskosten sinken die Kosten beim Hersteller.
- Das Ansehen des sozialistischen Betriebes/Kombinates und des sozialistischen Staates wird gestärkt.

Steigerung der Arbeitsproduktivität

Zur Fortsetzung unserer Wirtschafts- und Sozialpolitik ist ein hoher Leistungsanstieg erforderlich, der nur durch stetige *Steigerung der Arbeitsproduktivität* in jedem Betrieb und Kombinat zu erreichen ist.

Die Arbeitsproduktivität ist der Wirkungsgrad der lebendigen produktiven Arbeit. In der materiellen Produktion drückt sie sich in dem Verhältnis der produzierten Menge an Gebrauchswerten zum dafür erforderlichen Aufwand an Arbeitszeit aus.

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{Menge der hergestellten Gebrauchswerte}}{\text{aufgewandte Arbeitszeit}}$$

Um die Steigerung der Arbeitsproduktivität zu ermitteln, muß man die Menge der hergestellten Gebrauchswerte zur aufgewandten Arbeitszeit zweier Zeiträume gegenüberstellen.

- Ein Arbeiter hat bisher 10 Erzeugnisse in 60 min hergestellt, 1 Erzeugnis also in 6 min. Durch Anwendung eines Neuerervorschlages sinkt der Arbeitszeitaufwand je Erzeugnis auf 5 min. Jetzt werden in 60 min 12 Erzeugnisse hergestellt oder 10 Erzeugnisse in 50 min. ①

Die Arbeitsproduktivität steigt, wenn in der gleichen Zeit mehr Gebrauchswerte hergestellt werden oder wenn die gleiche Menge an Gebrauchswerten in kürzerer Zeit produziert wird.

Die stetige Steigerung der Arbeitsproduktivität erfordert, den zur Herstellung eines Gebrauchswertes notwendigen Arbeitsaufwand weiter zu senken. Gründe:

- ① Berechnen Sie, um wieviel Prozent im gegebenen Beispiel (↑ S. 76) die Arbeitsproduktivität gestiegen ist!

	△	Q	o.Gz.
Gütekategorie			
Industriebezugspreis	800,00	816,00	760,00
Produktionsbezugspreis	80,00	81,00	76,00
Leistungspreis	720,00	734,00	684,00
Lohnsatz	36,00	50,40	—
Selbstkosten	684,00	684,00	684,00
	M	M	M

Bild 77/1 Preiszuschläge für Gütezeichen „Q“ und Preisabschläge

(Die geplanten Kosten wurden für beide Qualitätsstufen als gleich angenommen.) Für Güteklasse Q wird ein Zuschlag von 2% zum Betriebspreis geplant. o. Gz. bedeutet: ohne Gütezeichen; Abschlag im Beispiel 5% vom Betriebspreis.

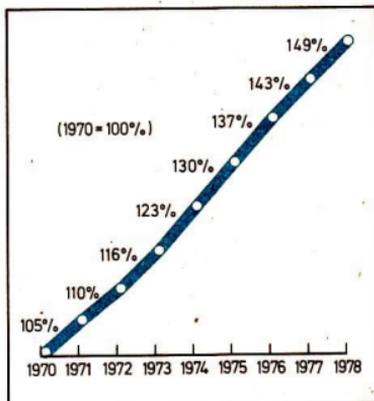


Bild 77/2 Entwicklung der Arbeitsproduktivität in der Industrie der DDR

Um immer mehr und bessere Erzeugnisse herzustellen, stehen uns keine zusätzlichen Arbeitskräfte zur Verfügung. Unsere Republik hat bereits einen hohen Beschäftigtengrad, denn mehr als 50 Prozent der Gesamtbevölkerung sind berufstätig. Das ist nach offiziellen Statistiken der UNO im Vergleich zu anderen Ländern sehr hoch.

Jahr	im arbeitsfähigen Alter	im nichtarbeitsfähigen Alter		
		insgesamt	Kinder	im Rentenalter
1929	67,5	32,5	21,4	11,1
1950	64,1	35,9	22,1	13,8
1960	61,3	38,7	21,0	17,6
1970	57,9	42,1	22,6	19,5
1978	62,2	37,8	19,3	18,4

Bild 77/3 Verhältnis der Personen im arbeitsfähigen und nichtarbeitsfähigen Alter

Um die Arbeitsproduktivität zu steigern ist es deshalb notwendig, in allen Betrieben und Kombinatn die Produktion weiter zu rationalisieren (↑ S. 112) und Arbeitsplätze einzusparen. Dabei sind die bisherigen Steigerungsraten der Arbeitsproduktivität (Bild 77/2) wesentlich zu überschreiten. ① ② (↑ S. 78)

Die Forderung nach einer schnelleren Steigerung der Arbeitsproduktivität ergibt sich auch aus den veränderten außenwirtschaftlichen Bedingungen. Dazu gehö-

ren die ungünstigeren Verkaufsbedingungen auf dem kapitalistischen Weltmarkt und die gewaltigen Preiserhöhungen für Rohstoffe, Brennstoffe und Materialien (↑ Material- und Energiewirtschaft, S. 85). Heute müssen wir für importierte Rohstoffe, Brennstoffe und Materialien das Mehrfache an Exportwaren zur Verfügung stellen wie zu Beginn der siebziger Jahre.

Auch die neue Runde des Wettrüstens, die durch den Brüsseler NATO-Beschluß zur Stationierung amerikanischer Mittelstreckenraketen in Westeuropa ausgelöst worden ist, zwingt die sozialistischen Länder zu erhöhten Anstrengungen auf dem Gebiet der Wirtschaft, um die Landesverteidigung auf dem erforderlichen Stand zu halten, denn die militärische Stärke der sozialistischen Länder ist nicht zuletzt von ihrem ökonomischen Leistungsvermögen abhängig.

Die Steigerung der Arbeitsproduktivität ist das entscheidende Mittel für die weitere Erhöhung der Produktion und die immer bessere Befriedigung der materiellen und kulturellen Bedürfnisse des Volkes. Sie führt zur ökonomischen Stärkung der DDR und der sozialistischen Staatengemeinschaft.

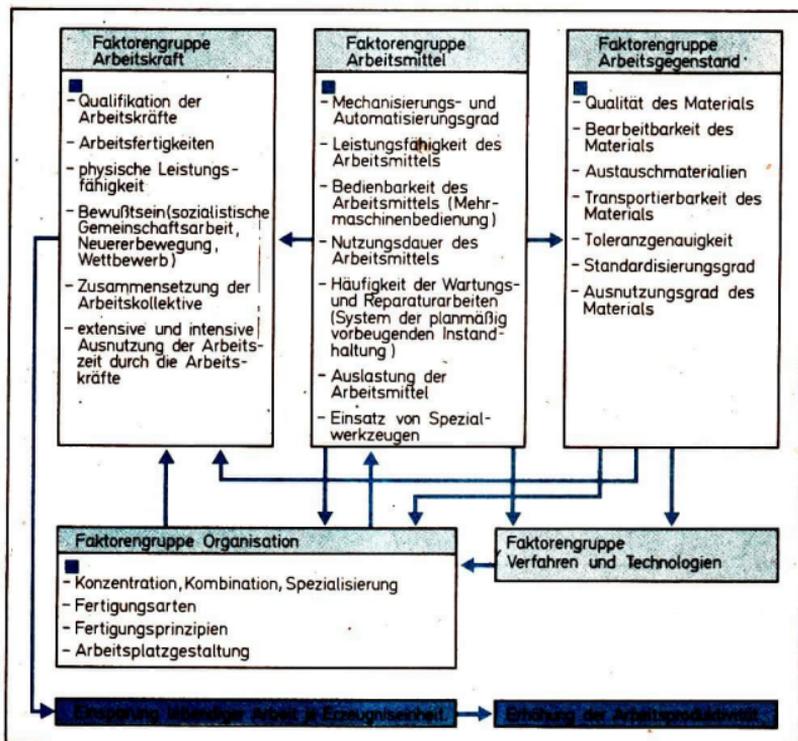


Bild 78/1 Faktoren zur Steigerung der Arbeitsproduktivität

- ① Informieren Sie sich, welches Wachstum der Arbeitsproduktivität in der Industrie der DDR für das gegenwärtige Planjahr vorgesehen ist!
- ② Welche Ziele haben sich das Kombinat und der Betrieb bezüglich der Steigerung der Arbeitsproduktivität im Jahresplan gestellt?
- ③ Durch welche Maßnahmen soll im Kombinat/Betrieb die Arbeitsproduktivität gesteigert werden? Ermitteln Sie dazu konkrete Beispiele!
- ④ Welche Vorhaben zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität gibt es in Ihrem Arbeitsbereich?
- ⑤ Wie können Sie bei der produktiven Arbeit dazu beitragen, diese Vorhaben zu realisieren?

Die Höhe der Arbeitsproduktivität ist abhängig von verschiedenen Faktoren. Diese Faktoren lassen sich in bestimmte Gruppen zusammenfassen und stehen in engen wechselseitigen Beziehungen (Bild 78/1).

Besonders wichtig für die Steigerung der Arbeitsproduktivität ist die umfassende und rasche Nutzung der Ergebnisse aus Wissenschaft und Technik. Dadurch wurden in den letzten Jahren jeweils rund 90 Prozent des Zuwachses an Arbeitsproduktivität erreicht. ③ ④ ⑤

Senkung der Kosten

Eine entscheidende Aufgabe der Werktätigen des Betriebes und des gesamten Kombinates besteht darin, Erzeugnisse mit einem möglichst geringen Aufwand und demzufolge mit niedrigen Kosten (Selbstkosten) herzustellen.

Kosten entstehen durch den Verbrauch von Material (Materialkosten), durch die Wertminderung der Maschinen, Anlagen und Produktionsausrüstungen (Abschreibungen) sowie durch Löhne und Gehälter (Lohnkosten).

Kosten werden bei der Vorbereitung der Produktion, bei der Herstellung und beim Absatz der Erzeugnisse verursacht.

► Kosten sind der in Geld ausgedrückte Aufwand des Betriebes an Produktionsmitteln und an Löhnen für die Entwicklung, die Herstellung und den Absatz der Erzeugnisse.

Von der Höhe der Kosten ist in entscheidendem Maße abhängig, wieviel Gewinn ein Betrieb erwirtschaftet. Das heißt, vom Erlös der verkauften Waren werden die Kosten abgezogen, und der danach verbleibende Betrag bildet den Gewinn (Bruttogewinn). Folglich bringen niedrige Kosten einen hohen Gewinn, während hohe Kosten den Gewinn schmälern (Bilder 80/1 und 80/2).

Durch die Senkung der Kosten, die durch den *Produktionsverbrauch* entstehen, wird auch die Größe des *Nationaleinkommens* beeinflusst. Bei gleichem *gesell-*

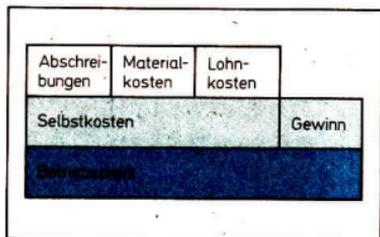


Bild 80/1 Bestandteile der Kosten und des Betriebspreises

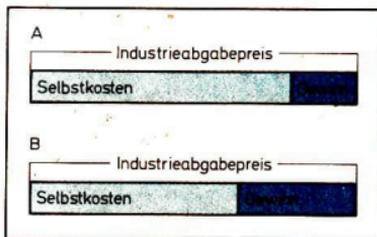


Bild 80/2 Abhängigkeit des Gewinns von der Höhe der Kosten

schaftlichem Gesamtprodukt erhöht sich das Nationaleinkommen, wenn der Produktionsverbrauch sinkt, und es verkleinert sich, wenn er steigt.

Das gesellschaftliche Gesamtprodukt ist die Gesamtheit der von der Gesellschaft in einem Jahr erzeugten materiellen Güter und produktiven Leistungen. Wird davon der Produktionsverbrauch abgezogen, so verbleibt das Nationaleinkommen. Der Produktionsverbrauch ist der gesellschaftliche Aufwand an vergegenständlichter Arbeit, also an Rohstoffen, Brennstoffen, Material, an Grundmitteln (Abschreibungen) sowie an fremden produktiven Leistungen.

Das Nationaleinkommen ist der Teil des von den Werktätigen in der materiellen Produktion geschaffenen gesellschaftlichen Gesamtprodukts, der nach Abzug des Produktionsverbrauchs verbleibt.

(↑ Gesellschaftliches Gesamtprodukt und Nationaleinkommen; Tech i Üb, S. 293 bis 295)

Das Nationaleinkommen ist die Grundlage für die immer bessere Befriedigung der materiellen und kulturellen Bedürfnisse der Werktätigen und der gesamten sozialistischen Gesellschaft. Von der Höhe des Nationaleinkommens hängt ab, wieviel Maschinen und Produktionsausrüstungen, Konsumgüter, Nahrungs- und Genußmittel, Wohnungen, Schulen, Krankenhäuser und Polikliniken, soziale und kulturelle Einrichtungen u. a. m. zur Verfügung stehen. Aus der Höhe des Nationaleinkommens ergibt sich also, wieviel unser Staat für den weiteren Ausbau der materiell-technischen Basis der Volkswirtschaft, für die weitere Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen der Werktätigen sowie für die Landesverteidigung aufwenden kann (Bild 81/1).

Jedes Kombinat, jeder Betrieb muß in den 80er Jahren größere Anstrengungen unternehmen als bisher, um die Kosten entscheidend zu senken. Wenn man bedenkt, daß die Materialkosten im Durchschnitt zwei Drittel der Gesamtkosten ausmachen, so zwingt das die Betriebskollektive, vielfältige kostensenkende Maßnahmen zu ergreifen.

(↑ Material- und Energiewirtschaft, S. 85)

Die Möglichkeiten der Kostensenkung im Betrieb und Kombinat sind außerordentlich vielfältig. Einen besonderen Einfluß üben die planmäßige Verringerung

- ① Welche Zielstellung gibt es im Betrieb für die Senkung der Kosten?
- ② Durch welche Maßnahmen sollen die Kosten vorrangig gesenkt werden?
- ③ Mit welchen Mitteln setzen die Werk­­tätigen Ihres Arbeitsbereiches die Kostensenkung durch?
- ④ Wodurch können Sie dieses Bemühen der Arbeiter während Ihrer produktiven Arbeit unterstützen?

des Material- und Energieverbrauchs je Erzeugniseinheit, die Steigerung der Arbeitsproduktivität und die höhere Auslastung der Maschinen und Anlagen auf die Senkung der Kosten aus.

Im einzelnen sind Kostensenkungen durch folgende Maßnahmen zu erreichen:

- rationelles Ausnutzen der Arbeitszeit,
- materialsparende Konstruktionen,
- Anwenden material- und energiesparender Verfahren,
- Vermeiden von Ausschuß, Verringern der Nacharbeitungs- und Garantieleistungskosten,
- Reduzieren von Warte- und Stillstandszeiten,
- mehrschichtiges Auslasten der Maschinen und Anlagen,
- Erhöhen der Kontinuität des Produktionsprozesses,
- Vermeiden von Warenverlusten,
- Rationalisieren der Verwaltungs- und Leitungstätigkeit.

① ② ③ ④

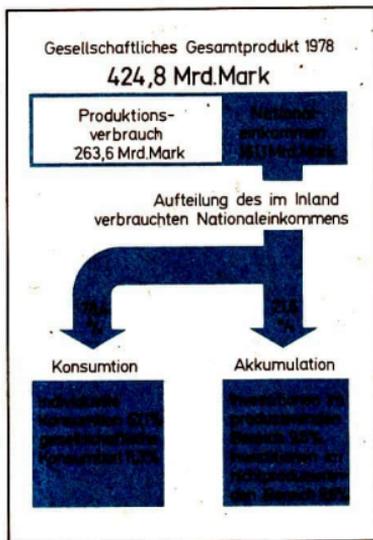


Bild 81/1 Verteilung des
Nationaleinkommens 1978

Leitung und Organisation der Produktion

Mit der Neu- bzw. Umbildung der Kombinate in Industrie und Bauwesen wurden in der DDR notwendige Voraussetzungen für die weitere Vervollkommnung der Leitung, Planung und Organisation unserer Volkswirtschaft geschaffen.

Eine wichtige Neuerung ist die einfachere Leitungsstruktur. Das Kombinat ist jetzt direkt dem Ministerium unterstellt.

Eine weitere Neuerung besteht darin, daß jedes Kombinat der Volkswirtschaft bestimmte *Endprodukte* in Form von aufbereiteten Rohstoffen, volkswirtschaftlich wichtigen Zulieferungen, Produktionsausrüstungen oder Konsumgütern zur Verfügung stellt. Dafür besitzt es die erforderlichen Forschungs- und Entwicklungskapazitäten, Projektierungseinrichtungen, Produktions- und Montagekapazitäten, einen eigenen Rationalisierungsmittelbau und vielfach auch eine eigene Absatzorganisation. ①

Konzentration der Produktion

Mit der Bildung der Kombinate wurde ein gewaltiger Konzentrationsprozeß in unserer Volkswirtschaft vollzogen. (↑ Konzentration und Kombination; Tech i Üb, S. 296 bis 298)

Konzentration der Produktion bedeutet Zusammenfassen bestimmter Erzeugnisse, Zusammenballen von Produktionsmitteln und Arbeitskräften in Großbetrieben bzw. großen Wirtschaftseinheiten. Die Kombinatbildung ist eine Form der Konzentration.

Wesentliche Vorteile der Konzentration der Produktion sind:

1. höhere Stückzahlen von gleichen oder gleichartigen Erzeugnissen,
2. die Möglichkeit, finanzielle und materielle Mittel, Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionskapazität, Arbeitskräfte u. a. konzentriert einzusetzen.

Das schafft günstige Bedingungen für:

- die schnelle Neu- und Weiterentwicklung von Erzeugnissen und ihre unverzügliche Überleitung in die Produktion;
- die rasche Verwirklichung von Rationalisierungs- und Investitionsvorhaben;
- die komplexe Anwendung moderner Technologien und Verfahren;
- eine effektive Fertigungsorganisation u. a. m. ②

Spezialisierung der Produktion

Die Kombinatbildung eröffnete neue Möglichkeiten, die Produktion zu spezialisieren.

Spezialisierung bedeutet, die Sortimentsbreite zu verringern und/oder die angewandten technologischen Verfahren zu vereinheitlichen.

- ① Worin bestehen wesentliche Vorzüge der Kombinate gegenüber dem einzelnen Betrieb?
- ② Welche hauptsächlichsten Vorteile hat die Konzentration der Produktion dem Kombinat gebracht, in dem Sie polytechnischen Unterricht erhalten?
- ③ Auf welche Haupterzeugnisse ist das Kombinat, in dem Sie den polytechnischen Unterricht erhalten, spezialisiert?
- ④ Welche spezialisierten Aufgaben hat der Kombinatbetrieb zu erfüllen?
- ⑤ Welche wesentlichen Vorzüge brachte diese Spezialisierung?
- ⑥ Ermitteln Sie wesentliche Kooperationspartner des Betriebes/Kombinates, und fassen Sie diese in einer Übersicht zusammen!

Zur Durchsetzung der Konzentration und Spezialisierung können unter Beachtung der Rechtsvorschriften und bei Sicherung des volkswirtschaftlichen Bedarfs Funktionen und Aufgaben von Kombinatbetrieben verändert und bisherige Produktionsaufgaben verlagert werden. Damit sind der Konzentration und Spezialisierung Möglichkeiten eröffnet, über die der einzelne Betrieb nicht verfügte.

Die Spezialisierung vollzieht sich:

- innerhalb des Betriebes und des Kombinales,
- zwischen den Kombinatbetrieben,
- im internationalen Rahmen (RGW).

- Im volkseigenen Kombinat Trikotagen Karl-Marx-Stadt, dem Hersteller von Obertrikotagen, Handschuhen, Mützen und Schals, Bade- und Trainingsbekleidung, Untertrikotagen und Miederwaren, stellt sich die Spezialisierung innerhalb des Kombinales folgendermaßen dar:

Es gibt Kleinbetriebe mit einem eng begrenzten Spezialsortiment, Mittelbetriebe mit vorwiegend hochmodischer Produktion bei hoher Disponibilität und Großbetriebe mit einer mehrstufigen, hochmechanisierten Produktion in großen Stückzahlen.

Die Spezialisierung der Produktion führt u. a. zur

- Erhöhung der Stückzahlen von gleichen oder gleichartigen Erzeugnissen,
- Vereinfachung der Produktionsvorbereitung und der Lagerhaltung,
- Vereinfachung der Leitung, Planung und Betriebsorganisation.

Die Spezialisierung ermöglicht den Einsatz von hochspezialisierten Maschinen und Ausrüstungen sowie die Anwendung hochproduktiver Verfahren und Technologien und führt auch zur Spezialisierung der Arbeitskräfte.

Werden die Vorzüge der Spezialisierung richtig genutzt, so können Produktion und Arbeitsproduktivität spürbar gesteigert und die Kosten je Erzeugniseinheit gesenkt werden.

- Im Kombinat ESDA führte die Spezialisierung zur Vergrößerung der Stückzahlen gleicher und gleichartiger Erzeugnisse. Dadurch verlängerte sich die Maschinenlaufzeit je Artikel, häufiges Umrüsten der Maschinen entfiel. So war es möglich, die Warte- und Stillstandszeiten zu reduzieren, die Kapazität besser auszulasten,

die Materialverluste und die Kosten zu senken. Die nach der Kombinatbildung vorgenommene konsequente Spezialisierung erbrachte folgende Ergebnisse: 600 000 Paar Herrenstrümpfe mit einem Wert von etwa 2,7 Millionen Mark wurden mehr produziert und erbrachten rund 200 000 Mark Gewinn. Zugleich gelang es, die Lohn- und Materialkosten um etwa 210 000 Mark zu senken. ③ ④ ⑤ († S. 83)

Im internationalen Rahmen gewinnt die Vertiefung der Arbeitsteilung zwischen den RGW-Ländern zunehmend an Bedeutung. Die Spezialisierung und Kooperation der Produktion ermöglicht in den beteiligten Ländern eine weitere Konzentration der Produktion und führt über hohe Stückzahlen gleicher oder gleichartiger Erzeugnisse zur besseren Befriedigung des Bedarfs sowie zu einer höheren Effektivität des Produktionsprozesses. Im Maschinenbau, in der Elektrotechnik/Elektronik und in anderen Wirtschaftszweigen bestehen eine Vielzahl zwei- und mehrseitiger Abkommen zwischen den einzelnen RGW-Ländern, die zu stabilen Formen der Arbeitsteilung führten. Dadurch entwickelten sich der Maschinenbau, die Elektrotechnik/Elektronik und andere Zweige der Volkswirtschaft der RGW-Länder besonders dynamisch.

Kooperation

Die Spezialisierung erfordert unbedingt die Kooperation (das Zusammenwirken) der Kombinate und Kombinatbetriebe.

Zu den kooperativen Beziehungen eines Kombines gehören:

- Beziehungen zu den Abnehmern der Erzeugnisse und Leistungen;
- Beziehungen zu den Lieferanten der benötigten Produktionsmittel;
- Beziehungen zu den Betrieben und Einrichtungen, die Leistungen (Bau-, Montage-, Transportleistungen usw.) erbringen.

Die Beherrschung der vielfältigen Kooperationsbeziehungen ist für die kontinuierliche Produktion von außerordentlicher Bedeutung. Nach der Bildung der Kombinate besteht ein weiterer Vorteil darin, daß wesentliche Kooperationsbeziehungen innerhalb des Kombines verlaufen (Forschung, Projektierung, Rationalisierungsmittelbau u. a.).

Das bedeutet natürlich nicht, daß alle Teile und Baugruppen im eigenen Kombinat hergestellt werden. Standardteile, elektrotechnische und elektronische Bauelemente, Ausrüstungen für die Steuerung und Regelung u. a. m. werden in speziell dafür geschaffenen Kombinatbetrieben produziert. Diese Kombinate und ihre Betriebe tragen wie die Finalproduzenten eine hohe Verantwortung, denn Nichteinhaltung der Lieferverpflichtungen stört den Produktionsprozeß in vielen Betrieben und Kombinatbetrieben. ⑥ († S. 83)

Die mit der Kombinatbildung verbundene Konzentration und Spezialisierung der Produktion schafft günstige Voraussetzungen für den beschleunigten wissenschaftlich-technischen Fortschritt sowie für eine intensive und effektive Produktion.

Material- und Energiewirtschaft

Aufgaben der Materialwirtschaft im Betrieb und Kombinat

Um ein industrielles Erzeugnis herstellen zu können, müssen im Betrieb und Kombinat ständig mehr oder weniger große Mengen an Material vorhanden sein. Wie groß die benötigten Mengen sind und wie viele Arten von Material vorrätig sein müssen, das hängt von der Größe und Vielfalt der Erzeugnisse, ihrer Komplexität, der Art der Fertigung und einer Reihe anderer Faktoren ab.

Mit dem Begriff Material werden Arbeitsgegenstände bezeichnet, die bereits das Produkt menschlicher Arbeit sind, also schon mehrere Verarbeitungsstufen durchlaufen haben, wie z. B. Blech, Gußteile, Schnittholz, Garn.

(↑ Tech i Üb, S. 280/81)

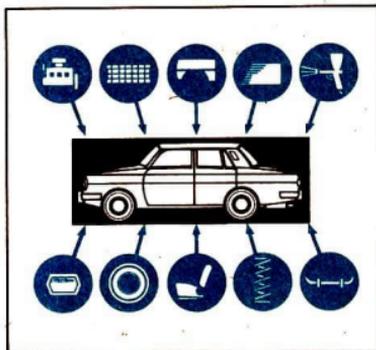


Bild 85/1 Beispiele für Grundmaterialien

Entsprechend der spezifischen Funktion des Materials im Produktionsprozeß wird zwischen Grund- und Hilfsmaterial unterschieden.

Grundmaterialien gehen stofflich und wertmäßig in das Erzeugnis ein. Zum Grundmaterial zählen z. B. der Stahl in Werkzeugen, das Holz in Möbeln, das Leder in Schuhen.

Hilfsmaterialien gehen nur wertmäßig in das Erzeugnis ein. Sie unterstützen die Durchführung des Produktionsprozesses (z. B. Beleuchtung, Heizung), sichern die Funktion der Arbeitsmittel (z. B. Schmier- und Kühlmittel, Antriebsenergie) und bewirken physikalische oder chemische Veränderungen des Grundmaterials (z. B. Lösungsmittel, Ätzmittel).

Aufgabe der betrieblichen Materialwirtschaft ist es, das benötigte Grund- und Hilfsmaterial zu beschaffen, notwendige Vorräte zu bilden und zu lagern sowie die Arbeitsplätze mit Material zu versorgen.

Die mengen-, sortiments-, qualitäts- und termingerechte Materialversorgung ist eine entscheidende Voraussetzung für die Kontinuität des betrieblichen Produktionsprozesses. ① ② ③ ④ (↑ S. 87)

Eine besondere Bedeutung in der Materialwirtschaft der Betriebe und Kombinate kommt der *Materialökonomie* zu.

Die Materialökonomie umfaßt alle Maßnahmen, die dem Ziel dienen, mit minimalem Materialaufwand und sinkenden Kosten ein qualitativ hochwertiges Erzeugnis herzustellen oder eine bestimmte Leistung in bedarfsgerechter Qualität zu erbringen.

Notwendigkeit des sparsamen Materialverbrauchs

Im Grundmaterial sowie im Hilfsmaterial ist menschliche Arbeit vergegenständlicht. Damit besitzt das Material einen bestimmten Wert (Bild 86/1).



Bild 86/1 Erhöhung des Materialwertes in jedem Verarbeitungsprozeß

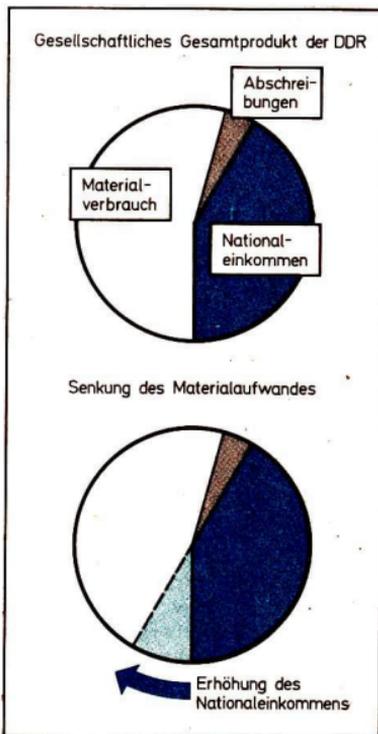


Bild 86/2 Zusammenhang zwischen geringerem Materialverbrauch und höherem Nationaleinkommen

- ① Welche Grundmaterialien verarbeiten bzw. bearbeiten Sie bei der produktiven Arbeit?
- ② Welche Mengen benötigt der Betrieb davon in einem Monat?
- ③ Welche Hilfsmaterialien unterstützen Ihre produktive Arbeit?
- ④ Fertigen Sie, bezogen auf das Haupterzeugnis (ein Haupterzeugnis), folgende Übersicht an!

Erzeugnis	verarbeitetes Grundmaterial	benötigte Mengen im Monat	Lieferant

- ⑤ Ermitteln Sie in dem Betrieb, in dem Sie die produktive Arbeit durchführen, ein Beispiel für Materialeinsparung! Welcher Nutzen entstand dadurch?
- ⑥ Errechnen Sie, wieviel Material in Ihrem Arbeitsbereich eingespart werden kann, wenn es gelingt, den spezifischen Materialverbrauch um 1 Prozent zu senken!
- ⑦ Informieren Sie sich, welche importierten Rohstoffe bzw. Materialien in dem Betrieb, in dem Sie die produktive Arbeit durchführen, vorrangig verarbeitet werden!

Wird Material vergeudet oder mehr als erforderlich verbraucht, gehen volkswirtschaftliche Werte verloren. Jede Materialeinsparung je Erzeugniseinheit führt dagegen zu sinkenden Kosten und damit zu einem Gewinn und ist ein Beitrag zur Vergrößerung des Nationaleinkommens (Bild 86/2).

Der Materialverbrauch beträgt mehr als die Hälfte des gesellschaftlichen Gesamtprodukts. Das sind, bezogen auf unsere Volkswirtschaft und in Geld ausgedrückt, jährlich etwa 250 Mrd. Mark. Jedes Prozent Materialeinsparung ist deshalb ein großer Gewinn für die Gesellschaft und für jeden einzelnen. ⑤ ⑥

Die Notwendigkeit, den Materialverbrauch je Erzeugniseinheit ständig zu reduzieren, ergibt sich auch aus der Tatsache, daß die DDR über wichtige Rohstoffe nicht bzw. nicht ausreichend selbst verfügt. Wir müssen deshalb gewaltige Mengen an Rohstoffen und Material importieren. ⑦

▶ Als Rohstoffe werden jene Arbeitsgegenstände bezeichnet, die außer ihrer Loslösung von der Natur noch nicht weiter bearbeitet wurden, wie z. B. gebrochenes Erz, gefällte Baumstämme, geförderttes Erdöl und Erdgas.

Im Zeitraum 1981 bis 1985 werden neben vielen anderen Erzeugnissen aus der Sowjetunion folgende Mengen an Rohstoffen und Material importiert:

95 Mio t	Erdöl	48 Mio t	Roheisen
32,5 Mrd. m ³	Erdgas	457 000 t	Zellstoff
21 Mio t	Steinkohle	440 000 t	Baumwolle

In den letzten Jahren sind die Preise für Rohstoffe und Material auf den internationalen Märkten erheblich gestiegen. So haben sich die Preise für Erdöl, Blei, Zink, Baumwolle, Rohkaffee, Rohkakao und viele andere vervielfacht. Viele natürliche Vorkommen werden in der gesamten Welt immer knapper. Der Aufschluß neuer Rohstoff- und Energiequellen ist oft sehr aufwendig. Um zum Beispiel die reichen Naturschätze in den nördlichen und östlichen Gebieten der Sowjetunion erschließen zu können, muß der Mensch in Gegenden vordringen, die bisher nicht oder nur schwach besiedelt waren. Das erfordert den Bau neuer Betriebe, Städte, Eisenbahnlinien und Straßen.

Die Förderung der Braunkohle, des wichtigsten Energieträgers unserer Republik, wird ebenfalls immer aufwendiger, da die oberflächennahen Flöze weitgehend abgebaut sind. Um die Jahrhundertwende brauchte nur ein Kubikmeter Abraum weggeräumt zu werden, um eine Tonne Kohle zu gewinnen. Jetzt liegen im Durchschnitt vier Kubikmeter Sand und Ton auf jeder Tonne Kohle, in manchen Tagebauen müssen schon sechs bis neun Kubikmeter Abraum je Tonne Kohle gebaggert werden.

Oft liegen die noch zur Verfügung stehenden Kohlevorräte unter bewohnten Gebieten. Das erfordert einen erhöhten Erschließungsaufwand, denn es müssen Flüsse, Straßen, Schienenstränge u. a. verlegt und Menschen umgesiedelt werden, bevor mit dem Abbau der Kohle begonnen werden kann.

Aus allen diesen Gründen erklärt sich die immer wieder erhobene Forderung, in jedem Betrieb bzw. Kombinat und an jedem Arbeitsplatz der Materialökonomie die größte Aufmerksamkeit zu schenken.

- ▶ Material sparsam und zweckmäßig einzusetzen ist notwendig, weil
- sonst menschliche Arbeit vergeudet wird,
 - die DDR ihren Bedarf an Rohstoffen und Material in starkem Maße durch Importe decken muß und das zu erheblich gestiegenen Preisen,
 - bestimmte Rohstoffe immer knapper werden und die Erschließung neuer Vorkommen immer größere Aufwendungen erfordert,
 - die Materialkosten der größte Kostenfaktor sind.

Möglichkeiten des sparsamen und zweckmäßigen Materialeinsatzes

Die Möglichkeiten, Material sparsam und zweckmäßig einzusetzen, sind außerordentlich vielfältig. Sie lassen sich in folgenden *Hauptwegen ökonomischer Materialverwendung* zusammenfassen:

- Materialsubstitution
 - Anwendung materialsparender Konstruktionen und Bauweisen
 - Anwendung materialsparender Verfahren und Technologien
 - Nutzung der einheimischen Rohstoffbasis
 - Verarbeitung von Sekundärrohstoffen
 - Korrosionsschutz
 - Kampf um Einhaltung der Materialverbrauchsnormen und hohe Qualität
- Diese Wege sollen im folgenden näher beschrieben werden.

- ① Ermitteln Sie weitere Beispiele für Materialsubstitution!
- ② Informieren Sie sich in Ihrem Arbeitsbereich, welcher ökonomische Nutzen durch Materialsubstitution erreicht werden konnte!

Materialsubstitution

Materialsubstitution bedeutet planmäßiger Austausch herkömmlicher Materialarten durch andere, mit dem Ziel, Erzeugnisse mit hohen Gebrauchswerteigenschaften und niedrigen Kosten herzustellen.

Ein wichtiges Gebiet der Materialsubstitution ist der Austausch metallischer Werkstoffe durch Kunststoffwerkstoffe. Plaste haben gegenüber den herkömmlichen Materialien ein geringeres spezifisches Gewicht, sind korrosionsbeständig und erhöhen dadurch die Gebrauchseigenschaften der Erzeugnisse. Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht in ihren günstigen Be- und Verarbeitungseigenschaften, die es gestatten, hochproduktive, material- und kostensenkende Verfahren und Technologien einzusetzen.

Zunehmend an Bedeutung gewinnt ferner der Einsatz silikatischer Erzeugnisse, wie Glas und Keramik, anstelle metallischer Werkstoffe (↑ Einheimische und sekundäre Rohstoffe, S. 91).

Materialsubstitution ist kein einfacher Werkstoff austausch. Ihr volkswirtschaftlicher Nutzen ergibt sich aus zahlreichen Faktoren, die sich folgenden Komplexen zuordnen lassen.

Nutzen aus Materialsubstitution durch:

1. Gestaltung einer effektiven Rohstoffbasis

2. Neue konstruktive Lösungen

3. Neue technologische Lösungen

4. Verbesserte Gebrauchswerteigenschaften

- Ergänzung natürlicher Rohstoffquellen
- Austausch von Importmaterialien durch einheimische Rohstoffe
- Einsatz von Profilmaterial
- Leichtbauweise
- verstärkte Anwendung von Umformverfahren
- korrosionsbeständig
- pflegeleicht

① ②

Materialsparende Konstruktionen und Bauweisen

Die Konstruktion bestimmt wesentlich den für die Herstellung eines Erzeugnisses benötigten Materialverbrauch. Durch den Einsatz technologisch zweckmäßiger und kostengünstiger Materialien sowie durch die Verwendung standardisierter Teile und Baugruppen können die Konstrukteure 70...80 Prozent des Materialverbrauchs beeinflussen. Jeder Konstrukteur entscheidet täglich über einen Materialverbrauch von 4000...5000 Mark.

Erhebliche Materialreserven können durch den Leichtbau erschlossen werden. Dabei geht es vor allem um die

- Verwendung von Materialien mit hohen Festigkeitseigenschaften zur Ausnutzung der Flächen- bzw. Raumtragwirkung;
- Anwendung von materialsparenden, statisch hoch belastbaren Konstruktionselementen und Konstruktionen;
- Anwendung leichtbaugerechter, arbeitszeitsparender Verbindungen, wie Schraub-, Steck-, Klebe- und Schweißverbindungen.

Eine weitere Möglichkeit zur Herabsetzung des Materialverbrauchs ist die Miniaturisierung von Einzelteilen, Baugruppen und Fertigerzeugnissen. Eine besondere Bedeutung erlangt dabei die Elektronik und vor allem die Mikroelektronik.

- Verminderung des Volumens bei elektronischen Bauelementen.

Element	Zeitraum	Volumen des Elements in cm ³	Verkleinerung im Verhältnis zum ersten Element
Elektronenröhre	1939	150	
Miniaturröhre	1946	15	10fach
Transistor	1953	0,075	2000fach
Molekularkreis	1968	0,001	150000fach
Bionik-Schaltkreis	1985/90	0,0001	1500000fach

Materialsparende Technologien und Verfahren

Große Reserven für Materialeinsparungen gibt es bei den Technologien und Verfahren. Noch immer werden z. B. in der metallverarbeitenden Industrie durch Drehen, Fräsen und Hobeln viele tausend Tonnen Material zerspannt. Der Über-

Technologie Verfahren	Materialeinsparung in %, etwa	Steigerung der Arbeitsproduktivität in %, etwa
Freiformschmieden	15 ... 40	200 ... 300
Gratloses Schmieden	15 ... 30	200 ... 400
Kaltfließpressen	50	250 ... 500
Querwalzen	10 ... 35	200 ... 450
Sintern	30 ... 80	

Bild 90/1 Hochproduktive materialsparende Technologien und Verfahren

- ① Ermitteln Sie Beispiele, wie in Ihrem Arbeitsbereich neue Technologien und Verfahren zur Materialeinsparung führten!

gang zu spanlosen bzw. abfallarmen Urform- und Umformverfahren, wie Feinschmieden, Querwalzen, Stranggießen, Kaltfließpressen, führt nicht nur zu beträchtlichen Materialeinsparungen, sondern auch zur Steigerung der Arbeitsproduktivität (Bild 90/1). (↑ Tech i Üb, S. 20ff.) ①

Einheimische und sekundäre Rohstoffe

Die Nutzung einheimischer Rohstoffe ist dringend notwendig, um den wachsenden Rohstoffbedarf unserer Volkswirtschaft zu decken. Die DDR verfügt reichlich über Vorkommen an Kaolin, Ton, Sand, Salze und Braunkohle, die es besser als bisher zu nutzen gilt. Kaolin, Ton und Sand sind Rohstoffe für die Glas- und Keramikwerkstoffe. Die Möglichkeiten, Glas und Keramik mit neuen Eigenschaften und in Verbindung mit anderen Werkstoffen zu entwickeln und in der Produktion einzusetzen, sind noch längst nicht erschöpft.

Durch die verbesserten Eigenschaften bei Glas konnten in der chemischen Industrie, in Brauereien und Molkereien Rohrleitungen aus teuren hochlegierten nichtrostenden Stählen durch Glasleitungen ersetzt werden. Diese Rohrleitungen sind säurebeständig und korrodieren nicht. Der Nutzen beträgt bis zu 100 000 Mark je Kilometer Rohrleitung.

Große Bedeutung besitzt die Nutzung der Sekundärrohstoffe. Als Sekundärrohstoffe werden solche Gegenstände bezeichnet, die ihren ursprünglichen Gebrauchswert verloren haben, wobei ihre stoffliche Substanz jedoch weitgehend erhalten ist. Nachdem sie aufbereitet sind, können sie erneut als Arbeitsgegenstände eingesetzt werden.

Zu den Sekundärrohstoffen gehören:

- Altstoffe (Altpapier, Flaschen, Gläser, Alttextilien, Schrott, Altöl);
- Produktionsabfälle (Späne, Blech-, Plast-, Holzabfälle);
- Abprodukte (Schlacke, Asche).

In der Volkswirtschaft der DDR fallen etwa 350 verschiedene Arten von Sekundärrohstoffen an. Das sind etwa 65...70 Millionen Tonnen im Jahr. Davon werden gegenwärtig nur 20...25 Prozent genutzt.

Die Verwendung von Sekundärrohstoffen ist vielfach billiger, ermöglicht es, Devisen sowie Arbeitszeit einzusparen, und liegt im Interesse der Landeskultur und des Umweltschutzes.

Metallische Sekundärrohstoffe sind wichtige Ausgangsstoffe der Metallurgie. So basiert die Stahlerzeugung der DDR zu etwa 75 Prozent auf Schrott. Das ist sehr vorteilhaft, denn dieser Sekundärrohstoff ist mit 90...100 Prozent Eisenanteilen selbst hochwertigen Erzen, die bis zu 50 Prozent Eisenanteile haben, überlegen. Außerdem wird die sehr arbeits- und kostenaufwendige Phase der Gewinnung, Aufbereitung und Verhüttung des Erzes eingespart.

Auch hochentwickelte kapitalistische Länder, die über Eisenerzvorkommen verfügen, setzen deshalb 55...65 Prozent Schrott für die Stahlgewinnung ein.

Ausgangsstoff unserer Papiererzeugung sind rund 45 Prozent Altpapier. Etwa gleiche Altpapieranteile an der Papiererzeugung weisen Dänemark, Großbritannien und die BRD auf.

Bei Behälterglas (Flaschen, Gläser) wird der Bedarf der Lebensmittelindustrie etwa zu 60 Prozent aus der Altstoffwirtschaft gedeckt.

Die wichtigsten Maßnahmen zur effektiven Nutzung dieser bedeutsamen Rohstoff- und Materialreserven sind:

- Sekundärrohstoffe verlustlos erfassen;
- Methoden zur Aufbereitung weiterer Sekundärrohstoffe (z. B. Plastwerkstoffe) erforschen und entwickeln;
- entsprechende Aufarbeitungskapazitäten schaffen. ① ②

Korrosionsschutz

Jahr für Jahr entstehen in der Welt durch Korrosion große materielle und finanzielle Verluste. Auch der Volkswirtschaft der DDR geht trotz zahlreicher vorbeugender Schutzmaßnahmen jährlich etwa für 1 Milliarde Mark Material verloren. Berücksichtigt man außerdem, daß neben den direkten Materialverlusten noch sekundäre Auswirkungen auftreten, wie etwa die Stilllegung von Anlagen, die Sperrung von Brücken u. a., so muß der durch Korrosion jährlich entstehende Gesamtschaden noch wesentlich höher angenommen werden.

Der Metallkorrosion kann durch *aktiven* und *passiven* Schutz entgegengewirkt werden.

Aktiver Korrosionsschutz liegt vor, wenn das Metall die Schutzschicht selbst bildet und ständig regeneriert.

Zu den Maßnahmen des aktiven Korrosionsschutzes gehören z. B.

- Einsetzen korrosionsbeständiger oder korrosionsträger Werkstoffe,
- Anwenden des elektrochemischen Schutzes, besonders des kathodischen Schutzes,
- Reinhalten von Luft und Wasser.

Beim *passiven Korrosionsschutz* wird der metallische Werkstoff durch das Auftragen einer Schutzschicht aus Plast, Farbe, Fett und dergleichen von dem angreifenden Medium (z. B. Wasser, Luft) getrennt.

Die durch Korrosion verursachten Materialverluste können durch aktiven und passiven Korrosionsschutz wesentlich verringert werden. ③

Kampf um Einhaltung der Materialverbrauchsnormen und hohe Qualität

Jeder Werktätige kann durch seine Arbeit zur Erhöhung der Materialökonomie beitragen, indem er Ausschuß sowie unnötige Abfälle vermeidet und Verluste weitgehend verhindert.

Durch eine höhere Qualität der hergestellten Produkte wird effektiv Material eingespart, weil die Zuverlässigkeit und Nutzungsdauer erhöht werden.

(↑ Sicherung der Qualität, S. 75)

- ① Informieren Sie sich, wie in Ihrem Arbeitsbereich Sekundärrohstoffe erfaßt werden!
- ② Legen Sie aus Ihrer Sicht wünschenswerte und mögliche Verbesserungen dar!
- ③ Informieren Sie sich, welche Maßnahmen in Ihrem Arbeitsbereich zum Schutz der Erzeugnisse vor Korrosion ergriffen werden!
- ④ Ermitteln Sie in Ihrem Arbeitsbereich an Beispielen, welche Normen für den Verbrauch von Grund- und Hilfsmaterial vorgesehen sind!
- ⑤ Wie werden diese Normen eingehalten? Was ist zu verbessern?
- ⑥ Berechnen Sie an einem geeigneten Beispiel aus ihrem Arbeitsbereich die Materialausnutzung! Zu welchen Schlußfolgerungen gelangen Sie?

Erhebliche Materialeinsparungen sind möglich, indem die Vorgaben beim Zuschchnitt genau eingehalten, an jedem Arbeitsplatz sorgfältig gearbeitet sowie Material in den benötigten Abmessungen und in guter Qualität bereitgestellt werden. Besondere Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die Einhaltung der *Normen und Kennziffern* des Materialverbrauchs.

Die Materialverbrauchsnorm legt die technisch-ökonomisch begründete Materialmenge fest, die für die Herstellung eines Erzeugnisses oder einer Leistungseinheit bei Einhaltung der geforderten Qualität verbraucht werden darf.

Die Materialverbrauchsnormen bilden die Grundlage für die Planung, Abrechnung und Kontrolle des Materialbedarfs. Sie regen die Werkstätigen an, den spezifischen Materialverbrauch zu senken und die Materialkosten je Erzeugniseinheit zu verringern.

Verbrauchsnormen werden sowohl für Grundmaterial als auch für Hilfsmaterial aufgestellt. (↑ Grund- und Hilfsmaterial; S. 85) ④ ⑤

Ein wichtiger Gradmesser der Materialökonomie ist die Ausnutzung des Ausgangsmaterials. Man kann die Materialausnutzung (M) berechnen, indem man die Fertigmasse oder -fläche der Einsatzmasse oder -fläche gegenüberstellt.

$$M = \frac{F}{E} \cdot 100 \quad \begin{array}{l} F = \text{Fertigmasse oder Fertigfläche} \\ E = \text{Einsatzmasse oder Einsatzfläche} \end{array}$$

- Für die Herstellung von 100 Verschlusskappen werden 5,275 kg Ausgangsmaterial (Einsatzmasse) benötigt. Die 100 fertigen Verschlusskappen wiegen 4,5 kg. Nach der Formel ergibt sich folgende Rechnung:

$$M = \frac{4,500}{5,275} = 0,85 \cdot 100$$

Das Material wird demnach zu 85 Prozent ausgenutzt. ⑥

Bedeutende Reserven für die Erhöhung der Materialökonomie liegen im Bereich des Transports sowie der Lagerung des Materials und der fertigen Erzeugnisse.

Durch unsachgemäßen Transport und durch unzuverlässige Lagerung treten in manchen Bereichen bis zu 10 Prozent Verluste auf. Ordnung und Sicherheit im Lager, auf den Baustellen und an jedem Arbeitsplatz tragen dazu bei, überhöhte Materialbestände und Materialverluste zu vermeiden. ① ②

Indem die Werkstätten Qualitätserzeugnisse herstellen, Ausschuß, Abfälle und Verluste weitgehend vermeiden, tragen sie zur Erhöhung der Materialökonomie bei.

Aufgaben der betrieblichen Energiewirtschaft

Die betriebliche Energiewirtschaft umfaßt die Gesamtheit der Maßnahmen, die mit der Erzeugung und Verteilung der im Betrieb benötigten Energie verbunden sind.

Produktionsbetriebe haben einen hohen Bedarf an Energie unterschiedlicher Art. Die **Wärmeenergie** dient in Form von Heißwasser, Dampf oder Warmluft zum Beheizen der Produktions- und Lagerhallen sowie der Büroräume. Sie wird aber auch für bestimmte Fertigungsverfahren, wie Schmieden, Härten, Gießen, Trocknen, benötigt.

Die Wärmeenergie wird von den Betrieben aus festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen selbst erzeugt oder als Dampf bezogen.

Die **Elektroenergie** ist die am vielseitigsten einsetzbare und deshalb wichtigste Energieart in unserer Volkswirtschaft. Sie kann als Antriebsenergie benutzt sowie für Härte-, Schmiede- und Trockenprozesse in Wärmeenergie umgewandelt werden. Sie dient der Beleuchtung, der Temperaturregelung, der Belüftung und für vieles andere mehr.

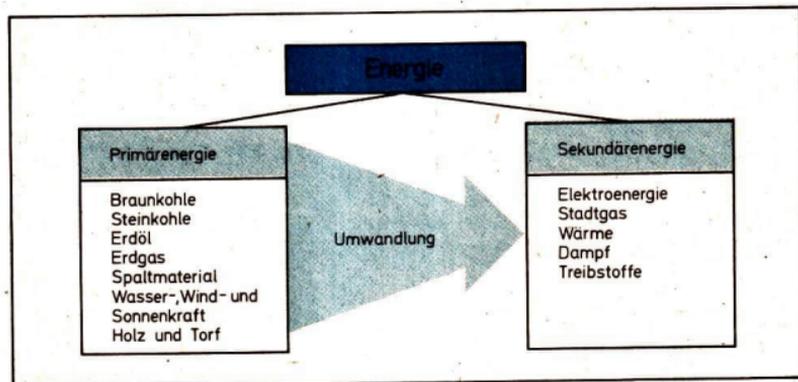


Bild 94/1 Energieträger und -arten

-
- ① Ermitteln Sie Beispiele, wie in Ihrem Arbeitsbereich durch Qualitätsarbeit sowie durch weitgehendes Vermeiden von Abfällen und Verlusten die Materialökonomie erhöht werden konnte!
 - ② Worin sehen Sie bei der produktiven Arbeit Ihren Beitrag zur Materialeinsparung?
 - ③ Welche Arten von Energie werden im Betrieb/Kombinat vorrangig benötigt?
 - ④ Welche Energieträger werden vor allem genutzt?
 - ⑤ Welchen Zwecken dient die benötigte Energie?
-

Für die weitere Mechanisierung und Automatisierung werden von Jahr zu Jahr größere Mengen an Elektroenergie benötigt.

Eine wichtige Aufgabe der betrieblichen Energiewirtschaft besteht darin, die Energie im Betrieb wirtschaftlich zu verwenden. ③ ④ ⑤

Energiebedarf und seine Deckung

Der Bedarf an den verschiedenen Energiearten wächst ständig. Die wichtigsten Gründe dafür sind:

- die Steigerung der Produktion,
- die Anwendung moderner Verfahren und Technologien in den verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft,
- die Erweiterung der Kühl- und Tiefkühlprozesse in der Nahrungsgüterwirtschaft und im Handel,
- die weitere Mechanisierung und Automatisierung der Produktion unter verstärkter Nutzung der Mikroelektronik,
- die weitere Technisierung der Haushalte.

Besondere Bedeutung kommt der Elektroenergie zu. So ist der Verbrauch der Industrie an Elektroenergie von 27 991 GWh (Gigawattstunden) im Jahre 1960 auf 61 651 GWh im Jahre 1978 gestiegen. Auf jeden Arbeiter und Angestellten der Industrie umgerechnet, ergibt das für den gleichen Zeitraum eine Erhöhung des Elektroenergieverbrauchs von 9846 kWh auf 19 790 kWh.

Der Anteil des Energieverbrauchs der Industrie am Gesamtverbrauch der Volkswirtschaft weist dagegen eine sinkende Tendenz auf. Betrug er 1960 noch rund 69 Prozent des Gesamtverbrauchs, so waren es 1978 nur noch etwa 62 Prozent. Demgegenüber ist der Verbrauch an Elektroenergie in den anderen Wirtschaftsbereichen im gleichen Zeitraum um 1,5 Prozent und in den Haushalten sogar um 3,9 Prozent gestiegen.

Ein wachsender Bedarf ist auch bei Stadtgas, Wärmeenergie sowie bei Treibstoffen zu verzeichnen.

Um den wachsenden Bedarf zu decken, wurde in den vergangenen Jahren die Produktion von Elektroenergie, Stadtgas, Vergaser- und Dieselmotorkraftstoff beträchtlich erhöht. Bild 96/1 vermittelt einen Überblick über die Entwicklung im Zeitraum 1960 bis 1978.

Grundlage dieser Produktion sind vor allem die Energieträger Braunkohle, Erdöl und Erdgas.

Energieart	Mengeneinheit	Jahr		
		1960	1970	1978
Elektroenergie	GWh	40 305	67 650	95 963
Stadtgas	Mio m ³	3 045	4 269	6 177
Vergaserkraftstoff	1000 t	1 800	2 236	3 237
Dieselmkraftstoff	1000 t	1 289	3 618	5 603

Bild 96/1 Entwicklung des Energieverbrauchs von 1960 bis 1978

Die Braunkohle ist und bleibt bis auf weiteres unser wichtigster Energieträger. Sie steht uns bis nach dem Jahr 2000 in ausreichender Menge zur Verfügung. Gegenwärtig werden jährlich 250...255 Millionen Tonnen Rohbraunkohle gefördert, das sind je Kopf der Bevölkerung rund 15 000 kg.

Die Förderung der Kohle wird immer komplizierter und aufwendiger (↑ Einheimische und sekundäre Rohstoffe, S. 91). Da die Braunkohle jedoch der einzige nennenswerte Energieträger ist, über den wir selbst verfügen, müssen wir diesen Aufwand treiben und die damit verbundenen Schwierigkeiten bewältigen. Neben dem Bau von Wärmekraftwerken auf Braunkohlebasis wird in Zusammenarbeit mit der Sowjetunion der Anteil der Kraftwerke zur Nutzung der Kernenergie erweitert.

Ein weiterer wichtiger Energieträger ist das Erdöl, das jedoch ausschließlich importiert werden muß. Die jährlich eingeführte Menge liegt bei 20 Millionen Tonnen. Entsprechend der 1980 getroffenen Vereinbarung werden wir von 1981 bis 1985 allein aus der Sowjetunion 95 Millionen Tonnen Erdöl beziehen.

Erdöl ist ein entscheidender Ausgangsstoff für die chemische Industrie und wird für die Herstellung von Vergaser- und Dieselmkraftstoff, Plasten, synthetischen Fasern u. a. verwendet.

Die stark gestiegenen Erdölpreise zwingen dazu, mit dem Rohstoff Erdöl besonders sparsam umzugehen.

Zunehmende Bedeutung gewinnt das Erdgas als Energieträger. Wurden 1970 160 Millionen Kubikmeter importiert, so waren es 1978 bereits 3,6 Milliarden Kubikmeter. Im Zeitraum 1981 bis 1985 wird uns die Sowjetunion 32,5 Milliarden Kubikmeter Erdgas liefern.

Natürlich verlangen diese Importe an Erdöl und Erdgas unsererseits entsprechende Exporte. Wir werden dafür im Rahmen des RGW u. a. Eisenbahnen, Schiffe, Landmaschinen, Krane, Werkzeugmaschinen, Rechentechnik liefern.

► Energie rationell einzusetzen ist notwendig, weil

- der Bedarf objektiv wächst und nur unter größeren Anstrengungen gedeckt werden kann,
- die Braunkohlegewinnung immer aufwendiger wird,
- wichtige Energieträger, wie Erdöl und Erdgas bei ständig steigenden Preisen importiert werden müssen,
- die Energieträger nicht unerschöpflich sind.

- ① Welche Maßnahmen dienen in Ihrem Arbeitsbereich dem rationellen Energieeinsatz?
- ② Weisen Sie an Beispielen den ökonomischen Nutzen nach, der durch zielgerichtete Energiesparmaßnahmen erreicht werden konnte!
- ③ Ergeben sich aus Ihrer Sicht weitere Möglichkeiten zur rationellen Energieanwendung in Ihrem Arbeitsbereich?

Möglichkeiten rationeller Energieanwendung

Um den wachsenden Bedarf der Wirtschaft und der Bevölkerung an Energie jetzt und in Zukunft befriedigen zu können, ist es notwendig,

- die Energiebasis unseres Landes zu erweitern,
- bei der Energiegewinnung und -umwandlung weitere Reserven zu erschließen,
- die vorhandene Energie zweckmäßig und sparsam einzusetzen.

Die rationelle Energieerzeugung, -umwandlung und -anwendung ist ein weltweites Problem, an dessen Lösung in allen entwickelten Industrieländern intensiv gearbeitet wird.

Hierbei gewinnt die Nutzung der Abwärmeenergie, wie sie z. B. in Wärmekraftwerken und bei vielen Produktionsprozessen anfällt, zunehmend an Bedeutung. Einen hohen Stellenwert beim rationellen Energieeinsatz hat für alle im RGW zusammengeschlossenen sozialistischen Staaten das internationale Verbundnetz (↑ Tech i ÜB, S. 168). Aber auch jeder Werktätige und jeder Bürger unseres Landes kann und muß beim sparsamen Energieverbrauch mitwirken. Das Prinzip des rationellen Energieeinsatzes gilt für die Betriebe, Institutionen, Verwaltungen, Geschäfte, Schulen und nicht zuletzt auch für jeden Haushalt. Im Betrieb und Kombinat ist rationelle Energieanwendung vor allem durch folgende Maßnahmen zu erreichen:

- Wirkungsgrad der Energieerzeugungsanlagen erhöhen und Energieverluste senken;
- Maschinen und Anlagen mit günstigen energetischen Parametern entwickeln und einsetzen;
- Verfahren und Technologien mit hoher Leistung und relativ geringem Energieaufwand einsetzen;
- moderne Lichtquellen nutzen und sie zweckmäßig anbringen;
- feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe rationell nutzen, dazu technisch-ökonomisch begründete Verbrauchsnormen und Kennziffern ausarbeiten und genau einhalten. ① ② ③

▶ Zur Deckung des wachsenden Energiebedarfs der Wirtschaft und der Bevölkerung ist es notwendig, die Energiebasis weiter auszubauen, neue Reserven bei der Energieerzeugung und -umwandlung zu erschließen sowie die vorhandene Energie rationell zu nutzen.

Hauptstufen des Produktionsprozesses

Vorbereitung der Produktion

Bevor ein neues industrielles Erzeugnis produziert werden kann, sind umfangreiche Vorbereitungen notwendig. Aber auch die laufende Produktion muß immer wieder vorbereitet werden. Die Produktionsvorbereitung unterteilt sich deshalb in die Vorbereitung der laufenden und der künftigen Produktion.

Die *Vorbereitung der laufenden Produktion* umfaßt alle Tätigkeiten, die erforderlich sind, um die planmäßige Durchführung der Produktion zu gewährleisten. Dazu gehören im einzelnen

- das Material sortiments-, qualitäts- und termingerech bereitzustellen;
- die Arbeitskräfte rationell einzusetzen;
- die Arbeitsmittel instand zu halten;
- die Produktion technisch-technologisch zu betreuen und
- den Kundendienst zu gewährleisten.

Die *Vorbereitung der künftigen Produktion* ist auf die Neu- oder Weiterentwicklung von Erzeugnissen, Technologien und Verfahren gerichtet.

Das erfordert

- den Markt und den Bedarf zu erforschen;
- die Produktion wissenschaftlich-technisch vorzubereiten;
- die Investitionen vorzubereiten und auszuführen;
- die Arbeitskräfte zu qualifizieren;
- die Materialversorgung zu sichern.

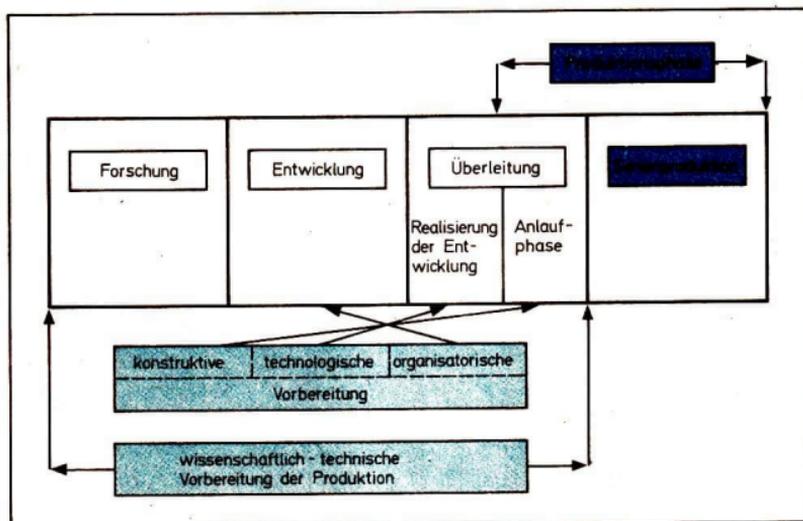


Bild 98/1 Bestandteile der wissenschaftlich-technischen Vorbereitung der Produktion

-
- ① Welche neuen bzw. weiterentwickelten Erzeugnisse wurden in dem Betrieb/Kombinat, in dem Sie den polytechnischen Unterricht erhalten, im letzten Jahr in die Produktion übergeleitet?
 - ② Wie lange dauerte die Entwicklung dieser Erzeugnisse?
-

Innerhalb dieses Aufgabenkomplexes kommt der *wissenschaftlich-technischen Vorbereitung* der Produktion eine besondere Bedeutung zu. Sie umfaßt die *Forschung, Entwicklung und Überleitung* (Bild 98/1).

Forschung

Die Forschung in den Betrieben und Kombinat ist auf die Neu- bzw. Weiterentwicklung der im Kombinat hergestellten Erzeugnisse, die effektivere Gestaltung der Technologien, die Verbesserung der Eigenschaften der eingesetzten Materialien, die Vervollkommnung der Arbeits- und Fertigungsorganisation und anderes mehr gerichtet. Das Ziel der Forschung besteht darin, einen wissenschaftlichen Vorlauf zu schaffen, der es gestattet, die Erzeugnisse, Technologien, Verfahren und Organisationsformen immer weiter zu vervollkommen oder ganz neue, bisher unbekannte Lösungswege zu beschreiten.

Durch die Bildung der Kombinate und den damit verbundenen Aufbau leistungsfähiger Forschungszentren wurden dafür günstige Voraussetzungen geschaffen.

Entwicklung und Überleitung

Mit der *Entwicklung* beginnt die Umsetzung des durch die Forschung geschaffenen wissenschaftlichen Vorlaufs in die Praxis. Dabei wird das *technische Prinzip* des Lösungswegs für die Neu- bzw. Weiterentwicklung erarbeitet.

Durch die *Überleitung* werden die Ergebnisse der Entwicklung in *fertigungsreife Lösungswege* umgesetzt. Die Produktionsphase beginnt mit der *Anlaufphase*.

Die wissenschaftlich-technische Vorbereitung ist abgeschlossen, wenn die Anlaufphase beendet ist (↑ Bild 98/1).

Zwischen den Bestandteilen der wissenschaftlich-technischen Vorbereitung gibt es vielfältige inhaltliche und zeitliche Beziehungen. Einerseits müssen von der Forschung erste Ergebnisse vorliegen, bevor mit der Entwicklung und darauf aufbauend mit der Überleitung begonnen werden kann, andererseits laufen viele Aktivitäten parallel zueinander ab, sonst würde zu viel Zeit vergehen, bevor ein Forschungsergebnis in einen fertigungsreifen Lösungsweg umgesetzt ist und die Produktion aufgenommen werden kann. Kurze Entwicklungs- und Überleitungszeiten sind jedoch unerlässlich für die immer bessere Bedürfnisbefriedigung und für günstige Verkaufschancen auf dem Weltmarkt. ① ②

▶ Während der Entwicklung und Überleitung werden das technische Prinzip und fertigungsreife Lösungswege erarbeitet. Die Produktion läuft an.

Im Rahmen der Entwicklung und Überleitung sind vielfältige Aufgaben zu lösen, die als *konstruktive, technologische* und *organisatorische Vorbereitung* bezeichnet werden.

Die Aufgabe der **konstruktiven Vorbereitung** besteht darin, die Beschaffenheit und die Gebrauchswerteigenschaften des Erzeugnisses zu bestimmen und der Produktion fertigungsreife Konstruktionsunterlagen zu liefern.

Stufen der konstruktiven Vorbereitung. Zunächst müssen sich die Konstrukteure darüber informieren, welche vergleichbaren Erzeugnisse bereits auf den Weltmärkten vorhanden sind. Diese Information bezieht sich vor allem auf die Konstruktion, die Art der Herstellung, die Kosten sowie auf die Ansatzpunkte für die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung des Erzeugnisses. Dieser Schritt ist notwendig, um kostspielige Parallelentwicklungen zu vermeiden und die Zeiten für Entwicklung und Konstruktion zu verkürzen.

Direkter Ausgangspunkt für die Konstruktion sind die technischen und ökonomischen Kennziffern und die Anforderungen, die im Einsatz an das Produkt gestellt werden. Darauf aufbauend wird zunächst ein *technischer Entwurf* erarbeitet. Er ist das Ergebnis mehrerer Lösungsvarianten und zeigt den günstigsten Lösungsweg für die Konstruktion.

Auf dieser Grundlage werden die *Konstruktionsunterlagen* erarbeitet. Dazu gehören Einzelteilzeichnungen, Zusammenbauzeichnungen, Montageschemata (Bild 101/1), Stücklisten, Schaltpläne sowie Abnahme-, Bedienungs- und Wartungsvorschriften. Ist die Produktion größerer Stückzahlen vorgesehen, so wird ein *Fertigungsmuster* gebaut und erprobt. Das hat den Vorteil, daß konstruktive Mängel noch vor der Aufnahme in die Produktion erkannt und beseitigt werden können.

① ② ③

Die technologische Vorbereitung umfaßt alle Arbeiten, die zur Festlegung des Herstellungsverfahrens, der Arbeitsmittel und Arbeitskräfte erforderlich sind.

Die technologische Vorbereitung beginnt in enger Zusammenarbeit zwischen Konstrukteuren und Technologen mit der Beratung über die Konstruktion des Erzeugnisses. Dieser Parallellauf bedeutet eine erhebliche Zeiteinsparung.

Zur technologischen Vorbereitung der Produktion gehören unter anderem:

- Ausarbeiten der Technologie, Auswählen, Konstruieren und Anfertigen der benötigten Werkzeuge und Vorrichtungen,
- Ausarbeiten der Durchlaufpläne und der Auftragsunterlagen.

Das *Ausarbeiten der Technologie* beginnt damit, daß Art und Reihenfolge der Arbeitsgänge festgelegt werden. Danach wird für jeden Arbeitsgang das ökonomisch günstigste technologische Verfahren ausgearbeitet. Vor allem sind solche hochproduktiven Verfahren der Umformtechnik, wie Querwalzen, Feinschmieden, Fließpressen, Profilieren, verstärkt anzuwenden, um die spanenden Verfahren immer mehr einzuschränken.

Die wichtigste Aufgabe der Technologen besteht darin, die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse anzuwenden, um eine Technologie aufzustellen, die nicht nur eine hohe Qualität des Erzeugnisses garantiert, sondern auch sichert, daß die Produktion mit dem geringsten Aufwand an Zeit, Maschinen, Material und Arbeitskräften erfolgen kann. Dabei sind die im Betrieb vorhandenen Ausrüstungen und Fachkräfte bestmöglich einzusetzen.

Die Aufnahme einer neuen Produktion erfordert meist eine Reihe spezieller

- ① Worin bestehen die wichtigsten Aufgaben der konstruktiven Vorbereitung der Produktion?
- ② Erläutern Sie, warum es notwendig ist, die Zeiten für die Entwicklung und Überleitung zu verkürzen!
- ③ Welche Konstruktionsunterlagen benutzen Sie bei der produktiven Arbeit?

Werkzeuge und Vorrichtungen (Betriebsmittel). Müssen diese konstruiert und in besonderen Abteilungen des Betriebes in Einzelfertigung hergestellt werden, sind sie sehr teuer. Es muß daher sorgfältig geprüft werden, inwieweit bereits vorhandene oder handelsübliche Betriebsmittel genutzt werden können. Auch hier gilt, je größer die Stückzahl, desto niedriger sind die Aufwendungen je Stück. **Das Ausarbeiten der Durchlaufpläne (Bild 101/2) und der Auftragsunterlagen** stellt die letzte Phase der technologischen Vorbereitung dar. Zu den Auftragsunterlagen zählen: der Arbeitsauftrag, der Materialnahmeschein und der Lohnschein.

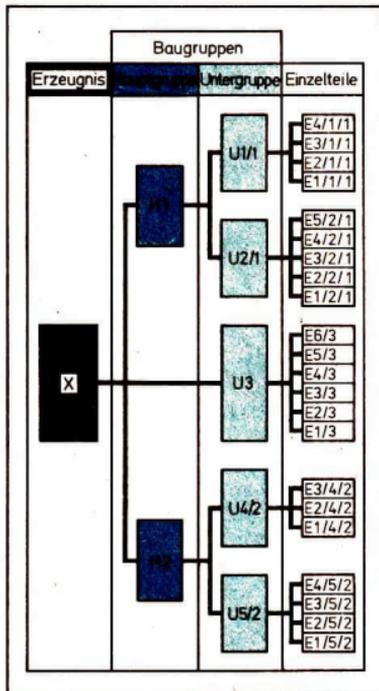


Bild 101/1 Beispiel eines Montageschemas

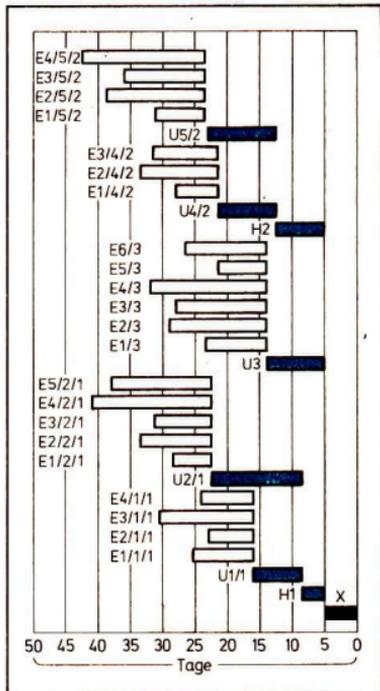


Bild 101/2 Durchlaufplan für die Herstellung der Einzelteile und die Montage der Unter- und Hauptgruppen des Erzeugnisses

Die technologische Vorbereitung der Produktion bestimmt die produktions-technische Seite der Herstellung von Erzeugnissen. ① ② ③

Die organisatorische Vorbereitung hat das Ziel, einen reibungslosen Produktionsablauf zu sichern. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Organisatoren mit den Konstrukteuren und Technologen eng zusammenarbeiten. So können sie die technische Vorbereitung nach produktionsorganisatorischen Gesichtspunkten beeinflussen. Das rechtzeitige Einschalten von Organisatoren bringt ebenfalls einen beträchtlichen Zeitgewinn für die Aufnahme der Produktion.

Die organisatorische Vorbereitung umfaßt zwei Hauptaufgaben:

- der zeitliche Ablauf der Produktion wird bestimmt,
- durch Festlegen entsprechender Fristen und Termine (Bild 102/1) werden die materiellen Voraussetzungen gesichert.

Der Umfang der zu leistenden Arbeiten ist unterschiedlich. Er hängt von der Kompliziertheit des Erzeugnisses, der Fertigungsart und dem Fertigungsprinzip ab.

(↑ Fertigungsorganisation, Tech i ÜB, S. 149/150)

Die organisatorische Vorbereitung beschränkt sich nicht auf den Arbeitsablauf innerhalb des Betriebes. Sie muß die Materialbereitstellung, die zwischenbetrieblichen Kooperationsbeziehungen, die Liefertermine des fertigen Erzeugnisses berücksichtigen, um die einzelnen Phasen so aufeinander abzustimmen, daß das Fertigerzeugnis zum vorgesehenen Termin ausgeliefert werden kann.

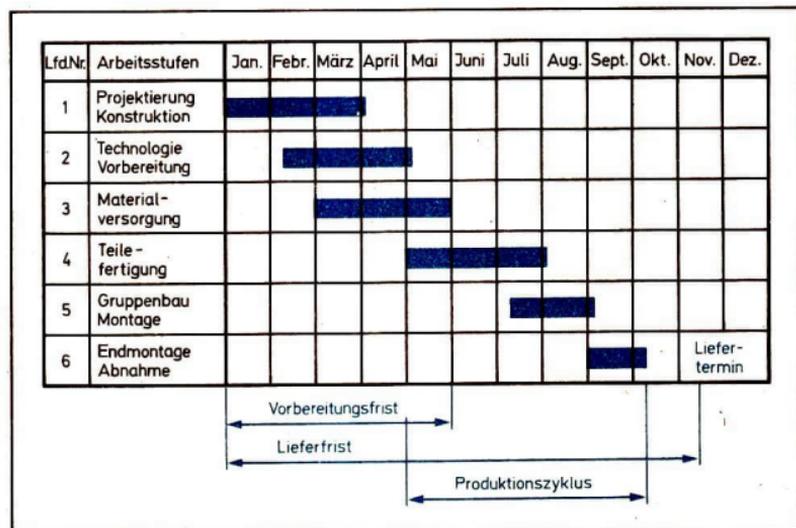


Bild 102/1 Beispiel für die Fristen- und Terminplanung

- ① Charakterisieren Sie die Aufgaben der technologischen Produktionsvorbereitung!
- ② Welche Grundsätze müssen die Technologen bei der Ausarbeitung der Technologie unbedingt beachten?
- ③ Welche Auftragsunterlagen nutzen Sie bei der produktiven Arbeit?



Sowohl für die konstruktive als auch die technologische und organisatorische Vorbereitung der Produktion gilt der Grundsatz: mit geringstem Aufwand eine schnelle Produktionsaufnahme zu erreichen. Bei volkswirtschaftlich wichtigen Erzeugnissen müssen durch die Produktionsvorbereitungen Arbeitsunterlagen geschaffen werden, die die Herstellung von Erzeugnissen gestatten, die bezüglich der Qualität, der Art und Weise der Herstellung und der Kosten Weltniveau aufweisen bzw. dieses bestimmen.

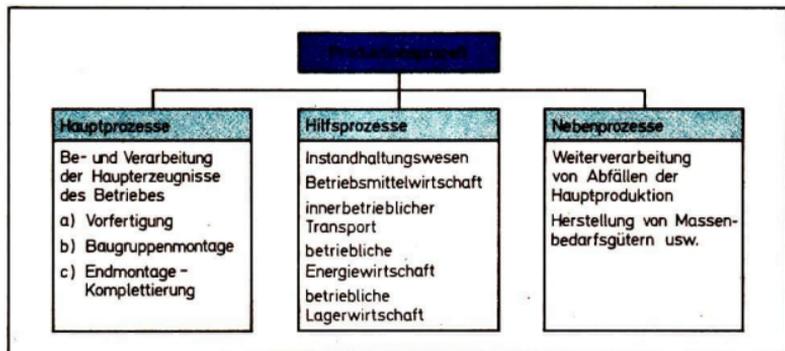
Durchführung der Produktion

An die Produktionsvorbereitung schließt sich die Produktion, der *unmittelbare Produktionsprozeß* an (↑ Bild 98/1). In diesem Prozeß produzieren die *Werk tätigen* materielle Güter und erbringen Leistungen zur Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse.

(↑ Grundbegriffe zum Produktionsprozeß; Tech i Üb, S. 288/289)

Die Arbeitsteilung hat dazu geführt, daß die Naturstoffe nur noch in der Grundstoffindustrie aufbereitet werden, während die übrigen Industriezweige bereits bearbeitete Stoffe weiterverarbeiten. Die gesellschaftliche Arbeitsteilung setzt sich bis in den einzelnen Betrieb und bis an den einzelnen Arbeitsplatz fort. Weitgehende Arbeitsteilung ist das charakteristische Merkmal moderner industrieller Produktionsprozesse.

Aus der betrieblichen Arbeitsteilung ergibt sich auch die Gliederung des industriellen Produktionsprozesses in Haupt-, Neben- und Hilfsprozesse.



Hauptprozeß

Der Hauptprozeß umfaßt alle Produktionsvorgänge, die unmittelbar dazu dienen, die Hauptezeugnisse herzustellen. Das sind zum Beispiel in einem Maschinenbaubetrieb das Schmieden, Stanzen, Drehen, Fräsen, Pressen und Schweißen, die Baugruppen- und Endmontage, das Lackieren und Prüfen.

In Nebenprozessen werden Produkte gewonnen oder hergestellt, die nicht Hauptzweck des Betriebes sind. Dazu gehören z. B. die Weiterverarbeitung anfallender Rückstände oder Abfälle der Hauptproduktion. Hierzu zählt auch die Produktion von Konsumgütern in solchen Betrieben, die in erster Linie Produktionsmittel (Maschinen, Anlagen, Fahrzeuge, Turbinen, Kabel u. a.) erzeugen. Vielfach werden Teile dieser Produktion von Schülern im polytechnischen Unterricht ausgeführt. Die Unterscheidung in Haupt- und Nebenprozesse hängt also davon ab, welche Bedeutung dieser Produktion im Produktionsprogramm des Betriebes bzw. Komplexes zukommt. ①

► Zum Hauptprozeß gehören alle Produktionsvorgänge zur Herstellung der Hauptezeugnisse des Betriebes.

Eine entscheidende Aufgabe der Betriebe besteht darin, den Produktionsprozeß so zu organisieren, daß möglichst viele Erzeugnisse mit hoher Qualität und niedrigen Kosten hergestellt werden. Dabei gilt dem Hauptprozeß die besondere Aufmerksamkeit. Im Mittelpunkt der Bemühungen steht der *Produktionszyklus*.

Der Produktionszyklus umfaßt den Arbeitsprozeß, die Zeit der natürlichen Prozesse und die Dauer der Unterbrechungen (Bild 104/1).

Der Arbeitsprozeß ist der Teil des Produktionszyklus, in dem der Mensch auf die Arbeitsgegenstände einwirkt, um sie seinen Bedürfnissen anzupassen. Bei stoffformenden Prozessen, wie sie in den verschiedenen Zweigen der metallverarbeitenden Industrie vorkommen, wirken die Arbeitskräfte mit Hilfe der Arbeits-

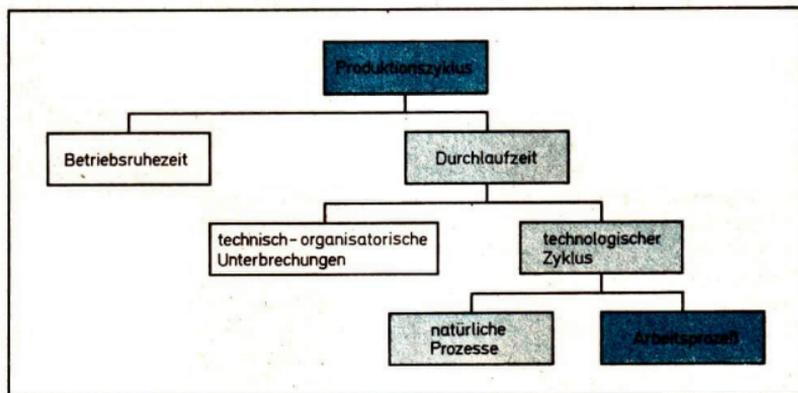


Bild 104/1 Bestandteile des Produktionszyklus

- ① Welche Produkte sind in dem Betrieb, in dem Sie den polytechnischen Unterricht erhalten, Haupterzeugnisse, und was wird darüber hinaus noch hergestellt? Fassen Sie die Ergebnisse Ihrer Ermittlung in einer entsprechenden Übersicht zusammen!
- ② In wieviel Schichten wird in dem Betrieb gearbeitet, in dem Sie die produktive Arbeit durchführen?
- ③ Welche Gründe sind für dieses Schichtsystem ausschlaggebend?

mittel auf die Form, die Abmessungen, die Oberflächenbeschaffenheit des Arbeitsgegenstandes ein. Die Länge des Arbeitsprozesses wird *erstens* durch den Umfang der erforderlichen Arbeiten und *zweitens* durch die angewendeten Arbeitsmittel, die Geschicklichkeit der Arbeitskräfte und die Arbeitsintensität bestimmt. Die Bearbeitungszeit läßt sich durch folgende Maßnahmen verkürzen: Es werden

- produktivere Fertigungsverfahren (zum Beispiel Umformverfahren statt spanende Verfahren) angewendet,
- leistungsfähigere Maschinen und Anlagen eingesetzt,
- Produktionsprozesse automatisiert,
- die Arbeitskräfte qualifiziert und Verlustzeiten vermieden.

Natürliche Prozesse. Bei vielen Produktionsprozessen treten natürliche Prozesse auf. Man versteht darunter zum Beispiel das Trocknen des Holzes, das Reifen der Zellulose, das Altern von Gußstücken, das Abbinden von Beton. Diesen Prozessen liegen Naturgesetze zugrunde, von denen die Länge der Prozesse weitgehend abhängig ist. Die Menschen haben aber auch Wege gefunden, die diese Prozesse abkürzen. So werden Gußteile in Gußalterungsöfen behandelt, Infrarotstrahler beschleunigen Trockenprozesse, und durch den Einsatz von Chemikalien können Reifeprozesse verkürzt werden. Der Einsatz dieser Mittel trägt oft auch zu einer höheren Qualität der Erzeugnisse bei, weil der Mensch den Verlauf dieser Prozesse steuern und kontrollieren kann.

Die Unterbrechungen des Produktionszyklus werden einmal von den Betriebsruhezeiten bestimmt und sind zum anderen technisch-organisatorisch bedingt. Die Länge der Betriebsruhezeiten ist davon abhängig, in wieviel Schichten der Betrieb arbeitet. Wird in dem Betrieb nur ein- bzw. zweischichtig gearbeitet und ruht die Arbeit an den Wochenenden, dann wird der Produktionszyklus ungerechtfertigt verlängert (Bild 106/2).

Mit der Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts steigt die Ausstattung der Betriebe mit hochproduktiven Anlagen, Automaten und anderen Produktionsausrüstungen erheblich an. Ihr Gesamtwert lag 1979 in den produzierenden Bereichen der Volkswirtschaft bei etwa 450 Mrd. Mark. Das heißt, im Durchschnitt kommt auf jeden Berufstätigen eine Ausstattung mit Grundmitteln (↑ Grundmittel, Tech i Üb, S. 275/76) im Wert von rund 70 000 Mark.

Diese Zahlen belegen, welches gewaltige Volksvermögen in den Grundmitteln steckt. Diese Mittel durch mehrschichtige Auslastung rationell zu nutzen ist ein Gebot wirtschaftlicher Vernunft. ②③

Technisch-organisatorische Unterbrechungen des Produktionszyklus werden

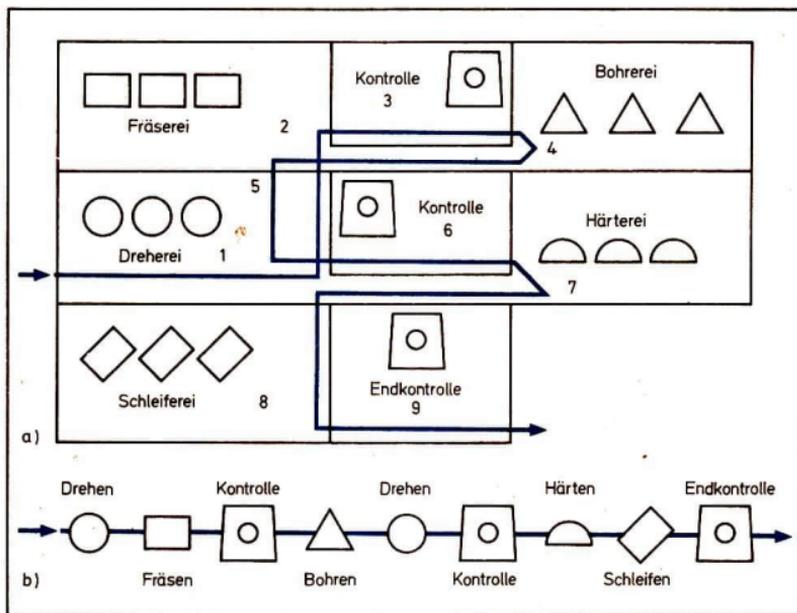


Bild 106/1 Anzahl und Länge der Transportwege bei a) verfahrensspezialisierter und b) ergebnisspezialisierter Fertigung

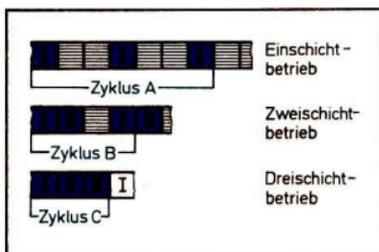


Bild 106/2 Länge des Produktionszyklus bei Ein-, Zwei- und Dreischichtbetrieb

durch Transporte der Werkstücke, Zwischen- und Endkontrollen, mangelhafte zeitliche Abstimmung der einzelnen Arbeitsgänge, Wartezeiten infolge fehlender Transportmittel, Materialien und Werkzeuge hervorgerufen.

Umfangreiche Transporte des Materials und bereits bearbeiteter Werkstücke sind bei verfahrensspezialisierter Fertigung (Werkstattprinzip) zu bewältigen, da hierbei die Teile ständig von einer Abteilung (Werkstatt) zur anderen transportiert werden müssen (Bild 106/1).

Das erfordert einen großen Aufwand an Transportmitteln und Arbeitskräften. Die Transportprozesse lassen sich unter dieser Bedingung nur teilweise mechanisieren und kaum automatisieren.

Deshalb ist es notwendig, die Hauptproduktionsprozesse überall dort, wo es möglich ist, ergebnisspezialisiert (Erzeugnisprinzip) zu organisieren, um einen möglichst geradlinigen Durchlauf der Erzeugnisse zu erreichen. ① ②

Durch ständiges Warten und Überwachen der Maschinen und Anlagen sowie durch planmäßige vorbeugende Reparaturen, bei denen die Teile, die am schnellsten verschleifen, überprüft und gegebenenfalls gewechselt werden, lassen sich längere Ausfälle und damit größere Schäden vermeiden.

Die planmäßige Instandhaltung erfolgt durch

- periodische Überprüfungen: Prüfen des technischen Zustands – Beseitigung kleiner Schäden;
- laufende Reparaturen: Austausch bzw. Instandsetzung von Verschleißteilen;
- Generalreparaturen: Alle Baugruppen werden zerlegt. Die Verschleißteile werden ausgewechselt.

Die Werk tätigen der Instandhaltung tragen also eine große Verantwortung für den Produktionsprozeß. Von ihrer Arbeit hängt in hohem Maße sein reibungsloser Verlauf ab.

Die Instandhaltung umfaßt alle Maßnahmen, die dazu dienen, die Funktionstüchtigkeit der Arbeitsmittel des Betriebes aufrechtzuerhalten bzw. wiederherzustellen. Dazu gehören die Pflege, Wartung und Reparatur.

Die **Betriebsmittelwirtschaft** stellt die Werkzeuge, Vorrichtungen, Meßgeräte, Modelle und dergleichen für den Hauptprozeß zur Verfügung.

(↑ Technologische Vorbereitung, S. 100)

Besondere Bedeutung erlangen dabei Vorrichtungen, die zum Bohren, Nieten, Schweißen, Kleben usw. eingesetzt werden können. So führt zum Beispiel der Einsatz einer Bohrvorrichtung dazu, daß sich die Bohrlöcher bei allen Einzelteilen genau an der vorgeschriebenen Stelle befinden. Eine solche Präzision läßt sich ohne Vorrichtung nicht erreichen. Außerdem verkürzt sich die Fertigungszeit, und damit steigt die Arbeitsproduktivität.

(↑ Eigenbau von Rationalisierungsmitteln, S. 123)

Da die Vorrichtungen meistens in Einzelfertigung für ein ganz bestimmtes technologisches Verfahren hergestellt werden, sind sie sehr kostspielig. Ihre Anfertigung lohnt sich also nur für größere Stückzahlen.①

Um die Einsatzmöglichkeiten der Betriebsmittel zu vergrößern, wird beim Bau von Vorrichtungen verstärkt das Baueinheitenprinzip angewandt.

Ausleihstationen für Betriebsmittel tragen ebenfalls dazu bei, den kostspieligen Eigenbau einzuschränken.

Die Betriebsmittelwirtschaft (Fertigungsmittelwirtschaft) umfaßt die Planung, Konstruktion, Herstellung und Instandhaltung der Betriebsmittel, wie z. B. Vorrichtungen, Lehren, spezielle Meßmittel, Spannzeuge und Modelle.

Der innerbetriebliche Transport hat die Aufgabe, das Material, die Werkstücke und die Fertigteile vom Materiallager zu den Arbeitsplätzen, von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz, von Abteilung zu Abteilung und schließlich zur Versandabteilung zu

- ① Informieren Sie sich über die in Ihrem Arbeitsbereich eingesetzten Arten von Betriebsmitteln (Fertigungsmitteln) und deren Wert!
- ② Beschreiben Sie Transportmittel, die in Ihrem Betrieb angewendet werden!
- ③ Welche Bedeutung haben Ordnung, Sauberkeit und Sicherheit in der betrieblichen Lagerwirtschaft?

transportieren. Der innerbetriebliche Transport verbindet also die einzelnen Abteilungen und Arbeitsplätze zu einem Ganzen. Bei der Braunkohlen- und Eisenerzförderung sowie in der chemischen und metallurgischen Industrie ist der Transport untrennbarer Bestandteil des Hauptproduktionsprozesses. Auch bei den stoffformenden Prozessen verschmilzt im Zuge der Automatisierung der Transport mit der Bearbeitung der Werkstücke zu einem einheitlichen Prozeß.

Die umfangreichsten Transportarbeiten sind – wie bereits dargestellt – bei der verfahrensspezialisierten Fertigung zu leisten. Der Übergang zur erzeugnisspezialisierten Fertigung schränkt den Transportaufwand erheblich ein. Voraussetzung für die erzeugnisspezialisierte Fertigung sind jedoch hohe Stückzahlen und eine möglichst kontinuierliche Produktion. In den Kombinatn eröffnen sich durch die weitere Spezialisierung auch diesbezüglich neue Möglichkeiten. ②

(↑ Rationalisierung des Produktionsprozesses, S. 112)

Dem innerbetrieblichen Transport obliegt die Aufgabe, das Material, die Werkstücke und die Fertigteile vom Materiallager zu den Arbeitsplätzen, zwischen den Arbeitsplätzen und Abteilungen, von den Produktionsabteilungen bis zur Versandabteilung zu transportieren.

Die betriebliche Energiewirtschaft und ihre Aufgaben sind im Abschnitt „Material- und Energiewirtschaft“ dargestellt. (↑ Material- und Energiewirtschaft, S. 85)

Die betriebliche Lagerwirtschaft umfaßt alle Maßnahmen zur Lagerhaltung von Produktionsvorräten (Material, von anderen Betrieben bezogene Teile, Zubehör), unfertigen Erzeugnissen sowie Fertigerzeugnissen. Die Aufgabe der betrieblichen Lagerwirtschaft besteht darin, die räumlichen und zeitlichen Unterschiede zwischen den Zulieferungen, der Produktion und dem Absatz mit entsprechenden Beständen auszugleichen.

Der richtigen und rationellen Lagerwirtschaft des Betriebes kommt im Interesse eines kontinuierlichen Produktionsablaufes große Bedeutung zu. Unnötige Lagerbestände sind zu vermeiden, denn sie binden Volksvermögen (↑ Betriebliche Materialwirtschaft, S. 85) und verursachen zusätzliche Kosten und Abgaben. Es müssen aber stets ausreichende Bestände an Material, Zulieferteilen usw. vorhanden sein, sonst entstehen Stockungen im Produktionsprozeß. Die Lagerung der Produktionsvorräte, unfertigen und fertigen Erzeugnissen ist in vielen Betrieben noch mit einem beträchtlichen Aufwand an manueller Tätigkeit verbunden. In fortgeschrittenen Kombinatn ist die Lagerhaltung dagegen bereits weitgehend automatisiert. Das heißt, das Ein- und Auslagern wird von einem Rechner

gesteuert und von automatischen Hebezeugen vorgenommen. Schwere körperliche Arbeit entfällt, und eine erhebliche Anzahl von Arbeitskräften wird eingespart. Ordnung, Sauberkeit und Sicherheit in den Lagern tragen dazu bei, Lagerverluste und Unfälle zu vermeiden.

► Zur betrieblichen Lagerwirtschaft gehören alle technisch-organisatorischen und ökonomischen Tätigkeiten, die mit der Aufbewahrung, Werterhaltung und Bereitstellung von Produktionsvorräten, unfertigen und fertigen Erzeugnissen verbunden sind.

Technische Kontrollorganisation (TKO)

► Die TKO ist das Kontrollorgan der Betriebe und Kombinate zur Sicherung der Qualität der Erzeugnisse. Sie ist verantwortlich für die Auslieferung von funktionstüchtigen, dem vorgesehenen Verwendungszweck voll entsprechenden Erzeugnissen.

Die TKO beeinflusst durch Kontrollen, Qualitätsanalysen usw. die Qualitätsentwicklung, sie stellt Qualitätsmängel und deren Ursachen fest und leitet die in der Produktion Tätigen bei der Qualitätssicherung und Qualitätserhöhung an. Die TKO hat durch Gütekontrollen zu gewährleisten, daß nur solche Erzeugnisse ausgeliefert werden, die den technischen Normen, den Lieferbedingungen und den vertraglichen Qualitätsfestlegungen entsprechen. Sie führt zu diesem Zweck die Eingangskontrolle für Material, bezogene Teile und Handelsware durch, ferner die Fertigungskontrolle, die Verpackungs- und Versandkontrolle sowie die Arbeitsmittelkontrolle. Sie verfügt dazu über entsprechende Laboratorien und Prüffelder. In dem Maße, in dem die Werk tätigen das System der fehlerfreien Arbeit durchsetzen, in dem jeder jedem Qualität liefert, tritt statt der Aussonderung von Erzeugnissen mit Qualitätsmängeln die Verhütung von Fehlleistungen in den Vordergrund der Tätigkeit der TKO.

Realisierung der Produktion

In dieser Phase besteht die Aufgabe darin, die geschaffenen Erzeugnisse und Leistungen an die Abnehmer heranzuführen und den in diesen Erzeugnissen und Leistungen verkörperten Wert in Geld umzuwandeln. Damit wird eine notwendige Bedingung für die Weiterführung der Produktion geschaffen.

In Abhängigkeit von der Art der Erzeugnisse verkauft der Betrieb bzw. das Kombinat seine Erzeugnisse direkt an den Kunden oder über den Groß- und Einzelhandel. Bei kompletten Industrieanlagen ist es üblich, daß der Verkauf direkt an den Kunden erfolgt, während bei den meisten Erzeugnissen der Serien- und Massenproduktion der Großhandel der Abnehmer der Erzeugnisse ist. In jedem Fall ist der Reproduktionsprozeß für den Hersteller abgeschlossen, wenn er seine

Erzeugnisse verkauft hat. Dieser Verkauf wird als *Absatz* bezeichnet. Mit dem Absatz sind im einzelnen folgende Aufgaben verbunden:

- den Markt erforschen, die Entwicklung des Bedarfs, der Absatzmöglichkeiten und der Absatzbedingungen untersuchen; damit wirkt der Absatz auf die Phase der Produktionsvorbereitung ein;
- die Lieferverträge anbahnen und abschließen;
- die Erzeugnisse bereitstellen und ausliefern;
- die Abnehmer der Erzeugnisse systematisch informieren und für die Erzeugnisse und Leistungen werben.

Die Realisierung der Produktion schließt den Kundendienst ein. Der Kundendienst erstreckt sich auf Leistungen, die vom Hersteller oder dessen Beauftragten für den Käufer von Waren erbracht werden, um den Kauf zu erleichtern oder die Gebrauchsfähigkeit der Erzeugnisse herzustellen, aufrechtzuerhalten bzw. zu verbessern. Dazu gehören zum Beispiel Montage und Inbetriebnahme, Garantieleistungen, Bereitstellen von Ersatzteilen, Warten und Instandsetzen.

Im Prozeß des wissenschaftlich-technischen Fortschritts wird der Kundendienst immer vielfältiger und umfangreicher. So kann ein Käufer kompletter Industrieanlagen die Einsatzmöglichkeiten und -bedingungen gar nicht voll überblicken. Er benötigt deshalb eine entsprechende technisch-ökonomische Beratung. Solche Anlagen müssen auch vom Hersteller montiert und in Betrieb gesetzt werden. So trägt nicht nur das Erzeugnis, sondern in zunehmendem Maße auch der Kundendienst zum Ansehen der Betriebe und Kombinate bei.

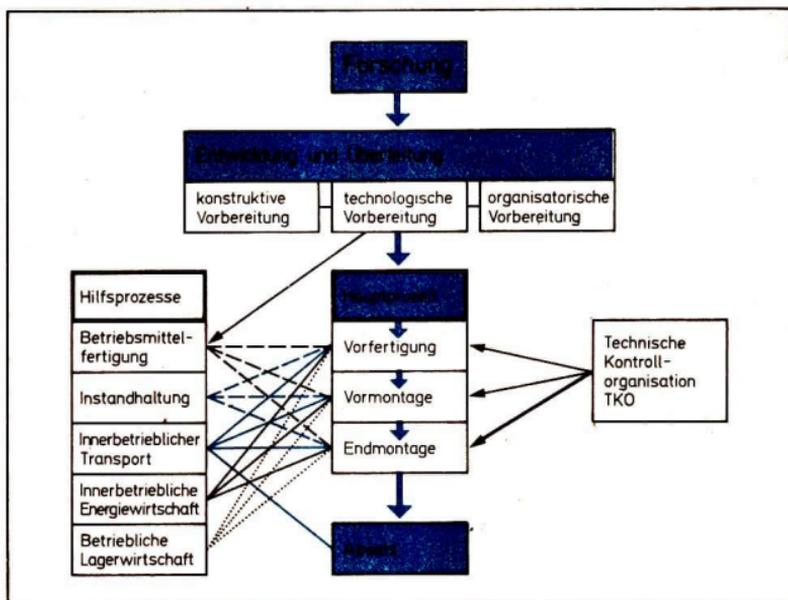


Bild 111/1 Der Weg eines Erzeugnisses von der Entwicklung bis zum Absatz

Rationalisierung des Produktionsprozesses

Intensivierung durch sozialistische Rationalisierung

Intensivierung der Produktion

In jedem Produktionsprozeß wird nicht nur etwas hergestellt, sondern es werden auch Materialien verbraucht, Maschinen und Werkzeuge abgenutzt und Arbeitskraft verausgabt. All das muß ersetzt, muß *reproduziert* werden. Dabei wird zwischen *einfacher* und *erweiterter* Reproduktion unterschieden.

Einfache Reproduktion bedeutet Erneuerung und periodische Wiederholung der Produktion in *unverändertem Umfang*.

Erweiterte Reproduktion heißt Erneuerung und Fortführung der Produktion in *vergrößertem Umfang*.

Die einfache Reproduktion ist Ausgangspunkt und Bestandteil jeder erweiterten Reproduktion. Die einfache Reproduktion allein würde jedoch unvermeidbar zum Stillstand führen, deshalb erfordert die ökonomische und gesellschaftliche Weiterentwicklung immer die erweiterte Reproduktion.

Die erweiterte Reproduktion kann auf zwei eng miteinander verbundenen Wegen erfolgen:

extensiv, wenn die Produktionsbedingungen ausgedehnt und erweitert werden;

intensiv, wenn die Wirksamkeit der Produktionsbedingungen erhöht wird.

Seit Anfang der siebziger Jahre steht in der DDR und in den sozialistischen Bruderländern der intensive Weg, die Intensivierung der Produktion im Vordergrund. Ein entscheidendes Mittel der Intensivierung der Produktion ist die sozialistische Rationalisierung. ①

Wesen und Ziele sozialistischer Rationalisierung im Betrieb

Die sozialistische Rationalisierung ist darauf gerichtet, die Effektivität der Produktion zu erhöhen und zugleich die Arbeits- und Lebensbedingungen der Werktätigen im Betrieb zu verbessern.

Die sozialistische Rationalisierung erstreckt sich auf die Vorbereitung, die Durchführung und Realisierung der Produktion und auf deren Leitung sowie auf die Versorgung und Betreuung der Werktätigen.

Sie nutzt dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt und erfolgt nach dem Grundsatz: „für den Menschen und mit den Menschen“. Durch die höhere Effektivität der Produktion werden wichtige Voraussetzungen für die immer weitere Verbesserung des materiellen und kulturellen Lebensniveaus geschaffen. Durch Rationalisierungsmaßnahmen werden zugleich die Arbeitsbedingungen verbessert, wird die Arbeitskultur erhöht und somit die Freude an der Arbeit gesteigert. Es werden Arbeitskräfte eingespart, die an anderen Stellen der Wirtschaft und in anderen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens dringend benötigt werden.

Das unterscheidet die sozialistische Rationalisierung grundlegend von der Rationalisierung im Kapitalismus. Die kapitalistische Rationalisierung ist immer

- ① Begründen Sie, warum beim Aufbau der entwickelten sozialistischen Gesellschaft die Intensivierung der Hauptweg zur Steigerung der Produktion und zur Erhöhung der Effektivität ist!

darauf gerichtet, den Profit zu erhöhen. Sie intensiviert die Ausbeutung der Arbeiter, verschlechtert oft die Arbeitsbedingungen und bedroht viele Arbeitsplätze und damit die soziale Existenz Tausender Werktätiger. Die hohe und ständig zunehmende Zahl der Arbeitslosen in den kapitalistischen Ländern ist dafür der Beweis.

Die sozialistische Rationalisierung umfaßt alle Maßnahmen, die darauf gerichtet sind, die Effektivität der Produktion zu erhöhen und zugleich die Arbeits- und Lebensbedingungen der Werktätigen des Betriebes zu verbessern.

Die wichtigsten Aufgaben sozialistischer Rationalisierung

Die Erhöhung der Effektivität der betrieblichen Arbeit erfordert, die sozialistische Rationalisierung schwerpunktmäßig auf folgende Aufgaben (Teilziele) zu richten:

Teilziele der sozialistischen Rationalisierung			
1. Einsparen von Arbeitszeit Verringern bzw. Vermeiden von Verlustzeiten	2. Rationelles Ausnutzen der Grundmittel	3. Senken des Material- und Energieverbrauchs	4. Erhöhung der Effektivität der wissenschaftlich-technischen Arbeit

Zu 1. Maßnahmen zum Einsparen von Arbeitszeit sind vor allem:

- Mechanisierung und Automatisierung der Arbeitsprozesse (↑ S. 115),
- Erweitern der Mehrmaschinen- und Mehrapparatebedienung,
- Einsparen von Leitungs- und Verwaltungsarbeit,
- wissenschaftliche Arbeitsorganisation (↑ S. 119).

- Durch Maßnahmen der wissenschaftlichen Arbeitsorganisation wurden 1979 in den Industrie-, Bau- und Verkehrsbetrieben unserer Republik 364 Millionen Stunden Arbeitszeit eingespart. Das waren 15 Prozent mehr als im Jahr 1978. Diese Einsparung entspricht der jährlichen Arbeitszeit von 200 000 Arbeitern und Angestellten.

Die eingesparten Arbeitskräfte werden für die mehrschichtige Auslastung der hochproduktiven Maschinen und Anlagen sowie für neu geschaffene Arbeitsplätze dringend benötigt.

Zu 2. Die vorhandenen Grundmittel können besser ausgenutzt werden durch:

- mehrschichtiges Auslasten,
- Senken der Warte- und Stillstandszeiten,
- vollständiges Ausschöpfen des Leistungsvermögens der Maschinen und Anlagen.

- 1979 betrug die zeitliche Auslastung der Produktionsausrüstungen der Industrie durchschnittlich 14,9 Stunden je Kalendertag. Dabei treten von Betrieb zu Betrieb, von Kombinat zu Kombinat erhebliche Unterschiede auf. Die hier noch vorhandenen Reserven gilt es im Interesse einer höheren Effektivität zielstrebig zu nutzen.

Zu 3. Verringerter Material- und Energieaufwand je Erzeugniseinheit ist der entscheidende Faktor zur Senkung der Kosten.

Zu 4. Erhöhung der Effektivität der wissenschaftlich-technischen Arbeit heißt vor allem, eine höhere Effektivität in Forschung und Entwicklung zu erreichen, um den wissenschaftlich-technischen Fortschritt im Betrieb zu beschleunigen und Erzeugnisse zu produzieren, die, bezogen auf die Gebrauchswerteigenschaften und den Produktionsaufwand, dem internationalen Entwicklungsstand entsprechen.

(↑ Vorbereitung der Produktion; S. 98/1) ① ②

Hauptwege der sozialistischen Rationalisierung im Betrieb

Bei der Verwirklichung der Aufgaben der sozialistischen Rationalisierung sind folgende Hauptwege besonders bedeutsam:

Hauptwege der sozialistischen Rationalisierung					
Mechanisierung und Automatisierung der Arbeitsprozesse	Modernisierung der vorhandenen Arbeitsmittel	Wissenschaftliche Arbeitsorganisation	Konzentration Kombination Spezialisierung Kooperation	Standardisierung	Anwendung effektiver Technologien und Verfahren

Modernisierung der vorhandenen Arbeitsmittel. Die Entwicklung von Wissenschaft und Technik führt dazu, daß neue, leistungsfähigere Arbeitsmittel hergestellt werden, so daß die vorhandenen Maschinen und Anlagen veralten. Durch bestimmte konstruktive Veränderungen, wie Erhöhen der Antriebsleistung, Anbringen von Zusatzeinrichtungen usw. können höhere Arbeitsgeschwindigkeiten, größere Arbeitsgenauigkeit, erleichterte Bedienung und anderes mehr erreicht werden.

Modernisierung führt also zu höherer Leistungsfähigkeit veralteter Maschinen und zu längerer Nutzungsdauer. Solche Modernisierungen werden meistens im Zusammenhang mit Generalreparaturen vorgenommen. Es muß jedoch stets genau geprüft werden, ob Aufwand und Nutzen in einem richtigen Verhältnis zueinander stehen. ③

- ① Erläutern Sie die Ziele und Aufgaben der sozialistischen Rationalisierung im Betrieb!
- ② Worin bestehen die wichtigsten Aufgaben der Rationalisierung in Ihrem Arbeitsbereich?
- ③ Ermitteln Sie ein Beispiel für die Modernisierung von Arbeitsmitteln, und informieren Sie sich über den dadurch entstandenen Nutzen!

Mechanisierung der Arbeitsprozesse. Mechanisierung der Arbeitsprozesse bedeutet, daß die Arbeitsoperationen mit Hilfe von Maschinen, Apparaten und Geräten ausgeführt werden.

Sie ersetzen die menschliche Muskelkraft und befreien den Menschen von körperlich schwerer, z.T. gesundheitsschädigender und zeitraubender Arbeit. Die Maschine übernimmt oder erleichtert die Führung der Werkzeuge, stellt die erforderliche Arbeitsenergie bereit und gestattet es, mehrere Werkzeuge gleichzeitig mit höherer Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsgenauigkeit als bei manueller Arbeit wirken zu lassen. Dadurch erhöht sich die Qualität der Erzeugnisse, sinken die Selbstkosten, verkürzt sich die Produktionszeit und verringern sich die Bestände an Material und vor allem an unfertigen Erzeugnissen.

► Auf der Stufe der Mechanisierung arbeiten die Maschinen nicht selbsttätig. Dem Menschen verbleibt die Aufgabe, die Arbeitsoperationen zu steuern und zu kontrollieren.

Automatisierung der Arbeitsprozesse. Die Automatisierung der Arbeitsprozesse ist die höchste Form der maschinellen Großproduktion. Der Automat übernimmt auch die unmittelbare Steuerung und Kontrolle des Arbeitsprozesses. Dem Menschen obliegt die Programmierung, Einrichtung, Überwachung, Wartung und Instandhaltung der Automaten. Die Haupttätigkeit des Menschen verlagert sich auf die Vorbereitung und Überwachung der automatisierten Arbeitsoperationen und Arbeitsprozesse.

Nach dem Grad der Automatisierung wird zwischen Teilautomatisierung, Vollautomatisierung und Komplexautomatisierung unterschieden.

Große Bedeutung bei der sozialistischen Rationalisierung kommt der *Teilautomatisierung* zu, die durch den Einsatz einzelner automatischer Arbeitsmittel gekennzeichnet ist. Im teilautomatisierten Arbeitsprozeß existieren Arbeitsplätze an Automaten und an herkömmlichen Maschinen nebeneinander, die automatischen Arbeitsmittel sind nicht miteinander verkettet.

Typisch für die Stufe der Automatisierung ist der Einsatz von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen (↑ Bild 58/1) bzw. numerisch gesteuerten Bearbeitungszentren. Diese Automatisierungstechnik hat besonders in den sechziger Jahren Einzug in die Metallbearbeitung gehalten. Dadurch wurde es möglich, unmittelbare Bearbeitungsprozesse der Klein- und Mittelserienfertigung zu automatisieren. In den verschiedenen Zweigen der Volkswirtschaft gibt es aber viele Produktionshilfs-, Montage-, Behandlungs- und Beschickungsprozesse, die noch

immer vorwiegend manuell vollzogen werden. Um diese Prozesse zu automatisieren, werden in zunehmendem Maße Industrieroboter (Bild 116/1) eingesetzt. Sie sind flexibel programmierbar und können deshalb viele Aufgaben übernehmen. Die wesentlichsten Vertreter sind *Beschickungsroboter* für Maschinen, Anlagen, Öfen usw. und *technologische Roboter* zum Spritzen, Schweißen, Montieren und anderes. Diese Entwicklung wird in erster Linie durch die Mikroelektronik möglich. Obwohl der Mensch der Technik als ihr Gestalter immer überlegen ist, gibt es in seinem Leistungsvermögen und hinsichtlich der Arbeitsbedingungen Grenzen, die der Industrieroboter überwinden kann. Der Industrieroboter kann größere Lasten heben, er hat ein höheres Beschleunigungsvermögen, ist ausdauernder, er kann schneller und in konstantem Rhythmus arbeiten, er benötigt keine Pausen, sichert eine konstante Qualität der Arbeit und ist unempfindlich gegenüber erschwerenden Arbeitsbedingungen.

- Bei der Bedienung einer Spritzgießmaschine durch einen Industrieroboter ergab sich: Während vorher 108 Teile je Stunde bei 20 Prozent Ausschuß produziert wurden, konnten durch den Einsatz des Industrieroboters 135 Teile je Stunde bei 2 Prozent Ausschuß hergestellt werden.

Der Vorzug der Teilautomatisierung gegenüber höheren Automatisierungsstufen besteht darin, daß sie – gemessen an der Steigerung der Arbeitsproduktivität – mit einem relativ geringen Aufwand an Vorbereitung, finanziellen Mitteln und Zeit verwirklicht werden kann. Es ist möglich, universell verwendbare automatische Maschinen und Geräte einzusetzen, die in größeren Stückzahlen rationell gefertigt werden. Bei Veränderungen der Erzeugnisse sind Produktionsumstellungen mit einem vertretbaren Aufwand zu bewältigen.

Bei *Vollautomatisierung* werden in sich geschlossene, leistungsmäßig aufeinander abgestimmte Maschinensysteme im Produktionsprozeß eingesetzt. Diese



Bild 116/1 Industrieroboter

- ① Kennzeichnen Sie die wesentlichen Unterschiede zwischen Mechanisierung und Automatisierung!
- ② Ermitteln Sie Beispiele für Mechanisierung und Automatisierung! Welcher Rationalisierungseffekt wurde dadurch erreicht?
- ③ Welche Arbeitsoperationen bzw. Arbeitsprozesse Ihres Arbeitsbereiches sollen in nächster Zeit mechanisiert oder automatisiert werden?
(↑ Rationalisierungskonzeption des Betriebes!)

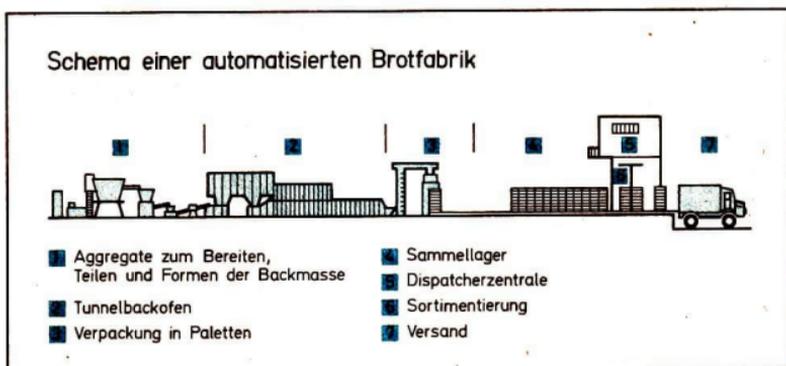


Bild 117/1 Schema einer automatisierten Brotfabrik

Maschinensysteme übernehmen verschiedene Arbeitsfunktionen, wie zum Beispiel Bohren, Fräsen, Hobeln, Schleifen.

Bei der *Komplexautomatisierung* sind ausgewählte zusammenhängende technologische Prozesse einschließlich der dazugehörigen Hilfsprozesse (Transport, Kontrolle) automatisiert.

Komplex- und Vollautomatisierung können nur dort angewandt werden, wo gleiche Erzeugnisse über längere Zeiträume in großer Menge (Kugellager, Wälzlager, Normteile u. a.) hergestellt werden (Bild 117/1).

(↑ Automatisierung; Tech i Üb, S. 278/79)

▶ Mechanisierung und Automatisierung haben einen sehr hohen Rationalisierungseffekt, weil durch den Einsatz von Maschinen die körperlichen und geistigen Kräfte der Menschen vervielfacht werden.

Die Mechanisierung, besonders aber die Automatisierung, ist nur dann volkswirtschaftlich zu vertreten, wenn die höchstmögliche Auslastung der Maschinen und Anlagen gewährleistet ist. ① ② ③

Anwendung effektiver Technologien und Verfahren. Effektive Technologien und Verfahren dienen dazu, die Arbeitsproduktivität zu steigern und den spezifischen Material- und Energieaufwand zu verringern. Sie sind ein wichtiges Mittel, die

Kosten zu senken. In der metallverarbeitenden Industrie geht es dabei unter anderem darum,

- Umformtechniken bevorzugt anzuwenden,
- verstärkt zu spanarmen Bearbeitungsverfahren überzugehen,
- rationelle Montagetechnologien zu entwickeln und einzusetzen.

Auf dem Gebiet des Umformens sind vor allem solche hochproduktiven Verfahren, wie Querwalzen, Feinschmieden, Fließpressen vor Stahl sowie das Profilieren vorrangig anzuwenden. Da diese Verfahren in der Regel teure Ausrüstungen voraussetzen, sind auch hier hohe Stückzahlen für eine wirtschaftliche Fertigung unerlässlich.

- Beim Kaltfließpressen werden zum Beispiel 25...60 Prozent Werkstoff eingespart, in besonderen Fällen sogar bis zu 80 Prozent. Ferner werden 60 Prozent Bearbeitungszeit eingespart sowie die Arbeitsproduktivität auf 200...300 Prozent erhöht. (↑ Fertigen durch Umformen; Tech i Üb, S.20 bis 27)

Die spanenden Fertigungsverfahren sind auch in den nächsten Jahren aus der metallverarbeitenden Industrie nicht wegzudenken. Durch den Übergang von der spanintensiven Bearbeitung (Hobeln, Drehen, Fräsen usw.) zur spanarmen Bearbeitung (Feindrehen, Feinfräsen, Feinschleifen) können beträchtliche Mengen an Material und Arbeitszeit eingespart werden. Die Anwendung des Feindrehens und Feinschleifens setzt aber voraus, daß die zu bearbeitenden Teile dem Endmaß schon sehr nahe kommen, also durch Genaugießen, gratloses Schmieden und andere Verfahren hergestellt wurden.

Die Montage der Einzelteile und Baugruppen zu fertigen Erzeugnissen ist in den Betrieben der metallverarbeitenden Industrie ein beachtlicher Bestandteil des Produktionsprozesses. Die Rationalisierung des Produktionsprozesses muß also auch die Montage mit einschließen, um so mehr, da sie gegenwärtig im Maschinenbau ein Drittel der Fertigungszeit ausmacht (Bild 118/1).

Dieser hohe Anteil kommt nicht zuletzt dadurch zustande, daß die Montage vorwiegend in Handfließreihen erfolgt. Die Aufgabe im Zusammenhang mit der Rationalisierung besteht darin, neue Montagetechnologien auszuarbeiten und auch diese Prozesse weitgehend zu mechanisieren und zu automatisieren.

Die Entwicklung der Industrieroboter eröffnet hier eine Reihe neuer Möglichkeiten.

- Bei der Montage von Uhren des Kalibers 24 braucht in der Ruhlaer Uhrenfabrik kaum noch Hand angelegt zu werden.

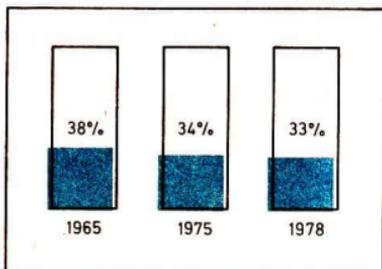


Bild 118/1 Entwicklung des Anteils der Montage an der gesamten Fertigungszeit im Maschinenbau

- ① Informieren Sie sich, in welchen Arbeitsbereichen des Betriebes in letzter Zeit neue Technologien oder Verfahren eingeführt wurden! Worin besteht das Neue?
- ② Welche Auswirkungen hat die neue Technologie auf die Arbeitsproduktivität, den Material- und Energieaufwand sowie auf die Kosten?
- ③ Stellen Sie die Werte der alten und neuen Technologie gegenüber und die Ergebnisse grafisch dar!

Montageautomaten greifen Rädchen und Schrauben aus Magazinen und setzen sie weitgehend selbständig zu Uhrwerken zusammen. Derartige Einzweck-Automaten werden gegenwärtig im Rationalisierungsmittelbau des Betriebes auch für die Montage der Quarzuhren entwickelt und gebaut, um den Uhrmachern monotone Fließbandarbeit abzunehmen.

- Ähnliche Automaten erprobt auch das Robotron-Büromaschinenwerk Karl-Marx-Stadt. Künftig sollen sie dort 30 Montagekräfte beim Zusammenfügen der Schriftbaugruppe für die „Erika“-Schreibmaschinen ersetzen.

Solche modernen Rationalisierungsmittel sind eine Vorstufe für flexible Montage-roboter, die in der Perspektive auch kompliziertere Tätigkeiten ausführen sollen. An dieser neuen Generation der Roboter wird in den Forschungslabors vieler Länder intensiv gearbeitet.

Die Anwendung moderner Technologien hat einen hohen Rationalisierungseffekt. Moderne Technologien führen dazu, in beträchtlichem Maße Material und Zeit einzusparen, die Arbeitsproduktivität zu steigern und die Kosten zu senken. ① ② ③

Wissenschaftliche Arbeitsorganisation. Die wissenschaftliche Arbeitsorganisation (WAO) ist ein wichtiges Mittel sozialistischer Rationalisierung. Durch die WAO werden das Zusammenwirken der Arbeitskraft mit den Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen, die kollektiven Beziehungen im Arbeitsprozeß sowie die Umwelt so gestaltet, daß die Arbeit der Werktätigen effektiver und leichter wird. Die wissenschaftliche Arbeitsorganisation stützt sich auf wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden der Arbeitsökonomie, des Arbeitsschutzes, der Arbeitsmedizin, der Arbeitshygiene, der Arbeitspsychologie und anderer Arbeitswissenschaften sowie auf die besten praktischen Erfahrungen bei der Gestaltung von Arbeitsprozessen und Arbeitsbedingungen.

Im einzelnen werden mit der WAO im sozialistischen Betrieb folgende *Ziele* verfolgt:

- Arbeitsproduktivität steigern durch rationelle Gestaltung der Arbeit und bestmögliche Nutzung der materiellen Mittel;
- Arbeitsbedingungen schaffen, die die körperliche und geistige Entwicklung sozialistischer Persönlichkeiten fördern und den Forderungen sozialistischer Arbeitskultur entsprechen;

- künftige Arbeitsanforderungen analysieren als Grundlage für die planmäßige Qualifizierung der Werk tätigen;
- Arbeits- und Umweltbedingungen verbessern;
- Ordnung, Sauberkeit, Sicherheit und Disziplin gewährleisten;
- Leistungskennziffern zur materiellen Stimulierung hoher Arbeitsergebnisse ausarbeiten.

Das Arbeitsstudium untersucht alle Faktoren der Arbeit in ihrem Zusammenwirken, dazu gehören die Ausnutzung der Arbeitszeit, die Auslastung der Grundmittel, die kontinuierliche Material- bzw. Teilebereitstellung und die auftretenden Störfaktoren und deren Ursachen. So entstehen Analysematerialien, die Grundlage für Maßnahmen sind, um dieses Zusammenwirken effektiver zu gestalten.

Das Arbeitsstudium ist eine planmäßige, systematische und kritische Analyse der Faktoren, die das Zusammenwirken von Mensch, Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen bestimmen. Ihr Ziel ist es, den Arbeitsprozeß rationaler zu gestalten und die Arbeitsbedingungen zu verbessern.

Die Arbeitsgestaltung nimmt Einfluß auf Art und Beschaffenheit der Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände, auf die Einrichtungen des Arbeitsplatzes, die Organisation der Arbeit, die Zweckmäßigkeit der Arbeitskleidung und Arbeitsschutzmittel sowie auf andere spezielle Leistungsvoraussetzungen des Menschen (günstige Umweltbedingungen, günstige Arbeitszeit und Pausenregelung). Das Ziel der Arbeitsgestaltung ist es, solche Arbeitsbedingungen zu schaffen, die es dem Menschen ermöglichen, so produktiv wie möglich zu werden. Deshalb ist der Arbeitsablauf so zu gestalten, daß sich Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstände und Umweltbedingungen dem Menschen anpassen.

- Das Beispiel der zweckmäßigen Einrichtung eines Arbeitsplatzes verdeutlicht, welche Faktoren bei der Arbeitsgestaltung zu beachten sind (Bild 120/1).

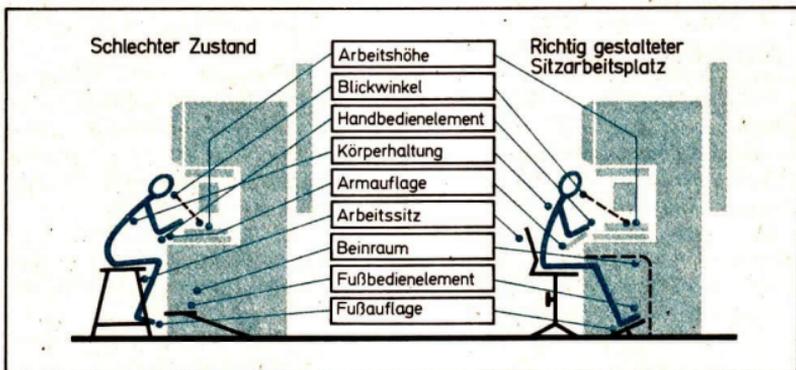


Bild 120/1 Gestaltung eines Arbeitsplatzes

- ① Informieren Sie sich, wie in dem Betrieb, in dem Sie den polytechnischen Unterricht erhalten, der innerbetriebliche Transport organisiert ist!
Welche Verbesserungen wären notwendig? Welche Vorschläge können Sie unterbreiten?

Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- normale Körperhaltung, dadurch werden gesundheitliche Schädigungen vermieden,
- Steigerung der Leistungsfähigkeit,
- Verminderung der Unfallgefahr,
- bessere Kontrolle des Arbeitsablaufes,
- Verkürzung der Spannzeit.

Ausgehend von den neuesten Erkenntnissen verschiedener Wissenschaftsdisziplinen, werden durch die Arbeitsgestaltung Arbeitsbedingungen geschaffen, die ein günstiges Zusammenwirken des Menschen mit den Produktionsmitteln gewährleisten. Dadurch werden die physischen und psychischen Beanspruchungen des Menschen vermindert, und es erhöhen sich Arbeitsfreude und Leistungsfähigkeit.

Rationelle Gestaltung des innerbetrieblichen Transports. Die Rationalisierung des innerbetrieblichen Transports ist mit der Rationalisierung des Hauptproduktionsprozesses eng verbunden. Der höchste Rationalisierungseffekt wird beim Übergang zur fließenden Fertigungsorganisation erreicht, weil hier die Bearbeitung der Werkstücke und der Transport zu einem einheitlichen Prozeß verschmelzen (↑ S. 106). Im einzelnen bestehen die Vorzüge in folgendem:

- der Zeitaufwand für den Transport sinkt,
- die körperlich schwere Arbeit wird beseitigt,
- die Transportschäden verringern sich,
- die Transportkosten sinken.

Da jedoch die verfahrensspezialisierte Fertigung auch in den nächsten Jahren noch in zahlreichen Industriebetrieben Bedeutung behalten wird, ist es erforderlich, bei allen Rationalisierungsmaßnahmen innerhalb dieses Fertigungsprinzips stets den innerbetrieblichen Transport mit einzubeziehen. Die reibungslose Versorgung der Arbeitsplätze mit Grund- und Hilfsmaterial stellt hohe Anforderungen an die Organisation des innerbetrieblichen Transports. ①

Moderne Transportmittel. Außer der reibungslosen Organisation des innerbetrieblichen Transports geht es bei der Rationalisierung darum, die Transportarbeiten zu erleichtern und zu beschleunigen. Das kann durch den Einsatz moderner Transportmittel, wie Krane, Gabelstapler, Elektrokarren, sowie durch entsprechende Transporthilfsmittel (Paletten, Stapelbehälter, Ladegestelle) erreicht werden. So wird zum Beispiel durch den Palettenverkehr die Durchlaufzeit und die

Be- und Entladezeit der Fahrzeuge um etwa 80 Prozent gesenkt. Die Aufnahmefähigkeit der Lager erhöht sich bis zu 300 Prozent.

Die Probleme des innerbetrieblichen Transports müssen bereits bei der Konstruktion der Erzeugnisse berücksichtigt werden. So müssen die Konstrukteure z. B. Behälterabmessungen, Lademaß und Tragfähigkeit der Transportfahrzeuge sowie bestehende Standards bei Verpackungsmaterial beachten. Sind die Erzeugnisse transportgerecht konstruiert, können sie mit geringem Arbeitsaufwand transportiert und gelagert werden (↑ Bild 47/1).

Die Verantwortung des Kombinates und der Kombinatbetriebe für die Rationalisierung

Die Rationalisierungskonzeption

Die Kombinate und Kombinatbetriebe sind für die Vorbereitung und Durchführung der sozialistischen Rationalisierung voll verantwortlich. Diese Verantwortung erstreckt sich auf die langfristige Konzipierung der Rationalisierung, die Erwirtschaftung der notwendigen finanziellen Mittel sowie auf den Eigenbau von Rationalisierungsmitteln. Die Schwerpunkte der Rationalisierung im Kombinat und in den Kombinatbetrieben werden in einer *langfristigen Rationalisierungskonzeption* erfaßt.

In der Rationalisierungskonzeption sind die Aufgaben und Wege der Rationalisierung im Kombinat und in den Kombinatbetrieben enthalten. Es ist festgelegt, welche Maßnahmen durchzuführen und welche Mittel dafür zu planen sind, welche ökonomischen Ergebnisse erwartet werden und wer für die einzelnen Aufgaben und Maßnahmen verantwortlich ist.

Die für das laufende Planjahr vorgesehenen Rationalisierungsmaßnahmen gehen in den *Planteil Wissenschaft und Technik* ein. Damit werden die Termine exakt festgelegt, die Verantwortlichen genannt, die zu planenden materiellen und finanziellen Mittel und das zu erreichende ökonomische Resultat ausgewiesen. Daraus ist ersichtlich, daß die sozialistische Rationalisierung Bestandteil der Arbeitspläne des Kombinates und der Kombinatbetriebe und damit Bestandteil des Staatsplanes ist. Die Erfüllung der geplanten Maßnahmen ist also genauso verbindlich wie die Erfüllung des Produktionsplanes, des Absatzplanes und aller anderen Planteile. Ja man muß sogar sagen, die konsequente Erfüllung des Planteiles Wissenschaft und Technik ist überhaupt erst die Voraussetzung, um den vom Kombinat erwarteten Zuwachs an Erzeugnissen, Arbeitsproduktivität und Effektivität zu erbringen. ① (↑ S. 124)

Davon zeugen die fortgeschrittensten Kombinate unseres Landes.

Die Rationalisierungskonzeption enthält die durchzuführenden Maßnahmen, den voraussichtlichen Mittelbedarf, die zu erwartenden ökonomischen Ergebnisse sowie die Termine und die Verantwortlichkeit.

Erwirtschaftung der finanziellen Mittel für die Rationalisierung

Die volkseigenen Kombinate und Kombinatbetriebe arbeiten auf der Grundlage des Planes nach der wirtschaftlichen Rechnungsführung. Das erfordert, die Ausgaben für die Vorbereitung, die Durchführung und Realisierung der Produktion durch Einnahmen aus dem Verkauf der Erzeugnisse und Leistungen zu decken und einen Gewinn zu erwirtschaften.

Je höher die Leistungen der Wirtschaftseinheiten sind, je besser die Pläne erfüllt werden, desto mehr Gewinn verbleibt in den Kombinat und Betrieben. Vom verbleibenden Gewinn hängen der Kauf neuer Maschinen, der Ausbau und die Modernisierung der Produktionsstätten und die Verbesserung der Arbeitsbedingungen ab. Darüber hinaus ist jeder Betriebsangehörige direkt an einem hohen Gewinn interessiert, weil dessen Größe die Höhe der Prämien- und Leistungsfonds maßgeblich mitbestimmt.

▶ Die Kombinate und Betriebe sind selbst für die Erwirtschaftung der Mittel für die erweiterte Reproduktion verantwortlich. Sie sind daher ökonomisch an einem hohen Gewinn interessiert.

Kredite. Nicht immer verfügen die Kombinate oder die Betriebe über die für die Rationalisierung erforderlichen finanziellen Mittel. Sie können dann von der zuständigen Filiale der Staatsbank Kredite erhalten. Für die Finanzierung von Rationalisierungsmaßnahmen sind das in der Regel Grundmittelkredite. Sie haben eine Laufzeit bis zu 5 Jahren, das heißt, in diesem Zeitraum ist der Kredit mit den entsprechenden Zinsen zurückzuzahlen.

Kredite erfordern vom Kreditnehmer zwei Voraussetzungen. Erstens muß gesichert sein, daß die vorgesehenen Rationalisierungsmittel zu beschaffen sind. Zweitens muß der Kreditnehmer exakt belegen, welcher ökonomische Nutzen durch die Rationalisierungsmaßnahmen entsteht und in welcher Zeit der Kredit zurückzuzahlen ist.

Durch Staffelung der Zinssätze sind die Kreditnehmer daran interessiert, den Kredit so schnell wie möglich zurückzuzahlen.

▶ Um die Rationalisierung zu beschleunigen, gewährt die Staatsbank den Kombinat und Betrieben Kredite. Voraussetzung ist jedoch, daß mit diesen Krediten ein hoher ökonomischer Nutzen erzielt wird.

Eigenbau von Rationalisierungsmitteln

Jede Rationalisierung erfordert auch entsprechende materielle Mittel in Form von Bauelementen, Meß- und Prüfeinrichtungen, Maschinen, Anlagen und Automaten.

Der Maschinen- und Fahrzeugbau, die elektrotechnische und elektronische Industrie, der wissenschaftliche Gerätebau u. a. haben deshalb für die sozialistische

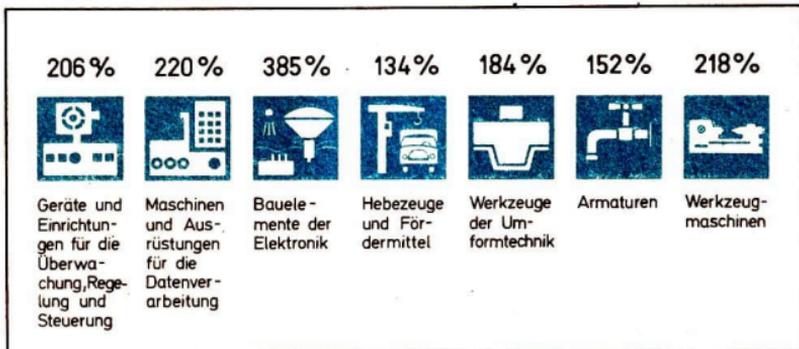


Bild 124/1 Produktion ausgewählter Rationalisierungsmittel (1970 = 100)

Rationalisierung große volkswirtschaftliche Bedeutung. Von ihrer Leistungsfähigkeit hängt in entscheidendem Maße die Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, die konsequente Durchsetzung der sozialistischen Rationalisierung ab. Aus diesem Grunde muß sich der Produktionszuwachs in diesen Industriezweigen besonders rasch entwickeln. Wie sich die Produktion ausgewählter Rationalisierungsmittel in den siebziger Jahren erhöht hat, geht aus dem Bild 124/1 hervor.

Die Rationalisierung des Produktionsprozesses erfordert aber nicht nur handelsübliche Rationalisierungsmittel. Oft sind es ganz spezielle Werkzeuge, Vorrichtungen, Zusatzgeräte, Maschinen oder Transporteinrichtungen, die für die Rationalisierung einer Arbeitsoperation, eines Arbeitsprozesses benötigt werden. Diese Rationalisierungsmittel sind von den Kombinat- bzw. Betrieben selbst zu bauen. Dabei kommt der Betriebsmittelwirtschaft besondere Bedeutung zu. (↑ Betriebsmittelwirtschaft, S. 108)

Die Verordnung über die volkseigenen Kombinate, Kombinatbetriebe und volkseigenen Betriebe vom 8. November 1979 legt dazu fest: „Das Kombinat entwickelt zur Instandhaltung und Rationalisierung seiner Grundfonds eigene Projektierungskapazitäten, Bauabteilungen und Kapazitäten für den Rationalisierungsmittelbau und sichert ihr effektives Zusammenwirken bei der Rationalisierung im Kombinat.“ Dementsprechend werden in vielen Kombinat- und Kombinatbetriebe große Anstrengungen beim Eigenbau von Rationalisierungsmitteln unternommen. Das führte dazu, daß die Eigenproduktion von Rationalisierungsmitteln schneller als die Investitionen wuchsen.

Noch nicht überall wird dem Eigenbau von Rationalisierungsmitteln die erforderliche Bedeutung beigemessen. Es gilt deshalb, auch auf diesem Gebiet die besten Erfahrungen zu verallgemeinern. Sie besagen: Die größten Fortschritte werden dort erzielt, wo der Eigenbau auf einer langfristigen Rationalisierungskonzeption basiert.

Zu einem leistungsfähigen Bereich Rationalisierungsmittelbau in jedem Kombinat gehören Projektierung, Eigenproduktion und nicht zuletzt eine Bauabteilung.

- ① Welche wesentlichen Rationalisierungsmaßnahmen sieht die Rationalisierungskonzeption des Betriebes vor, in dem Sie die produktive Arbeit durchführen?
- ② Welche selbstgebaute Rationalisierungsmittel wurden in Ihrem Arbeitsbereich in letzter Zeit eingesetzt?
- ③ Welche Arbeitsprozesse könnten durch den Bau von weiteren Rationalisierungsmitteln rationaler gestaltet werden?
- ④ Wer sind in Ihrem Arbeitsbereich die Neuerer und Rationalisatoren? Welche Vorschläge haben sie eingebracht?
- ⑤ Welche Neuerervorschläge wurden in letzter Zeit in Ihrem Arbeitsbereich realisiert?
- ⑥ Welcher ökonomische Nutzen ergibt sich daraus? Welche Neuerungen können Sie vorschlagen?

Das Kombinat ist verpflichtet, Rationalisierungsmittel selbst zu bauen und dafür entsprechende Kapazitäten zu schaffen. ② ③

Die Mitwirkung der Werktätigen bei der sozialistischen Rationalisierung

Die sozialistische Rationalisierung erfolgt grundsätzlich für die Menschen und mit den Menschen. Jede Rationalisierungsmaßnahme ist darauf gerichtet, Voraussetzungen für die immer bessere Befriedigung der wachsenden Bedürfnisse zu schaffen und die Arbeits- und Lebensbedingungen der Werktätigen im Betrieb weiter zu verbessern.

Die durch die sozialistische Rationalisierung bewirkte Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen schafft ein günstiges Klima für eine Masseninitiative zur Steigerung der Produktion und der Arbeitsproduktivität, zur besseren Ausnutzung der betrieblichen Fonds und zur Senkung der Kosten. Gegenstand der sozialistischen Rationalisierung ist immer die Arbeit des Menschen, ihre Organisation, ihre Mechanisierung und Automatisierung sowie die optimale Gestaltung ihrer Bedingungen. Der werktätige Mensch mit seinem Wissen und Können, seinen Ideen und Initiativen ist der Träger der sozialistischen Rationalisierung. Er bestimmt ihre Ziele und Objekte, wählt die Wege zu deren Verwirklichung, entscheidet über die anzuwendenden Methoden und verwirklicht schließlich die vorgesehenen Rationalisierungsmaßnahmen. Die Ergebnisse der Rationalisierung sind um so größer, je wirksamer die Werktätigen in die Vorbereitung der Rationalisierungsmaßnahmen einbezogen werden und je mehr sie mit den Zielen, Wegen und Methoden der Rationalisierung übereinstimmen. Voraussetzung für eine hohe Effektivität der sozialistischen Rationalisierung ist, daß die Ziele aus den Aufgaben des Betriebsplanes abgeleitet und die Maßnahmen im Plan und in den Wettbewerbsprogrammen der Kollektive enthalten sind.

Ein Ausdruck der Mitwirkung der Werktätigen an der sozialistischen Rationalisierung ist die *Neuererbewegung*. Sie ist vor allem darauf gerichtet

- eine hohe Grundfonds- und Materialökonomie sowie eine rationelle Energiewirtschaft durchzusetzen;
- rationale Arbeitsmethoden anzuwenden und damit Arbeitszeit und Arbeitskräfte einzusparen;
- die Qualität der Erzeugnisse zu erhöhen;
- wissenschaftlich-technische Erkenntnisse kurzfristig in die Praxis umzusetzen und
- wirksame Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorkehrungen zu gewährleisten.

Hauptinhalt der Neuererbewegung ist die weitere Intensivierung des betrieblichen Reproduktionsprozesses durch die sozialistische Rationalisierung bei ständiger Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen.

Die Zahl der Neuerer und der durch die Realisierung ihrer Vorschläge erzielte Nutzen wachsen ständig. So erhöhte sich die Zahl der Neuerer und Rationalisatoren von 661 000 im Jahr 1970 auf über 1,7 Millionen im Jahr 1979. Der sich aus den Neuerervorschlägen ergebende volkswirtschaftliche Nutzen betrug 1970 rund 2,4 und 1979 über 4,4 Milliarden Mark.

Die Neuerer sind das Vorbild für viele Werktätige und vor allem für die Jugend. Viele Jugendliche suchen ebenfalls nach neuen Wegen, um die Arbeit zu verbessern. ④ ⑤ ⑥ (↑ S. 125)

Die „Messe der Meister von morgen“ ist dafür ein eindeutiger Beweis (Bild 126/1).

Jahr	Exponate	Teilnehmer
1970	128 300	615 600
1972	281 800	1 023 500
1974	395 200	1 929 000
1976	582 900	2 244 000
1978	683 900	2 430 700

Bild 126/1 Entwicklung der Messe der Meister von morgen

Diese wenigen Fakten zeigen, daß die sozialistische Rationalisierung nicht allein die Technologen, Ökonomen und Leiter angeht, sondern daß sie die Sache aller Werktätigen ist. Die Verbindung modernster wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse und Technologien mit dem Neuerertum der Werktätigen ist der Schlüssel für das Erreichen eines volkswirtschaftlich spürbaren „Rationalisierungsschubs“, der für den weiteren wirtschaftlichen Leistungsanstieg in den achtziger Jahren unerläßlich ist.

Register

- Absatz 111
Abschreibungen 79
Achse, feststehende 6
-, gekröpfte 8
-, umlaufende 6
Anschlagsteuerung 56
Arbeitsgestaltung 120, 121
Arbeitsproduktivität 49, 76 ff.
Arbeitsprozeß 104
Arbeitsstudium 120
ASMW 75
Auflagekräfte 15
Auftragsunterlagen 101
Austauschbarkeit 49
Automatisierung 115 ff.
Automatische Regelung 61
Automatische Steuerung 52
Axiallager 12, 13
- Baugruppen 41
Bauteile 41
Belastungsfall, symmetrischer 15, 16
-, unsymmetrischer 15, 16
Betriebsmittel 101
Betriebsmittelwirtschaft 108
Biegekraft 10
Biegemoment 9, 10
Blockschaltplan 55, 63
Bruttogewinn 79
- Dauerkupplung 25
Drehmoment 22 ff., 35 f.
-, maximales 22 f.
Dreiganggetriebe 33
Durchlaufpläne 101
- Einscheiben-Trockenkupplung 27, 28
Einzelteile 41
Elektroenergie 94, 95
Energieträger 94 ff.
Energieverbrauch 95, 96
- Fertigungsmittelwirtschaft 108
Festwertregelung 65
Fliehkraftregler 51
Flüssigkeitsstandregelung 61, 62
Folgesteuerung 59
Führungsgröße 59, 66
Führungsregelung 66
Führungssteuerung 59
- Gasmengensteuerung 52, 54
Gelenkwellen 21
Gesamtprodukt, gesellschaftliches 80
Gewinn 79 f., 87, 123
Gleitlager 11, 13, 17
Gleitreibung 14
Grundmaterialien 85
Grundmaterialkosten 73
Gütezeichen 75, 76
- Handregelung 60
Handsteuerung 52
Hauptenergiefluß 43
Hohlprofil 7, 8
Hohlwelle 22
Hilfsmaterialien 85
- I-Profil 7, 8
Industrielle Warenproduktion 72
Industrieroboter 116
Information 55
Instandhaltungswesen 107
Istwert 60, 63 f.
- Kegelradgetriebe 29, 31
Keilriemen, Kraftwirkung 38
Keilriemengetriebe 36, 38
Keilwelle 22
Klauenkupplung 25, 32
Komplexautomatisierung 117
Konstruktionsunterlagen 100
Konzentration 82, 84
Kooperation 84
Koordinatensteuerung 57
Korrosionsschutz 92
- Kosten 79
Kostensenkung 80, 81
Kredite 123
Kreisstruktur 63, 64
Kreuzgelenkkupplung 26
Kundendienst 111
Kuppelräder 32
Kurbelgetriebe 29
Kurbelwellen 20
- Lagerschalen 15
-, Werkstoffe 15
Lagerwirtschaft, betriebliche 109
Längslager 12, 13
Leit- und Zugspindeldrehmaschine 42
Lichtsignalanlage 58
Lichtsteuerung 58 f.
Lochstreifensteuerung 58
Lohnkosten 79
- Maschine 41
Material 85
Materialausnutzung 93
Materialeinsparung 87, 93
Materialkosten 79
Materialökonomie 86, 93 f.
Materialreserven 90, 92
Materialsubstitution 89
Materialverbrauch 86 f., 93
Materialverbrauchsnorm 93
Mechanisierung 115 ff.
Mehrstufenumformautomat 67, 68
Messe der Meister von morgen 126
Meßglied 60 ff., 64
Miniaturisierung 90
Mokick S 51 35, 43 f.
Moment/e 16, 17
Montageautomaten 119
Montageeinheiten 41
- Nationaleinkommen 79 ff., 86 f.
Natürliche Prozesse 105
Nebenenergiefluß 43
Nebenprozesse 104
Nettoproduktion 73
Neuererbewegung 126

Neuwert 73	Schaltfolgediagramm 54	Störgröße/n 61, 63
Norm 46	Schaltgetriebe 29 ff.	Störgrößenausgleich 64
Normalkraft 36	Schaltkupplung 25	Technischer Entwurf 100
Numerische Steuerung 57	Scheibenkupplung 24, 25	Teilkreisdurchmesser 33 f., 36
Produktionsverbrauch 73, 75	Schieberadgetriebe 31, 32	Teleskopwellen 21
Produktionszyklus 104 ff.	Schlupf 37, 38	Temperaturregelung 64
Profilwelle 21	Schmiermittel 14, 15	Torsion 22
Programmspeicher 53, 55, 57	Schneckengetriebe 31	Transportwege 106
Programmsteuerungen 56	Schubkurbelgetriebe 38	Übersetzungsverhältnis 31, 33 f., 36
Qualität 75, 92	Schwingende Kurbelschleife 38 ff.	Umfangskraft 23, 35
Querlager 12, 13	Selbstkosten 49, 79	Ventilsteuerung 52
Radiallager 12, 13	Sekundärrohstoffe 91	Vielnutenwelle 22
Regelabweichung 61, 63	Sicherheitskupplung 28	Vollprofil 7, 8
Regeleinrichtung 62	Signale 53, 55, 60	Vollwelle 22
Regelgröße 61, 63	Signalflußplan 55, 57, 63	Waagrecht-Stoßmaschine 40, 43
Regelkreis 64	Signalflußweg, geschlossener 63 f.	Wandler 53, 55
Regelungsanlage 62, 65	-, offener 55 f.	Wärmeenergie 94
Regelstrecke 60, 62, 66	Signalgeber 52	Wälzkörper 12
Regler 61 f., 64	Sollwert 60 f., 63 ff.	Wälzlager 12, 17
Reibkupplung 27	Spezialisierung 82 ff.	Wechselwirkungsgesetzt 15, 17
Reibung 14	Standard 46	Wegsteuerung 56
Reibungskraft 27, 28	Standardisierungsbeispiele 48	Wellenkupplungen 24, 25
Reibungszahl 36	Stellglied/er 52 ff., 60 ff., 64, 66	Wirkungsgrad 38
Reihenstruktur 56	Stellgröße 55, 61, 64	Wissenschaftliche Arbeitsorganisation 119
Reproduktion 112	Stellsignal 61	Zahnflanken 33
RGW-Standard 46	Steuereinrichtung 53 f., 55	Zapfen 6, 11, 15
Riemengetriebe 29	Steuerkette 56	Zweistufengetriebe 37
Rohstoffe 87	Steuergröße 54, 55	
Rollreibung 14	Steuerungsanlage 53, 55	
Rückführung 60, 64	Steuerstrecke 52 ff.	
Rutschkupplung 28	Stiftkupplung 25, 26	
	Stirnrad 32, 34	
	Stirnradgetriebe 30 ff.	

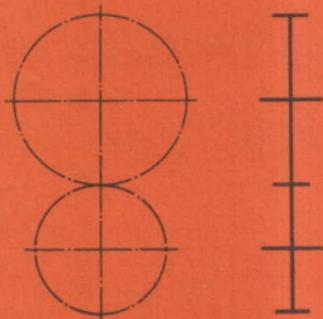
Quellennachweis der Bilder

Bildarchiv VVV: 6/1a, 8/1, 20/1, 21/2, 24/3, 38/1, 40/1, 51/3; Brüggemann, Leipzig: 58/1; Fuchs, Karl-Marx-Stadt: 16/2a; Grund, Leipzig: S. 5; Kombinat Umformtechnik „H. Warnke“, Erfurt: 67/1; Repro: Eroberung des Kosmos, Moskau: 50/1; Schmidt, Berlin: S. 69; Seifert, Berlin: 9/1a, 20/2, 25/1; Unternehmen für Büromaschinen und Feinmechanik, Budapest: 45/1; VEB Fahrzeug- und Jagdwaffenwerk „Ernst Thälmann“, Suhl: 44/1 b; Zentralbild, Berlin: 7/1a, 18/1, 47/1, 116/1.

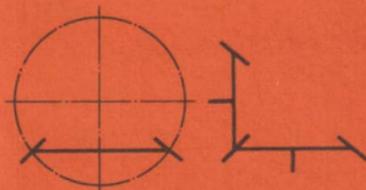
Im Lehrbuch verwendete Symbole

- ▶ Merksätze
- Beispiele
- ② Aufgaben
- ↑ siehe
- Tech i Üb Technik und Produktion in Übersichten
- Ph i Üb Physik in Übersichten

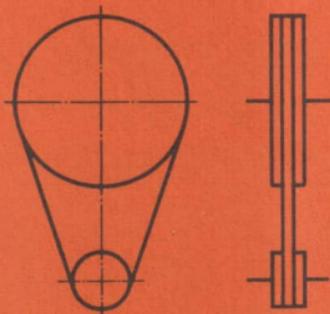
Darstellung von Sinnbildern (Beispiele)



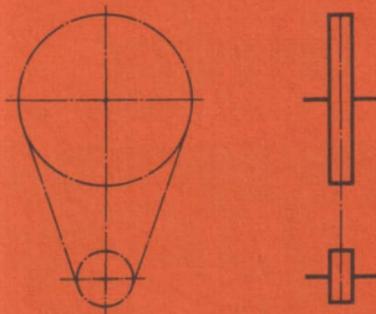
Stirnradgetriebe



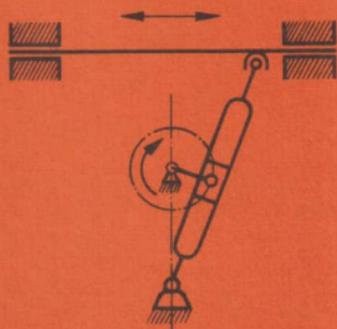
Kegelradgetriebe



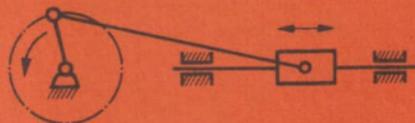
Riemengetriebe



Kettengetriebe



Schwingende Kurbelschleife



Schubkurbelgetriebe

Kurzwort: 06 09 16 Lehrb. ESP KI 9 Ind.
Schulpreis DDR: 1,50