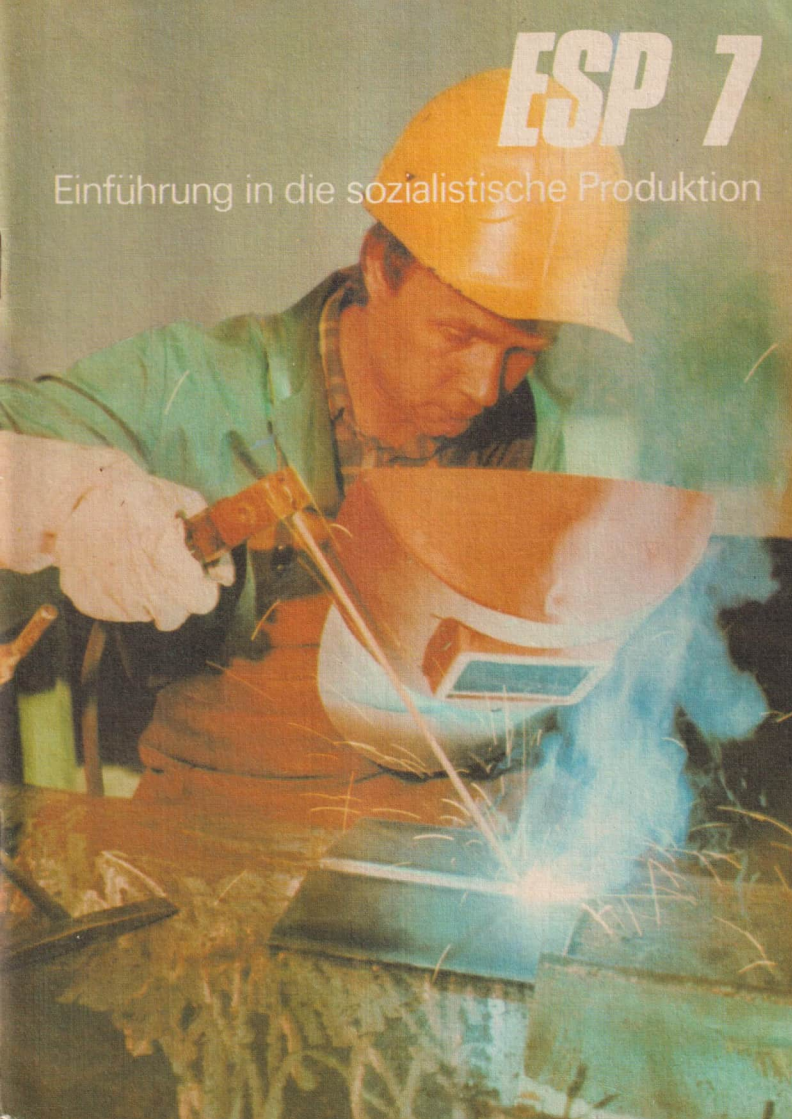
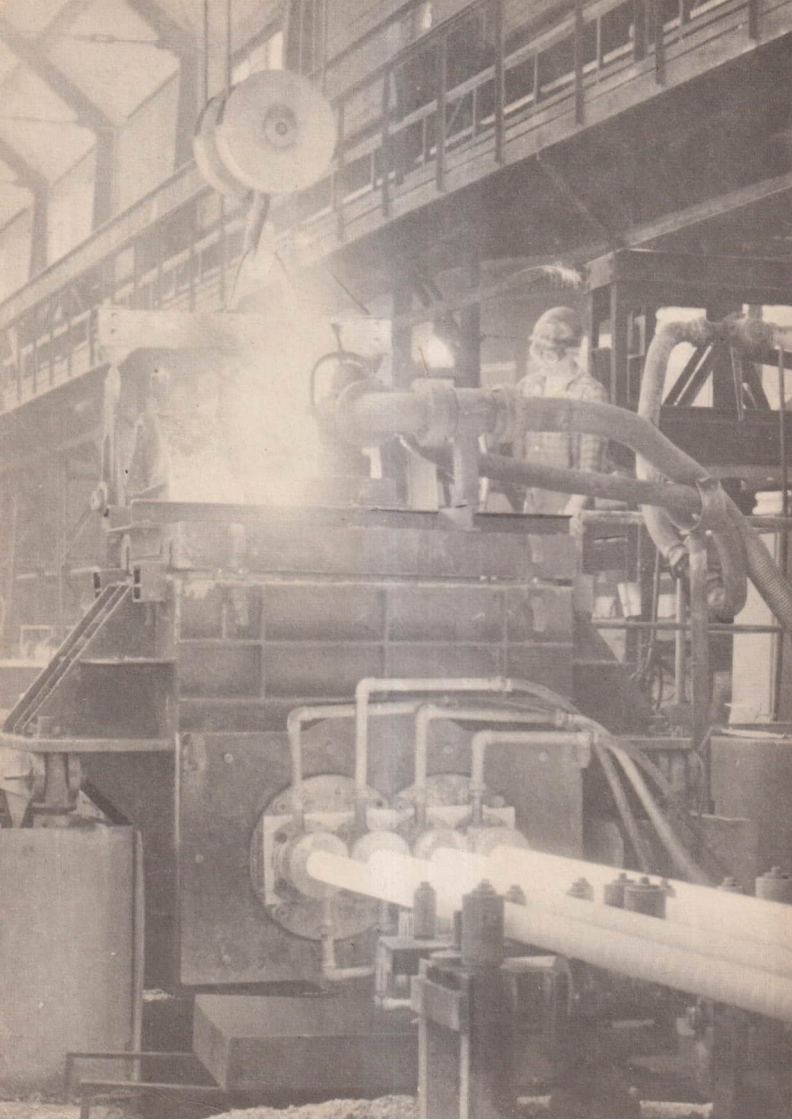
ESP 7

Einführung in die sozialistische Produktion





Einführung in die sozialistische Produktion

Lehrbuch für Klasse 7



Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin
1986

Leiter des Autorenkollektivs:
Prof. Dr. sc. Albert Bösenberg
Autoren:
Dr. Hans-E. Sika, Prof. Dr. sc. Albert Bösenberg (Herstellen eines Erzeugnisses in einem sozialistischen Produktionsbetrieb)
Dr. Helmut Pietzke (Formgebung durch Gießen, Formgebung durch Walzen)
Dr. Peter Borkenhagen (Formgebung durch Drehen)
Dr. sc. Wolfgang Hande (Herstellen von Baugruppen, Maschinen und Bauwerken durch Verbinden)
Dr. Dieter Pabst (Korrosionsschutz)
Prof. Dr. sc. Albert Bösenberg (Rationeller Einsatz von Fertigungsverfahren)

Besonderer Dank gebührt den zahlreichen Werktätigen verschiedener Betriebe, die vor allem beim Schaffen produktionsbezogener Abbildungen mitwirkten.

Redaktion
Dipl.-Gewl. Gerda Mehlis, Dipl.-Päd. Inge Enger

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

© Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin · 1983
4. Auflage
Ausgabe 1983
Lizenz-Nr. 203/1000/86 (UN 060714-4)
LSV 0681
Typografische Gestaltung: Manfred Behrendt
Illustration und Zeichnungen: Winfried Turnhofer
Printed in the German Democratic Republic
Gesamtproduktion: Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft Dresden
Schrift: 9/9/11 Univers, Linotron
Redaktionsschluß: 26. April 1985
Bestell-Nr.: 7309486
Schulpreis DDR: 1,70

Inhalt

Herstellen eines Erzeugnisses in einem sozialistischen Produktionsbetrieb

1 Ein sozialistischer Produktionsbetrieb 6
2 Herstellen eines Erzeugnisses 10

Formgebung durch Gießen

3 Gußstücke und ihre Merkmale 15
4 Herstellen von Gußstücken durch Sandformgießen 16
5 Herstellen von Gußstücken durch Kokillengießen . 19
6 Beziehungen zwischen Gießform und Gußstück . . 21
7 Arbeitsgänge beim Gießen 22
8 Rationelles Urformen in der Produktion 23
9 Notwendigkeit einer hohen Werkstückqualität beim Urformen 26

Formgebung durch Walzen

10 Walzerzeugnisse und ihre Merkmale 27
11 Herstellen eines Walzerzeugnisses 29
12 Beziehungen zwischen Walzenpaar und Walzgut. . 31
13 Rationelles Umformen in der Produktion 34

Formgebung durch Drehen

14 Drehteile und ihre Merkmale 37
15 Herstellen eines Drehteils 39
16 Beziehungen zwischen Drehmeißel und Werkstoff des Drehteils 42
17 Drehen — ein spanendes Trennverfahren 43
18 Rationelles Trennen in der Produktion 44

Herstellen von Baugruppen, Maschinen und Bauwerken durch Verbinden

19 Verbindungen und ihre Merkmale 47
20 Verbinden durch Verschrauben 49
21 Verbinden durch Schmelzschweißen 52
22 Anwendung von Verschrauben und Schmelzschweißen 54
23 Rationelles Verbinden in der Produktion 55

Korrosionsschutz durch Beschichten

24 Notwendigkeit des Korrosionsschutzes 57
25 Vermindern von Korrosion durch Aufbringen von Schutzschichten 60
26 Arbeitsgänge zum Aufbringen einer festen Schutzschicht 61
27 Beschichtungsverfahren 62
28 Beschichten durch Galvanisieren 63
29 Rationelles Beschichten in der Produktion 64

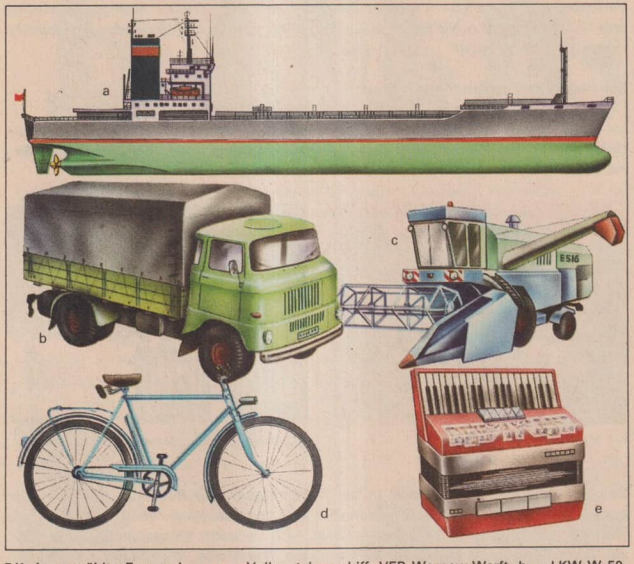
Rationeller Einsatz von Fertigungsverfahren

30 Bedingungen für Auswahl und Folge von Fertigungsverfahren 67
31 Rationalisierung der Fertigung 73

Im Lehrbuch verwendete Symbole

▶	Merksätze
■	Beispiele
①	Aufgaben
↗	siehe
Tech i Üb	Technik und Produktion in Übersichten
Ph i Üb	Physik in Übersichten

Herstellen eines Erzeugnisses in einem sozialistischen Produktionsbetrieb



5/1 Ausgewählte Erzeugnisse: a — Vollcontainerschiff, VEB Warnow-Werft, b — LKW W 50, VEB Automobilwerke, c — Mähdrescher, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, d — Fahrrad, VEB Mifa-Werk, e — Akkordeon, VEB Harmonika Werke

Jeden Tag benötigen wir für unsere Ernährung, Kleidung und Wohnung, für unser Lernen und Arbeiten viele verschiedene Erzeugnisse. Ohne sie könnten wir nicht leben. Auch die in Bild 5/1 dargestellten Erzeugnisse haben eine große Bedeutung.
Wo und *wie* entstehen sie? (1)
Damit solche und die vielen anderen Erzeugnisse entstehen, müssen die Werktätigen in Produktionsbetrieben der Industrie und Landwirtschaft sowie im Bauwesen arbeiten (produzieren). Die Arbeit im Produktionsbetrieb unterscheidet sich zum Teil

wesentlich von der Arbeit im Werkunterricht oder im polytechnischen Kabinett. Während im Unterricht meist jeder Schüler oder eine Schülergruppe ein Werkstück anfertigt, werden von den Werktätigen in einem Produktionsbetrieb viele gleichartige Einzelteile der verschiedensten Form und Größe hergestellt und zu Erzeugnissen zusammengebaut. Dies geschieht während des ganzen Tages, oft auch in der Nacht, in mehreren Schichten.

Mit Hilfe besonderer Maschinen lassen sich die einzelnen Teile schneller, genauer und wirtschaftlicher herstellen. (2)

Wie die Werktätigen in einem sozialistischen Produktionsbetrieb arbeiten, *welche* Verfahren und Maschinen sie dabei anwenden, *wie* sie mit immer weniger Arbeitszeit und Material immer *mehr* Erzeugnisse herstellen, wird in den folgenden Abschnitten dieses Buches erläutert.

Ein sozialistischer Produktionsbetrieb

Im VEB Werkzeugmaschinen Thum werden Tischbohrmaschinen hergestellt (Bild 6/1). In den Produktionsräumen dieses Betriebes bearbeiten Werktätige Einzelteile, die sie dann zu Bohrmaschinen zusammenbauen.



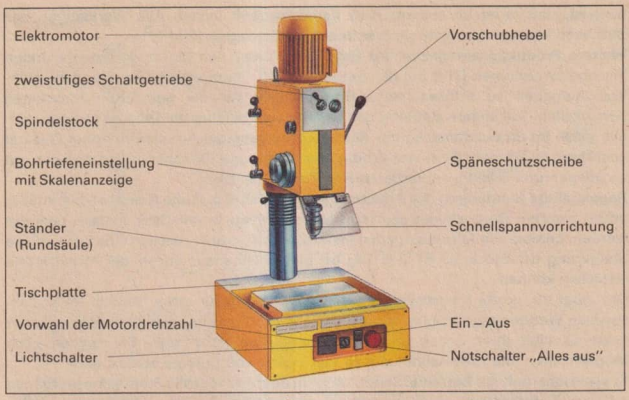
6/1 Mehrere BT2



6/2 Betriebsschild, Waren- und Gütezeichen

Das Betriebsschild (Bild 6/2) zeigt die Zugehörigkeit des Betriebes in Thum zum großen und in vielen Ländern bekannten VEB Werkzeugmaschinenkombinat „Fritz Heckert" mit Hauptsitz in Karl-Marx-Stadt. VEB bedeutet Volkseigener Betrieb. Die zur Herstellung der Erzeugnisse verwendeten Werkstoffe, Werkzeuge, Geräte, Maschinen sowie alle Gebäude und Einrichtungen sind Volkseigentum. Jeder in diesem Betrieb ist dafür verantwortlich, daß die Werkstoffe zum größtmöglichen Nutzen für die gesamte Bevölkerung eingesetzt werden, daß nichts verschwendet oder beschädigt wird und sich die Arbeitsbedingungen im Betrieb ständig weiter verbessern. Das Kombinat „Fritz Heckert" ist eine wichtige Vereinigung (Kombination) von Betrieben in der DDR, die Maschinen zum Bohren, Sägen, Fräsen, Schleifen herstellen. Zum Kombinat gehören z. B. Betriebe in Saalfeld, Plauen, Auerbach, Meuselwitz, Aschersleben.

Haupterzeugnis des Betriebes WEMA Thum ist die Tischbohrmaschine mit der Bezeichnung BT 2. Sie ist eine vielseitig einsetzbare und zuverlässige Maschine, hat



7/1 Aufbau der BT2

eine geringe Masse und einen relativ günstigen Energieverbrauch. Man kann mit ihr Bohrungen bis ∅20 mm ausführen. (3)

Weitere Merkmale, die die Qualität der Tischbohrmaschine bestimmen, sind z. B.: lange Nutzungsdauer, einfache Wartung, leichte Reparierbarkeit (alle Einzelteile sind nach technischen Standards hergestellt und bei Bedarf leicht auswechselbar). Die übersichtlich angeordneten Schaltelemente, Bohrtiefenanzeige, Drehzahlanzeige und der einstellbare Bohrtiefenanschlag gestatten eine gute Bedienbarkeit und Kontrolle des Bohrvorgangs. Durch ein zweistufiges Zahnradgetriebe und einen speziellen Elektromotor werden vier Bohrspindeldrehzahlen erreicht. Eine Schnellspanneinrichtung für Bohrer hilft Arbeitszeit einsparen, ein Notausschalter gewährleistet einen besseren Arbeitsschutz.

Da die Tischbohrmaschine BT 2 allen an sie gestellten Qualitätsanforderungen entspricht, wurde ihr das Gütezeichen „Q" verliehen (Bild 6/2). Dieses Gütezeichen ist nicht nur ein Beweis für die gute Arbeit der Konstrukteure und Technologen, sondern zugleich eine hohe Anerkennung für alle Arbeiter, die das Erzeugnis herstellen. Es

(1) Ordne Produktionsbetriebe und -orte der im Bild 5/1 dargestellten Erzeugnisse einander zu! (Warnemünde, Sangerhausen, Neustadt in Sachsen, Ludwigsfelde, Klingenthal)

(2) Ermittle weitere Betriebe und deren Erzeugnisse! Betrachte dazu Betriebsschilder, Verpackungen und Gebrauchsanweisungen!

(3) Vergleiche die BT 2 mit den im Werkunterricht oder im polytechnischen Kabinett verwendeten Bohrmaschinen! Versuche, deutliche Unterschiede herauszustellen!

(4) Ermittle, welche Produktionsaufgaben ihr in der produktiven Arbeit mit erfüllt!

beweist, daß jeder an seinem Platz Qualitätsarbeit leistet. Alle Werktätigen des Betriebes können mit Recht stolz sein auf ihr Erzeugnis (Bild 7/1).

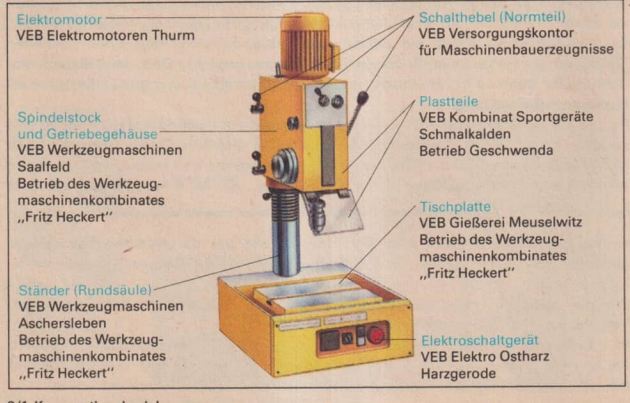
Weitere Produktionsaufgaben des Betriebes. Außer den täglich fertigzustellenden Tischbohrmaschinen BT 2 hat der Betrieb WEMA Thum verschiedene andere wichtige Aufgaben zu erfüllen, so z. B. Ersatzteile für die gelieferten Maschinen herzustellen, für andere Betriebe des Kombinates bestimmte Teile zu fertigen. Um alle diese im Produktionsplan des Betriebes festgelegten Arbeiten in hoher Qualität ausführen zu können, ist es notwendig, die Werkzeuge, Maschinen und Anlagen gut zu pflegen und ständig zu verbessern (zu modernisieren).

Regelmäßige Beratungen der Arbeitsbrigaden sichern, daß alle Aufgaben planmäßig erfüllt werden. Da hochwertige Tischbohrmaschinen in der DDR vielfach benötigt werden, beraten die Arbeitsbrigaden insbesondere darüber, wie sie eine wesentliche Steigerung der Stückzahl BT 2 je Tag bei gleichbleibender Anzahl der Arbeitskräfte erreichen können.

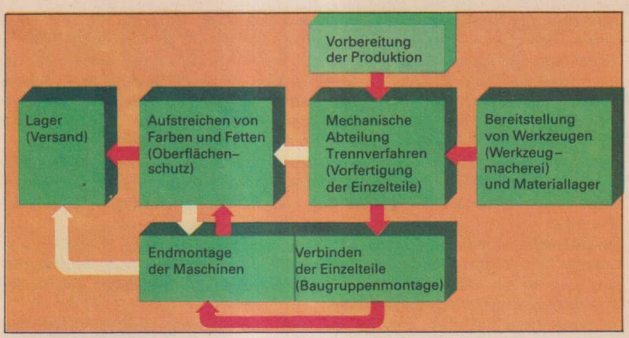
Das zeigt die **große Verantwortung der Werktätigen** für ihren Betrieb. Im sozialistischen Wettbewerb kämpfen sie um tägliche Erfüllung des Produktionsplanes, um beste Qualität ihrer Arbeit und Ausnutzung ihrer Arbeitszeit. Sie suchen nach Möglichkeiten, die Materialverluste zu verringern und Energie einzusparen.

Zusammenarbeit der Betriebe. Selten kann ein Betrieb allein alle Produktionsaufgaben erfüllen. Zusammenarbeit (Kooperation) mit anderen Betrieben ist nötig und vorteilhaft, z. B. bei Zulieferungen von Material oder Einzelteilen für die BT 2 von anderen Betrieben (Bild 8/1). Zu diesem Zweck werden die Produktionspläne der zusammenarbeitenden Betriebe sorgfältig aufeinander abgestimmt.

Besonders wichtig für die Volkswirtschaft der DDR ist eine Kooperation mit der Sowjetunion und anderen sozialistischen Ländern. Das bedeutet, daß die Betriebe gegenseitig ihre Erfahrungen austauschen, ihre Produktion aufeinander abstimmen



8/1 Kooperationsbeziehungen



9/1 Produktionsabteilungen

und Lieferverträge abschließen. Hierdurch können gemeinsam mehr Erzeugnisse von besserer Qualität mit weniger Aufwand an Material, Energie und Arbeitszeit hergestellt werden.

In den **Produktionsabteilungen** von WEMA Thum (Bild 9/1) werden aus geeigneten Werkstoffen mit Werkzeugen und Maschinen Einzelteile der BT 2 hergestellt und mit den von anderen Betrieben gelieferten Teilen zusammengebaut (montiert). Nach der Endmontage führt der Gütekontrolleur eine Funktionsprobe (Probelauf) durch, um festzustellen, ob die Maschine allen Anforderungen genügt. Alle Arbeiten müssen gut organisiert sein, damit die Fertigung in den Produktionsabteilungen gleichmäßig, ohne Unterbrechung läuft. Das ist vor allem die Aufgabe der Schichtleiter in Verbindung mit dem Bereich Produktionsvorbereitung.

Mit den Produktionsabteilungen sind in einem sozialistischen Betrieb **weitere Abteilungen** eng verbunden.

In der Abteilung *Konstruktion* erarbeiten Konstrukteure wesentliche Unterlagen. Entsprechend den Anforderungen an das Erzeugnis legen sie die Formen und Maße fest, bestimmen die erforderlichen Werkstoffe und entwickeln die technischen Zeichnungen. Auf dieser Grundlage ermitteln Technologen in der Abteilung *Technologie* den günstigsten Fertigungsablauf (↗ S. 12).

In diesen beiden Abteilungen wird also die Produktion vorbereitet (Bild 9/1). Andere Abteilungen des Betriebes führen die *Werbung* durch und beschaffen weitere *Aufträge* für das Erzeugnis im In- und Ausland. Weitere Abteilungen sind verantwortlich für die Verpflegung der Werktätigen, den Betriebskindergarten, die Weiterbildung der Betriebsangehörigen und die Durchführung des polytechnischen Unterrichts. (1)

(1) Ermittle im Betrieb, welche Abteilungen es gibt, wie sie benannt werden, und welche Arbeitsaufgaben man dort erfüllt!

Bedeutung des Betriebes für das Territorium und unsere Republik. Mit dem *Territorium* (Wohngebiet) ist jeder Betrieb vielfältig verbunden: Im Territorium wohnen die Betriebsangehörigen. Schüler aus dem Territorium lernen und arbeiten im Betrieb und sind Mitglied einer Betriebssportgemeinschaft. Bestimmte Betriebe versorgen die Bevölkerung des Territoriums mit Erzeugnissen des täglichen Bedarfs, so z. B. auch mit Lebensmitteln (Obst, Gemüse, Broiler, Milch, Eier, Brot) oder führen Dienstleistungen (Reparaturen an Geräten) aus. (1)

Mit ihren Haupterzeugnissen leisten *alle* Produktionsbetriebe einen Beitrag zur Entwicklung *unserer Republik.* Sie liefern (verkaufen) ihre Erzeugnisse an andere Betriebe und Handelseinrichtungen der DDR (HO, KONSUM) sowie in andere Länder (Export).

Sie beziehen (kaufen) von anderen Betrieben Materialien, Bauteile, Maschinen und Energie. Alle Produktionsbetriebe arbeiten ständig an der Verbesserung ihrer Erzeugnisse, an der Weiterentwicklung ihrer Werkzeuge und Maschinen und an der Entwicklung neuer Fertigungsverfahren.

Auf diese Weise tragen sie dazu bei, die Lebensbedingungen unserer Bevölkerung weiter zu verbessern und das Ansehen unserer Republik in der Welt zu stärken.

Herstellen eines Erzeugnisses

2

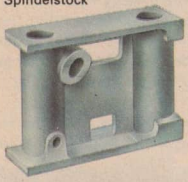
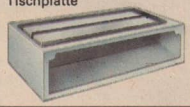
Eine Bohrmaschine BT 2 ist viel größer und aus mehr Einzelteilen zusammengesetzt als ein im Werkunterricht hergestellter Gegenstand. *Wie* kann ein so großes und kompliziertes Erzeugnis in hoher Qualität und mit täglich etwa 20 Stück hergestellt werden?

Bevor damit begonnen wird, ein bestimmtes Erzeugnis herzustellen, muß bekannt



10/1 Gebrauchseigenschaften der BT2

sein, welchen *Zweck* es erfüllen und welche *Gebrauchseigenschaften* es dementsprechend haben soll.
Bei jedem Erzeugnis sollen meist verschiedene Gebrauchseigenschaften *zugleich* verwirklicht werden. Das ist schwierig, wenn man z. B. solche Eigenschaften wie Standsicherheit bei geringem Platzbedarf, starker Motor bei geringem Energiebedarf oder hohe Festigkeit bei geringer Masse erreichen will. Die Gebrauchseigenschaften eines *neuen* Erzeugnisses (z. B. der BT 2) sollen auf jeden Fall *besser* sein als die vergleichbarer älterer Erzeugnisse des In- und Auslandes.

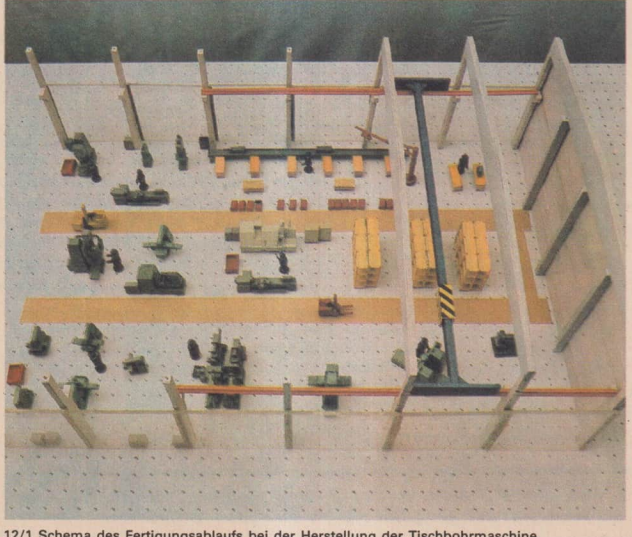
Einzelteil	Technische Forderungen	Erforderliche Fertigungsverfahren
Spindelstock 	Form: durch Zwischenwand verbundene Zylinder, Rundungen und ebene Flächen, unterschiedlich große Löcher Maße: 400 × 350 × 150 Oberfläche: Bohrungen, obere und untere Fläche glatt, übrige Fläche bleibt unbearbeitet Stückzahl: sehr groß Werkstoff: Grauguß	Gießen → Glühen → Strahlen → Grundieren → Fräsen → Bohren → Reiben → Gewindeschneiden → Kantenbrechen (Entgraten) → Grundieren → Lackieren
Tischplatte 	Form: Quader Maße: 620 × 480 × 1 280 Oberfläche: allseitig glatt Stückzahl: sehr groß Werkstoff: Grauguß	Gießen → Glühen → Strahlen → Grundieren → Fräsen → Bohren → Gewindeschneiden → Kantenbrechen → Grundieren → Lackieren
Rundsäule 	Form: zylindrisch mit Trapezgewinde und Nut Maße: 85 × 750 Oberfläche: sehr glatt Stückzahl: sehr groß Werkstoff: Stahl	Sägen → Drehen → Schleifen → Gewindewirbeln → Fräsen → Entgraten → Bohren → Gewindeschneiden
Handhebel (Normteil) 	Form: zylindrisch Maße: 12 × 350 Oberfläche: glatt, matt verchromt Stückzahl: sehr groß Werkstoff: Stahl	Sägen → Drehen → Bohren → Reiben → Kerben einschlagen → Mattverchromen

11/1 Fertigung von Teilen der BT2

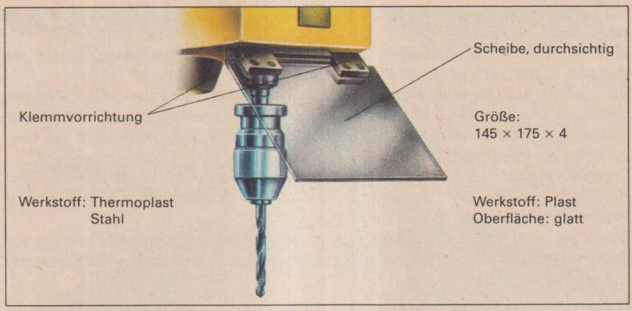
① Ermittle, welche größeren Betriebe in eurem Territorium ihren Standort haben, und welche Produktionsaufgaben oder Dienstleistungen sie erfüllen!

Gebrauchseigenschaften sind Qualitätsmerkmale des Erzeugnisses, die durch den Verwendungszweck bestimmt werden.

Die Tischbohrmaschine BT 2 ist eine Hochleistungsbohrmaschine mit vielseitigen Einsatzmöglichkeiten. Sie kann für die Bearbeitung von Holz, Plast und Metall verwendet werden. Entsprechend der unterschiedlichen Härte der zu bearbeitenden Werkstoffe und der verschiedenen Bohrerdurchmesser werden unterschiedliche Drehzahlen benötigt. Deshalb hat die BT 2 ein zweistufiges Zahnradgetriebe mit einem speziellen Elektromotor (↗ Qualitätsmerkmale S. 7). Da unter bestimmten Bedingungen eine Kühlung des Bohrers erforderlich wird, kann die BT 2 auch mit einer Kühleinrichtung versehen werden. Die zu verbessernden Gebrauchseigenschaften des Erzeugnisses sind Grundlage der Arbeit von Konstrukteuren. Entsprechend den Gebrauchseigenschaften der Erzeugnisse sowie der Aufgabe (Funktion) der Einzelteile werden Form, Maße, Masse und die zu verwendenden Werkstoffe festgelegt. Dabei sind besonders solche Eigenschaften der Werkstoffe, wie Festigkeit, Härte, Temperaturbeständigkeit, Verarbeitbarkeit, zu beachten. (1)(2)
Die Arbeit der Konstrukteure ist eine wichtige Voraussetzung für die Technologen. Sie wählen *die* Fertigungsverfahren aus, die alle Festlegungen der Konstruktion gut



12/1 Schema des Fertigungsablaufs bei der Herstellung der Tischbohrmaschine



13/1 Späneschutzscheibe

erfüllen und die gleichzeitig geringen Material-, Energie- und Arbeitsaufwand benötigen (↗ Übersicht 11/1).

Damit die Fertigung reibungslos abläuft, muß sie in verschiedene Arbeitsgänge (Arbeitsplätze) aufgegliedert werden. Entsprechend der Art der Fertigung und der ermittelten günstigsten Organisation des Fertigungsablaufes kann ein Fertigungsverfahren mehrere Arbeitsgänge oder auch nur einen Arbeitsgang umfassen. Andererseits gibt es auch Arbeitsgänge, die keinem Fertigungsverfahren zugeordnet werden können, z. B. die Gütekontrolle der fertigen Erzeugnisse.

Für jedes Fertigungsverfahren bzw. jeden Arbeitsgang (Arbeitsplatz) sind die geeigneten Werkzeuge, Maschinen und Prüfgeräte zu ermitteln und bereitzustellen. Eine günstige Anordnung der Arbeitsplätze und Transporteinrichtungen gewährleistet, daß die Werkstücke während der Fertigung von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz schnell weiterbewegt (transportiert) werden. Alle Teile müssen etwa gleichzeitig in erforderlicher Stückzahl vorhanden sein, damit sie für den Zusammenbau zur Verfügung stehen und keine Wartezeiten eintreten (Bild 12/1). ③

▶ Fertigungsverfahren dienen zur Herstellung von Erzeugnissen mit geometrisch bestimmter Form sowie bestimmter Maßgenauigkeit und Oberflächengüte.

① Ermittle Gebrauchseigenschaften eines ausgewählten Erzeugnisses aus dem Betrieb!
② Aus welchen Werkstoffen ist das Erzeugnis (↗ Aufg. 1) gefertigt und warum?
③ Stelle für ein einfaches Teil aus dem Betrieb (oder der PA) die erforderlichen Fertigungsverfahren zusammen und begründe diese (↗ S. 14)!
④ Begründe, warum Glas als Werkstoff für Späneschutzscheiben schlecht geeignet ist!

Die Fertigung eines Teils der Bohrmaschine BT 2, der Späneschutzscheibe, wird im folgenden etwas ausführlicher dargestellt (Bild 13/1, ↗ auch Bild 7/1).
Welche Gebrauchseigenschaften soll eine Späneschutzscheibe haben, und welche Aufgabe (Funktion) soll sie erfüllen?
Eine solche Scheibe muß kratzfest und bruchsicher sein und ein großes Blickfeld freigeben. Des weiteren muß sie leicht montierbar und beweglich sein und darf den Bohrvorgang nicht behindern. Ist dies alles gewährleistet, dann wird sie ihrer Funktion als Gesichtsschutz beim Bohren gerecht.
Welcher Werkstoff ist dazu geeignet? Könnte es Glas sein? Die Konstrukteure haben durchsichtigen Plast (PVC) gewählt. Er ist leicht zu bearbeiten und wird in Form von Platten mit erforderlicher Dicke geliefert.↗ (4) S. 13
Die Fertigungsverfahren bzw. Arbeitsgänge und ihre Reihenfolge zur Herstellung von Späneschutzscheiben würden für die Einzelfertigung (wie sie aus dem Werkunterricht bekannt ist) wie folgt festgelegt:

Arbeitsgänge	Werkzeuge, Maschinen
1. Anreißen der Form Überprüfen des Anrisses	Reißnadel, Stahlmaßstab, Anschlagwinkel
2. Sägen	Säge
3. Entgraten Prüfen (Handprobe)	Feile
4. Anreißen der 4 Löcher Überprüfen des Anrisses	Reißnadel, Stahlmaßstab, Anschlagwinkel
5. Ankörnen	Körner
6. Bohren	5 mm Wendelbohrer, Bohrmaschine Spitzsenker, 8...10 mm Wendelbohrer, Bohrmaschine
7. Löcher entgraten Prüfen (Handprobe)	Feile
8. Montieren der Klemmvorrichtung	Schraubenschlüssel
9. Überprüfen auf Vollständigkeit und richtigen Sitz	

Wie muß aber die Arbeit vorbereitet und organisiert werden, wenn von einem Arbeiter je Tag 40 bis 50 Stück herzustellen sind? Was sind das für Verfahren, die für die Herstellung von Tischplatten oder Rundsäulen der BT 2 angewendet werden (↗ Übersicht 11/1)?
Hierüber werdet ihr in den nächsten Abschnitten dieses Buches viel Interessantes erfahren.

Formgebung durch Gießen

Gußstücke und ihre Merkmale

3



15/1 Gußstücke: a — Schokoladenfigur, b — Überwurfmutter (Messing), c — Zinnfigur, d — Gehäuse für Fotoapparat (Aluminiumlegierung), e — Gehäuse für Fleischwolf (Gußeisen), f — Schiffspropeller (Bronze)

Viele Werkstücke haben eine komplizierte Form (/ Bild 15/1). Sie werden als Formteile bezeichnet. Andere Werkstücke haben dagegen eine einfache, z. B. zylindrische oder prismatische Form. Sie sind Zwischenprodukte (Halbzeuge).

Als Formteil oder Halbzeug gegossene Werkstücke heißen Gußstücke.
Halbzeuge sind Erzeugnisse, die noch weiter bearbeitet werden müssen.

Gußstücke werden je nach Verwendungszweck und Beanspruchung aus verschiedenen Werkstoffen gefertigt. Türschlüssel werden z. B. aus Leichtmetall, Schiffspropeller mit einem Durchmesser bis zu acht Metern aus Bronze gegossen. Viele Werkstücke mit komplizierten Formen, wie Getriebegehäuse für Motorräder und Autos, lassen sich durch Gießen besonders günstig herstellen.
Gußstücke werden oft aus Mischungen verschiedener Metalle (Metall-Legierungen), aber auch aus nichtmetallischen Werkstoffen hergestellt. Legierungen verwendet man, weil sie sich gut schmelzen und gießen lassen, und weil sich vorteilhafte Gußstückeigenschaften ergeben.
Die erste Legierung, die in großem Umfang verwendet wurde, war *Bronze* (Kupfer + Zinn). In Mitteleuropa wurden daraus schon 2000 v. u. Z. Werkzeuge, Waffen und Schmuck gegossen (Bronzezeit) (Bilder 16/1 und 16/2).



16/1 Gußstücke, Gießform, Gießkelle aus der Bronzezeit



16/2 Historische Bronzegußstücke

Nur solche Werkstoffe sind gießbar, die man in einen flüssigen oder breiigen Zustand bringen kann. Sie sollen eine Gießform genau ausfüllen und müssen nach dem Gießen so fest werden, wie es das Gußstück erfordert. (1)

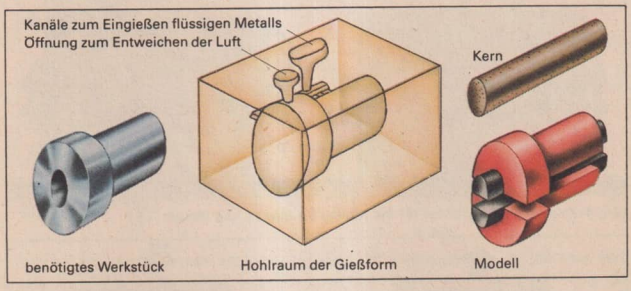
Gießbare Stoffe (Auswahl)			
Eisenmetalle	NE-Metalle	Plaste	Lebensmittel
— Gußeisen — Stahl	— Aluminium — Kupfer — Zinn	— Epoxidharz — Polyamid — Polyurethan	— Schmalz — Schokolade

Herstellen von Gußstücken durch Sandformgießen

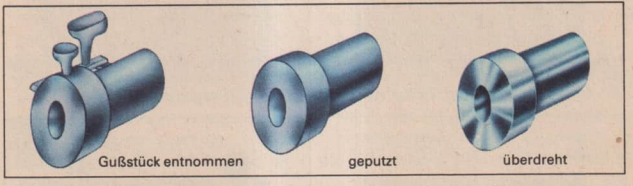
4

Für das Gießen von Werkstücken werden Gießformen mit entsprechendem Hohlraum benötigt. Man kann solche Gießformen aus lehm- oder tonhaltigem Formstoff (Formsand) herstellen. *Sandformen* wurden schon im Altertum verwendet. Sie

werden auch noch in unserer Zeit eingesetzt, insbesondere zum Gießen von Werkstücken in kleinen Serien sowie von großen und komplizierten Werkstücken.
Für das Anfertigen einer Sandform wird ein *Modell* benötigt, dessen Form der des künftigen Gußstückes entspricht. Da sich der Gußwerkstoff beim Erstarren und Erkalten zusammenzieht (schwindet), müssen Modelle allseitig etwas größer sein (bis 2%) als die zu gießenden Werkstücke. Zusätzliche Modelle sind erforderlich für Kanäle zum Eingießen des Metalls (Einguß) und zum Entweichen der Luft (Steiger). Für das Gießen von Werkstücken mit Hohlräumen benötigt man *Kerne*, deren Form dem Hohlraum entspricht (Bild 17/1).
Nach dem Gießen und Erkalten des Gußwerkstoffes wird die Sandform zerstört („verlorene Form"), das Gußstück wird von Einguß, Steiger und Sandresten befreit (geputzt) und kontrolliert. (2) (3)

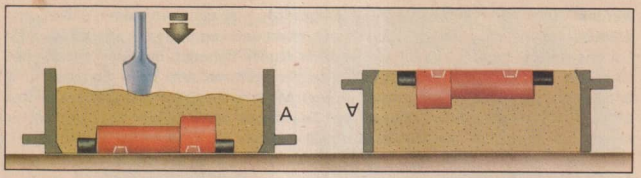


17/1 Werkstück, Modell, Kern und benötigte Form

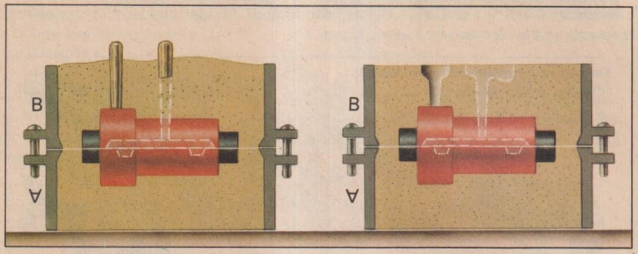


17/2 Gußstück nach Entnahme aus zerstörter Form, nach dem Putzen und dem Bearbeiten

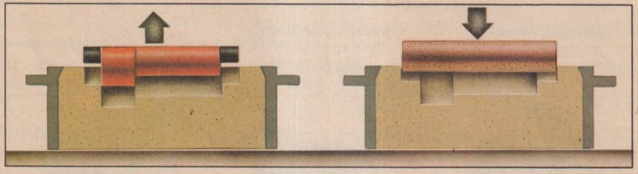
(1) Welche der nachfolgend aufgeführten Werkstoffe sind gießbar: Stahl, Blei, Lötzinn, Stein, Holz, Duroplast, Gipsbrei, Frischbeton, Stearin? Begründe die Antwort!
(2) Lassen sich Gußstücke mit gleichen Abmessungen aus Stahl bzw. Gußeisen nach demselben Modell herstellen? (↗ Schwindmaße, Tech i Üb, S. 17)
(3) Betrachte auf Bild 17/2 das Gußstück vor und nach dem Putzen. Erkläre die Unterschiede!



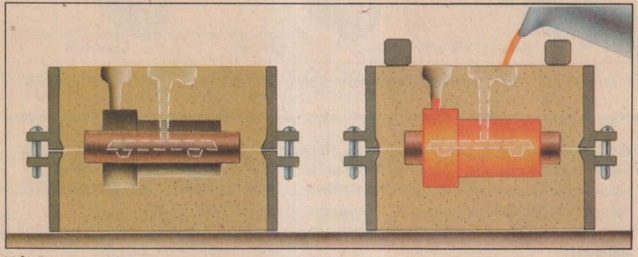
18/1 Einformen, Wenden des Unterkastens (A)



18/2 Einformen im Oberkasten (B) mit Modell für Einguß und Steiger (1)



18/3 Entnehmen einer Modellhälfte aus dem Unterkasten, Einlegen des Kerns (2)



18/4 Form geschlossen und belastet, Abgießen der Form

Herstellen von Gußstücken durch Kokillengießen

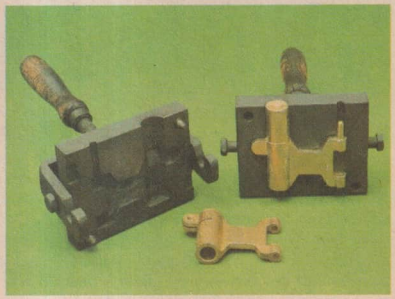
Gußstücke, die mit gleichen Abmessungen in großen Stückzahlen (Serien) zu fertigen sind, wie z. B. Kolben für Verbrennungsmotoren (Bild 20/1) oder Rohlinge für Scharniere (Bild 19/2) gießt man unter Nutzung der Schwerkraft in Dauerformen, die mehrmals verwendbar sind.

▶ Dauerformen für mehrmaliges Gießen heißen Kokillen. Sie bestehen meist aus Stahl.

Das Herstellen von Kokillen erfordert wesentlich mehr Material- und Arbeitszeitaufwand als das Herstellen von Sandformen. Kokillen können jedoch — je nach Größe, Form und Werkstoff des Gußstückes — für 500 bis 100 000 Abgüsse genutzt werden (Dauerform).



19/1 Abgießen einer Kokille



19/2 Form, Rohling, Werkstück

▶ In Kokillen gegossene Werkstücke haben eine saubere und glatte Oberfläche und eine hohe Maßgenauigkeit.

Die Materialzugabe für nachfolgendes Bearbeiten kann deshalb beim Kokillengießen geringer sein als beim Sandformgießen.
Die Form eines Gußstückes soll der Endform des Werkstückes, das zu fertigen ist,

(1) Erkläre Zweck und Anordnung des Steigers bei der dargestellten Sandform!
(2) Welche Aufgaben hat der Kern? Welche Eigenschaften muß der Werkstoff haben, aus dem er hergestellt wird? Begründe Deine Vermutungen!

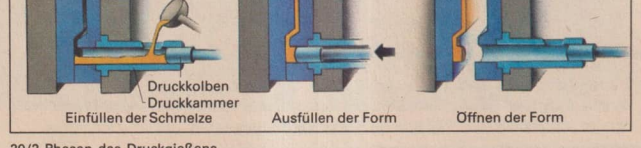
möglichst nahekommen, damit wenig Aufwand für das Bearbeiten des Gußstückes notwendig ist und nur geringer Werkstoffverlust entsteht. (1)
Bei der Serienfertigung bringt das Gießen in Kokillen viele Vorteile. Aber das Schließen, Abgießen, Öffnen und Entleeren der Kokillen von Hand ist eine recht anstrengende und zeitraubende Arbeit. Um diese Arbeit zu erleichtern, wurden Kokillengießmaschinen entwickelt.

▶ Das Gießen in Dauerformen (Kokillen) unter Einfluß der Schwerkraft heißt Kokillengießen.



20/1 Leichtmetallkolben, Kokille und mehrteiliger Kern

Für das Gießen von Formteilen mit komplizierter Innenform werden beim Kokillengießen Metallkerne verwendet, die aus mehreren Teilen bestehen, damit man sie aus dem Gußstück herausbekommt. (2)
Gußstücke, wie Gehäuse für Fotoapparate, die komplizierte Formen und — bezogen auf ihre Größe — dünne Wandungen aufweisen, lassen sich nicht mehr nur unter dem Einfluß der Schwerkraft gießen. Deshalb wird das flüssige Metall maschinell mit hohem Druck (Gießdruck bis 80 MPa) in besondere Kokillen (Druckgußformen) gepreßt (Bild 20/2).
Nur stabile Kokillen aus Stahl halten den hohen Druck beim Gießen aus. Sie erfordern sehr hohen Material- und Arbeitszeitaufwand, haben dafür aber eine lange Ver-



20/2 Phasen des Druckgießens

wendungsdauer. Beim Gießen von Leichtmetall hält eine Druckgußform durchschnittlich bis zu 50 000 Abgüsse aus, bis sie abgenutzt ist. (3)

▶ Das Gießen in Kokillen aus Stahl (Druckgußform) unter Anwendung von Druck heißt Druckgießen.

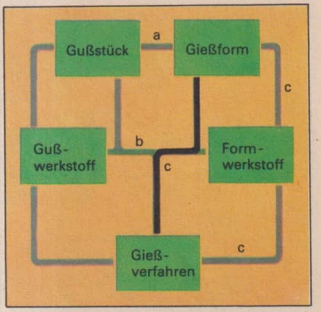
Beziehungen zwischen Gießform und Gußstück

6

Für das Gießen von Schokolade werden Formen aus ganz glattem Material benötigt, damit sich die erkalteten Gußstücke leicht aus der Form lösen lassen. Für solche Formen wird poliertes Edelstahlblech verwendet. Während Schokoladenmasse bei etwa 40 °C gießfähig ist, hat flüssiges Gußeisen eine Temperatur von etwa 1 400 °C und erfordert einen Formwerkstoff, der so hohen Temperaturen standhält. Formsand erfüllt diese Bedingungen. Beim Herstellen von Porzellangeschirr wird Gips als Formwerkstoff angewendet; er entzieht der flüssigen, kalten Porzellanmasse Wasser. Künftig werden die schweren Gipsformen (Bild 25/2) durch Formen aus saugfähigem Plast ersetzt. Die Beispiele lassen erkennen, daß man die *Beziehungen zwischen Gußwerkstoff und Formwerkstoff* beim Herstellen von Gußstücken beachten muß (Bild 21/1, Beziehung b).

Doch nicht nur nach dem Gußwerkstoff ist der *Formwerkstoff* zu bestimmen, sondern auch nach dem *Gießverfahren*. Für das Druckgießen, bei dem die Form hohem Druck standhalten muß, sind z. B. besondere Stahllegierungen zu verwenden.

Form und Größe von Gußstücken beeinflussen die Wahl der Gießform und des Gießverfahrens. Sehr große Gußstücke aus Metall, die in geringer Stückzahl hergestellt werden, gießt man in Sandformen. Mittelgroße Gußstücke, wie



21/1 Beziehungen, die beim Herstellen von Gußstücken zu beachten sind

(1) Vergleiche das Gießen in Sandformen und in Kokillen hinsichtlich
— Anzahl der mit einer Form herstellbaren Gußstücke
— Form und Größe der Gußstücke
— Maßgenauigkeit und Oberflächenqualität der Gußstücke!

(2) Betrachte Bild 20/1 und begründe, warum beim Kokillengießen mehrteilige Kerne aus Metall verwendet werden müssen!

(3) Was haben Kokillengießen und Druckgießen gemeinsam und worin unterscheiden sie sich?

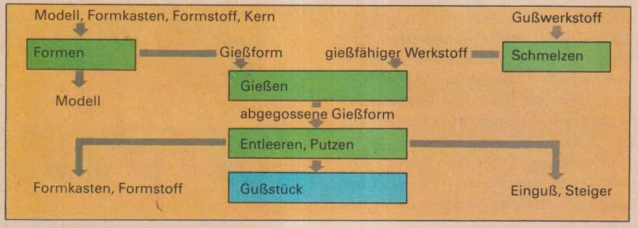
z. B. Leichtmetallkolben von Dieselmotoren für Hochseeschiffe, die in größerer Stückzahl herzustellen sind, werden in Stahlkokillen gegossen. Für kleinere Werkstücke mit komplizierter Form, wie z. B. Kameragehäuse, benutzt man bei großer Stückzahl die sehr oft verwendbaren Druckgußformen aus Stahl. Es gibt also *Beziehungen zwischen Gußstück und Gießform* (Bild 21/1, Beziehung a).
Drei Gießverfahren — Sandformgießen, Kokillengießen, Druckgießen — sind erklärt worden. Es gibt noch mehr Gießverfahren, doch für alle gilt:

▶ Bei der Formgebung durch Gießen wird verflüssigter Werkstoff in eine vorbereitete Form gegossen und nimmt beim Festwerden die Gestalt des Formhohlraumes an.

Arbeitsgänge beim Gießen

7

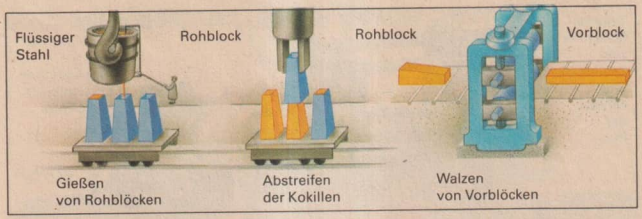
Die Übersicht über die Arbeitsgänge beim Sandformgießen (Bild 22/1) gilt — jeweils etwas abgeändert — auch für andere Gießverfahren.



22/1 Arbeitsgänge beim Sandformgießen

Im Stahlwerk werden tonnenschwere Rohblöcke und Rohbrammen (↗ Bild 28/1) in Kokillen gegossen. Als Gießform dienen auf Wagen gesetzte Kokillen, die oben und unten offen sind.
Flüssiger Stahl wird hineingegossen und nimmt beim Erstarren die Form des Hohlraumes der Kokille an. Dabei schwindet er so, daß ein Abstreifen (Strippen) der Kokille möglich wird. (1)(2)
Im Stahlwerk wird flüssigem Stahl, der noch formlos ist, durch das Gießen eine *erste bestimmte* Form (**Ur**form) gegeben.

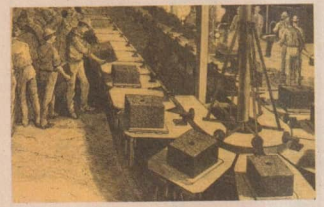
▶ Durch Gießen lassen sich aus gießbaren Werkstoffen mit Hilfe von Gießformen Werkstücke mit einer ersten bestimmten Form schaffen.
Gießverfahren sind Urformverfahren.



23/1 Vom flüssigen Stahl zum Halbzeug

Rationelles Urformen in der Produktion

Die weitere Entwicklung unserer Volkswirtschaft fordert von unseren Gießereien, künftig mit weniger Zeit- und Energieaufwand noch mehr Gußstücke herzustellen. Produktionssteigerung strebte man auch schon früher an (Bild 23/2), aber in unserer sozialistischen Produktion geht es darum, die Leistung der Gießereien sowohl hinsichtlich der Menge als auch der Qualität zu erhöhen und zugleich die Arbeitsbedingungen der Werktätigen zu verbessern.
Im VEB Druckguß- und Kolbenwerke Harzgerode entwickelten die Werktätigen Gießroboter. Diese können mit einer Kelle flüssiges Metall schöpfen und in die Kokille eingießen (Bild 24/1). Andere Roboter können Gußstücke aus der Form entnehmen.



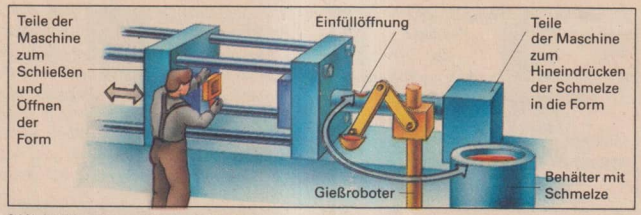
23/2 Wandertischanlage (1890)



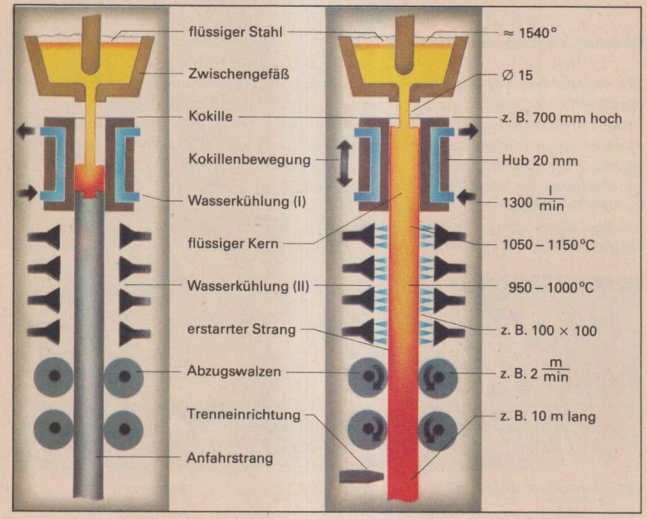
23/3 Gießen mit Kranpfanne

Ein günstiges Verfahren zur Herstellung von Halbzeug ist das **Stranggießen.** Beim Stranggießen fließt Stahl in eine rohrförmige, oben und unten offene, wassergekühlte Kupferkokille. Diese wird nur zu Gießbeginn unten verschlossen, bis der

(1) Gib mündlich einen Überblick über die Arbeitsgänge beim Sandformgießen (Bild 22/1)!
Überdenke zuvor die Bilder auf den Seiten 17 und 18!
(2) Betrachte Bild 23/1 und äußere Vermutungen, wie man aus flüssigem Stahl — ohne den „Umweg" über Rohblöcke — gleich Vorblöcke herstellen könnte!



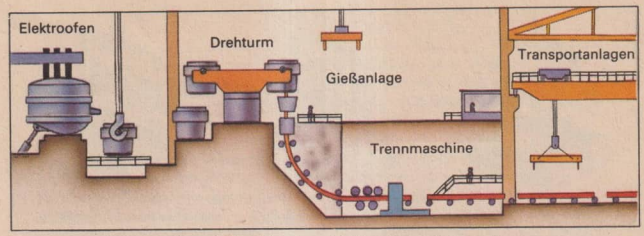
24/1 Druckgießmaschine mit Gießroboter



24/2 Stranggießen von Stahl

flüssige Stahl in der Kokille so weit erstarrt ist, daß er als Strang aus der Kokille abgezogen werden kann. Der zunächst nur außen erstarrte Stahlstrang wird mit gleichbleibender Geschwindigkeit nach unten abgezogen, während von oben flüssiger Stahl nachfließt (Bild 24/2).

Außerhalb der Kokille wird der Strang durch Wasser und Luft weiter abgekühlt. Mit einer Anlage zum Abscheren werden die gewünschten Halbzeuglängen abgetrennt. Es gibt Stranggußanlagen für das Gießen von Kupfer, Messing, Aluminium, Gußeisen und Stahl. (1)(2)



25/1 Stranggußanlage (Bogenanlage) in einem Elektrostahlwerk

Anwendung von Urformverfahren. Durch Urformen werden sehr unterschiedliche Erzeugnisse hergestellt. In der Keramikindustrie werden z. B. durch Urformen Kaffeekannen gefertigt. Hierfür wird flüssige Porzellanmasse in Dauerformen aus saugfähigem Werkstoff gegossen. Anschließend werden die gegossenen Rohlinge gebrannt (Bild 25/2). Auch beim Aufbereiten von Lebensmitteln, wie z. B. von Schokolade, Butter und Teigwaren, spielen Urformverfahren eine wesentliche Rolle (Bild 25/3).



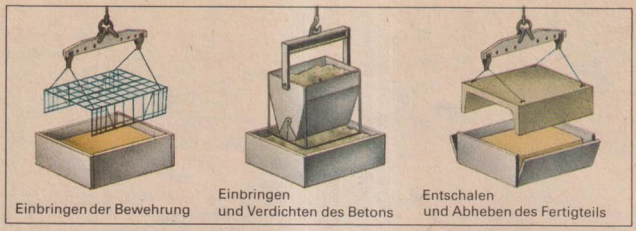
25/2 Gießform, gegossener Rohling und fertige Kanne aus Porzellan



25/3 Gießform, Gußstück und eingepackte Figur aus Schokolade

(1) Wie lange dauert etwa das Vergießen von 120 t Stahl aus einer Kranpfanne, wenn in einer Stranggußanlage gleichzeitig 8 Stränge mit dem Querschnitt 100×100 gegossen werden? Strangzuggeschwindigkeit $3 \frac{m}{min}$ (Bild 24/2)

(2) Durch Stranggießen lassen sich Halbzeuge mit Querschnitten gießen, die sich beim Anwenden des Blockgießens erst durch das Walzen von Rohblöcken erzielen lassen (z. B. 150×150).
Stelle Vorteile des Stranggießens zusammen! Vergleiche dazu die Bilder 23/1 und 25/1!



26/1 Arbeitsgänge beim Herstellen von Kanalelementen: Einbringen der Bewehrung in die Form, Einbringen des Frischbetons, Entschalen

In der Bauindustrie werden Betonerzeugnisse für den Wohnungs-, Gesellschafts- und Industriebau durch Urformverfahren hergestellt. Dabei wird Frischbeton in Formen eingebracht, verteilt und verdichtet. Nach dem Erhärten, das durch Erwärmen beschleunigt wird, erfolgt die Entnahme aus der Dauerform (Bild 26/1).

Notwendigkeit einer hohen Werkstückqualität beim Urformen

9

In Gießereibetrieben arbeiten Werktätige verschiedener Berufe zusammen. *Konstrukteure* legen fest, welche Form und Maße Modelle, Kokillen oder Druckgußformen erhalten müssen, damit bestimmte Werkstücke gefertigt werden können. Nach den technischen Unterlagen arbeiten dann die *Modellbauer*. Es gibt die Spezialisierungsrichtungen Holzmodellbauer, Metallmodellbauer und Formenbauer. Der Formenbauer muß zum Beispiel Kokillen und komplizierte Druckgußformen herstellen können.
Gießereifacharbeiter bereiten die Formen und Gußwerkstoffe zum Gießen vor, gießen mit Hand- und Kranpfannen oder bedienen Gießanlagen. Für die Pflege und Reparatur von Anlagen zum Transportieren, Formen, Gießen und Putzen sind in Gießereibetrieben *Instandhaltungsmechaniker* eingesetzt.

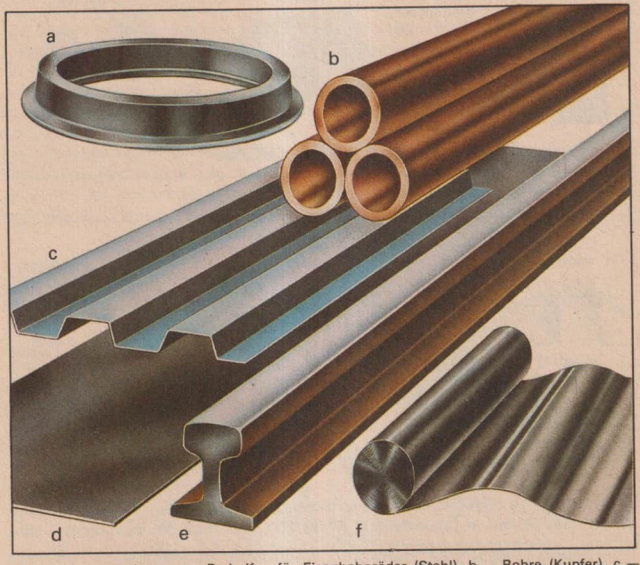
▶ Jeder Werktätige muß sich auf die Arbeit des anderen verlassen können. Jeder muß gewissenhaft arbeiten, damit Erzeugnisse mit geforderter Qualität geliefert werden können.

Ein einwandfreies Gußstück kann zum Beispiel nur durch sorgfältige Arbeit im Modellbau und in der Formerei bzw. Gießerei gewonnen werden. Dabei müssen die vorher festgelegten Angaben genau eingehalten werden, z. B. Schwindmaß, Anordnung der Eingußöffnungen und Temperatur des Gußwerkstoffes.
Gußstücke werden als wichtige Bauteile von Maschinen, Fahrzeugen und Gebrauchsgütern eingesetzt. Werktätige in Gießereien tragen deshalb eine hohe Verantwortung für die Funktionstüchtigkeit und Nutzungsdauer vieler wertvoller Erzeugnisse unserer Produktion (↗ Bilder 77/1, 77/2, 77/3).

Formgebung durch Walzen

Walzerzeugnisse und ihre Merkmale

10

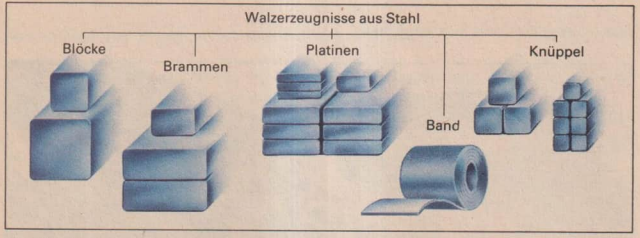


27/1 Walzerzeugnisse: a — Radreifen für Eisenbahnräder (Stahl), b — Rohre (Kupfer), c — Trapezblech (Stahl, plastbeschichtet), d — Blech (Stahl), e — Eisenbahnschiene (Stahl), f — Haushaltfolie (Aluminium)

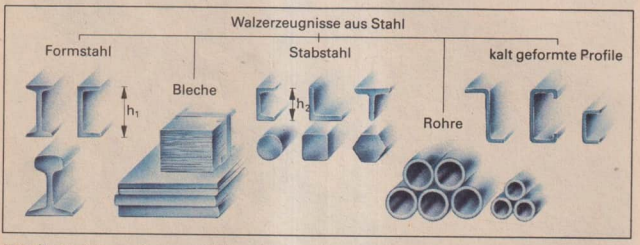
Viele Gebrauchsgegenstände werden aus Walzerzeugnissen hergestellt. So sind zum Beispiel Konservendosen, Metallverschlüsse von Limonaden- und Milchflaschen aus dem Walzerzeugnis Blech gefertigt. Jedoch lassen sich durch Walzen nicht so vielfältig geformte Erzeugnisse wie durch Gießen herstellen.
Walzerzeugnisse werden unter anderem in der Bauindustrie, im Werkzeugmaschinenbau, im Fahrzeugbau, im Schiffbau, im Chemieanlagenbau und in der Landtechnik verarbeitet.

Walzwerke, so heißen Betriebe, in denen gewalzt wird, liefern Walzerzeugnisse mit *unterschiedlicher Form* und aus *unterschiedlichen Metallen* (Bilder 27/1, 28/1 und 28/2).

Das Walzwerk in Kirchmöser fertigt zum Beispiel Stahlblech mit Dicken von 6 bis zu 16 mm, während das Walzwerk in Merseburg Folien (so heißen ganz dünne Bleche) aus Aluminium walzen kann, die nur 5 Mikrometer (5 Tausendstel mm) dick sind.



28/1 (Vor-)Erzeugnisse von Walzwerken



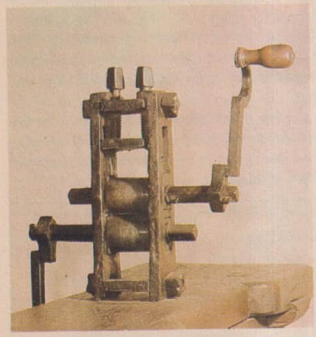
28/2 (Fertig-)Erzeugnisse von Walzwerken

Ein wesentliches Merkmal der meisten Walzerzeugnisse ist der in ihrer gesamten Länge *gleichbleibende Querschnitt* (↑ Bilder 28/1 und 28/2). Walzerzeugnisse sind nur aus *plastisch umformbaren Werkstoffen* herstellbar. Stahl läßt sich durch Biegen, Schmieden und Walzen bei hohen Temperaturen (1 100 · · · 1 200 °C, Glühfarbe gelb bis hellgelb) gut — und in kaltem Zustand begrenzt — in eine andere Form bringen. Auch Aluminium und Kupfer lassen sich warm leichter in eine andere Form bringen (umformen) als in kaltem Zustand. Gußeisen läßt sich nicht umformen.

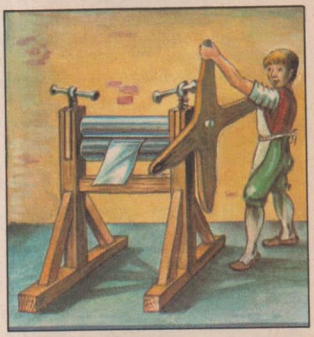
▶ Voraussetzung für die Walzbarkeit von Werkstoffen ist deren Plastizität. Metallische Werkstoffe lassen sich im warmen Zustand leichter umformen als im kalten Zustand.

Herstellen eines Walzerzeugnisses

Ein geschichtlicher Rückblick erleichtert das Verstehen des Fertigungsverfahrens Walzen. — Im 15. Jahrhundert walzte man Blechstreifen aus Kupfer und Silber mit einem kleinen Walzgerüst von Hand (/ Bild 29/1). Auch mit größeren Walzgerüsten wurden Blei- und Zinnplatten noch im 17. Jahrhundert *von Hand* gewalzt (/ Bild 29/2). ①



29/1 Walzgerüst 16. Jahrhundert



29/2 Walzgerüst 17. Jahrhundert

Historische Walzgerüste lassen wesentliche Merkmale erkennen, die wir noch heute bei Walzgerüsten wiederfinden.
In einem Walzgerüst sind zwei zylinderförmige glatte Walzen parallel zueinander angeordnet. Ihr Abstand voneinander kann durch Absenken (Anstellen) der Oberwalze verändert werden. Walzgerüste mit zwei Walzen werden auch kurz Duo-Gerüst genannt (Duo — zwei).
Das Walzgut muß die Walzen mehrmals passieren, bis es die gewünschte Dicke hat. Dabei wird nach jedem einzelnen Walzvorgang (Stich) der Abstand zwischen den Walzen weiter verringert. ② ③ ④

---

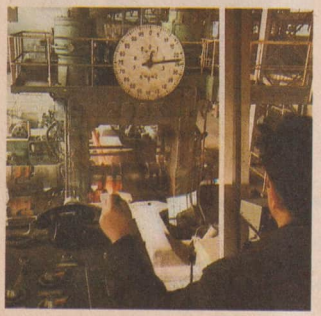
① Vergleiche die abgebildeten historischen Walzgerüste und beschreibe Merkmale, die beiden gemeinsam sind!
② Ermittle, welche Werkstoffe sich walzen lassen (z. B. Plastilin, Lötzinn, Gußeisen, Stahl)!
③ Walze ein quaderförmiges Stück aus Plastilin oder Ton mit einem zylindrischen Hilfsmittel! Beobachte und beschreibe die Veränderung von Querschnitt und Länge!
④ Stelle aus einem quaderförmigen Stück Plastilin oder Ton durch Walzen einen Stab mit quadratischem Querschnitt her!

Das Walzgut wird durch sich drehende Walzen gleichmäßig in einer Richtung bewegt, es wird dabei dünner und länger (gestreckt).

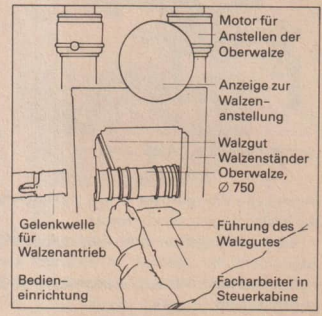
Glühender Stahl konnte erst gewalzt werden, als man *Wasserräder* zum Antreiben der Walzen einsetzte (etwa ab 1750). Als Adolph Menzel sein berühmtes Gemälde „Das Eisenwalzwerk" schuf (1872 bis 1875), trieben bereits *Dampfmaschinen* die Walzen an.

Das Walzgut mußte damals noch nach jedem einzelnen Walzvorgang mit großen Zangen zurückgereicht werden. Hin- und hergehendes Walzen bei wechselnder Drehrichtung der Walzen (Umkehrduo) gibt es erst seit dem Einsatz von *Elektromotoren* (1906).

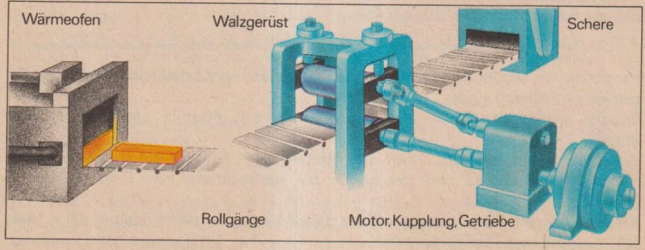
In einem Walzwerk unserer Zeit sind nur wenige Werktätige bei der Arbeit zu beobachten. Das Anstellen der Oberwalze und Ändern der Walzendrehrichtung nach jedem Stich, das Bedienen der Rollgänge und der Anlagen zum Trennen bewältigen die Maschinisten von zentralen Bedienständen (Steuerbühnen) aus (Bild 30/1).



30/1 Blockwalzen mit Duowalzgerüst



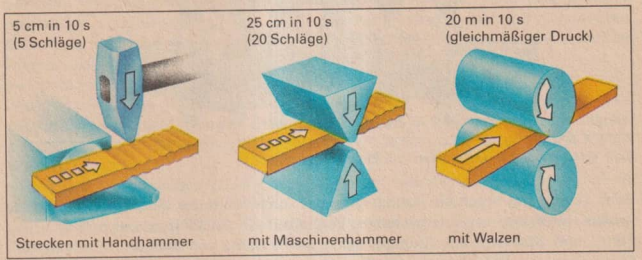
30/2 Erklärung zu Bild 30/1



30/3 Produktionsanlagen im Walzwerk

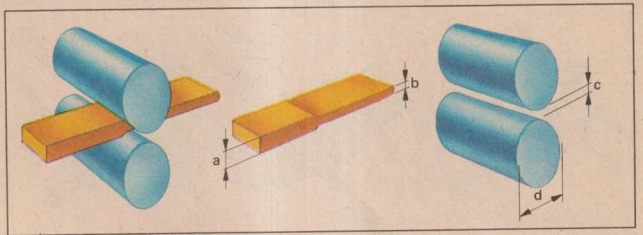
Beziehungen zwischen Walzenpaar und Walzgut

Beim *Schmieden* wird der plastische Werkstoff durch eine Folge von Schlägen mit dem Hand- oder Maschinenhammer *diskontinuierlich* (ruckweise) gestreckt. Beim *Walzen* strecken Ober- und Unterwalze das Walzgut durch hohen Druck von oben und unten *kontinuierlich* (gleichmäßig), und das Walzgut wird durch die Reibung zwischen den sich drehenden Walzen und dem Walzgut gleichmäßig in Längsrichtung fortbewegt. Diese Reibung schränkt ein Ausweichen des Walzgutes in die Breite ein. (1)



31/1 Vergleich von Schmieden und Walzen

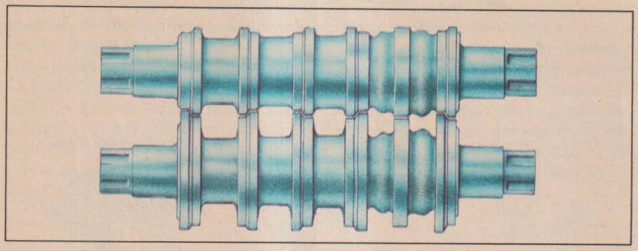
Walzgutdicke und Walzspalt. Der Abstand zweier Walzen zueinander — der Walzspalt — bestimmt beim Walzen von Blechen deren Dicke. (2)



31/2 Beziehungen zwischen Walzspalt und Walzgutdicke
($b < a$, $b \triangleq c$, $a > c$)

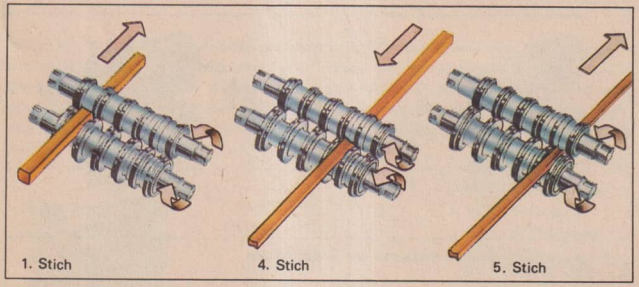
(1) Stelle beim Vergleichen von Schmieden und Walzen fest, welche beiden Aufgaben das wirkende Walzenpaar gleichzeitig erfüllt!
(2) Erkläre Beziehungen zwischen Walzspalt und Walzgutdicke! Nutze dazu Bild 31/2!

Walzerzeugnis — Walzenpaar. Für das Walzen von Form- und Stabstahl (↗ Bild 28/2) werden Walzen verwendet, in deren Umfang Einschnitte so eingearbeitet sind, daß ein Walzspalt mit mehreren unterschiedlichen Öffnungen (Kalibern) entsteht (↗ Bild 32/1).



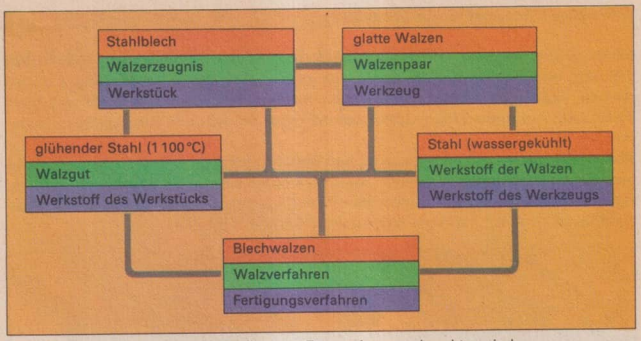
32/1 Walzenpaar für das Walzen von Eisenbahnschienen

Beim Durchgang durch ein Kaliber kann der Querschnitt des plastischen Walzgutes jeweils nur wenig verändert werden. Deshalb muß das Walzgut beim Walzen von Form- und Stabstahl aus Knüppeln eine ganze Reihe von Kalibern in bestimmter Folge passieren. Beim Walzen von Eisenbahnschienen setzt man zum Beispiel für die ersten Stiche ein Walzgerüst mit wechselnder Walzrichtung (Umkehrduo) ein (↗ Bild 32/2). Die weiteren Stiche werden dann in mehreren hintereinander angeordneten Walzgerüsten mit gleichbleibender Walzrichtung gewalzt.



32/2 Vorwalzen von Eisenbahnschienen im Umkehrduo

▶ Bestimmte Walzerzeugnisse (wie z. B. Form- und Stabstahl) lassen sich nur mit entsprechend geformten Walzenpaaren fertigen.



33/1 Beziehungen, die beim Herstellen von Erzeugnissen zu beachten sind

Walzgutquerschnitt — Walzgutlänge. Den Zusammenhang zwischen Querschnitt und Länge eines geometrischen Körpers bei gleichbleibendem Volumen erkennt man leicht, wenn man eine Flüssigkeit aus einem zylindrischen Gefäß in ein Gefäß mit kleinerem Durchmesser und größerer Höhe gießt. — Auch beim Walzen gilt: mit der Verringerung des Querschnittes vergrößert sich die Länge.

▶ Beim Walzen werden *Querschnitt und Länge* des Walzgutes durch Druck ausübende, sich gegensinnig drehende Walzen verändert. Das Volumen des Walzgutes bleibt dabei konstant.

Das Walzen des glühenden Metalls muß zügig erfolgen, damit die gewünschte Form des Walzerzeugnisses möglichst ohne ein erneutes Erwärmen des Walzgutes erreicht wird (Einsparung von Energie!). Je kleiner der Querschnitt eines Walzerzeugnisses ist, desto schneller kühlt das Walzgut ab.

Walzerzeugnis — Walzverfahren. Draht wird heute nur noch mit mehreren in Walzrichtung hintereinander angeordneten Walzenpaaren gewalzt.

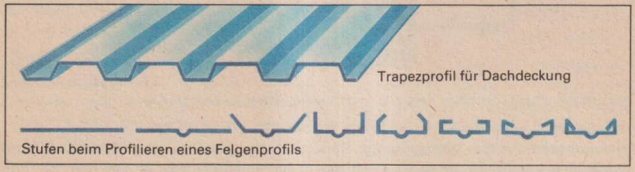
Da das Walzgut nach jedem Stich länger wird, ist die Austrittsgeschwindigkeit des Walzgutes beim Verlassen eines Walzenpaares größer als die Eintrittsgeschwindigkeit. Gleichzeitig im Eingriff stehende Walzenpaare müssen sich deshalb mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten drehen.

Auf der neuen **k**ontinuierlichen **D**raht-**S**traße (KDS-Anlage) in Brandenburg (Havel) werden Walzgeschwindigkeiten bis $50\,\frac{m}{s}$ erreicht!

① Stelle 2 gleichzeitig im Eingriff stehende Walzenpaare (durch je 2 Kreise) schematisch dar, zeichne die Drehrichtung der Walzen und das Walzgut mit seiner Bewegungsrichtung ein!

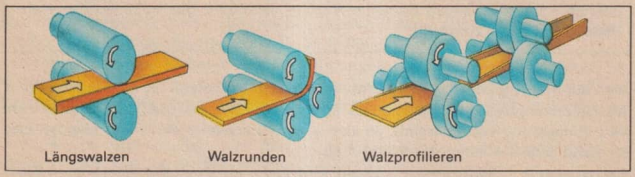
Damit unsere Betriebe ihre Produktion ständig weiter erhöhen können, wird angestrebt, die Endform von Bauteilen mit *möglichst wenigen Arbeitsgängen* zu erreichen. Außerdem werden immer mehr Bauteile hergestellt, die *leicht* und *doch stabil* sind. Auf diese Weise lassen sich Material, Energie und Arbeitskräfte einsparen.

Walzprofilieren — bedeutungsvoll für den Metall-Leichtbau. Gibt man dünnen Stahlblechen ein bestimmtes Profil (Bild 34/1), so werden sie stabiler und eignen sich z. B. zum schnellen Aufbau von Lagerhallen (Metall-Leichtbauweise). Solche Erzeugnisse werden durch Walzprofilieren hergestellt (Bilder 34/1 und 34/2). ① ②



34/1 Durch Walzprofilieren hergestellte Erzeugnisse

Beim *Profilieren* ändern sich nicht die Dicke und Länge des Werkstückes, sondern nur die Form des Querschnittes. Mehrere Walzenpaare bewirken beim Durchgang des Werkstückes (Metallbandes) ein *kontinuierliches* Biegen (Bild 34/2).



34/2 Walzenförmige Werkzeuge für unterschiedliche Fertigungsaufgaben

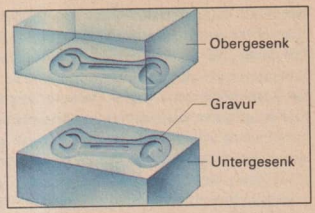
▶ Aus Stahlblechstreifen kalt gebogenes Halbzeug heißt Stahlleichtprofil. Es hat in der Längsrichtung einen gleichbleibenden Querschnitt.

Die Verfahren Walzen, Walzprofilieren und Runden (↗ Bild 34/2) sind Umformverfahren.

Ein weiteres Umformverfahren ist das **Gesenkpressen**. Hierbei erhält ein vorgeformtes Werkstück seine Form unter starkem Druck in einem zweiteiligen Werkzeug (Gesenk). Im Gesenk ist die Werkstückform — ähnlich wie bei einer Kokille — als Hohlraum (Gravur) enthalten (Bild 35/2).



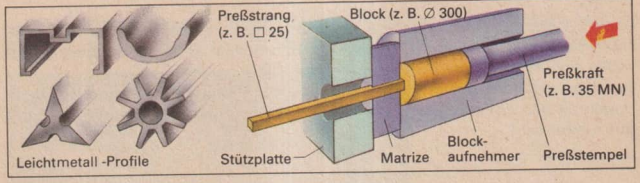
35/1 Schraubenschlüssel



35/2 Werkzeug für das Gesenkpressen

Durch Gesenkpressen werden Formteile aus Stahl und Nichteisenmetallen in großen Stückzahlen hergestellt. (3)
Auch Profile lassen sich durch Pressen herstellen.
Ähnlich wie man einen Tortenkrem-Strang zum Verzieren von Torten aus einer Spritze herausdrückt, wird erwärmtes Metall mit sehr hohem Druck durch eine Matrize zu einem Strang gepreßt: **Strangpressen.**

▶ Beim Umformen wird Werkstücken aus plastischem Werkstoff durch Druck eine andere Form gegeben. Dabei bleiben der Stoffzusammenhalt und das Volumen erhalten.



35/3 Strangpressen

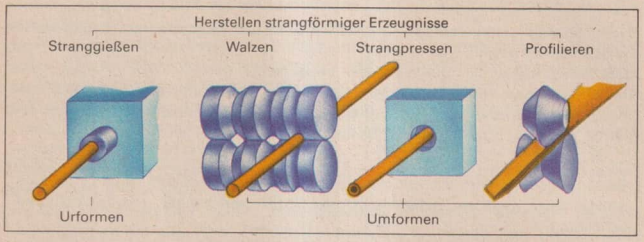
Vorzüge des Umformens. Für das Herstellen von Doppelmaulschlüsseln (Bild 35/1), die stark auf Biegung beansprucht werden, wird das Verfahren Gesenkpressen

(1) Stelle aus einem Modellwerkstoff (z. B. Alu-Folie) mit Stempel und Matrize ein L-Profil her und vergleiche dieses Profilherstellen (Gesenkbiegen) mit dem Walzprofilieren!
(2) Stelle Beispiele für den Einsatz von Leichtprofilen zusammen!
(3) Zwei Schraubenschlüssel zeigt Bild 35/1; der eine ist aus einer Aluminiumlegierung durch Druckgießen hergestellt, der andere durch Gesenkpressen aus Stahl. Erkläre Beziehungen zwischen den Anforderungen an das Werkstück, dem Werkstoff des Werkstückes und dem Fertigungsverfahren (↗ Bild 33/1).

genutzt. Die Materialteilchen des glühenden Stahls werden dabei besonders fest zusammengedrückt, und die Werkstückgestalt kommt der *Endform* des Schraubenschlüssels sehr nahe, so daß nur noch wenige Arbeitsgänge zur Fertigstellung des Erzeugnisses folgen müssen.

Umformverfahren bringen Vorteile für die Fertigung:

- Wenige Arbeitsgänge bis zur Endform eines Erzeugnisses sparen Arbeitszeit.
- Halbzeug und Formteile sind mit nur geringem Materialverlust herstellbar.
- Leichte, dünnwandige Profile benötigen wenig Materialeinsatz (Bild 34/1) und sind vielfältig anwendbar.
- Große Maschinen und Anlagen zum Umformen bringen eine hohe Produktionsleistung und brauchen nur von wenigen Werktätigen bedient zu werden.



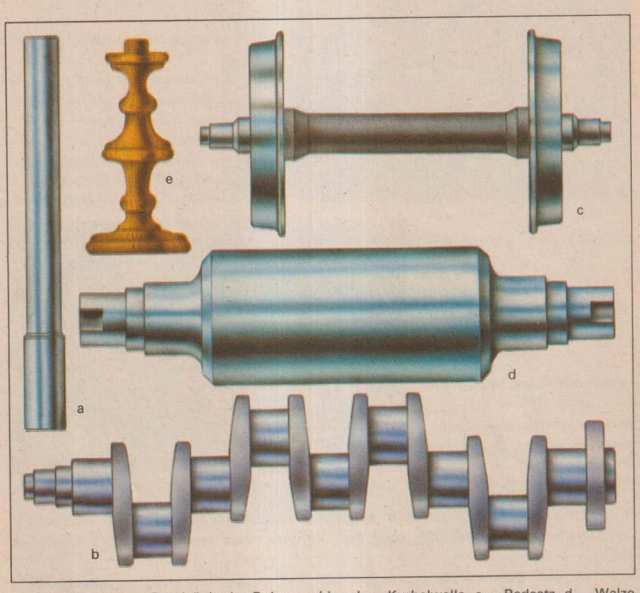
36/1 Einordnung einiger Fertigungsverfahren

Diese Vorzüge können sich jedoch nur dann auswirken, wenn die Verfahren entsprechend den gegebenen Bedingungen (z. B. benötigte Stückzahl der Erzeugnisse) richtig eingesetzt und die Maschinen richtig bedient werden.

Das zeigt die hohe Verantwortung der Ingenieure, Meister und Facharbeiter für Umformtechnik beim Einsatz und bei der Bedienung der Maschinen und Anlagen zum Umformen.

Formgebung durch Drehen

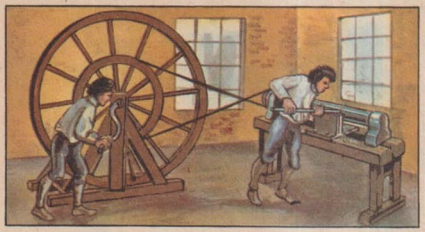
Drehteile und ihre Merkmale



37/1 Drehteile: a — Rundsäule der Bohrmaschine, b — Kurbelwelle, c — Radsatz, d — Walze, e — Leuchter

Durch Urform- und Umformverfahren kann man nicht immer die gewünschten Formen und die erforderliche Genauigkeit von Erzeugnissen schaffen. Im Werkunterricht und in der produktiven Arbeit mußte gesägt, gebohrt und gefeilt werden, um die Endform und die geforderten Maße der Werkstücke aus Holz, Plast oder Metall zu erreichen. Mit diesen Fertigungsverfahren ist es jedoch kaum möglich, zum Beispiel den abgebildeten Erzeugnissen die genauen, runden Formen zu geben (Bild 37/1). Hierfür wird ein spezielles Fertigungsverfahren eingesetzt, das *Drehen*. ① ②

Bereits um 1500 beschrieb LEONARDO DA VINCI eine Maschine, durch die das zu bearbeitende Werkstück in eine Drehbewegung versetzt werden konnte, während ein Meißel Späne abtrennte. Die Arbeit an solch einer Maschine war sehr schwer, da sowohl das Drehen des Werkstückes als auch das Halten und Führen des Meißels von Hand erfolgte (Bild 38/1). Mit der ständigen Verbesserung der Drehmaschinen konnten die Werkstücke immer genauer bearbeitet werden, und die Arbeit des Drehers wurde leichter (Bild 38/2).



38/1 Arbeit an einer Drehmaschine im 18. Jahrhundert

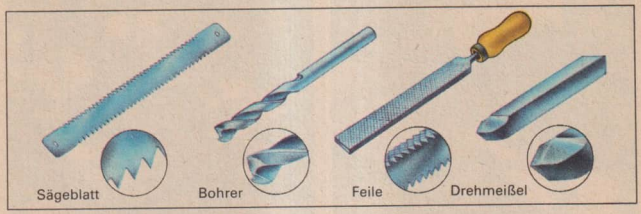


38/2 Arbeit an einer Drehmaschine in der Gegenwart (Produktive Arbeit Kl. 9)

Die durch das Fertigungsverfahren Drehen bearbeiteten Werkstücke werden als Drehteile bezeichnet. Bild 37/1 zeigt, daß Drehteile verschiedene Formen und Größen haben.
Drehteile sind Bestandteile von Maschinen, Fahrzeugen und anderen Erzeugnissen. So werden z. B. Uhrenteile von wenigen Millimetern Länge, Wellen für Turbinen mit einer Länge von mehreren Metern oder Seilscheiben mit einem Durchmesser von mehreren Metern gedreht.
Ein typisches Merkmal von Drehteilen ist ihre *rotationssymmetrische Form.*

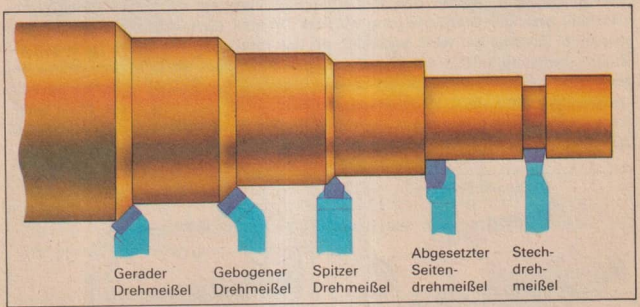
▶ Durch Drehen werden rotationssymmetrische Werkstücke (Drehteile) mit unterschiedlichen Formen und Abmessungen aus verschiedenen Werkstoffen hergestellt bzw. bearbeitet.

Aufbau des Drehmeißels. Das Werkzeug für das Fertigungsverfahren Drehen heißt *Drehmeißel*. Er besteht aus einem Schneidenteil und einem Schaft (Bild 39/1). Beim Vergleich des Drehmeißels mit den bekannten Werkzeugen Säge, Bohrer, Feile sind Gemeinsamkeiten zu erkennen.



39/1 Werkzeuge spanender Trennverfahren

Alle abgebildeten Werkzeuge haben Schneiden zum Abtrennen des Werkstoffes. Für das Drehen werden unterschiedliche Drehmeißelarten verwendet. Ihr Einsatz richtet sich nach der Bearbeitungsaufgabe am Drehteil (Bild 39/2).

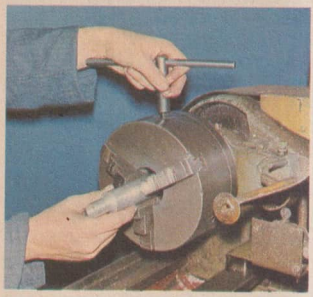


39/2 Unterschiedliche Drehmeißelarten

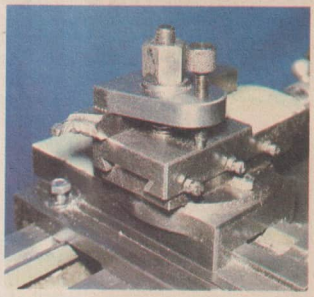
(1) Nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede der in Bild 37/1 dargestellten Werkstücke!

(2) Nenne weitere Erzeugnisse oder Teile von Erzeugnissen, die durch Drehen hergestellt wurden! Begründe, welche Anforderungen ihre Verwendung an die Oberflächenbeschaffenheit stellt!

Einspannen von Drehteil und Drehmeißel. Für die Bearbeitung werden das Drehteil (Werkstück) und der Drehmeißel (Werkzeug) eingespannt. Zum Einspannen des Drehteils wird oft ein Dreibackenfutter verwendet (Bild 40/1). Die Spannvorrichtung für den Drehmeißel heißt Drehmeißelhalter (Bild 40/2).

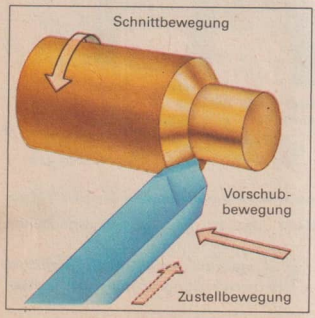


40/1 Einspannen des Drehteils in ein Dreibackenfutter

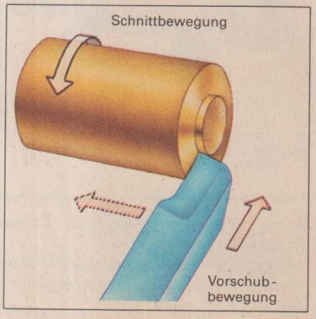


40/2 Drehmeißelhalter mit Drehmeißel

Bewegungen beim Drehen. Das Dreibackenfutter überträgt die vom Motor der Drehmaschine erzeugte Drehbewegung auf das Drehteil (Schnittbewegung). Der eingespannte Drehmeißel wird geradlinig an das rotierende Werkstück herangeführt (Zustellbewegung) und trennt beim Eindringen einen Span ab. Wird der Drehmeißel längs (parallel) zur Werkstückachse bewegt (Vorschubbewegung), sprechen wir vom Längsdrehen (Bild 40/3). Das Werkstück erhält eine zylindrische Form. Beim Querdrehen verläuft die Vorschubbewegung im Winkel von 90° zur Werkstückachse, z. B. beim Plandrehen (Bild 40/4).

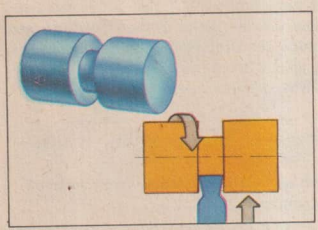


40/3 Längsdrehen

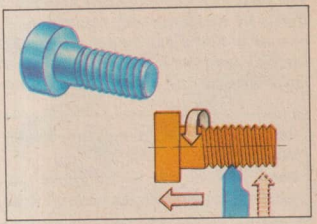


40/4 Plandrehen

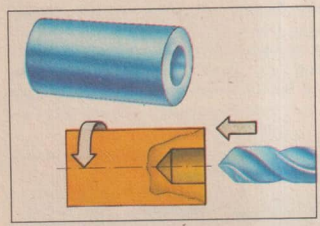
Weitere Bearbeitungsmöglichkeiten auf der Drehmaschine. Neben zylindrischen Drehteilen (Bild 40/3) und ebenen Stirnflächen an Drehteilen (Bild 40/4) können auch kompliziertere Formen gefertigt werden, wie z. B. Einstiche (Bild 41/1), Außengewinde (Bild 41/2), Bohrungen (Bild 41/3) oder andere Formen (Bild 41/4). Dabei führt das Werkstück immer eine Drehbewegung aus. Die Anstell- und Vorschubbewegungen sind meist geradlinig. (1) (2)



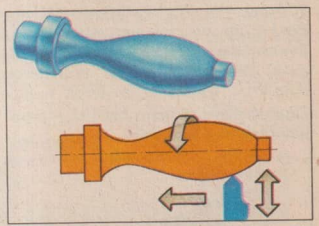
41/1 Einstechen



41/2 Außengewinde drehen



41/3 Bohren auf der Drehmaschine



41/4 Formdrehen

▶ Drehen — Abtrennen von Werkstoff bei rotierender Bewegung des Werkstücks und geradliniger Bewegung des Werkzeugs.

(1) Bestimme in den Bildern 41/1, 41/2 und 41/3 die Zustell- und Vorschubbewegung! Vergleiche mit den Bildern 40/3 und 40/4!
(2) Vergleiche die Bewegungen von Werkstück und Bohrer beim Bohren auf der Drehmaschine und auf der Bohrmaschine!
(3) In der Aufgabe 2 (↱ S. 39) hast du weitere Drehteile genannt. Bestimme an diesen Drehteilen die notwendigen Bewegungen von Werkstück und Werkzeug bei der Bearbeitung!

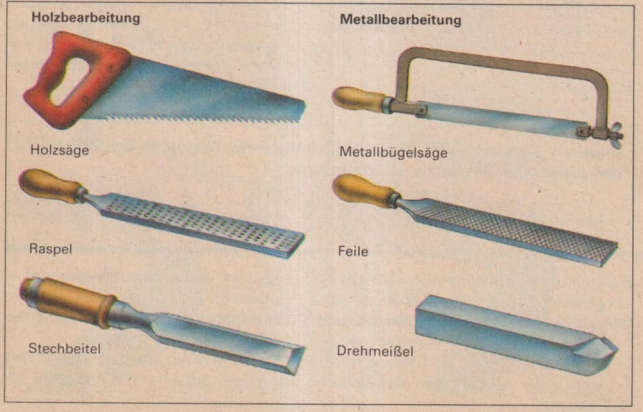
Beziehungen zwischen Drehmeißel und Werkstoff des Drehteils

Vorgang im Werkstoff bei der Spanabnahme. Durch Drehen werden Werkstücke aus Stahl, Grauguß, Aluminium, PVC bearbeitet (↑ Tech i Üb, S. 106/107). Damit ein Span abgetrennt werden kann, muß der Drehmeißel mit seiner Schneide in das Werkstück (Drehteil) eindringen.

Aus dem Physikunterricht ist bekannt, daß feste Stoffe aus Teilchen bestehen, die durch die Kohäsionskraft zusammengehalten werden. Beim Drehen bewirken mechanische Kräfte das Eindringen der Schneide des Drehmeißels in das Werkstück. Dadurch wird die Kohäsionskraft zwischen den Werkstoffteilchen an der Eindringstelle überwunden, und die Teilchen werden voneinander getrennt. (1)

▶ Beim Drehen dringt der Drehmeißel mit seiner Schneide in das rotierende Werkstück ein.
Dabei wird an der Eindringstelle die Kohäsionskraft zwischen den Werkstoffteilchen überwunden. Es wird ein Span abgetrennt.

Wirkung von Werkstoffeigenschaften beim Drehen. Im Werkunterricht wurden Werkstücke aus Holz und aus Metall gesägt. Dabei war festzustellen, daß für die Bearbeitung von Holz weniger Kraft nötig ist als für Metall. Es unterscheiden sich auch die Werkzeuge für Holzbearbeitung von denen für Metallbearbeitung (Bild 42/1), weil jeder Werkstoff bestimmte Bearbeitungseigenschaften hat. Diese Eigenschaften müssen bei der Auswahl und dem Einsatz von Trennwerkzeugen berücksichtigt werden.



42/1 Werkzeuge für die Holz- und Metallbearbeitung

Der Werkstoff des Drehteils setzt dem Drehmeißel bei der Bearbeitung einen Widerstand entgegen. Die Größe dieses Widerstandes ist von der Festigkeit des Werkstoffes abhängig. Damit die Schneide des Drehmeißels in den Werkstoff eindringen und einen Span abtrennen kann, muß sie eine höhere Festigkeit besitzen als der Werkstoff des Werkstückes. Der Drehmeißel muß beim Abtrennen des Spans auch der Reibungswärme (oft bis 800 °C) standhalten und scharf bleiben. Die Schneide darf sich nicht so schnell abnutzen. Sie soll verschleißfest (standfest) sein, damit möglichst lange mit dem Drehmeißel gearbeitet werden kann.

Drehen — ein spanendes Trennverfahren

17

Die Fertigungsverfahren Feilen, Sägen, Bohren, Abschneiden und Drehen haben folgende Gemeinsamkeiten:

- Die Form des Werkstückes wird geändert, indem spanlos (Abschneiden) oder spanend Werkstückteile abgetrennt werden.
- Der Stoffzusammenhalt wird an der Trennstelle aufgehoben.
- Bei der Formänderung wird die Masse des Werkstückes verringert.
- Es werden Werkzeuge verwendet, die eine oder mehrere Schneiden besitzen (Feile, Säge, Bohrer, Drehmeißel — Bild 39/1).

Diese genannten Fertigungsverfahren sind Trennverfahren, wobei der Vorgang des Trennens spanlos oder spanend sein kann. (2)

▶ Trennen — Ändern der Form fester Körper durch Aufheben des Stoffzusammenhalts an der Trennstelle.

(1) Erläutere den Vorgang im Werkstoff bei der Spanabtrennung!
Denke an den Aufbau fester Stoffe!

(2) Übertrage die Tabelle „Trennverfahren" auf ein Arbeitsblatt und ergänze sie!

Trennverfahren	spanend/spanlos	Anzahl der Schneiden
Schneiden (Messer)		
Schneiden (Schere)		
Bohren		
Sägen		
Feilen		
Drehen		

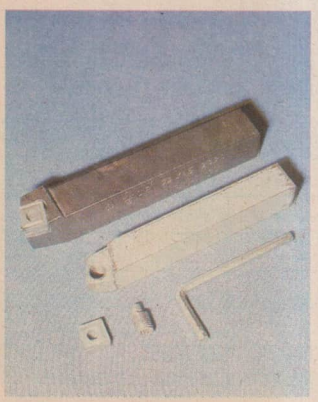
Das Drehen ist ein weitverbreitetes Fertigungsverfahren in der Produktion. Viele Millionen Drehteile werden jährlich hergestellt, und die Stückzahl wird ständig weiter gesteigert.

Dabei müssen Material, Energie und Arbeitszeit eingespart werden.

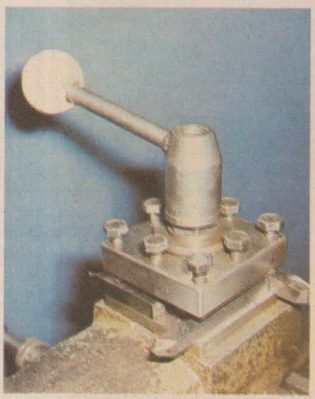
Das kann man durch verschiedene Maßnahmen erreichen. Eine Möglichkeit der Steigerung der Stückzahl von Drehteilen je Maschine und Arbeitstag besteht darin, die *Drehzahl* des Werkstückes bei der Bearbeitung zu *erhöhen* (Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit). Je größer die Schnittgeschwindigkeit wird, desto größer wird aber auch die Reibung an der Schneide, die beim Eindringen des Drehmeißels in den Werkstoff auftritt, und damit auch die Reibungswärme. Die Schneide des Drehmeißels muß also aus einem sehr harten und zugleich wärmebeständigen Werkstoff bestehen. Solche Werkstoffe sind teuer in der Herstellung und müssen deshalb sparsam eingesetzt werden. Es werden Drehmeißel verwendet, bei denen der Schaft aus einfachem Stahl und nur der Schneidenteil aus einem sehr harten, wärmebeständigen Werkstoff (Hartmetallplatte) besteht. Die *Hartmetallplatte* wird auf den Schaft des Drehmeißels aufgelötet und sorgfältig scharf geschliffen. Ist die Hartmetallplatte abgenutzt und nicht mehr anschleifbar, muß nur eine neue Platte aufgelötet werden.

Schneller geht das Auswechseln, wenn man einen Drehmeißel mit festgeklemmter Hartmetallplatte einsetzt. Der Vorteil dieser Platte besteht darin, daß sie mehrere Schneiden hat und beidseitig verwendbar ist (Wendeplatte) (Bild 44/1).

Bei der Bearbeitung eines Werkstückes kann es notwendig sein, verschiedene Arbeitsgänge auf der Drehmaschine auszuführen, wie zum Beispiel Längsdrehen, Plandrehen, Einstechen (↗ Bild 39/2). Für jeden Arbeitsgang wird ein anderer Dreh-



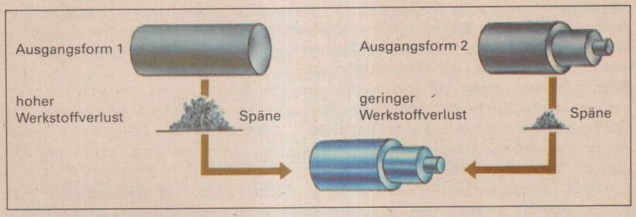
44/1 Drehmeißel mit Hartmetallplatte



44/2 Mehrfach-Drehmeißelhalter

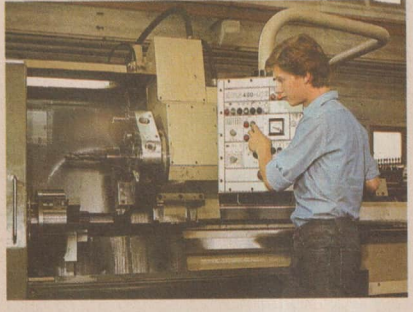
meißel benötigt. Der Facharbeiter müßte also nach jedem Arbeitsgang den verwendeten Drehmeißel aus- und den neuen Drehmeißel einspannen (↗ Bild 40/2). Das würde viel Arbeitszeit beanspruchen. Schneller geht es, wenn alle benötigten Drehmeißel in einen *Mehrfach-Drehmeißelhalter* zusammen eingespannt werden. Da dieser um 360° schwenkbar ist, kann für den jeweiligen Arbeitsgang der erforderliche Drehmeißel durch das Schwenken des Meißelhalters schnell in die Arbeitsstellung gebracht werden (Bild 44/2). ①

Wie bei jedem spanenden Trennverfahren geht auch beim Drehen wertvoller Werkstoff durch die Späne verloren. Diese Werkstoffverluste können verringert werden, wenn die Ausgangsform des Werkstückes (Rohling) der Endform angenähert wird (Bild 45/1). Das läßt sich durch die dem Drehen vorangehenden Fertigungsverfahren (Gießen, Walzen) erreichen.



45/1 Vergleich von Ausgangs- und Endform von Drehteilen

Moderne Drehmaschinen. In den Bildern 38/1 und 38/2 sind zwei Etappen der Entwicklung von Drehmaschinen dargestellt. Die Werktätigen unserer Produktions-



45/2 Moderne Drehmaschine

① Nenne und erläutere Möglichkeiten zur Senkung der Bearbeitungszeit von Drehteilen!

betriebe und die Wissenschaftler überlegen ständig, wie mit den Maschinen noch genauer und schneller gearbeitet und wie dabei die Arbeit des Menschen noch mehr erleichtert werden kann. So entwickelten sie Drehmaschinen, die der Dreher einstellt, und die dann alle Bewegungen zur Bearbeitung von Werkstücken und den Werkzeugwechsel selbsttätig ausführen. Der Dreher kontrolliert die Arbeit der Maschine (Bild 45/2).

Verantwortung des Drehers. Der Beruf des Drehers (Zerspanungsfacharbeiter) hat ein hohes Ansehen in unserer sozialistischen Volkswirtschaft. Der Dreher ist verantwortlich für die genaue Bearbeitung der Werkstücke, die Funktionstüchtigkeit seiner Drehmaschine, die Nutzungsdauer der Werkzeuge sowie den sparsamen Verbrauch von Werkstoffen. Deshalb muß er vor allem seine Maschine genau kennen, sie gewissenhaft warten und pflegen und sorgfältig mit den Werkzeugen umgehen.

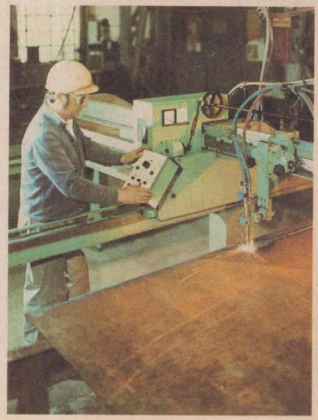
Brennschneiden als weiteres Trennverfahren. Neben den mechanischen Trennverfahren Sägen, Feilen, Bohren oder Drehen wird in der modernen Produktion auch das Brennschneiden zum Trennen genutzt.

Bild 46/1 zeigt einen Schneidbrenner, der bei diesem Fertigungsverfahren verwendet wird. Durch den Schneidbrenner wird ein brennendes Gasgemisch auf die Trennstelle geleitet und diese auf 1 200 ... 1 300 °C erwärmt. Durch einen Sauerstoffstrahl wird der Werkstoff verbrannt, und die Verbrennungsrückstände werden aus der Schnittfuge geschleudert.

Mit dem Schneidbrenner können unterschiedliche Formen am Werkstück ab- oder herausgetrennt werden. Das Brennschneiden wird vor allem zum Trennen von Stahlblechen, Stahlplatten, Stahlträgern und Eisenbahnschienen eingesetzt (Bilder 46/1 und 46/2).



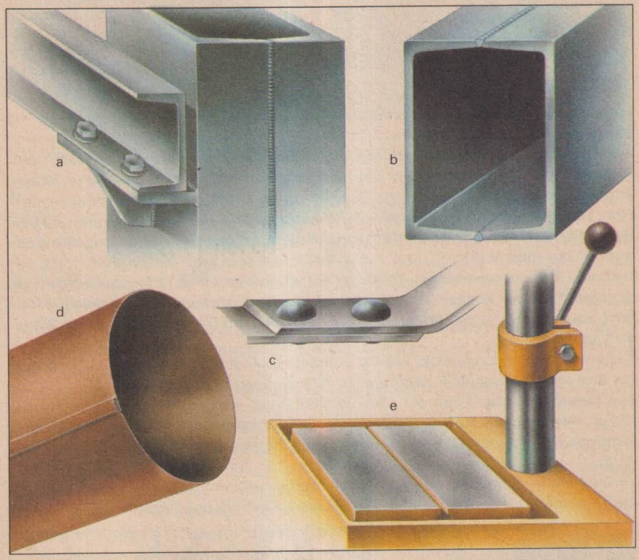
46/1 Schneidbrenner



46/2 Arbeiter beim Brennschneiden

Herstellen von Baugruppen, Maschinen und Bauwerken durch Verbinden

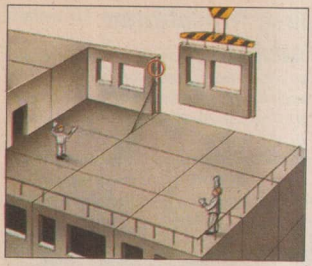
Verbindungen und ihre Merkmale



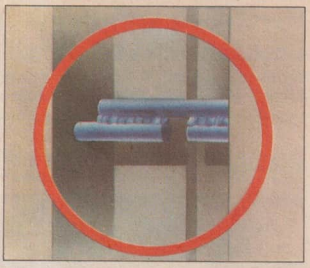
47/1 Beispiele von Verbindungen: a — Schraubverbindung, b — Schweißverbindung, c — Nietverbindung, d — Falzverbindung, e — Klemmverbindung

Erzeugnisse bestehen überwiegend aus verschiedenartigen Einzelteilen, die zu Baugruppen, Geräten und Maschinen verbunden wurden. Das gilt für eine Tischbohrmaschine ebenso wie für Krane, PKW, Traktoren, Möbel, Wohnhäuser oder Leichtbauhallen.

Die Herstellung einer Leichtbauhalle erfordert ein festes und zuverlässiges Verbinden von Stützsäulen und Trägern. Das wird z. B. durch Verschrauben oder Schweißen erreicht. Auch moderne Wohnbauten werden aus Einzelteilen (z. B. Außenwandplatten mit eingebauten Fenstern) montiert (Bild 48/1). Dabei wird die in den Wandplatten



48/1 Montage eines Wohnblockes



48/2 Verbindung von Außenwandplatten

befindliche Bewehrung aus gewaltem Rundstahl verschweißt und die Fuge mit Mörtel ausgegossen (Bild 48/2).

Zwischen den Einzelteilen werden also entsprechend der Erzeugnisart, dem Werkstoff und den geforderten Gebrauchseigenschaften unterschiedliche Verbindungen geschaffen.

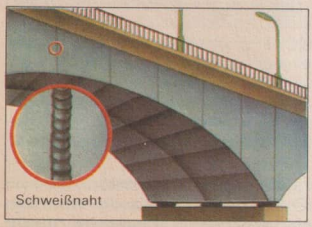
Eine Verbindung hat die **Aufgabe**, Teile konstruktionsgerecht zusammenzuhalten. Dabei muß sie ein sicheres und dauerhaftes Funktionieren des Erzeugnisses gewährleisten (Bild 48/3).

Während bestimmte Formen kleiner Erzeugnisse aus einem Stück gefertigt (z. B. gegossen) werden können, lassen sich großräumige Erzeugnisse, wie Brücken, Krane oder Häuser, nur aus Baugruppen oder Einzelteilen am Einsatzort montieren (Bilder 48/1 und 48/3).

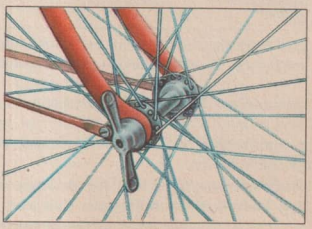
Bestimmte Verbindungsarten, wie die Schraubverbindung, erleichtern bei Störungen am Erzeugnis die schnelle Reparatur (z. B. Reifenpanne — Bild 48/4). (1)

Zur **Herstellung** der Mehrzahl von Verbindungen werden Verbindungsmittel benötigt. Das können Verbindungselemente, wie Schrauben, Stifte, Nägel, Niete, oder formlose Stoffe, wie Metallschmelzen, Klebstoffe und Beton, sein (Bilder 47/1 und 48/2).

Verbindungen können aber auch durch Umformen der zu verbindenden Teile erreicht werden, z. B. Falzen (Bild 47/1), Bördeln, Flechten und Weben.



48/3 Geschweißte Brücke



48/4 Vorderradbefestigung

Viele Erzeugnisse bestehen aus Baugruppen, die durch Verbinden von zwei oder mehreren Einzelteilen geschaffen werden. Das kann mit Verbindungselementen, formlosem Stoff oder durch Umformen erfolgen.

Abhängig vom Verwendungszweck sind Verbindungen entweder *unlösbar* oder *lösbar*. Unlösbare Verbindungen (z. B. Kleb- und Nietverbindungen) können nur durch Zerstören der Verbindungsstellen gelöst werden. Lösbare Verbindungen (z. B. Schraub- und Steckverbindungen) sind beliebig oft lös- und herstellbar. Dazu erforderliche Verbindungselemente (z. B. Schraube) sind wiederholt verwendbar. Mittels Verbindungselementen geschaffene Verbindungen können starr oder beweglich sein. (2) (3)

Verbindungsverfahren werden schon seit langer Zeit angewendet.

Zum Herstellen von einfachen Geräten steckte man im 4. Jahrtausend v. u. Z. Holzteile in vorbereitete Bohrungen. Im Mittelalter wurde dieses Verfahren, das Dübeln, z. B. beim Bauen von Fachwerkhäusern benutzt. Noch heute ist es für die Möbelherstellung wichtig.

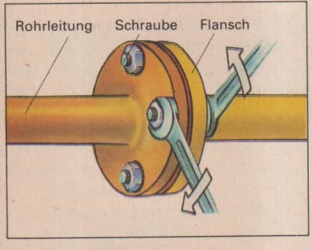
Nieten und Verschrauben gewannen erst mit der technischen Entwicklung im 18. Jahrhundert an Bedeutung.

Besonders stürmisch entwickelte sich in den letzten Jahrzehnten das Schweißen.

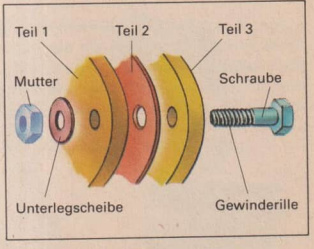
Verbinden durch Verschrauben

20

Durch Verschrauben lassen sich verschiedene Teile lösbar miteinander verbinden (Bild 49/1).



49/1 Herstellen einer Flanschverbindung



49/2 Aufbau einer Schraubverbindung

(1) Nenne Beispiele für Verbindungen und charakterisiere ihre besondere Aufgabe!
(2) Bestimme und begründe den Einsatz der Verbindung zwischen Fahrradrahmen und Sattelstütze!
(3) Nenne und begründe Beispiele für starre und bewegliche Verbindungen!

Beim Verschrauben wird z. B. eine Mutter auf eine Schraube gedreht und in Richtung Schraubenkopf bewegt. Dabei preßt sie die dazwischen befindlichen Teile aneinander (Bild 49/2). Das wichtigste Merkmal von Schrauben und Muttern ist das Gewinde. Zwischen einem Gewinde und einer geneigten Ebene (↗ Ph i Ü, S. 76) besteht ein gesetzmäßiger Zusammenhang. Er kann verdeutlicht werden, indem man ein Papierdreieck auf einen Zylinder aufwickelt. Die geneigte Ebene zeigt sich hierbei als Schraubenlinie (Bild 50/1). Die Höhe h der geneigten Ebene entspricht dabei der Steigung P des Gewindes. Das bedeutet, daß auch die aus dem Physikunterricht bekannte Beziehung an der geneigten Ebene $F \cdot l = G \cdot h$ gültig ist. Hierbei entspricht G der Anpreßkraft F_A. Für l kann vereinfacht der Umfang der Schraube angenommen werden, der sich aus dem Produkt des Durchmessers d der Schraube mit der Konstanten π (3,14) ergibt. F ist jene Kraft, die durch das Festziehen der Schraube mit Schraubenschlüssel oder Schraubendreher auf das Gewinde wirkt (Bild 49/1). Somit lautet die Beziehung

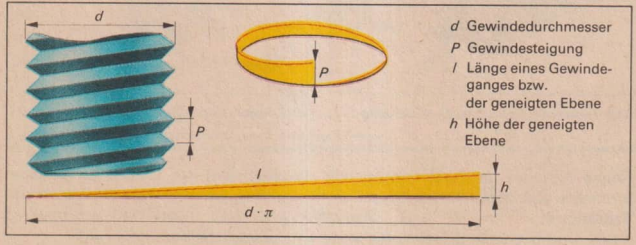
$$F \cdot d \cdot \pi = F_A \cdot P$$

Für die Ermittlung der Anpreßkraft F_A ergibt sich demnach $F_A = \frac{F \cdot d \cdot \pi}{P}$ (Bild 51/1).

Aus dieser Beziehung ist erkennbar, daß mit einer kleinen Kraft F eine große Anpreßkraft und bei geringerer Gewindesteigung P eine noch größere Anpreßkraft F_A erreicht wird. (1)

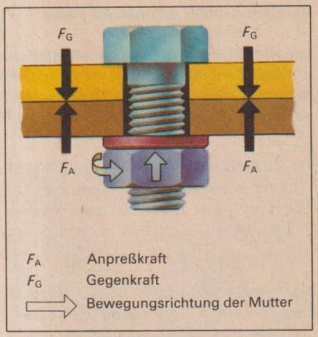
▶ Stark belastete Schraubverbindungen erfordern eine große Anpreßkraft. Diese wird durch Schrauben mit großem Durchmesser und kleiner Gewindesteigung erreicht.

Aufgrund der Reibung zwischen den Werkstückflächen sowie den Gewinden von Schraube und Mutter werden die Teile in ihrer beabsichtigten Lage gehalten. Die **Werkstoffe** für Schrauben müssen eine hohe Festigkeit haben. Werden sehr feste Werkstoffe verwendet, können die Abmessungen der Schrauben bei gleicher Kraftwirkung verringert oder kann bei gleicher Abmessung die Kraftwirkung erhöht werden. (2)



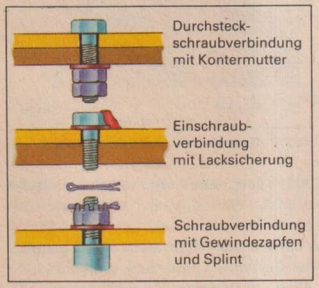
50/1 Abwicklung einer Schraubenlinie

Zur Herstellung von Erzeugnissen werden in der Produktion vielfältige Arten von Schraubverbindungen verwendet (Bild 51/2). Das erfordert ihre zweckmäßige konstruktive Gestaltung und Sicherung gegen selbsttätiges Lösen. Außerdem gibt es noch das direkte Verschrauben von Teilen, wie z. B. von Rohren und Auslaufventilen. In diesem Falle wird kein zusätzliches Verbindungselement (Schraube, Mutter) benötigt. Trotz konstruktiver Unterschiede ist allen Schraubverbindungen das Ineinandergreifen der Form von Außen- und Innengewinde mit gleichem Durchmesser und gleicher Steigung gemeinsam (Bild 51/3).

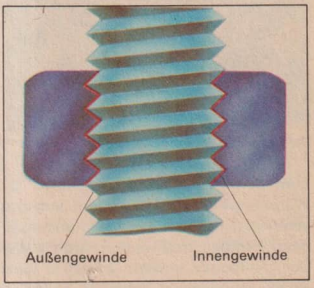


51/1 Kraftwirkung an Schraubverbindung

▶ Beim Verschrauben werden zwei oder mehrere Teile durch Ineinandergreifen von Außen- und Innengewinde mit hoher Anpreßkraft lösbar verbunden.



51/2 Schraubverbindungen mit Sicherung



51/3 Ineinandergreifen der Gewinde

1. Begründe, warum Verschrauben ein Verbinden durch Anpressen der Teile ist!
2. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Größe der zu verbindenden Teile, dem Durchmesser der Schraube und der Belastbarkeit der Schraubverbindung?
3. Suche nach weiteren Möglichkeiten, die im Bild 51/2 dargestellten Schraubverbindungen zu sichern! Benutze dabei Tech i Üb, S. 75!
4. Erkläre, welchen Einfluß schadhaftes Gewinde auf die Haltbarkeit und Zuverlässigkeit einer Schraubverbindung hat!

Verbinden durch Schmelzschweißen

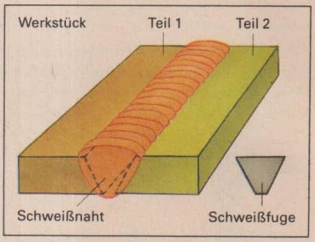
Zur Herstellung von Erzeugnissen müssen häufig Einzelteile fest, dicht und unlösbar miteinander verbunden werden. Das betrifft z. B. Schiffskörper, Eisenbahnwaggons, Behälter, Brücken, Kessel, Gittermaste. Diesen Zweck erfüllt das *Schmelzschweißen*, zu dem das *Lichtbogenschweißen* (Bild 52/1) und das *Gasschweißen* gehören. (1)

▶ Beim Schmelzschweißen werden die Stoßkanten der zu verbindenden Teile durch Zufuhr von Wärme aufgeschmolzen. Die Schmelze der beiden Stoßkanten (Grundwerkstoff) und eines Zusatzwerkstoffes vermischen sich und füllen die von den Stoßkanten gebildete Schweißfuge aus.

Beim Abkühlen erstarrt die Schmelze und bildet die Schweißnaht. Es entsteht eine feste, unlösbare Verbindung (Bild 52/2).



52/1 Lichtbogen-Handschweißen



52/2 Aufbau einer Schweißverbindung

Zum Schmelzen der Werkstoffe (z. B. Stahl, Aluminium) wird eine **technische Wärmequelle** benötigt, die eine ausreichend große Wärmemenge schnell und konzentriert auf die Schweißstelle überträgt.
Beim *Lichtbogenschweißen* wird die Wärme eines elektrischen Lichtbogens genutzt. Der Lichtbogen entsteht zwischen einer Metallelektrode und dem Werkstück. Zu seiner ständigen Erzeugung bedarf es einer geeigneten Schweißstromquelle (Bild 53/1). Der Lichtbogen hat eine weiß-blaue Farbe. Mit einer Temperatur von 4 000 °C schmilzt er Metalle verschiedenster Art.

▶ Nicht in den Lichtbogen sehen! Der Lichtbogen sendet Strahlen aus, die Augenentzündungen bewirken!

Beim *Gasschweißen* hingegen wird die Wärme durch Verbrennen eines Brenngases mit Sauerstoff geliefert. Die Flamme besitzt eine Temperatur von etwa 3 000 °C. Eine wichtige Voraussetzung für das Schmelzschweißen ist die **Schweißbarkeit der Werkstoffe.** Aus dem Physikunterricht ist bekannt, daß ein fester Körper durch Zufuhr

von Wärme bei Erreichen seiner Schmelztemperatur (z. B. Stahl 1 400 °C, Blei 327 °C) flüssig wird. (↗ Gießen, S. 15) ② ③

Beim **Lichtbogenschweißen** muß der Schweißer zunächst eine Schweißfuge vorbereiten, eine Elektrode in den Elektrodenhalter einspannen und den Blendschutz aufnehmen. Erst danach zündet er den Lichtbogen und führt die Elektrode langsam entlang der Schweißfuge. Dabei werden die Stoßkanten der zu verbindenden Teile (Grundwerkstoff) zum Schmelzen gebracht. Auch die Elektrode, die im wesentlichen aus einem Metallstab (dem Zusatzwerkstoff) besteht, wird geschmolzen und tropft in die Schmelze der Schweißfuge. Dabei vermischen sich die Schmelzen von Grundwerkstoff und Zusatzwerkstoff.

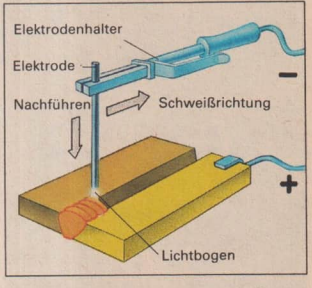
Zur Ausbildung einer sauberen und haltbaren Schweißnaht muß der Schweißer die Elektrode gleichmäßig bewegen, zwischen Elektrode und Werkstück einen gleichbleibenden Abstand halten und darauf achten, daß die Schweißfuge vollständig ausgefüllt wird (Bild 53/2).

Beim Schweißen sind außerdem besondere Arbeits- und Brandschutzbestimmungen einzuhalten.

Die verantwortungsvolle Tätigkeit des Schweißens erfordert eine besondere Fachausbildung des Werktätigen. Seine dabei erreichte Qualifikationsstufe wird im Schweißerpaß ausgewiesen. Der Paß berechtigt ihn, die darin genannten Schweißarbeiten auszuführen.



53/1 Schweißstromquelle zum Lichtbogenschweißen



53/2 Vorgang beim Lichtbogenschweißen

① Ermittle Erzeugnisse mit Schweißverbindungen! Entscheide, ob die Verbindungen auch durch Verschrauben hergestellt werden könnten!

② Begründe, warum die Schweißtemperatur höher als die Schmelztemperatur des Werkstoffes sein muß!

③ In der Produktion werden zumeist Werkstücke aus artgleichen Werkstoffen verschweißt. Entscheide und begründe, ob ein Werkstück aus Stahl mit einem Werkstück aus Blei verschweißt werden kann!

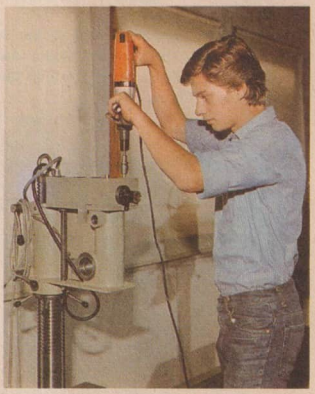
Beim Lichtbogenschweißen wird zwischen dem Werkstück und einer Elektrode ein Lichtbogen erzeugt, der Grundwerkstoff und Zusatzwerkstoff miteinander verschmilzt. Nach Abkühlen der Schmelze ist eine feste, unlösbare Schweißverbindung entstanden.

Anwendung von Verschrauben und Schmelzschweißen

22

Das **Verschrauben** wird häufig im Maschinenbau angewandt. Es ist bei der Endmontage von Maschinen, Apparaten und Geräten unentbehrlich (Bild 54/2).
Im Schwermaschinenbau dienen Schraubverbindungen der Übertragung großer Kräfte. In der Feinmechanik und Elektrotechnik überwiegt die Lagesicherung von Bauteilen.





54/1 Verbinden von Rohren der Drushba-Trasse durch Schmelzschweißen
54/2 Montieren von Bohrmaschinen durch Verschrauben mit dem Elektroschrauber

Durch **Schmelzschweißen** werden Teile unterschiedlichster Form schnell, fest und dicht miteinander verbunden. Das ermöglicht den Behälter- und Schiffbau (Bild 54/1) und erleichtert die Reparatur von Teilen, wie z. B. Rohrleitungen und Kessel. Durch solche Reparaturen können Arbeitszeit, Werkstoff und Ersatzteile eingespart werden.
Die Anwendung der Verfahren Verschrauben und Schmelzschweißen in den genannten Bereichen stützt sich auf folgende Merkmale:

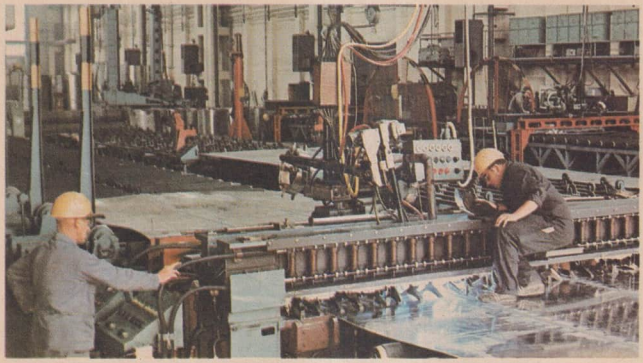
Verschrauben	Schmelzschweißen
— Herstellen von lösbaren, starren und beweglichen Verbindungen — gestattet Austausch von beweglichen Verschleißteilen an Erzeugnissen bei notwendiger Reparatur — hoher Material- und Zeitaufwand zur Herstellung von Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben sowie der Bohrlöcher in den Teilen — ermöglicht die Montage von Erzeugnissen mit beweglichen Teilen	— Herstellen von unlösbaren, starren und dichten Verbindungen — gestattet Reparatur von Teilen, wodurch Material und Arbeitszeit eingespart werden — Teile werden schnell und mit geringem Materialaufwand verbunden. Gegenüber Schraubverbindungen werden bis 20 % Material eingespart — hohe Wärmebeanspruchung der Werkstücke schränkt Anwendungsbereich des Verfahrens ein

Rationelles Verbinden in der Produktion

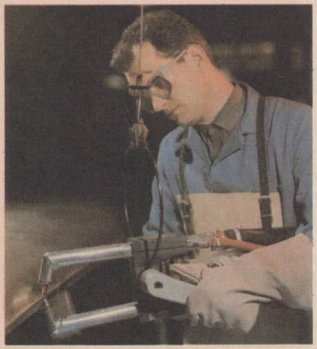
23

Verschrauben. Eine wichtige Voraussetzung für die Fertigung von Erzeugnissen mit großer Stückzahl ist die *Vereinheitlichung* der eingesetzten Verbindungselemente nach Art und Größe. Sie ermöglicht die *Austauschbarkeit* von Schrauben, Muttern, Unterlegscheiben und Sicherungselementen beim Montieren von Erzeugnissen. Durch die Vereinheitlichung können Schrauben, Muttern, Scheiben und Sicherungselemente unabhängig voneinander auf Spezialmaschinen hergestellt werden. Schrauben werden überwiegend auf modernen Walzmaschinen kalt gewalzt. Eine solche Maschine kann je Schicht bis 100 000 kleine Schrauben herstellen.
Das Verbinden von Teilen durch Verschrauben wird in der Produktion bereits häufig von Montagemaschinen durchgeführt. Wesentliche Bedeutung haben auch Elektroschrauber, die Schrauben mit bestimmter Kraft festziehen (Bild 54/2).
Schweißen. In der DDR werden heute über 60 % des insgesamt verarbeiteten Stahls verschweißt.
Durch den Einsatz von Schweißmaschinen konnte die Schweißgeschwindigkeit gegenüber dem Lichtbogen-Handschweißen von $20\,\frac{cm}{min}$ auf etwa $200\,\frac{cm}{min}$ gesteigert werden. Das wurde durch die selbsttätige maschinelle Führung der Elektrode bzw. des Werkstücks (Bild 56/1) erreicht. Dabei entstehen auch gleichmäßigere und genauere Schweißnähte. Schweißroboter ermöglichen durch Greifen und Spannen der Teile sowie durch selbsttätiges Beginnen, Durchführen und Abschließen des Schweißvorganges eine Erhöhung des Arbeitstempos.
Die Massenproduktion zahlreicher Erzeugnisse, z. B. PKW, erfordert ein schnelles

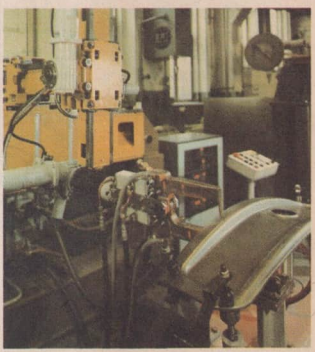
(1) Begründe den unterschiedlichen Materialverbrauch bei Schraub- und Schweißverbindungen!
(2) Ermittle am Fahrrad Schraub- und Schweißverbindungen. Begründe ihren Einsatz!
(3) Erkunde während der PA, wie der Zeitaufwand für das Verbinden von Einzelteilen gesenkt werden könnte!



56/1 Schweißmaschinen prägen das Bild eines modernen Betriebes



56/2 Punktschweißen



56/3 Punktschweißroboter

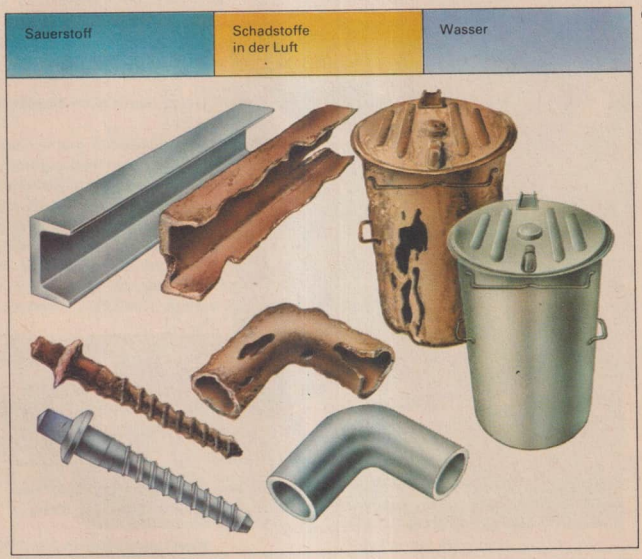
und genaues Verbinden überlappter Blechteile. Das wird durch Punktschweißen (Bild 56/2) erreicht.

Dabei werden die zu verbindenden Bleche zwischen zwei Elektroden zusammengepreßt. Es entsteht in regelmäßigen Abständen eine punktförmige Schweißverbindung. Beim Punktschweißen von Türen für den PKW Trabant werden z. B. von zwei Schweißrobotern 125 Schweißpunkte in 1,8 min gesetzt. Dazu brauchten vorher 4 Schweißer etwa 2 min. Schweißautomaten und Roboter dienen nicht nur dem schnelleren Herstellen von Erzeugnissen, sondern sie befreien den Facharbeiter auch von schwerer körperlicher und gesundheitsschädlicher Arbeit.

Korrosionsschutz durch Beschichten

Notwendigkeit des Korrosionsschutzes

24



57/1 Korrodierte Erzeugnisse

Nägel, Schrauben, Werkzeuge, Halbzeuge, Maschinen, Brücken, Schiffe und viele andere Erzeugnisse, Bauwerke und Anlagen bestehen aus Eisenwerkstoffen. Im umfangreichen Maße wird dafür der Werkstoff *Stahl* verwendet (↗ S. 16).
Wie die meisten Metalle hat Stahl die nachteilige Eigenschaft, mit Sauerstoff und Wasser, aber auch mit den in der Luft enthaltenen Schadstoffen aus Industrieabgasen (z. B. Schwefelverbindungen) chemisch zu reagieren. Dieser Vorgang heißt *Korrosion* (Bild 57/1).
Bei einigen Metallen, wie Kupfer und Aluminium, bildet sich durch Korrosion eine wasserunlösliche und luftdichte Oxidschicht auf der Metalloberfläche. Sie schützt im

Gegensatz zur Korrosionsschicht auf Eisenwerkstoffen die darunterliegende Metallschicht vor weiterer Korrosion. (1)

Bei Stahl wird das Korrodieren auch als *Rosten* bezeichnet.

Rosten kann zum völligen Zerfall der Erzeugnisse führen. Sehr oft werden solche Gebrauchseigenschaften, wie mechanische Belastbarkeit oder glatte Oberfläche, stark vermindert. (2)

■ Dicke Stahlträger, wie sie bei Rohrbrücken oder anderen Stahlgerüsten verwendet werden, zerfallen, wenn die Korrosion nicht vermindert wird. Durch Rosten werden wertvolle Erzeugnisse zu Schrott (Bild 58/1).



58/1 Vom Rost zerstörter Stahlträger

▶ *Korrosion* ist die von der Oberfläche eines Metallwerkstoffes ausgehende allmähliche Zerstörung des Metalls durch chemische Reaktionen mit Wasser, Sauerstoff und in der Luft enthaltenen Schadstoffen.

Bei Stahl ist die Rostschicht sehr locker und durchlässig (porös). Schon beim Anfassen verrosteter Erzeugnisse bleiben Teile der Rostschicht an den Händen haften oder bröckeln ab. Stoffe, die Korrosion hervorrufen, können daher ungehindert zu dem noch unkorrodierten Eisenwerkstoff vordringen.

Ergreift man keine Maßnahmen, die Erzeugnisse aus Eisenwerkstoffen vor den schädlichen Einflüssen zu schützen, erleidet unsere Volkswirtschaft großen Schaden. Werte, die von den Werktätigen mit viel Fleiß geschaffen wurden, werden vernichtet.

Bei Verwendung stark verrosteter Erzeugnisse im täglichen Leben besteht Unfallgefahr! (3)

Belastungen der Wirtschaft durch Korrosion

- Etwa 300 Millionen m^2 Stahloberfläche sind in der DDR vor Korrosion zu schützen. (Unser größter Binnensee, die Müritz, hat eine Fläche von 116,8 Millionen m^2).
- Etwa 30 000 Facharbeiter und Ingenieure arbeiten in der DDR, um Korrosion zu vermindern.
- Etwa 3 Milliarden Mark werden gegenwärtig in der DDR jedes Jahr für den Korrosionsschutz und den Ersatz von Stahlteilen aufgewendet.
- Erheblich sind die Aufwendungen für den Korrosionsschutz vor allem in großen Chemiebetrieben.
  Allein in den Leuna-Werken „Walter Ulbricht" müssen mehrere Millionen Quadratmeter Stahl, die in Form von Rohren, Rohrbrücken, Stahlgerüsten oder Behältern den Schadstoffen der Luft ausgesetzt sind, vor Korrosion geschützt werden (Bild 59/1).



59/1 Korrosionsgeschützte Anlagen in einem Chemiebetrieb

1. Nenne Erzeugnisse aus Metall, die keinen Korrosionsschutz benötigen, weil die Korrosionsschicht eine Schutzschicht bildet!
2. Stelle an korrodierten Erzeugnissen verminderte Gebrauchseigenschaften fest und trage sie in eine Tabelle ein!
3. Welche Stoffe, die Korrosion hervorrufen, sind dir bekannt?
   Nenne Möglichkeiten, die Einwirkung dieser Stoffe zu vermindern!

Das Vermindern des Rostens wird mit der Weiterentwicklung der Produktion immer wichtiger. Wissenschaftler und Neuerer haben die verantwortungsvolle Aufgabe, bessere Verfahren zu entwickeln, die einen möglichst dauerhaften Rostschutz gewähren.
Auch im täglichen Leben hat jeder von uns Möglichkeiten, Erzeugnisse aus Eisenmetallen (z. B. das Fahrrad) so zu behandeln, daß sie vom Rost nicht vorzeitig zerstört werden.

Vermindern von Korrosion durch Aufbringen von Schutzschichten

25

Werden Erzeugnisse aus Stahl vor Regen geschützt aufbewahrt, ist ein erster Schritt für den Korrosionsschutz getan. Solange aber kein luftdichter Abschluß erfolgt, ist Korrosion möglich.
Korrosionsschutz erreicht man schon mit einfachen Mitteln.
Eine dünne Fettschicht, z. B. auf einem Stahllineal, kann das Rosten bereits vermindern. Das Metall kommt nicht mit Luft und Feuchtigkeit in Berührung. Allerdings ist die Fettschicht durch das Benutzen des Lineals nicht dauerhaft und muß häufig erneuert werden. (↗ Tech i Üb, S. 69)
Will man Erzeugnisse aus Stahl längere Zeit vor Korrosion bewahren, muß man eine *Schutzschicht* aufbringen, die *fest* auf der Oberfläche *haftet* (Haftfestigkeit). Physikalische Grundlage dafür ist das Wirken der Adhäsion (Anziehungskraft von Teilchen unterschiedlicher Stoffe).
Je größer die Adhäsion zwischen dem Eisenwerkstoff und dem Beschichtungsstoff ist, um so fester haftet die Schutzschicht. (1)
Weitere Forderungen an eine Schutzschicht bestehen darin, daß sie *dicht* abschließt und keine schädigenden Stoffe zur Oberfläche des Metalls durchläßt. Die Schicht darf nicht porös sein. Mit den Bestandteilen der Luft oder anderen Stoffen, z. B. Meereswasser, darf eine Korrosionsschicht *nicht chemisch reagieren*, damit sie nicht aufgelöst oder brüchig wird. (2)
Der Zweck einer Schicht beschränkt sich nicht nur auf den Korrosionsschutz. Beschichtungsstoffe sollen dem Erzeugnis auch ein *schönes Aussehen* geben. Eine Farbschicht kann auch die Aufgabe haben, die *Funktion eines Erzeugnisses* zu kennzeichnen oder Gefahren zu signalisieren. Bewegliche Teile, die Gefahr für den Menschen bedeuten, z. B. an Kranen, sind schwarz-gelb gestreift. Rot ist eine Warnfarbe.
Schutzschichten aus korrosionsbeständigen Metallen (z. B. Chrom) auf Erzeugnissen schützen nicht nur vor Korrosion. Ihre gute Haftfestigkeit und Härte *vermindert* auch die *Abnutzung* (Verschleiß) von stark beanspruchten Teilen. (3)

▶ Zwecke des Aufbringens von Schutzschichten sind:
— Korrosionsbeständigkeit verbessern,
— Erzeugnissen ein schönes Aussehen geben,
— Gefahren und Funktionen kennzeichnen,
— Oberflächeneigenschaften verbessern.

Arbeitsgänge zum Aufbringen einer festen Schutzschicht

Vorbereitung von Erzeugnissen. Vor dem Aufbringen einer Schutzschicht, z. B. aus Farbe (Streichen), ist es notwendig, den Rost gründlich zu entfernen.
Zum *Grobentrosten* dient ein Schaber. Bei großen Erzeugnissen erleichtert ein Preßluftmeißel die Arbeit des Entrostens.
Auch für das *Feinentrosten* werden mechanische Arbeitsgeräte eingesetzt, z. B. rotierende Stahlbürsten oder Sandstrahlgebläse. Für kleine Teile sind Drahtbürsten oder Schleifpapier geeignet (Bilder 61/1, 61/2).

▶ Entfernen des Rostes bis zum blanken Metall ist die beste Voraussetzung für ein festes Haften von Schutzschichten.



61/1 Feinentrosten mit der Drahtbürste



61/2 Feinentrosten mit Schleifpapier

Zur richtigen und gewissenhaften Vorbereitung gehört auch das gründliche Entfetten der Teile mit geeigneten Entfettungslösungen. Im Haushalt ist dazu z. B. auch Fit-Wasser geeignet.
Das **Aufbringen von Schutzschichten** aus Farbe erfolgt meistens in mehreren Arbeitsgängen. Es werden schichtweise Grund- und Deckanstrich aufgebracht.
Das Auftragen mit dem Pinsel gewährleistet einen guten Verschluß der Metalloberfläche.

(1) Überprüfe bei ausgewählten Erzeugnissen oder Materialproben die Haftfestigkeit der Schutzschichten durch Kratzproben mit einer Reißnadel!
(2) Begründe notwendige Eigenschaften von Schutzschichten!
(3) Ermittle an Beispielen von beschichteten Erzeugnissen die Zwecke des Beschichtens! Fertige dazu eine Tabelle an!

Nachbehandlung der Erzeugnisse. Jede Farbschicht muß nach dem Auftragen gut trocknen. Das geschieht zum größten Teil an der Luft, aber bei manchen Erzeugnissen auch in Trockenöfen. (1)

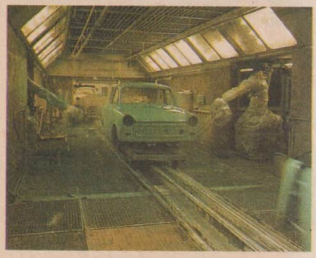
▶ Wesentliche Arbeitsgänge zum Aufbringen von Schutzschichten sind: Vorbereiten des Erzeugnisses, Aufbringen der Schutzschicht, Nachbehandeln des Erzeugnisses.

Beschichtungsverfahren (↗ Tech i Üb, S. 70)

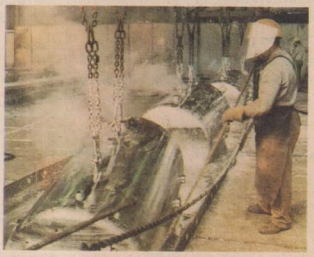
27

Für das Auftragen von Farbe wird außer dem **Anstreichen** mit dem Pinsel auch oft das **Aufsprühen** mit der *Spritzpistole* angewendet. Dabei wird die Farbe durch Druckluft fein zerstäubt. Sie setzt sich als dünne Schicht gleichmäßig auf dem Erzeugnis ab.
Zur Erleichterung gesundheitsschädlicher Arbeit werden immer häufiger *Spritzroboter* eingesetzt.
Zum Beispiel werden im VEB Sachsenring Zwickau Autos mit Spritzrobotern beschichtet (Bild 62/1).
Für viele Erzeugnisse ist es aufgrund ihrer Form und Größe einfacher und zeitsparender, sie durch **Tauchen** in Farbe mit einer Schutzschicht zu versehen.
Das Beschichtungsverfahren Tauchen ist auch zum Aufbringen einer metallischen Schicht (z. B. aus geschmolzenem Zinn oder Zink) anwendbar.
Im VEB Metalleichtbau Calbe werden durch *Schmelztauchen* große und bereits zusammengefügte Teile von Stahlkonstruktionen oder Behälter mit einer dauerhaften, aber auch teuren Zinkschicht versehen. Dieses Verfahren wird auch als Feuerverzinken bezeichnet (Bild 62/2). (2)(3)

▶ *Beschichten* ist das Aufbringen einer dünnen, fest haftenden Schutzschicht aus einem geeigneten Beschichtungsstoff auf Erzeugnisse.



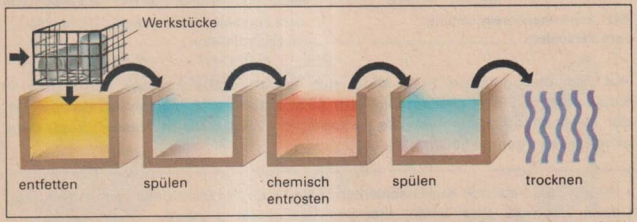
62/1 Lackieren des „Trabant" mit einem Spritzroboter



62/2 Feuerverzinken

Beschichten durch Galvanisieren

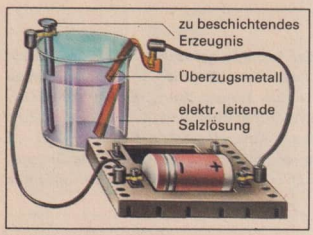
Erzeugnisse, die elektrisch leitfähig sind oder leitfähig gemacht werden (z. B. auch Plaste), können durch die Wirkung des elektrischen Stromes in einer speziellen Salzlösung mit einem Metall beschichtet werden. Diesen Vorgang nennt man Galvanisieren. Große Bedeutung hat das galvanische Beschichten mit Kupfer. Eine Kupferschicht kann ein Erzeugnis aus Stahl vor Korrosion schützen.
Oft wird es durch **Verkupfern** erst möglich, anschließend andere Metallschichten, z. B. Nickel und Chrom, aufzubringen. Dadurch erhält das Erzeugnis die gewünschten Gebrauchseigenschaften. (4)



63/1 Schematische Darstellung des Tauchens von Erzeugnissen in Reinigungs- und Spülbäder

Bei der Vorbereitung von Stahlerzeugnissen zum Verkupfern muß die Oberfläche sehr gründlich gereinigt werden. Sie muß metallisch blank sein, damit eine gute Adhäsion gewährleistet ist. Verunreinigungen lassen sich entfernen, indem man die Erzeugnisse in verschiedene Bäder taucht (Bild 63/1). Auf chemischem Wege und durch Auflösen und Abspülen in Wasch- und Spülflüssigkeiten erreicht man so die erforderliche Oberflächenqualität für das nachfolgende Verkupfern.
Für das *Durchführen des Verkupferns* wird ein Behälter benötigt, der den elektrischen Strom nicht leitet. In diesem Behälter befindet sich eine elektrisch leitende Kupfersalzlösung. Das zu beschichtende Erzeugnis wird mit dem Minuspol einer Gleichspannungsquelle verbunden und in die Salzlösung getaucht. Der Pluspol der Spannungsquelle ist an eine Kupferplatte angeschlossen, die sich ebenfalls in der Flüssigkeit befindet. Da die Flüssigkeit den Strom leitet, wird ein Stromkreis geschlossen.

(1) Beschreibe und begründe die Arbeitsgänge zum Beschichten eines Erzeugnisses aus Stahl durch Aufstreichen von Farbe!
(2) Warum ist das Beschichten mit Metall sehr kostenaufwendig?
(3) Schreibe von 5 ausgewählten Erzeugnissen oder Materialproben den Beschichtungsstoff auf!
(4) Führe in einer Tabelle Erzeugnisse auf, die mit Metall galvanisch beschichtet wurden! Gib jeweils den Zweck an, den das Beschichtungsmetall erfüllt!



64/1 Experimentiereinrichtung zum Verkupfern



64/2 Galvanisiereinrichtung in der Produktion

Auf dem Erzeugnis aus Stahl bildet sich durch elektrochemische Vorgänge eine Kupferschicht. Sie ist gleichmäßig, sehr dünn und durch Adhäsion fest haftend. Bei der *Nachbehandlung* werden die verkupferten Erzeugnisse in Wasser gespült und anschließend getrocknet. (1)

▶ Dünne, fest haftende Kupferschichten bilden sich auf Erzeugnissen aus Stahl nur dann, wenn die Oberfläche vorher gründlich gereinigt wurde.

Außer Kupfer kann man auch solche korrosionsbeständigen Metalle, wie Nickel, Silber oder Zink, galvanisch aufbringen. Teile von Fahrrädern und Kraftfahrzeugen werden mit Nickel oder Chrom beschichtet.
Das Galvanisieren wird auch in großem Umfang bei elektrotechnischen, mikroelektronischen, feinmechanischen und optischen Erzeugnissen angewendet.

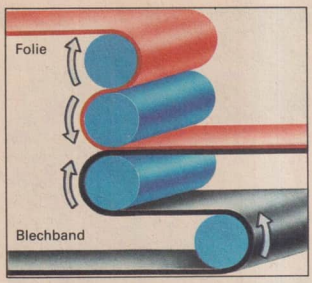
▶ Das elektrochemische Verfahren zum Auftragen einer metallischen Schicht auf ein Werkstück in einer speziellen Salzlösung heißt *Galvanisieren*.

Rationelles Beschichten in der Produktion

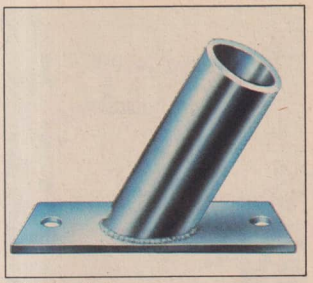
29

■ Plaste haben als Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz große Bedeutung. Leuchten, Fahrzeugteile oder Rohre für Wasser- und Gasleitungen sind durch Plastschichten dauerhaft korrosionsgeschützt. Diese sind gegen mechanische und chemische Einflüsse widerstandsfähiger als Farbschichten. (2)
Ein vorteilhaftes **Beschichtungsverfahren** ist das Aufrollen von PVC-Folie auf Blechband. Die Geschwindigkeit des Beschichtens kann bis 120 $\frac{m}{min}$ betragen (Bild 65/1).

Das korrosionsgeschützte Blech läßt sich anschließend durch Umformen weiterverarbeiten. Plastbeschichtetes Blech wird für Fassadenelemente, Gehäuse, Dosen oder Möbel verwendet.



65/1 Aufrollen von Plast



65/2 Fahnenhalter
vor dem Korrosionsschutz

Die Auswahl von Beschichtungsstoffen und Beschichtungsverfahren richtet sich vor allem nach dem Verwendungszweck. Dabei sollen Material- und Zeitaufwand für das Beschichten mit der Zeitdauer des wirksamen Korrosionsschutzes in einem günstigen Verhältnis stehen. (3)

Möglichkeiten zur Verringerung des Aufwandes für das Beschichten gibt es auch schon vor dem Durchführen des Beschichtens. So entscheidet bereits die Form eines Erzeugnisses bzw. die Art der Konstruktion einer Anlage oder die Auswahl des Werkstoffes für ein Erzeugnis, wie wirksam der Korrosionsschutz sein kann.

Eine Brücke, wie sie Bild 66/1 zeigt, bietet durch ihre vielen Winkel und Kanten der Korrosion zahlreiche Angriffspunkte. Außerdem ist das Aufbringen vollständiger Schutzschichten äußerst kompliziert.

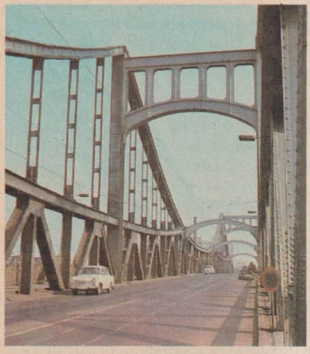
Wirksamer und weniger arbeitsaufwendig ist der Korrosionsschutz bei der Brükkenkonstruktion auf Bild 66/2.

---

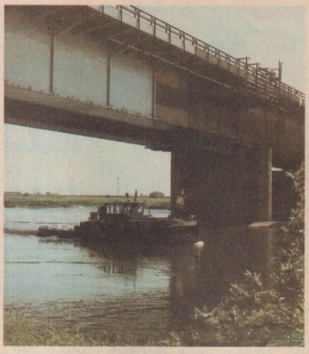
(1) Es ist ein Stahlnagel zu verkupfern! An einem Teil des Nagels ist der Nachweis zu erbringen, daß die Kupferschicht sich nicht gleichmäßig oder gar nicht bildet, wenn die Oberfläche unsauber ist!
Dazu wird ein Stahlnagel von etwa 50 mm Länge etwa bis zur Hälfte mit Schleifleinen metallisch blank gerieben.
Beim Verkupfern wird der Nagel etwa dreiviertel in die elektrisch leitende Flüssigkeit eingetaucht (Bild 64/1).

(2) Begründe, warum Plastschichten als Schutzschichten besonders geeignet sind! Wende dabei auch Kenntnisse aus dem Werkunterricht an!

(3) Fahnenhalter (Bild 65/2) sind vor Korrosion zu schützen.
Technische Bedingungen:
1 000 Stück, Montage an Außenrahmen von Fenstern, Stahlrohr auf Stahlblechgrundplatte, geschweißt.
Unter Angabe von Begründungen sind ein wirtschaftliches Beschichtungsverfahren und ein geeigneter Beschichtungsstoff zu bestimmen!



66/1 Brücke alter Bauart mit aufwendigem Korrosionsschutz



66/2 Brücke moderner Bauart mit leicht durchführbarem Korrosionsschutz

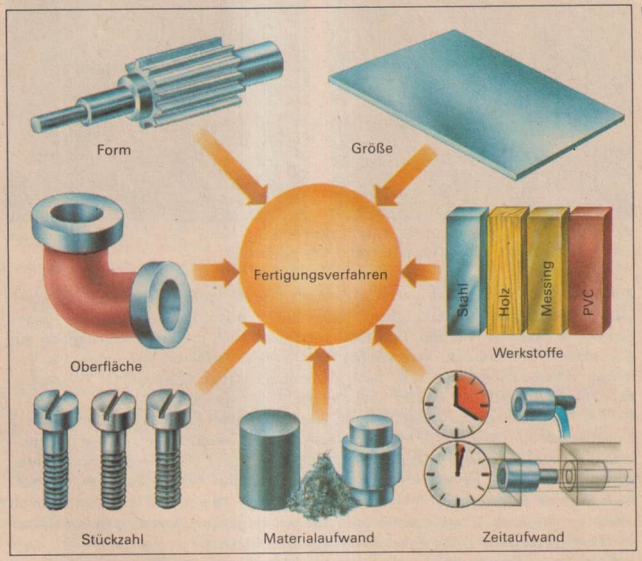
Ein wirksamer Korrosionsschutz beginnt bereits bei der Konstruktion eines Erzeugnisses.

Rationelles Beschichten trägt dazu bei, ein Erzeugnis kostengünstig und mit hohen Gebrauchseigenschaften herzustellen. Neben einer gewissenhaften Arbeit der Werktätigen beim Beschichten von Erzeugnissen hängt die Qualität wesentlich von der eingesetzten Technik ab. Durch den Einsatz moderner Technik kann besser und zugleich mehr produziert werden.
Das Verwenden hochleistungsfähiger Maschinen und Verfahren ermöglicht gleichzeitig, den Anteil schwerer körperlicher und gesundheitsschädlicher Arbeit zu verringern.

Rationeller Einsatz von Fertigungsverfahren

Bedingungen für Auswahl und Folge von Fertigungsverfahren

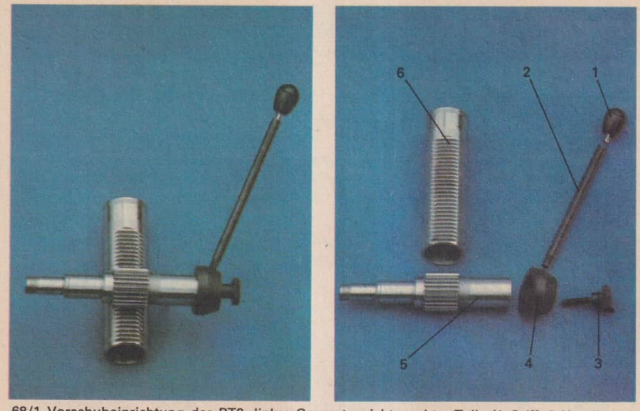
30



67/1 Bedingungen für die Auswahl von Verfahren

Mögliche Fertigungsverfahren. Wie aus den Abschnitten 1 bis 6 dieses Lehrbuches zu ersehen ist, werden bei der Herstellung eines Erzeugnisses mehrere Fertigungsverfahren angewendet (/ Bild 11/1). Dabei kann eine bestimmte Form, Oberfläche oder Stückzahl des Erzeugnisses mit *verschiedenartigen* Fertigungsverfahren erreicht werden. Ein zylinderförmiges Teil kann man z. B. gießen, pressen oder drehen. (1) Welches Verfahren günstig ist, hängt von verschiedenen Bedingungen ab.

■ Die Tischbohrmaschine BT 2 (/ Bild 7/1) hat eine Vorschubeinrichtung (Bilder 68/1). Sie besteht aus einem Handhebel (2) mit Griff (1), einer Vorschubwelle (5) und einer Spindelhülse (6).



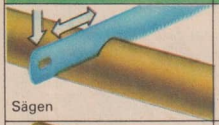
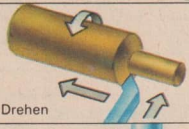
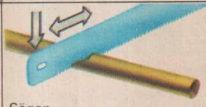
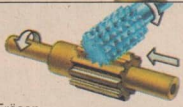
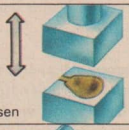
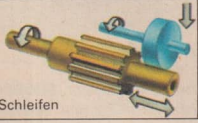
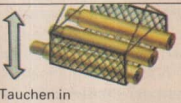
68/1 Vorschubeinrichtung der BT2, links: Gesamtansicht, rechts: Teile (1 Griff, 2 Handhebel, 3 Rändelschraube, 4 Nabe, 5 Vorschubwelle, 6 Spindelhülse)

Zur Herstellung dieser Teile sind verschiedenartige Fertigungsverfahren anwendbar. Der Griff läßt sich z. B. aus einem Stück Stahl drehen, müßte dann aber gegen Korrosion geschützt werden. Den Griff kann man auch in einem Arbeitsgang aus Duroplast-Pulver pressen. Man könnte noch andere Verfahren anwenden. Die Verfahren unterscheiden sich z. B. nach dem eingesetzten Arbeitsmittel (Werkzeug, Maschine) und nach der Anzahl notwendiger Arbeitsgänge.

Bei der Anwendung von Verfahren muß auch ihre *Reihenfolge* im Fertigungsverlauf beachtet werden. Bevor z. B. der Handhebel gedreht werden kann, ist das Rohstück von der Halbzeugstange abzusägen (Bild 69/1). So sind viele Fertigungsverfahren abhängig von einer bereits vorhandenen Zwischenform des Werkstückes. Ausnahmen bilden z. B. Urform- und Umformverfahren (/ S. 15 und S. 27). Sie schaffen oft gleich die Endform. Deshalb werden bei der vorwiegenden Anwendung von Trennverfahren stets mehr Arbeitsgänge benötigt (Bild 69/1). (2)

Verbindungsverfahren stehen meistens am Ende einer Reihenfolge von Verfahren, weil durch Urformen, Umformen und Trennen hergestellte Einzelteile noch zu einem vollständigen Erzeugnis verbunden werden müssen (/ S. 47). Dabei ist die Reihenfolge der Arbeitsgänge einzuhalten, die, ausgehend von den geometrischen Formen der Einzelteile und der Art ihrer Verbindung, vom Technologen festgelegt wurde.

▶ Mit Fertigungsverfahren werden aus geeignetem Werkstoff durch schrittweises Verändern seiner Ausgangsform in eine Endform Erzeugnisse hergestellt.
Zum Herstellen eines Erzeugnisses sind unterschiedliche Verfahren einsetzbar. Bei der Anwendung mehrerer Verfahren ist eine bestimmte Reihenfolge zu beachten.

Vorschubwelle	Handhebel	Griff
 Sägen		
 Drehen	 Sägen	
 Bohren, Gewindeschneiden	 Drehen	 Duroplast-pulver
 Fräsen	 Bohren	 Pressen
 Schleifen	 Tauchen in Korrosionsschutzlösung	 Schleifen

69/1 Reihenfolge von Verfahren

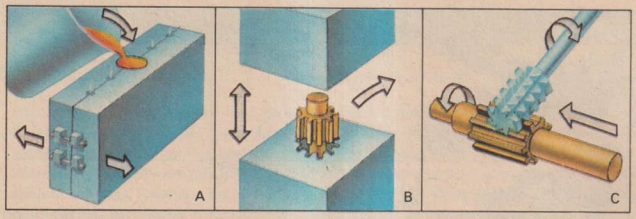
Um die günstigsten Verfahren und ihre zweckmäßige Reihenfolge festlegen zu können, müssen mehrere Bedingungen berücksichtigt werden. Nur die Beachtung *aller* dieser Bedingungen ermöglicht die richtige Entscheidung.

Bedingung Werkstückform. Bestimmte geometrische Formen entstehen durch Einwirken entsprechender Fertigungsverfahren mit ihren Arbeitsmitteln (Werkzeugen) auf den Werkstoff. Dabei werden seine Verarbeitungseigenschaften genutzt.

Die Zähne der Vorschubwelle (5, Bild 68/1) lassen sich mit unterschiedlichen Fertigungsverfahren gleichzeitig (A, B) oder einzeln (C) formen (Bild 70/1):

(1) Ordne alle kennengelernten Verfahren in eine Tabelle ein! Muster für Tabellenkopf: Urformen/Umformen/Trennen/Beschichten/Verbinden

(2) Begründe, warum *nach* Trennverfahren keine Urformverfahren folgen dürfen!

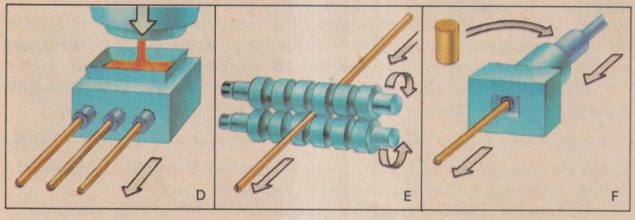


70/1 Bestimmte Form durch verschiedene Verfahren erreichbar

A durch Gießen in eine Kokille — Nutzen der Gießbarkeit flüssigen Stahls,
B durch Pressen mit Stempel und Matrize — Nutzen der Pressbarkeit glühenden, plastischen Stahls,
C durch Spanen mit einem Fräser — Nutzen der Spanbarkeit kalten Stahls. (1)

Die Auswahl des Fertigungsverfahrens hängt von der Form des herzustellenden Werkstückes und von den Verarbeitungseigenschaften des Werkstoffes ab.

Bedingung Werkstückgröße. Wollte man lange Stahlstangen (Halbzeug) durch Gießen in einzelnen Kokillen herstellen, müßten diese Kokillen sehr groß und schwer sein. Das Herstellen der Stangen würde viel Zeit und Materialaufwand erfordern. (2) Stahlstangen lassen sich mit *anderen* Fertigungsverfahren schneller in großer Menge herstellen (Bild 70/2):
D durch Stranggießen — Nutzen der Gießbarkeit flüssigen Stahls,
E durch Walzen — Nutzen der Walzbarkeit glühenden, plastischen Stahls,
F durch Strangpressen — Nutzen der Preßbarkeit glühenden, plastischen Stahls.
Für das Glühen und Verflüssigen des Stahls wird viel Wärmeenergie benötigt. Außerdem ist eine große Menge Elektroenergie, z. B. für den Antrieb von Walzmaschinen und Transporteinrichtungen, erforderlich.
Je größer das Erzeugnis werden soll, um so mehr Energie muß aufgewendet werden. (3)



70/2 Bestimmte Größe durch verschiedene Verfahren erreichbar

Die Auswahl des Fertigungsverfahrens wird außer durch die Form auch durch die Größe des herzustellenden Werkstücks beeinflußt.

Bedingung Oberflächenbeschaffenheit. Die Lagerflächen und Zähne der Vorschubwelle (Bild 68/1) müssen glatt sein, damit die Vorschubbewegung genau übertragen werden kann. Je glatter die Oberfläche eines Erzeugnisses sein soll, um so material-, energie- und zeitaufwendiger wird seine Herstellung. Günstig sind also Verfahren, mit denen die unbedingt nötige, nicht aber die bestmögliche Oberflächenbeschaffenheit herstellbar ist (Bild 71/1).

	spiegelnd	glatt	rillig	rauh
Gießen Sandform –				
Kokillen –				
Pressen				
Walzen				
Drehen				
Bohren				
Fräsen				
Schleifen				
Polieren				
Galvanisieren				

71/1 Bestimmte Oberflächenbeschaffenheit durch verschiedene Verfahren erreichbar

Bedingung Werkstoff. Wichtig für die Auswahl von Verfahren sind neben den Verarbeitungseigenschaften (Gieß-, Walz-, Spanbarkeit) auch die Gebrauchseigenschaften (Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit) der Werkstoffe, aus denen die Erzeugnisteile hergestellt werden. Die Werkstoffe sollen mit wenig Energieaufwand verarbeitbar sein und zugleich die Gebrauchseigenschaften des Erzeugnisses sichern. Die Vorschubeinrichtung (Bild 68/1) z. B. muß die zum Bohren nötigen Kräfte sicher übertragen können. Der Handhebel (2) darf sich nicht verbiegen. Die Zähne der Vorschubwelle (5) dürfen nicht brechen. Dabei sollen alle Teile leicht und klein sein. Für die Vorschubwelle ist ein Werkstoff günstig, der sehr fest ist und gut bearbeitet werden kann.

1. Bestimme für die Herstellung von Schlüsselrohlingen (Aluminium), Milchflaschen (Glas) oder Gehwegplatten (Beton) geeignete Verfahren!
2. Warum wäre es unwirtschaftlich, 2 m lange Stahlstangen ∅20 aus Stahlknüppeln □ 25 zu drehen?
3. Wodurch gleichen und unterscheiden sich die Fertigungsverfahren A und D in bezug auf die Größe des herzustellenden Werkstücks? (Bilder 70/1, 70/2)

▶ Die Auswahl von Fertigungsverfahren wird durch die Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften des einzusetzenden Werkstoffes beeinflußt. (1)

Bedingung Stückzahl. Die zu planende Stückzahl eines Erzeugnisses ist abhängig vom Bedarf der Betriebe, der Bevölkerung und des Exports. Ob eine kleine oder große Stückzahl herzustellen ist, immer muß der Aufwand einzusetzender Verfahren, Werkstoffe, Maschinen, Arbeitszeit und Energie wirtschaftlich günstig sein.

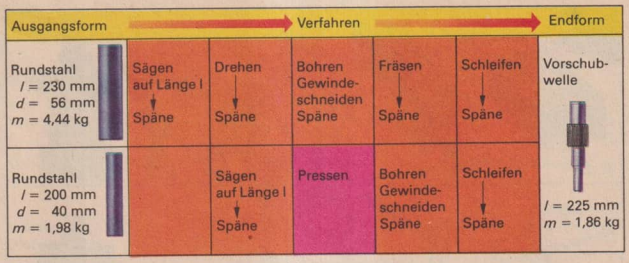
Beispiel: Griff 				kleine Stückzahl → große Stückzahl		
Material-abfall	Arbeits-schritte	Oberfläche	Werkzeug			
sehr hoch	viele	rillig	klein	Drehen		
wenig	einige	glatt	mittel		Kokillen-Gießen	
sehr gering	wenige	glatt	groß			Pulver-Pressen

72/1 Verfahren bei bestimmter Stückzahl

Bei *kleiner* Stückzahl werden z. B. Griffe (Bild 72/1) günstig mit *Trennverfahren* hergestellt (↗ S. 37). Die hierfür benötigten Säge-, Dreh-, Bohr- und Schleifmaschinen sind schnell wieder für die Bearbeitung anderer Werkstücke einsetzbar.
Bei *großer* Stückzahl werden z. B. *Umformverfahren* günstig, obwohl Umformmaschinen (Pressen), Stempel und Matrizen teuer sind. Aber Umformverfahren benötigen sehr wenig Arbeitsgänge und Zeitaufwand je Stück. Die Materialverluste sind außerdem gering (↗ S. 36).
Es ist wirtschaftlich günstig, wenn Maschinen jeden Tag 8 bis 20 Stunden arbeiten. Große Stückzahlen von Erzeugnissen tragen dazu bei. (2)

▶ Die Auswahl von Fertigungsverfahren wird durch die herzustellende Stückzahl eines Erzeugnisses beeinflußt.

Bedingung Materialaufwand. Jedes Fertigungsverfahren wirkt durch seine Arbeitsmittel (z. B. Kokille, Stempel/Matrize, Drehmeißel, Schweißelektrode) auf das Material (Werkstoff) des Werkstückes formend ein. Dabei entsteht Abfall: *Materialverlust.* Je mehr Fertigungsverfahren bis zum Erreichen der Endform erforderlich sind, desto mehr Materialverlust entsteht, und um so größer muß die Menge des Ausgangsmaterials sein: *Materialaufwand.*
Es kommt also darauf an, eine Endform mit wenigen Zwischenformen zu erreichen, und Verfahren einzusetzen, die geringen Materialaufwand erfordern (Bild 73/1). (3)
So lassen sich die in der Volkswirtschaft der DDR entstehenden Materialverluste



73/1 Materialaufwand — Verfahrensauswahl

senken, und die Betriebe können mit dem vorhandenen Material mehr Erzeugnisse herstellen. Außerdem müssen Materialabfälle, Schrott, Altpapier und andere Altstoffe gesammelt, sortiert und der Produktion wieder zugeführt werden.

▶ Beim Auswählen von Verfahren sind Werkstückform, Werkstückgröße, Oberflächenbeschaffenheit, Werkstoff, Stückzahl und Materialaufwand zu beachten.

Rationalisierung der Fertigung

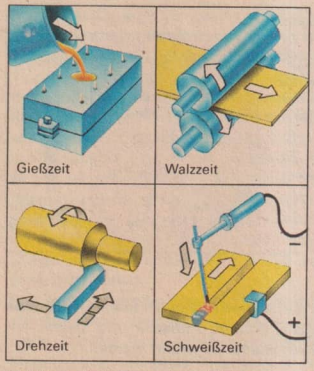
31

Zeitaufwand beim Fertigen. Jedes Verfahren benötigt zum Formen des Werkstoffes Zeit. Das ergibt sich durch die Art des Werkzeugs, durch die Geschwindigkeit, Anzahl und räumliche Ausdehnung der Werkzeugbewegungen sowie durch die Maße des Werkstücks (Bild 74/1). (4)

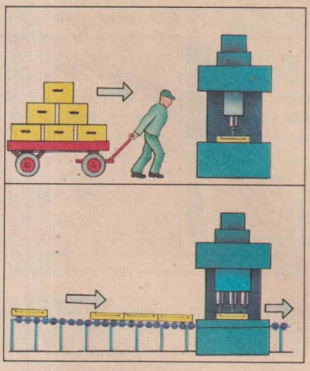
Der Zeitaufwand zum Formen des Werkstoffes durch Fertigungsverfahren wird *Grundzeit* genannt. In dieser Zeit wird die Form des Werkstücks geschaffen oder verändert. Bei der Vorschubwelle (5, Bild 68/1) ist es die Zeit des formenden Einwirkens von Sägeblatt, Drehmeißel oder Fräser auf das Werkstück.

Eine andere Art von Zeitaufwand entsteht durch den Antransport des Materials zu den Maschinen (Bild 74/2), den Abtransport bearbeiteter Werkstücke, das Prüfen und Messen, das Auswechseln von Werkzeugen an Maschinen oder das Ein- und Aus-

(1) Welcher Werkstoff könnte zur Herstellung der Vorschubwelle geeignet sein (Holz, Glas, Thermoplast, Aluminium, Kupfer, Stahl, Gußeisen)?
(2) Wie kann eine große Stückzahl Stahlkugeln (für Kugellager) oder Rohre (Aluminium) wirtschaftlich günstig hergestellt werden?
(3) Warum ist der Materialverlust beim Fertigen einer Vorschubwelle durch Trennverfahren höher als durch Umformverfahren?
(4) Ermittle bei der produktiven Arbeit den Zeitaufwand für einen Arbeitsgang und begründe ihn!



74/1 Werkstückformung braucht Zeit (Grundzeit)

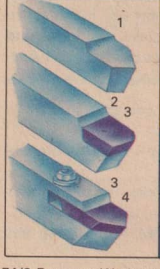


74/2 Werkstücktransport braucht Zeit (Hilfszeit)

spannen von Werkstücken. Dieser Zeitaufwand wird *Hilfszeit* genannt. Der Anteil der Hilfszeit am Gesamtzeitaufwand je Erzeugnis ist häufig viel größer als der Anteil der Grundzeit. (1)

Je weniger Zeit die Betriebe für die Fertigung von Erzeugnissen benötigen, um so mehr Stück können sie je Jahr herstellen. Das ist eine wichtige Bedingung für die Steigerung der Produktion. Die Werktätigen schaffen das, wenn sie solche Verfahren, Werkstoffe, Werkzeuge, Maschinen und Transportmittel anwenden, mit denen der Zeitaufwand verringert werden kann.

▶ **Die Fertigung eines Erzeugnisses ist so vorzubereiten und durchzuführen, daß der Zeitaufwand je Stück möglichst gering bleibt.**



Schneidwerkstoffe der Drehmeißel	größtmögliche Schneidtemperatur in °C	bei Schnittgeschwindigkeit v in $\frac{m}{min}$	Standzeit T in min	Spanlänge mit einem Anschliff in km
1. Werkzeugstahl	300	10	60	0,5
2. Schnellschnittstahl	600	30	240	10
3. Hartmetall	900	120	480	60
4. Schneidkeramik	1200	300	480	140

74/3 Besseres Werkzeug — weniger Grundzeit

Verringerung des Zeitaufwandes. *Grundzeit* läßt sich durch schnellere Bewegungen der Werkzeuge und Werkstücke verringern. Voraussetzung dafür sind härtere, wärmebeständigere Schneidwerkstoffe (Bild 74/3). Sie bleiben bei höheren Schnittgeschwindigkeiten länger scharf: erhöhte Standzeit.



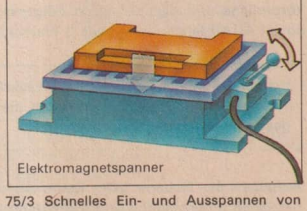
75/1 Gleichzeitiges Arbeiten mehrerer Werkzeuge — weniger Hilfszeit

Hilfszeit läßt sich durch gleichzeitiges Einwirken mehrerer Werkzeuge auf das Werkstück verringern (seltenerer Werkzeugwechsel, Bild 75/1). Auch schnellerer Werkzeugwechsel (Bild 75/2), schnelleres Transportieren von Werkstücken sowie ihr schnelleres Ein- und Ausspannen mit besonderen Spannvorrichtungen (Bild 75/3) verringern die Hilfszeit. Mit dem Einsparen von Grund- und Hilfszeit wird die Fertigung *rationeller* (wirtschaftlich günstiger). (2)

Der Zeitaufwand je Erzeugnis wird verringert durch schnellere Werkzeugbewegungen, härtere Schneidwerkstoffe, gleichzeitiges Einwirken mehrerer Werkzeuge, schnelleren Werkzeugwechsel und Werkstücktransport.



75/2 Schneller Werkzeugwechsel — weniger Hilfszeit



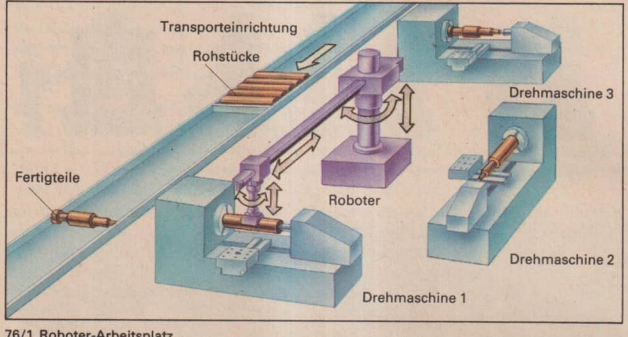
75/3 Schnelles Ein- und Ausspannen von Werkstücken — weniger Hilfszeit

(1) Wodurch unterscheiden sich Grundzeit und Hilfszeit?
(2) Nenne und begründe Möglichkeiten, durch die bei einem Arbeitsgang in der produktiven Arbeit Hilfszeit verringert werden könnte!

Einsatz von Industrierobotern. Hilfszeit wird auch durch eine neue Art von Maschinen stark verringert, die mit einem allseitig beweglichen Greifarm Werkstücke oder Werkzeuge verschiedener Art schnell, sicher und genau handhaben. Diese Maschinen arbeiten selbsttätig nach einem Plan für jede Bewegung des Greifarmes. Sie heißen *Industrieroboter* (Bild 76/1) und können Werkstücke

— von Transportmitteln aufnehmen und dort ablegen,

— den Maschinen zur Bearbeitung bringen und nach der Bearbeitung wieder abholen.



76/1 Roboter-Arbeitsplatz

Industrieroboter können Punktschweißzangen, Spritzpistolen, Schneidbrenner oder Gießkellen führen (/ Bilder 24/1, 56/3). Sie können bei Hitze, Staub und Lärm ohne Pause zuverlässig arbeiten und dabei Werkstücke bis 1 000 kg Masse genau bewegen. Damit übernehmen Roboter von den Arbeitern in zunehmendem Maße schwere körperliche und gesundheitsschädigende Arbeit. Ein Roboter kann in 24 Stunden soviel Arbeit leisten, wie etwa 3 Werktätige.

▶ Industrieroboter sind besondere Maschinen, die dem rationellen Fertigen von Erzeugnissen dienen. Sie entlasten die Arbeiter von schwerer körperlicher und gesundheitsschädigender Arbeit.

Aufgaben der Neuerer beim Rationalisieren der Fertigung. Die Werktätigen in den Betrieben unternehmen große Anstrengungen, das Fertigen von Erzeugnissen ständig weiter zu rationalisieren. Jeder ist mitverantwortlich für eine Verringerung der Arbeitszeit je Erzeugnis an seinem Arbeitsplatz, für genaue Arbeit, für die rationelle Anwendung von Material und Energie, für die Säuberung und Pflege seiner Werkzeuge und Maschinen. Das gilt z. B. auch für die Werktätigen in Gießereibetrieben, von deren Arbeit es abhängt, ob die geplante Anzahl von Gußstücken je Tag mit der geforderten guten Qualität hergestellt wird (Bilder 77/1, 77/2 und 77/3).

Bedeutende Ergebnisse erreichen dabei solche verantwortungsbewußten Werktätigen, die sich gemeinsam um das Erkennen und Aufdecken von Hemmnissen in der Produktion bemühen, nach neuen und besseren Arbeitsmitteln zum Fertigen suchen, günstigere Gebrauchseigenschaften von Erzeugnissen entwickeln oder Vorschläge zur rationelleren Organisation der Arbeit unterbreiten. Diese Werktätigen werden Neuerer genannt. (1)

In der DDR gibt es etwa 3 Millionen Neuerer. Sie leisten im *sozialistischen Wettbewerb* eine vorbildliche Arbeit zum Nutzen ihrer Betriebe und damit für uns alle. (2)

Neuerer sind verantwortungsbewußte Werktätige, die Vorschläge zum Rationalisieren der Fertigung erarbeiten. *Rationalisieren der Fertigung* bedeutet: Verringern des Zeit-, Material- und Energieaufwandes beim Herstellen von mehr Erzeugnissen sowie Erleichtern körperlich schwerer Arbeit in den Betrieben.



77/1 Gießereifacharbeiter beim Herstellen von Formen mit einer Formmaschine



77/2 Einlegen von Kernen



77/3 Prüfen eines Werkstücks

(1) Ermittle den Einfluß einer Neuererleistung im Betrieb auf die Fertigung!
(2) Welche Vorteile bringen die Neuerer der Volkswirtschaft der DDR? (/Stabü 7)

Register

A

Abteilungen, weitere 9
Adhäsion 60, 64
Anpreßkraft 50
Anstreichen 62
Arbeitsgänge 13, 14
—, beim Herstellen von Kanalelementen 26
—, beim Sandformgießen 22
Aufbringen von Schutzschichten 60, 61, 62
Aufrollen von PVC-Folie 64, 65
Aufsprühen 62
Auftragen von Farbe 62
Austauschbarkeit 55
Außengewinde drehen 41
Auswahl von Verfahren 67

B

Bearbeitungseigenschaften 42
Bedeutung des Betriebes 10
Beschichten 62
Beschichtungsstoffe 60, 65
Beschichtungsverfahren 62, 64
Blöcke 28
Blockwalzen 30
Bohren auf der Drehmaschine 41
Brammen 28
Brennschneiden 46

D

Dauerformen 19, 26
Drahtwalzen 33
Drehbewegung 40
Drehen 37
—, Bewegungen 40
Drehmaschine 38
—, moderne 45
Drehmeißel 39, 40, 41
Drehmeißelarten 39
Drehmeißelhalter 40
Drehmeißel mit Hartmetallplatte 44
Drehteile 37, 39, 40, 42
Drehzahl 44
Dreibackenfutter 40
Druckgießen 20, 21, 22
Druckgießmaschine 24
Druckgußform 20, 22, 26
Dübeln 49
Duowalzgerüst 30

E

Einguß 17, 18
Einstechen 41, 44
Elektrode 53
Elektroschrauber 55
Entfetten der Teile 55
Erzeugnisse 5

F

Feinentrosten 61
Fertigungsablauf 12, 13
Fertigungsverfahren 11, 12, 13, 14, 36, 43
—, Auswahl 70, 71, 72, 73
—, mögliche 67
Fertigungsverlauf, Reihenfolge 68
Fertigung von Teilen 11
Feuerverzinken 62
Formdrehen 41
Formenbauer 26
Formstahl 28
Formteile 15, 16, 35
Form, verlorene 17
Formwerkstoff 21

G

Galvanisieren 63, 64
Galvanisiereinrichtung 64
Gasschweißen 52
Gebrauchseigenschaften 10, 11, 12, 14, 58
—, des Erzeugnisses 71
—, der Werkstoffe 71
Geneigte Ebene 50
Gesenk 34
Gesenkpressen 34, 35
Gewinde 50
Gewindesteigung 50
Gießbare Stoffe 16
Gießen 23
Gießereifacharbeiter 26, 77
Gießformen 16, 21, 22, 25
Gießkelle 16
Gießroboter 23, 24
Gießverfahren 21
Gußstücke 15, 16, 17, 21, 25
—, Eigenschaften 16
Gußwerkstoff 21

Gravur 34
Grobentrosten 61
Grundzeit 73, 74, 75
Grundwerkstoff 53, 54

H

Halbzeuge 15, 16, 23
Hartmetallplatte 44
Haupterzeugnis 6, 10
Hilfszeit 74, 75, 76

I

Industrieroboter 76

K

Kaliber 32
Kern 17, 18
—, mehrteiliger 20
Knüppel 28
Kohäsionskraft 42
Kombinat 6
Kokillen 19, 20, 22, 24, 26
Kokillengießen 19, 20, 22
Kokillengießmaschine 20
Kooperation 8
Kooperationsbeziehungen 8
Korrodierte Erzeugnisse 57
Korrosion 57, 58, 59
Korrosionsschutz 60
Korrosionsgeschützte Anlagen 59

L

Längsdrehen 40, 44
Lichtbogen 52, 53, 54
Lichtbogenschweißen 52, 53, 54

M

Materialaufwand 55, 72, 73
Materialeinsatz 36
Materialverlust 72
Matrize 35
Mehrfach-Drehmeißelhalter 44, 45
Metallkerne 20
Metall-Leichtbau 34
Modell 17, 18
Modellbauer 26
Montagemaschine 55

N

Neuerer 76, 77

O

Oberflächenbeschaffenheit 71

P

Plandrehen 40, 44
Plastizität 28
Platinen 28
Produktionsabteilungen 9
Produktionsaufgaben 8
Produktionsbetrieb 6
Profile 28
Punktschweißen 55, 56
Punktschweißroboter 56

Q

Qualitätsanforderungen 7
Qualitätsmerkmale 7, 12
Querdrehen 40

R

Rationalisierung der Fertigung 77
Reihenfolge der Arbeitsgänge 68
—, von Verfahren 69
Roboter- Arbeitsplatz 76
Rohblock 23
Rohling 19, 23, 45
Rosten 58

S

Sandformen 16, 19
Sandformgießen 16, 19, 22
Schmelzschweißen 51, 54 55
Schmelztauchen 62
Schmelztemperatur 53
Schmieden 31
Schneidbrenner 46
Schnittbewegung 40
Schnittgeschwindigkeit 44
Schraubenlinie 50
Schraubensicherungen 51
Schraubverbindungen 51
—, Aufbau 49
—, Kraftwirkung 51
Schutzschicht/en 60, 61
Schweißautomaten 56
Schweißbarkeit der Werkstoffe 52
Schweißen 47, 49, 55
Schweißfuge 52, 53
Schweißgeschwindigkeit 55
Schweißmaschinen 55, 56
Schweißnaht 52
Schweißroboter 55
Schweißstromquelle 52, 53
Schweißverbindung 52, 54
Schwinden 17
Schwindmaß 26
Spanabnahme 42
Spritzpistole 62
Spritzroboter 62
Stabstahl 28
Stahlleichtprofil 34
Standzeit 75
Steiger 17, 18
Stich/e 29, 30, 32
Stranggießen 23, 24
Stranggußanlage 25
Strangpressen 35
Stückzahl 72

T

Tauchen 62, 63
Trennverfahren, spanendes 43
—, spanloses 43

U

Umformen 35
—, Vorzüge 35
Umformverfahren 34, 36
Umkehrduo 30, 32
Urformen 22
Urformverfahren 22
—, Anwendung 25

V

Verantwortung des Drehers 46
—, der Werktätigen 8, 26, 36
Verarbeitungseigenschaften 69, 71
Verbindung, Aufgabe der 48
Verbindungen 47
Verbindungen durch Umformen 48

Verbindungen, Herstellung der 48
Verbindungen, lösbare 49
—, unlösbare 49
Verbindungsmittel 48
Verbindungsverfahren 48
Vereinheitlichung 55
Verfahrensauswahl 73
Verkupfern 63, 64, 65
Verschrauben 47, 49, 50, 51, 55
—, Anwendung 54
—, direktes 51
— mit dem Elektroschrauber 54
Volkseigener Betrieb 6
Volkseigentum 6
Volumen des Walzgutes 33
Vorblock 23
Vorschubbewegung 40
Vorwalzen 32

W

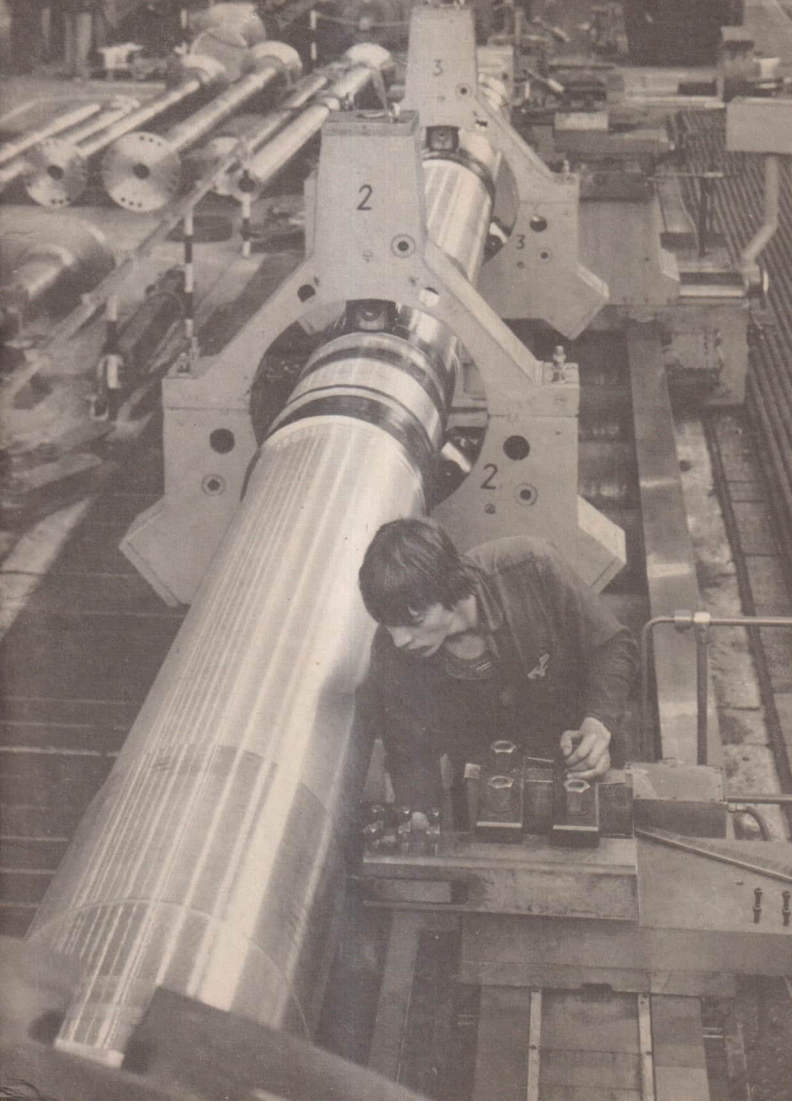
Walzbarkeit von Werkstoffen 28
Walzen 31
Walzenförmige Werkzeuge 34
Walzenpaar 31, 32
Walzerzeugnisse 27, 28, 32, 33
Walzgerüst 28, 29
Walzgut 31
Walzgutdicke 31
Walzgutlänge 33
Walzgutquerschnitt 33
Walzprofilieren 34
Walzrichtung 32
Walzspalt 31
Walzverfahren 33
Walzvorgang 29, 30
Walzwerke 28
Wärmequelle, technische 52
Wendeplatte 44
Werkstoffe, gießbare 16
— für Schrauben 50
Werkstoffeigenschaften beim Drehen 42
Werkstoffverlust 20, 45
Werkstückform 69
Werkstückgröße 70
Werkstückqualität 26
Werkzeugwechsel 75

Z

Zeitaufwand 55, 75
— beim Fertigen 73
—, Verringerung 75
Zerspanungsfacharbeiter 46
Zusammenarbeit der Betriebe 8
Zusatzwerkstoff 53, 54
Zustellbewegung 40

Quellennachweis der Bilder
Birnbaum, Martin-Luther-Universität, Halle (S.): 19/1, 19/2, 20/1, 25/3, 29/1, 35/1, 77/3; Bildarchiv Verlag Junge Welt, Berlin: 54/1; Brandt, Martin-Luther-Universität, Halle (S.): 25/2; Deutsches Museum, München: 23/2; DEWAG Werbung, Magdeburg: 62/2; Friedrich, Leipzig: 2. Umschlagseite, 77/1, 77/2; Fuchs, Karl-Marx-Stadt: 6/1, 12/1, 45/2, 54/2; Kersten, Halle (S.): 16/1, 16/2; Kluge, Markranstädt: 59/1, 66/2; Kraemer, Berlin: 3. Umschlagseite; Meier, Zwickau: 62/1; Mende, Lochau: 58/1, 64/2; Opitz, Leipzig: 61/1, 61/2; SKODA EXPORT, Prag: 30/1; Stiefel, Halle (S.): 38/2, 40/1, 40/2, 44/1, 44/2, 46/1, 66/1, 68/1 links und rechts; Zentralinstitut für Schweißtechnik, Halle (S.): Titelbild, 46/2, 52/1, 53/1, 56/1, 56/2, 56/3; Objekte auf den Bildern 16/1 und 16/2 aus dem Landesmuseum für Vorgeschichte Halle (S.).

2. Umschlagseite: Gießen von Gußeisenhalbzeug auf einer Stranggußanlage
3. Umschlagseite: Drehen einer Schiffswelle


3
2
3
2

Kurzwort: 06 07 14 Lehrb. ESP KI 7
Schulpreis DDR: 1,70