

Zur Einführung.

Die Werkstattbücher behandeln das Gesamtgebiet der Werkstatttechnik in kurzen selbständigen Einzeldarstellungen; anerkannte Fachleute und tüchtige Praktiker bieten hier das Beste aus ihrem Arbeitsfeld, um ihre Fachgenossen schnell und gründlich in die Betriebspraxis einzuführen.

Die Werkstattbücher stehen wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe, sind dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich, so daß alle im Betrieb und auch im Büro Tätigen, vom vorwärtsstrebenden Facharbeiter bis zum leitenden Ingenieur, Nutzen aus ihnen ziehen können.

Indem die Sammlung so den einzelnen zu fördern sucht, wird sie dem Betriebs als Ganzem nutzen und damit auch der deutschen technischen Arbeit im Wettbewerb der Völker.

Bisher sind erschienen:

- Heft 1: Gewindeschneiden. 2. Aufl.
Von Obergeringieur O. M. Müller.
- Heft 2: Meßtechnik. 3. Aufl. (15.—21. Tausd.)
Von Professor Dr. techn. M. Kurrein.
- Heft 3: Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten. 2. Aufl. (13.—18. Tausend.)
Von Ing. Fr. Klautke.
- Heft 4: Wechselräderberechnung für Drehbänke. 3. Aufl. (13.—18. Tausend.)
Von Betriebsdirektor G. Knappe.
- Heft 5: Das Schleifen und Polieren der Metalle. 3. Aufl. (14.—20. Tausd.)
Von Dr.-Ing. B. Buxbaum.
- Heft 6: Teilkopfarbeiten. 2. Aufl. (13. bis 18. Tausend.)
Von Dr.-Ing. W. Pockrandt.
- Heft 7: Härten und Vergüten.
1. Teil: Stahl und sein Verhalten. 3. Aufl. (18.—24. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 8: Härten und Vergüten.
2. Teil: Praxis der Warmbehandlung. 3. Aufl. (18.—24. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 9: Rezepte für die Werkstatt. 3. Aufl. (17.—22. Tausend.)
Von Dr. Fritz Spitzer.
- Heft 10: Kupolofenbetrieb. 2. Aufl.
Von Gießereidirektor C. Irresberger.
- Heft 11: Freiformschmiede. 1. Teil: Grundlagen. Werkstoff der Schmiede. — Technologie des Schmiedens. 2. Aufl. (7. bis 12. Tausend.)
Von F. W. Duesing und A. Stodt.
- Heft 12: Freiformschmiede. 2. Teil: Schmiedebispiele. 2. Aufl. (7.—11. Tausend.)
Von B. Preuß und A. Stodt.
- Heft 13: Die neueren Schweißverfahren. 3. Aufl. (13.—18. Tausend.)
Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke.
- Heft 14: Modelltschlerei. 1. Teil: Allgemeines. Einfacher Modelle. 2. Aufl. (7. bis 12. Tausend.)
Von R. Löwer.
- Heft 15: Bohren. 2. Aufl. (8.—14. Tausend.)
Von Ing. J. Dinnebier und Dr.-Ing. H. J. Stoewer.
- Heft 16: Senken und Reiben. 2. Aufl. (8.—13. Tausend.)
Von Ing. J. Dinnebier.
- Heft 17: Modelltschlerei.
2. Teil: Beispiele von Modellen und Schablonen zum Formen. Von R. Löwer.
- Heft 18: Technische Winkelmessungen.
Von Prof. Dr. G. Berndt. 2. Aufl. (5.—9. Tausend.)
- Heft 19: Das Gußeisen. 2. Aufl.
Von Obergering. Chr. Gilles.
- Heft 20: Festigkeit und Formänderung.
1. Teil: Die einfachen Fälle der Festigkeit.
Von Dr.-Ing. Kurt Lachmann.
- Heft 21: Einrichten von Automaten.
1. Teil: Die Systeme Spencer und Brown & Sharpe. Von Ing. Karl Sachse.
- Heft 22: Die Fräser. 2. Aufl. (8.—14. Tausd.)
Von Dr.-Ing. Ernst Brödner und Ing. Paul Zieting.
- Heft 23: Einrichten von Automaten.
2. Teil: Die Automaten System Gridley (Einspindel) und Cleveland und die Offenbacher Automaten.
Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil.
- Heft 24: Stahl- und Temperguß.
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 25: Die Ziehtchnik in der Blechbearbeitung. 2. Aufl. (8.—13. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Walter Sellin.
- Heft 26: Räumen.
Von Ing. Leonhard Knoll.
- Heft 27: Einrichten von Automaten.
3. Teil: Die Mehrspindel-Automaten.
Von E. Gothe, Ph. Kelle, A. Kreil.
- Heft 28: Das Lötten.
Von Dr. W. Burstyn.
- Heft 29: Kugel- und Rollenlager. (Wälzlager.)
Von Hans Behr.
- Heft 30: Gesunder Guß.
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 31: Gesenkschmiede. 1. Teil: Arbeitsweise und Konstruktion der Gesenke.
Von Ph. Schweißguth.

Fortsetzung des Verzeichnisses der bisher erschienenen sowie Aufstellung der in Vorbereitung befindlichen Hefte siehe 3. Umschlagseite.

Jedes Heft 48—64 Seiten stark, mit zahlreichen Textabbildungen.

Preis: RM 2.— oder, wenn vor dem 1. Juli 1931 erschienen, RM 1.80 (10% Notnachlaß).

Bei Bezug von wenigstens 25 beliebigen Heften je RM 1.50.

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE
UND FACHARBEITER

HEFT 60

Stanztechnik

Vierter Teil

Formstanzen

Von

Dr.-Ing. Walter Sellin

Mit 119 Abbildungen im Text



Berlin
Verlag von **Julius Springer**
1937

ISBN-13: 978-3-642-98228-6
DOI: 10.1007/978-3-642-99039-7

e-ISBN-13: 978-3-642-99039-7

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	3
I. Grundfragen des Stanzens	3
A. Begriffe	3
B. Beanspruchung des Werkstoffes beim Stanzen	4
C. Werkstoffverbrauch	5
II. Stanzarbeiten	5
D. Biegen	5
1. Einfaches Biegen S. 5. — 2. Biegen mit besonderen Biegevorrichtungen S. 6. — 3. Biegen mit allgemeineren Biegevorrichtungen S. 10. — 4. Allgemeines zum Biegen mit Biegestanzen S. 13. — 5. Einfache Biegestanzen ohne Auswerfer S. 14. — 6. Folgearbeiten mit einfachen Biegestanzen S. 17. — 7. Biegestanzen mit Blechhalter und Auswerfer S. 20. — 8. Biegen mit Verbundstanzen S. 23. — 9. Verbindung von Schneid- und Biegearbeit S. 27. — 10. Folgewerkzeuge S. 28.	
E. Rollen	30
11. Allgemeines S. 30. — 12. Allgemeine Rollwerkzeuge und Rollmaschinen S. 30. — 13. Rollen mit Rollstanzen S. 33.	
F. Formstanzen	35
14. Allgemeines S. 35. — 15. Drücken und Sicken S. 36. — 16. Formstanzen S. 37. — 17. Richt- und Planierstanzen S. 37. — 18. Verbundwerkzeuge S. 38. — 19. Folgewerkzeuge S. 38.	
G. Prägen und Stauchen	40
20. Allgemeines S. 40. — 21. Prägen S. 40. — 22. Stauchen S. 44.	
H. Nieten	46
III. Stanzenbau, Stanzarbeit, Stanzereipressen	47
I. Stanzenbau	47
23. Entwurf S. 47. — 24. Werkstoff für Stanzen S. 48. — 25. Fertigung S. 49. — 26. Werkzeugverwaltung S. 50.	
K. Stanzarbeit	50
27. Werkstoffverwaltung und -behandlung S. 50. — 28. Arbeitsausführung S. 50. — 29. Arbeitsvorbereitung und Arbeitslauf S. 51. — 30. Stanzereipressen S. 52. — 31. Arbeitsbeschleunigung und Förderung S. 53. — 32. Selbstkosten der Stanzereiarbeit S. 54.	
L. Wirtschaftliches Stanzen	55

Vorwort.

Das vorliegende Heft ist zwar ein in sich abgeschlossenes Werk und auch für sich verständlich, doch ist für manche Einzelheiten die Kenntnis der Hefte 44, 57, 59 der Werkstattbücher: Stanzereitechnik 1. bis 3. Teil, vorteilhaft, weil einige Werkzeugteile nicht mehr eingehend besprochen sind, um Raum zu gewinnen für eine kurze Behandlung rein verwaltungstechnischer Fragen, die bei stanztechnischer Gestaltung zumeist von ebenso großem Einfluß sind, wie die rein technischen. Von Abbildungen wurde reichlich Gebrauch gemacht, häufig unter der Voraussetzung, daß die Zeichnung für sich selbst spricht, so daß nur noch die grundsätzlichen Erläuterungen des Wesentlichen angefügt worden sind. So wird das Heft durch die mannigfache und reiche Anregung, die es bieten kann, vermutlich mithelfen, Schwierigkeiten und Unklarheiten zu beseitigen, wo solche heute noch bei der Bearbeitung stanztechnischer Aufgaben auftreten und wird vielleicht dazu beitragen, daß die Stanzereitechnik einen immer breiteren Raum in der Fertigfabrikation erobert und auch bei uns die Bedeutung erringt wie in den Vereinigten Staaten, wo die Blechbearbeitungsmaschinen 40% aller Bearbeitungsmaschinen ausmachen, gegen 8% bei uns.

I. Grundfragen des Stanzens.

A. Begriffe.

Nach den Festlegungen des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit (AWF) ist „Stanzen“ ein Sammelbegriff für spanlose Formarbeiten durch Ober- und Unterstempel. Diese Formarbeiten sind: Biegen, Rollen, Formstanzen, Stauchen, Nieten, Flachstanzen, Prägen. Näher gekennzeichnet ist:

a) „Biegen“ durch Biegestanze: als Umformen eines Teiles zwischen Ober- und Unterstempel mit zum Zuschnitt winklig stehenden, im allgemeinen zueinander parallelen Flächen so, daß die Dicke des Werkstoffes sich nicht wesentlich verändert.

b) „Rollen“ durch Rollstanze: als Umformen eines Teiles mit angekipptem bzw. hochgezogenem Rand zwischen Stempel und Gegenlage derart, daß durch Druck dieser Rand an einer am Stempel angebrachten Hohlkehle entlanggleitet und einen Wulst bildet.

c) „Formstanzen“ (Formschlagen) durch Formstanze: als Umformen eines Teiles zwischen Ober- und Unterstempel von beliebiger Form, an denen sich der Dicke des Werkstoffes entsprechende Vertiefungen und Erhöhungen gegenüberstehen.

d) „Stauchen“ durch Stauchstanze: als Umformen zur Werkstoffanhäufung an bestimmten Stellen.

e) „Nieten“ durch Nietstanze: als Verbinden von Teilen durch besondere vom Teil selbst gebildete Nieten unter der Presse.

f) „Flachstanzen“ (Planieren) durch Flachstanze (Planierstanze): als Richten eines Teiles durch die ebenen glatten oder gerauhten Flächen zweier Stempel.

g) „Prägen“ durch Prägestanze: als Umformen eines Teiles zwischen Ober- und Unterstempel so, daß Änderungen in der Flächenform und Dicke des Werkstoffes eintreten und daß der Werkstoff vorhandene Vertiefungen in den Stempel- flächen durch Werkstoffwanderung voll ausfüllt.

Die Begriffe sind offenbar festgelegt nach der Art der verschiedenen Werkzeuge, die bei der spanlosen Fertigung in den Betrieben benutzt werden, und deshalb besteht die Aussicht, daß sie sich schnell durchsetzen und in den allgemeinen Sprachgebrauch eingehen. Das ist das Wichtigste, denn dadurch werden viele bisher bestehende Hemmungen für eindeutiges gegenseitiges Verstehen beseitigt und der Weg wird frei für einen regeren, allgemeineren Gedankenaustausch und eine gesteigerte Gemeinschaftsarbeit.

B. Beanspruchung des Werkstoffes beim Stanzen.

Zweckentsprechend planen läßt sich nur bei genauer Kenntnis der Beanspruchung des Werkstoffes, weil nur dann bei neuen Formen sein Verhalten mit genügender Sicherheit vorausgesagt werden kann. Die Begriffsbestimmungen des AWF sagen über die Werkstoffbeanspruchung unmittelbar nichts. In dieser

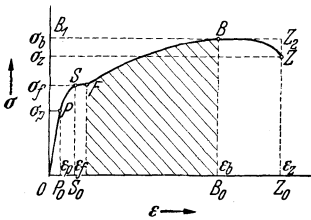


Abb. 1.

Spannungs-Dehnungsschaubild.

Hinsicht ist die Einteilung der Stanzereiarbeiten von Kurrein, die auf den Veränderungen des Werkstoffes aufgebaut ist, und zwar der Formänderung mit Werkstoffverschiebung und ohne Werkstoffverschiebung, nicht nur — wissenschaftlich gesehen — richtiger, sondern auch zweckmäßiger. Sie kann deshalb nicht ganz beiseite geschoben werden, wengleich die AWF-Begriffe mittelbar auch einen Anhalt für die Art der Beanspruchung geben, insofern als schon der Begriff „Umformen“ sagt, daß beim Stanzen bleibende Formänderungen beabsichtigt sind.

Der zum Stanzen verwendete Werkstoff wird also über die Elastizitätsgrenze¹ beansprucht, so daß, wenn wir das Spannungsschaubild (Abb. 1) betrachten, die Stanzbeanspruchung im Teil SS_0B_0B zu suchen ist. Das ist der Abschnitt der bleibenden Formänderung, in dem der Werkstoff fließt. Bleibende Formänderung heißt aber nicht, daß der Werkstoff genau die Form behält, in die er am Ende der Umformung gebracht wird, sondern zunächst nur, daß er eine von der ursprünglichen verschiedene Form behält. Diese Form wird sich um so mehr der durch die Umformung, also das Werkzeug, bedingten nähern, je mehr die Beanspruchung von Punkt P der Proportionalitätsgrenze weg, d. h. je tiefer sie im Gebiet der bleibenden Formänderung liegt; sie wird infolge „elastischer Nachwirkung“ sich um so mehr von der Werkzeugform entfernen, je weniger weit die Beanspruchung über P hinausführt.

Diese Erkenntnis sagt nun, daß dann die gewünschte Form am besten der Werkzeugform entspricht, wenn man der Grenzbeanspruchung sich nähert. Diese aber, die Bruchgrenze, darf keinesfalls erreicht werden, ja, soll der genügenden Sicherheit wegen möglichst weit ab bleiben. So muß jede Stanzbeanspruchung ihren Weg suchen zwischen Bruchgefahr und dem Grad elastischer Nachwirkung. Wenn irgend möglich, wird man als kleineres Übel den höheren Grad elastischer Nachwirkung vorziehen und diese dadurch auszugleichen suchen, daß man den Werkstoff durch die entsprechende Formgebung des Werkzeuges um eben den Betrag der elastischen Nachwirkung stärker verformt, sofern es nicht möglich ist, die Nachwirkung durch Zerstoren des Zusammenhanges der Oberfläche zu mindern oder gar zu beseitigen. Jedenfalls aber tritt klar zutage, daß bei Stanzarbeiten

¹ Siehe auch Heft 34 der Werkstattbücher: Riebensahm-Traeger, Werkstoffprüfung.

den Eigenschaften der zu formenden Werkstoffe, die für die elastische Nachwirkung maßgebend sind, eine hervorragende Bedeutung zukommt, so daß es nicht weiter wundernehmen kann, wenn diese Eigenschaften mitunter Erfolg und Mißerfolg entscheiden.

C. Werkstoffverbrauch.

Bei Werkstücken, die durch Stanzarbeiten erstellt werden, sind immer auch Schneidarbeiten notwendig, durch die der umzuformende Teil, der Zuschnitt, aus der handelsüblichen Form der Werkstoffe genommen wird. Die dazu nötigen Schneidarten mit Vorrichtungen, Werkzeugen, Schneidemaschinen, Schnitten und Pressen sind in den Heften Nr. 44, 57 und 59, Stanzereitechnik I, II und III, behandelt, so daß darauf verwiesen werden muß. Einige besondere Hinweise sind wegen der Art der Beanspruchung, besonders bei Biegungen von Blech, doch nötig: bei der Blecheinteilung und der Stellung des Zuschnittes zur Schrittrichtung in der Blechtafel oder im Blechstreifen muß auf die nachfolgende Beanspruchung geachtet werden, so daß die Biegekante entweder rechtwinklig zur Walzrichtung des Bleches liegt oder, wenn dies nicht möglich, wie z. B. bei mehreren zueinander rechtwinklig stehenden Biegekanten, wenigstens unter einem Winkel von 45° . Dies aus dem Grunde, weil der Werkstoff in der Walzrichtung die stärkste Beanspruchung aushält und also bei einer rechtwinklig zu ihr gestellten Biegekante die größten Toleranzen zulässig sind.

Aber auch wegen des beim Schneiden entstehenden Grates ist die Lage des Zuschnittes im Werkstoff wichtig. Wenn nämlich der Zuschnitt mit dem Grat nach unten in die Stanze gelegt werden muß, dann ist die Gefahr der Abnutzung des Stanzwerkzeuges viel größer, als wenn der Grat nach oben sähe, weil er wie ein Feilenhieb wirkt. Andererseits entsprechen die Zacken des Grates an der Stelle der größten Biegung dem Beginn einer Rißbildung und gefährden daher unter Umständen die Güte der Werkstücke.

Die Größe der Zuschnittsfläche ist allgemein bestimmt durch das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes, wonach das Werkstoffgewicht vor und nach der Umformung gleich ist. Trotz dieser Tatsache ist die Zuschnittsgröße und -form nicht immer eindeutig zu bestimmen, weil je nach der Ausbildung des Stanzwerkzeuges bei der Formgebung eine manchmal nur teilweise und oft unerwünschte Werkstoffschwächung oder -wanderung eintritt, die nicht vorausberechnet werden und daher erst nach Versuchen genau berücksichtigt werden kann.

Wenn es aber möglich ist, diese Werkstoffveränderung durch Schwächung zu umgehen, was in vielen Fällen durch geeignete Formgebung der Werkzeuge erreicht werden kann, dann genügt die obige Grundlage zur genauen Zuschnittsbestimmung und also zur genauen Vorausberechnung des Werkstoffbedarfes, die am besten mit Hilfe der stark vergrößerten Zeichnung durchgeführt wird. Wichtig bei Biegungen ist die Berücksichtigung der den Biegungswinkel ausfüllenden Werkstoffmenge m (Abb. 2).

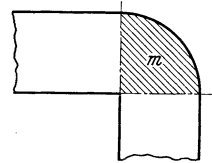


Abb. 2.
 m = Werkstoffmenge im Biegungswinkel, die bei der Ermittlung des Zuschnittes berücksichtigt werden muß.

II. Stanzarbeiten.

D. Biegen.

1. Einfaches Biegen. Am einfachsten wird frei gebogen, indem man die beiden Enden eines Teiles mit den Händen oder geeigneten Werkzeugen erfaßt und so biegt oder die Abbiegung dadurch zu erleichtern sucht, daß man den Teil an

der Biegestelle unterstützt oder ihn einseitig einspannt (z. B. in einen Schraubstock) und über die Einspannstelle oder über eine besondere Gegenlage biegt. Diese Arten zu biegen haben alle den Nachteil, daß man mit ihnen nur stark gerundete Biegungen ausführen kann, also keine von willkürlich wählbarer, bestimmter Form. Um diese zu erreichen, braucht man besondere Biegeeinrichtungen.

2. Biegen mit besonderen Biegevorrichtungen. Das Biegen mit Vorrichtungen ist bei der Einteilung des AWF ganz außer acht gelassen. Sehr zu Unrecht und nur zu verstehen durch die starre Einteilung nach den Werkzeugen, die die Art

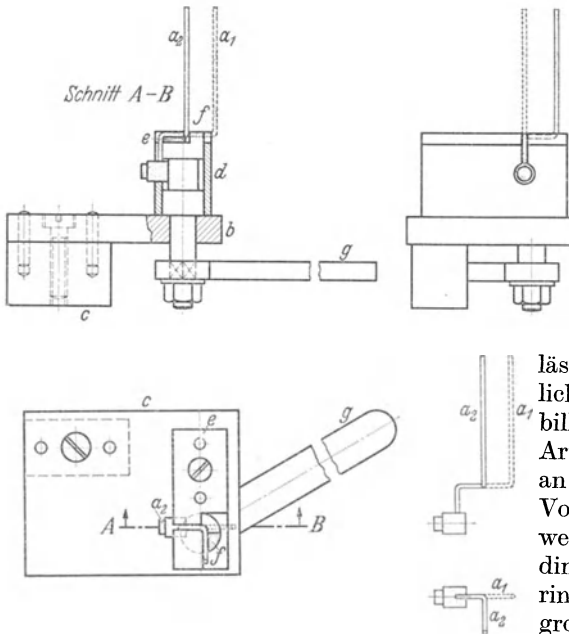


Abb. 3. Biegen eines vorgebogenen Drahtes um 90°. *a* Werkstück: vor der Biegung a_1 , nach der Biegung a_2 , *b* Grundplatte, *c* Einspannplatte zur Aufnahme im Schraubstock, *d* Werkstückaufnahme, *e* Biegeform, *f* Biegedorn, *g* Handhebel. Das Werkstück *a* wird in die Aufnahme gesteckt und die Biegung von 90° durch entsprechende Drehung des Dornes erzeugt.

der Formgebung unberücksichtigt läßt. Diese ist nun bei den von Hand betätigten Biegevorrichtungen grundsätzlich gleicher Art wie bei den Biegestanzen, und darum — aber auch, weil den Biegevorrichtungen den

Biegestanzen gegenüber manche Vorteile eigen sind und ihnen ein großes Tätigkeitsfeld offen bleibt — dürfen sie hier nicht vernach-

lässigt werden. Zudem verwirklichen sie den einfachsten und billigsten Weg, Biegungen jeder Art und Form an Drähten oder an Blechen zu erstellen. Da die Vorrichtungen von Hand bedient werden müssen, kommen allerdings nur Biegearbeiten mit geringem Kraftbedarf in Frage. Die großen Vorteile aber, die mit den Biegevorrichtungen verbunden sind, liegen:

1. in der Unabhängigkeit vom Arbeitsort, also der leichten Verschiebungsmöglichkeit des Arbeitsplatzes;

2. im Wegfall der Einrichtezeit, also der steten Arbeitsbereitschaft;
3. im Wegfall der Einrichtefehler, also der zuverlässigen Arbeitsweise;
4. im Wegfall der mit der Pressenarbeit verbundenen Gefahr, also im Arbeiterschutz;
5. im Wegfall mitunter von Arbeitsgängen, also in der Durchlaufbeschleunigung;
6. im Wegfall von Leerwegen, die durch die Beanspruchung beider Hände bei der mit zwei Einrückhebeln versehenen Presse notwendig sind, also einer Arbeitsbeschleunigung in vielen Fällen.

Die Arbeitsbeschleunigung ist noch zu steigern, wenn man den gebogenen Teil selbsttätig, entweder durch Schwerkraft bei entsprechend gestellter Vorrichtung und Presse, oder durch Preßluft, oder endlich mechanisch durch entsprechenden Bau des Werkzeuges auswerfen lassen kann.

Da die Arbeiten leicht sind, können auch die Vorrichtungen leicht ausgeführt

werden. Außerdem kann man sie, um eine besondere Grundplatte zu sparen, häufig in den Schraubstock spannen. So sind die nachstehend beschriebenen Werkzeuge ausgebildet:

Abb. 3 zeigt die Vorrichtung zum einfachen Biegen eines Drahtes um 90° . Die Biegekraft wird durch einen langen Hebel g übertragen, während das Werkstück durch einen entsprechenden Einschnitt in der Vorrichtung in seiner Stellung gehalten wird. Die Abbildung zeigt die Vorrichtung in der Endstellung, also nach Drehung des Hebels und der mit ihm durch ein Vierkant verbundenen Biegenase f um 90° .

Besonders klar wird der Vorteil von Vorrichtungen bei Biegearbeiten, die bei Ausführung mit Stanzen nur schwer in einem Arbeitsgang zu erreichen wären, mit Vorrichtungen aber ebenso einfach ausgeführt werden können wie rechtwinklige Abbiegungen. Ein Beispiel dieser Art beim Biegen einer Öse zeigen Abb. 4 und 5. Eigentlich handelt es sich hier schon um eine Rollarbeit, denn die Öse wird an einem Blechhebel ausgeführt. Da sich die Arbeit aber von der in Abb. 3 nur durch den Winkelweg des Biegehebels unterscheidet, steht sie richtiger bei den Biegungen. Sie zeigt zugleich an, wie die Stanzarbeiten gleicher Formänderungsarbeit trotz verschiedenartiger Bezeichnung tatsächlich ineinander übergehen.

Bei den beiden Werkzeugen war der Abstand der Biegung von einer bestimmten Stelle des Werkstückes durch die Form der die zu biegenden Teile aufnehmenden Einschnitte (Einlagen) ohne weiteres gegeben. In manchen Fällen ist es aber notwendig, die Stellung der Biegung zu irgendeinem Punkt des zu biegenden Teiles genau festzulegen, wie z. B. bei dem Hebel a der Abb. 6 zu dem Langloch in dem großen Auge. Dafür ist bei dem zugehörigen Werkzeug dadurch gesorgt, daß der Hebel auf einen dem Langloch entsprechenden Dorn d gesteckt und vor dem Abbiegen durch den Klemmbacken i gesichert wird, der durch die Schraube k verschoben wird.

Wie mit einem Hebel sogar mehrere Biegungen ausgeführt werden können, zeigt Abb. 7, die ein Werkzeug für drei Biegungen wiedergibt: Eine Biegung

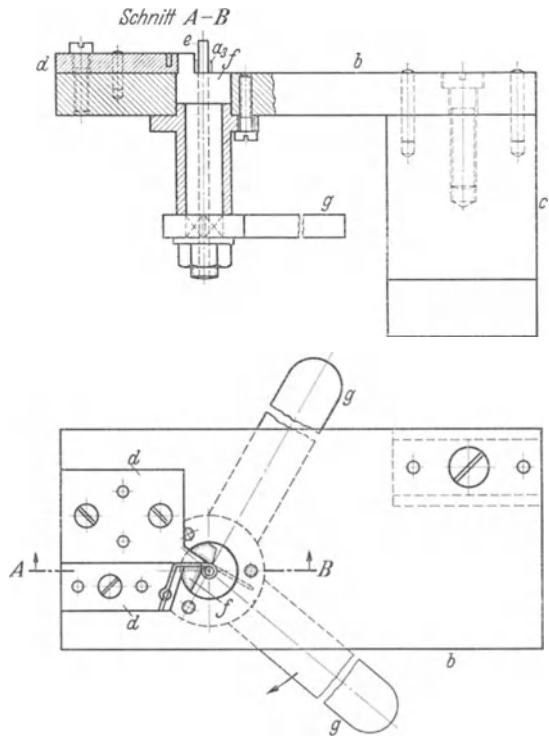


Abb. 4.

Biegen eines vorgebogenen Bleches in eine Öse (Rollen). a Werkstück (s. Abb. 5), b Grundplatte, c Einspannplatte zur Aufnahme im Schraubstock, d Werkstückaufnahme, e Biegeform, hier zylindrischer Stift, f Biegedorn, g Handhebel. Die Öse wird erzeugt durch Biegung des Werkstückes über den Formstift e bis nahezu 360° durch Biegedorn f und Handhebel g .

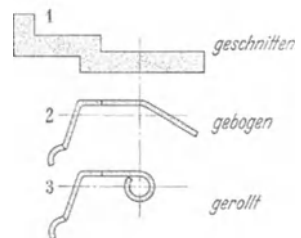


Abb. 5.

Werkstück zu Abb. 4: geschnitten, vorgebogen, gerollt.

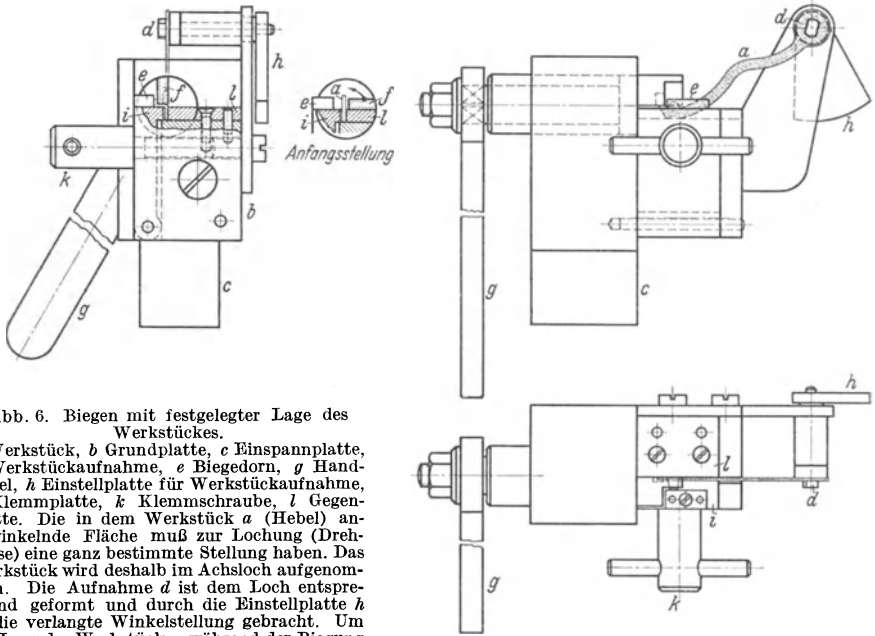


Abb. 6. Biegen mit festgelegter Lage des Werkstückes.

a Werkstück, *b* Grundplatte, *c* Einspannplatte, *d* Werkstückaufnahme, *e* Biegedorn, *g* Handhebel, *h* Einstellplatte für Werkstückaufnahme, *i* Klemmplatte, *k* Klemmschraube, *l* Gegenplatte. Die in dem Werkstück *a* (Hebel) anzuwinkelnde Fläche muß zur Lochung (Drehachse) eine ganz bestimmte Stellung haben. Das Werkstück wird deshalb im Achsloch aufgenommen. Die Aufnahme *d* ist dem Loch entsprechend geformt und durch die Einstellplatte *h* in die verlangte Winkelstellung gebracht. Um die Lage des Werkstückes während der Biegung zu sichern, wird das Werkstück durch Klemmplatte *i* und Klemmschraube *k* gegen die Gegenplatte *l* gepreßt; Die Biegung ist so genau, daß die Übertragung einer an ihr eingeleiteten Bewegung auf einen zweiten Hebel ohne Nacharbeit Austausch der Werkstücke ermöglicht.

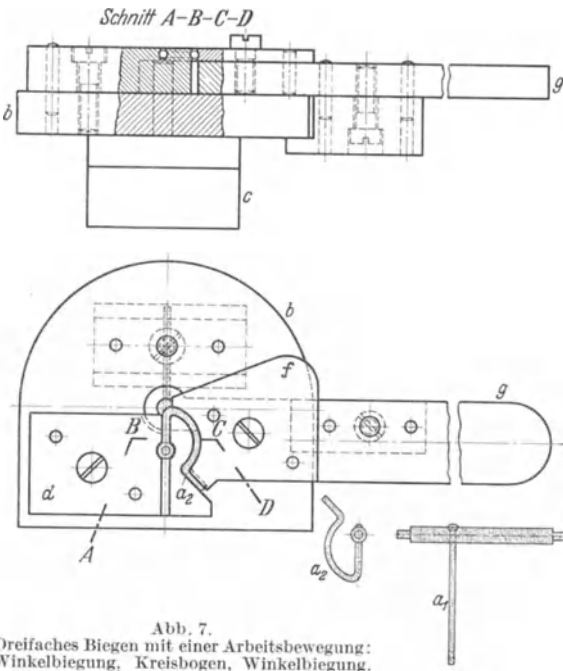


Abb. 7. Dreifaches Biegen mit einer Arbeitsbewegung: Winkelbiegung, Kreisbogen, Winkelbiegung. *a* Werkstück: vor der Biegung *a*₁, nach der Biegung *a*₂, *b* Grundplatte, *c* Einspannplatte, *d* Werkstückaufnahme, hier zugleich als Biegeform ausgebildet, *f* Biegedorn (-platte), *g* Handhebel. Nute im Biegedorn sichert den Erhalt der Biegungsebene, verhindert „Verkanten“.

um eine scharfe Kante, einen Kreisbogen und schließlich wieder eine Winkelbiegung.

Wenn der unmittelbare Hebeldruck nicht mehr ausreicht, schaltet man zwischen ihn und den Biegearm zweckmäßig ein den Druck verstärkendes Bindeglied, z. B. wie in Abb. 8 eine Kröpf-scheibe (Exzenter) ein. Diese bewegt das Bindeglied, hier einen Schieber, der an seinem arbeitenden Ende als Biegestempel ausgebildet ist, so daß die Vorrichtung mit der entsprechenden Gegenform zu einem auffallenden Beweis des schwimmenden Überganges von Biegevorrichtungen zu Biegestanzen wird. Die Biegung des Teiles selbst ist recht verwickelt, mindestens als fünffach anzusprechen. Diese 5 Biegungen sind allerdings

noch so geformt und aneinander gereiht, daß sie in einer einfachen Biegestanze mit einem Stempelhub ausgebildet werden könnten, wenn auch mit dem Nachteil, daß sie größtenteils gleichzeitig und mit geringerer Genauigkeit gefertigt würden.

Die Zahl der Beispiele ließe sich noch beliebig vermehren, besonders durch Werkzeuge mit mehreren Biegehebeln und durch Verbundwerkzeuge, die neben der Biegearbeit

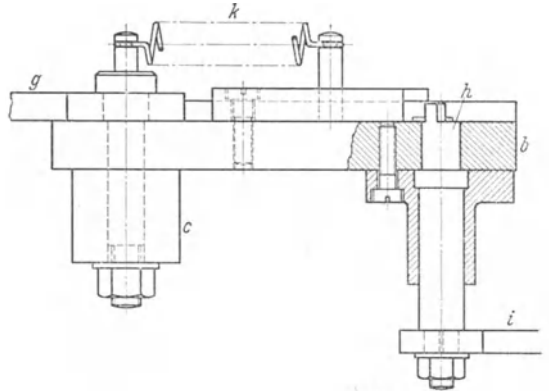


Abb. 8. Vorrichtung für Mehrfachbiegung, Verbundbiegungen und Folgebiegung.

a ($a_1 a_2 a_3$) Werkstück, *b* Grundplatte, hier gleichzeitig Werkstückaufnahme, *c* Einspannplatte, *e* Biegeform I, *f* Biegedorn I, hier eigentlich Biegestempel und gleichzeitig Biegeform II, *g* Handhebel I, *h* Biegedorn II, *i* Handhebel II, *k* Federn, *l* Führungsschienen. Das Werkstück a_1 erhält die 1. Form a_2 (eine 3fache Biegung), durch den Biegestempel *f*, der durch die außermittige Rückfederung als auch Formänderung während der folgenden Biegung a_3 mit Handhebel *i* durch Biegedorn *h* verhindert. Der Biegestempel *f* wird während seiner Bewegung seitlich geführt durch die Schienen *l* und kehrt nach Beendigung der Formarbeit unter der Wirkung der Federn *k* in seine Ausgangslage zurück.

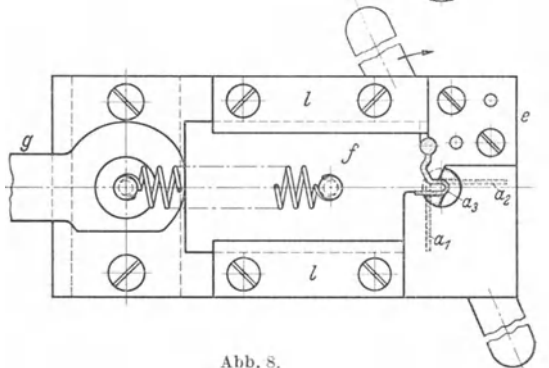


Abb. 8.

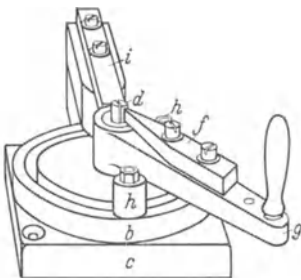


Abb. 9. Allgemeine Vorrichtung zum Biegen von Drähten und Blechstreifen.

b Grundplatte, *c* Einspannplatte zum Aufschrauben auf den Arbeitstisch, *d* Werkstückaufnahme, gleichzeitig Biegeform, *f* Biegedorn, *g* Handhebel, *h* Anschläge zur Einstellung des Biegewinkels, *i* Werkstückanschlag. Die Verstellung der Winkel- und Werkstück-Anschläge sowie des Biegedorns einerseits und die Auswechslung der Werkstückaufnahme *d* (Biegeform) andererseits, ermöglichen die Ausführung der verschiedensten Biegearbeiten in Einzelausführung und als Folgearbeiten. Die Vorrichtung ist geeignet für kleine Reihen, für die sich ein Sonderwerkzeug nicht lohnt (Metallwarenfabrik Brandenburg).



Abb. 10. Allgemeine Zargenbiegevorrichtung (Kircheis).

auch noch Schneidarbeit verrichten und mit selbsttätigen Auswerfern versehen sind; doch würde dies hier zu weit führen.

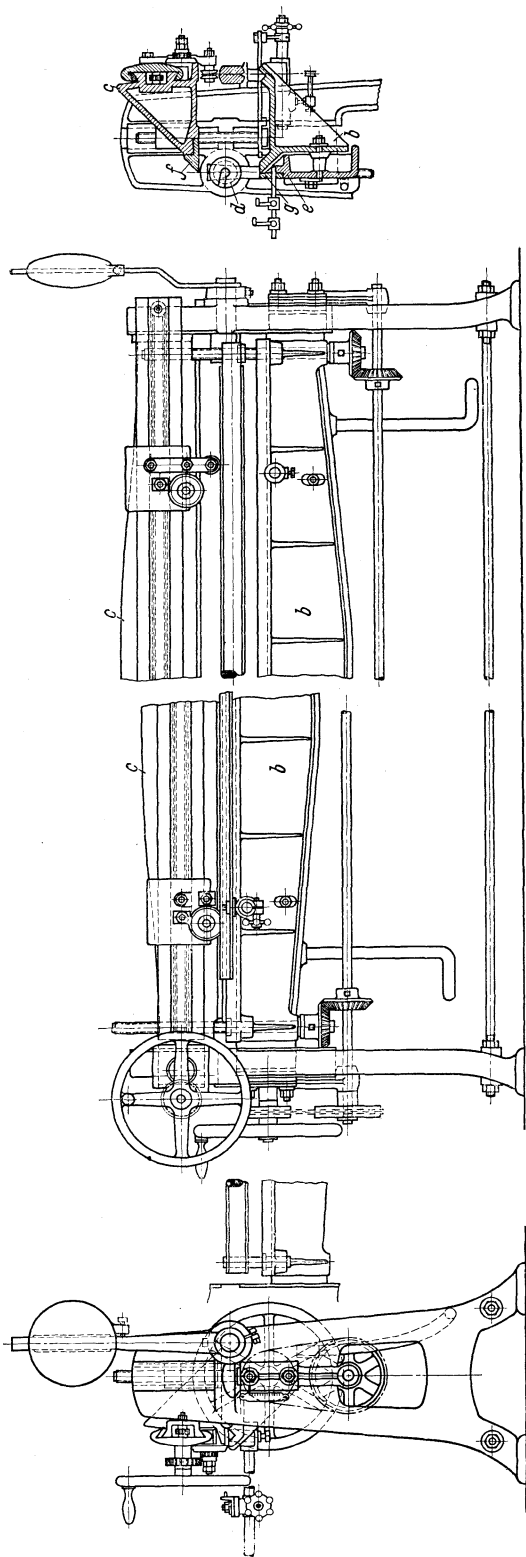


Abb. 11. Allgemeine Abkant-, Gesims-, Wulst- und Rundbiegemaschine (Schuler, Göppingen), hierzu Abb. 12. I Oberwange *c* in tiefster Stellung, II Oberwange *c* in höchster Stellung.

3. Biegen mit allgemeineren Biegevorrichtungen. a) Mit Handbetrieb. Eine Biegevorrichtung muß aber noch erwähnt werden, die wegen ihres besonderen Aufbaues von den bisher vorgeführten abweicht. Zwar nicht der Wirkungsweise nach, denn es wird wie bei jenen auch durch einen Handhebel gebogen, aber ihrer Verwendungsmöglichkeit nach. Während die Vorrichtungen (Abb. 3 ... 8) für eine ganz bestimmte Arbeit entworfen und gebaut worden sind, soll die der Abb. 9 allgemeiner verwendet werden, einmal durch die Verstellung der Anschläge *h* des Biegedorns *f* und des Anschlages *i* und zum anderen durch Auswechslung des Einsatzes *d*, der zugleich Werkstückaufnahme und Biegeform ist.

Diese Vielseitigkeit ist zweifellos ein großer Vorzug der Vorrichtung, denn sie ermöglicht die Ausführung von Biegearbeiten mit dem geringsten Aufwand für Werkzeuge. Dieser Vorteil ist wesentlich, wenn kleine Mengen gleicher Biegungen gefertigt werden müssen; bei großen Mengen ist die Zeit zum Verstellen der Vorrichtung unerwünscht, weil sie die Fertigung beeinträchtigt, besonders wenn mehrere Biegungen an einem Werkstück ausgeführt werden müssen.

Für diesen Fall wählt man dann — sofern eine so kleine Vorrichtung wie die der früheren Abbildungen mit Rücksicht auf die Größe des Werkstückes nicht genommen werden kann — eine allgemeine Biegevorrichtung mit mehreren Biegebewegungen, die entweder nur zum Biegen von Zargen mit rechteckigem oder dreieckigem Querschnitt dienen,

wie die der Abb. 10 mit einem Fuß- und 2 Handhebeln, die für rechteckige Zargen eingerichtet ist, oder sogen. Abkant- und Rundmaschinen, die runde und eckige Zargen fertigen (Abb. 11).

Die Abkant- und Rundmaschine entspricht mit ihrer allgemeinen Verwendungsmöglichkeit und der Ausbildung nur einer Biegung bei einer Hebelbewegung am meisten der Vorrichtung der Abb. 9. Um große Längen von Hand biegen zu können, ist einerseits die Biegenase, bei der Maschine Unterwange genannt,

durch ein entsprechend bemessenes Gegengewicht ausgeglichen und sind andererseits an der Unterwange zwei genügend lange Hebel angebracht, so daß entweder ein Arbeiter mit beiden Händen anfassen kann oder, wenn seine Kraft nicht genügt, zwei Arbeiter zugleich. Das wird aber nur in den seltensten Fällen nötig sein. Bei der Arbeit wird die Unterwange, die die Biegenase *g* trägt, gehoben und dadurch das zu biegende Blech um die Biegekante der Oberwange (Abb. 11 und 12) gebogen. Der Weg der Unterwange wird durch einen verstell-

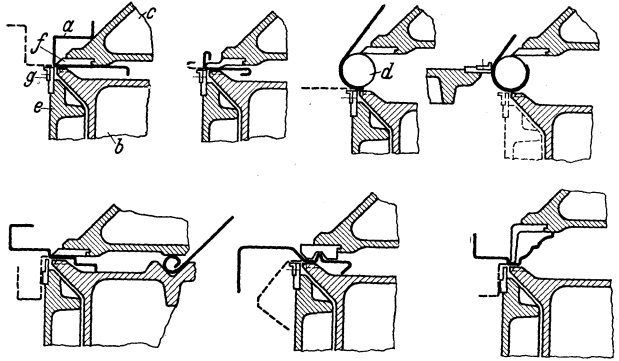


Abb. 12. Ausbildung der Arbeitschienen bei den Abkant- und Rundmaschinen nach der gewünschten Formarbeit. Der Zuschnitt *a* wird zwischen Maschinentisch *b* und Oberwange *c* gespannt, erforderlichenfalls mit Zwischenschaltung eines Rund- oder Formstabes *d*; dann wird das freie Ende von Hand mit der Unterwange *e*, je nach der beabsichtigten Formgebung um die Biegeform *f* der Oberwange oder den Formstab *d* gebogen. Die Formstäbe *d*, die Biegeform *f* der Oberwange *c* und die Biegeschiene *g* der Unterwange *e* sind auswechselbar und der beabsichtigten Formgebung entsprechend auszubilden.

baren Anschlag an der Maschine begrenzt. Die Arbeitsweise und die verschiedenen, den Arbeiten angepaßten Formen von Biegenasen und Biegekanten zeigt ganz deutlich die Abb. 12, während Abb. 13 eine Übersicht über einen Teil der unerschöpflichen Biegemöglichkeiten gibt. Wesentlich für eine gute und gleichmäßige Arbeit bei den Abkantarbeiten ist es, daß das Blech gleichmäßig und genau zugeschnitten ist, so daß die Biegekante auch wirklich in die gewünschte Lage kommt. Zur Sicherung der Blechstellung während der Biegung ist die Oberwange so verstellbar, daß sie das Blech gegen den Maschinentisch klemmen kann. In diesem Fall muß sie zwar vor der Blecheinführung jedesmal gehoben werden, gewährleistet aber dafür die Ausführung der schärfsten Biegung.



Abb. 13. Beispiele für Folgearbeiten der Abkant- und Rundmaschinen.

b) Mit Kraftbetrieb. Die Biegemaschinen können zur Erleichterung und zur Beschleunigung der Arbeit auch mechanisch betrieben werden, und zwar sowohl die eigentlichen Rundmaschinen (Abb. 14) (bei denen die Rundung durch 3 Walzen besorgt wird, zwischen denen das Blech durchwandert, wobei die Größe des Zargendurchmessers durch Veränderung der Stellung der Walzen gegeneinander, Höher- und Tieferstellen einer Walze, oder Auswechslung der dritten Walze geregelt wird) als auch die Abkantmaschinen. Die Maschinen sind so gebaut, daß sie nach dem Einrücken, das für jedes Werkstück notwendig ist, selbsttätig arbeiten und sich dann selbsttätig ausrücken. Die Rundmaschine der Abb. 14 ist deshalb noch besonderer Beachtung wert, weil sie zugleich auch

schneidet. Dadurch wird besonderes Schneiden gespart, vom Streifen oder gar vom Band weg gebogen und die Leistungsfähigkeit so bedeutend gesteigert, daß eine Ausbringung von 2000... 3000 gerundeter Werkstücke in der Stunde möglich ist. Der Kraftantrieb erreicht neben größerer Ausbringung eine Ver-



Abb. 14. Rundmaschine (Kircheis).

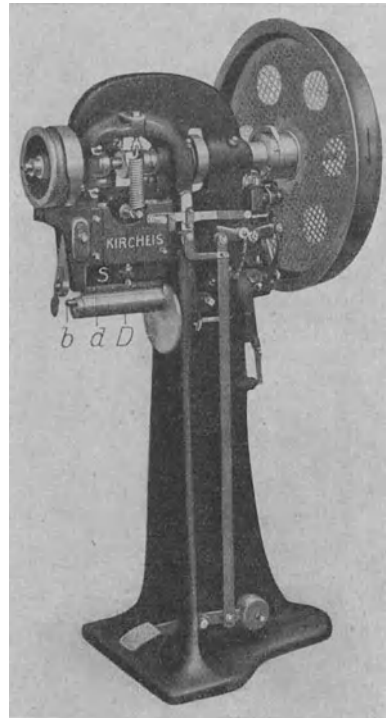


Abb. 16. Langfalz-, Bieg- und Zudrückmaschine (Kircheis). Die Maschine arbeitet nach dem Einrücken selbsttätig. S. Abb. 17.

besserung der Gleichmäßigkeit der Umformungsbewegung und daher auch der erstellten Formen.

Wenn die gerundeten oder gekanteten Zargen so aus den Maschinen kommen,

daß ihre Enden nach Abb. 15 I übereinanderstehen, dann müssen sie durch Biegungen nach Abb. 15 II oder III miteinander verbunden werden. Zu dieser Arbeit wird zweckmäßig eine Sondermaschine, die Langfalz-, Bieg- und Zudrückmaschine verwendet (Abb. 16), die diese Arbeit auf einmal ausführt mit Bewegungen, die die Abb. 17 erläutert: Zunächst wird die Zarge über den Dorn *c* geschoben und mit ihrem oberen Ende gegen den Anschlag *f* gestoßen, wobei die innere Kante sich in die Hohlkehle der Schiene *h* legen muß; dann wird die

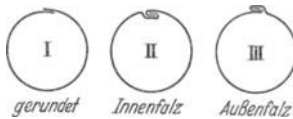


Abb. 15. Fertigung eines Zylindermantels durch Runden und Falzen (Zargenfertigung). I nur gerundet, II Innenfalz an der Stoßkante nach dem Runden, III Außenfalz an der Stoßkante nach dem Runden.

Maschine eingerückt. Zunächst bewegt sich die Schiene *e*, biegt die Blechenden um die Kanten der Schiene *h* und schiebt sie gleichzeitig ineinander. Nun dreht sich der Kern *b*, von der Hauptwelle gesteuert, in der Aufnahme *c* so weit, daß die

Schiene h unter dem Druck des Schiebers d_I nachgibt, so daß dieser im Niedergehen je nach seiner Ausbildung als d_I bzw. d_{II} und der Ausbildung des Dorns bzw. g_I bzw. g_{II} den Falz in der Form der Abb. 15 II oder 15 III ausbildet.

Die Falzmaschine arbeitet schon mit mehr als einer Biegenase und ist deshalb eine der verwickelten Biegemaschinen. Trotzdem dient sie nur einem einzigen bestimmten Zweck, dem allerdings mit großer Vollkommenheit und hoher Leistungsfähigkeit. Und doch ist die Beschränkung zweifellos eine Hemmung für die allgemeine Verbreitung. In dieser Hinsicht wesentlich günstiger, weil allgemeiner verwendbar, ist die selbsttätige Biegemaschine (Abb. 18), die mit 4 Schiebern arbeitet und daher eine vielseitige Verwendungsmöglichkeit hat (Abb. 19); Dorn und Schieber sind allerdings der jeweiligen Biegearbeit anzupassen. Der Anbau eines Schermessers und einer Zuführvorrichtung ermöglicht das Arbeiten vom Streifen und vom Bund, wodurch die Maschine sehr leistungsfähig wird.

4. Allgemeines zum Biegen mit Biegestanzen. Wenn die Biegearbeit so schwer ist, daß sie mit den einfachen Biegevorrichtungen nicht ausgeführt werden kann und die Benutzung der Biegemaschine zu zeitraubend wäre wegen der Form der Biegung, der großen zu erwartenden Fertigungsmenge oder weil eine Werkzeugetfertigung einfacher ist, verwendet man zum Biegen Sonderwerkzeuge, die Biegestanzen genannt werden und ihre Arbeiten nach den Ausführungen des AWF mit Ober- und Unterstempel verrichten. Zu diesen beiden Hauptteilen, die bei der einfachsten Werkzeugform (Abb. 20) allein in die Biegestanze bilden, können noch Hilfsglieder treten, durch die die grundsätzliche Arbeitsweise aber nicht geändert wird.

Die Werkzeuge werden in Arbeitsmaschinen benutzt, die z. T. die gleichen sind wie für Schnitte: Fallhämmer und Pressen, die je nach der Art der Biege-

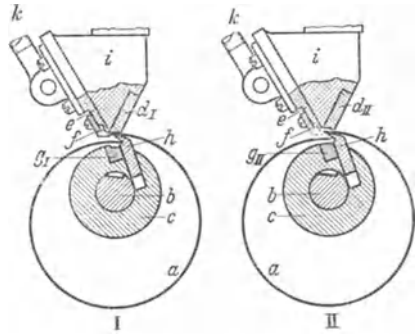


Abb. 17. I Einrichtung der Maschine Abb. 16 für Innenfalz, II Einrichtung der Maschine Abb. 16 für Außenfalz. a gerundeter Zylindermantel (Zarge), b angetriebene Kernwelle, c Werkstückaufnahme, d (d_I, d_{II}) Zudrückschieber, e Vorbiegeschiene der Außenkante, f Anschlagsschiene für die Außenkante, g (g_I, g_{II}) Formschiene, h Vorbiegeform für Außen- und Innenkante, gleichzeitig Anschlag für die Innenkante, i Oberwange, k Schubstange.

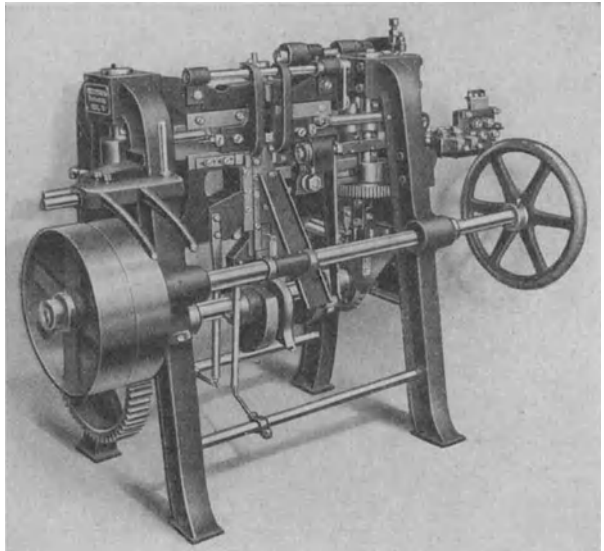


Abb. 18. Selbsttätige, mit 4 Schiebern vom Bund arbeitende Biegemaschine (Biegeautomat) (Semper & Co., Greiz).

arbeit befähigt sein müssen, einen schwachen und kurzen oder starken und satten Druck auszuüben, damit die Biegung in der gewünschten Form steht. Darüber wird noch zu sprechen sein.

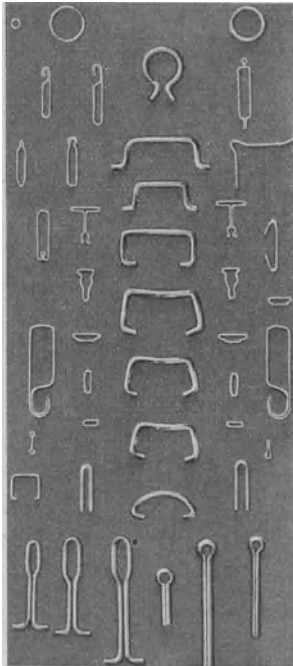


Abb. 19. Biegungen des Biegeautomates Abb. 18.

Ungezählte Biegungsformen können mit Biegestanzen gefertigt werden. Daher können im folgenden nur einige wenige besonders bemerkenswerte herausgegriffen werden, an denen das Grundsätzliche der Ausführung zu besprechen ist. Von diesen aus muß jede neue Biegung abgeleitet und das zu ihrer Erstellung dienende Werkzeug entwickelt werden.

Bei der Biegung mit Biegestanzen wird das Werkstoffstück durch den Biegestempel so lange und so stark auf einem Punkt oder auf mehreren Punkten oder auf seiner ganzen Länge belastet, bis es über die Elastizitätsgrenze beansprucht, seine Umformung also bleibend ist. Dabei kann die Formgebung örtlich begrenzt oder allgemein sein, nur durch Biegebeanspruchung allein erzwungen sein, wie z. B. fast ausschließlich bei Biegevorrichtungen oder durch Biege- und Druckbeanspruchung, wie zumeist bei Biegestanzen. Wichtig ist vor allem, daß die Beanspruchung an der Formstelle den höchsten Betrag erreicht, weil dadurch das „Stehen“ begünstigt wird.

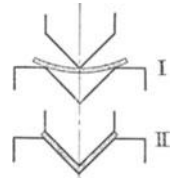


Abb. 21. Biegungsverlauf. I Beginn, II Ende der Biegung.



Abb. 22. Folgen zu großen Enddruckes und unzulänglicher Gesenkausbildung: Verformung an der Einlaufkante.

5. Einfache Biegestanzen ohne Auswerfer. a) Für eine symmetrische

Biegung. Die zusammengesetzte Beanspruchung ist schon bei der einfachsten Biegestanze der Abb. 20 zu erkennen, mit Oberstempel *f*, hier Biegestempel, und

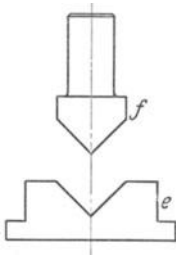


Abb. 20. Einfachste Biegestanze für Einbau in besondere Arbeitsmaschinen. *e* Biegegesenk, Biegegesenk, *f* Biegestempel.

Unterstempel *e*, hier Biegegesenk oder Biegeform. Die Biegearbeit geht nach den Stufen I und II der Abb. 21 vor sich. Während in I noch von einer reinen Biegebeanspruchung gesprochen werden kann, die in II zu Ende ist, kommt bei II noch eine starke Druckbeanspruchung hinzu; diese kann mitunter unzulässig groß werden, wenn die Arme des Blechwinkels nicht ganz zwischen Stempel und Gegenform gepreßt werden, wie in Abb. 22, weil sich dann das Ende der Form im Biegegesenk in das Blech eindrückt. Bei kurzen Schenkeln wird man die Biegeform immer so groß machen, daß sie die Schenkel ganz aufnehmen kann und wird so den Fehler vermeiden; bei langen Schenkeln zwingt oft die Rücksicht auf die geringeren Werkzeugkosten dazu, den Fehler in Kauf zu nehmen, wie bei der Ausführung nach Abb. 23, sofern man nicht eine Biegemaschine benutzen kann. Muß

man mit Rücksicht auf Ausbringung und Preis eine Biegestanze bauen, dann ist besonders auf die Zuschnittaufnahme (Einlage) zu achten, die bei der Ausführung nach Abb. 23 sehr einfach durch zwei — der Leichtigkeit des Einlegens wegen — seitlich angeschraubte, in ihrer Einlagestellung (oben) durch Paßstifte *p* gesicherte

Blechwinkel gebildet wird (Abb. 23 rechts). Die Aufnahme muß den ganzen zu biegenden Zuschnitt aufnehmen können und daher bei langen Schenkeln nach Abb. 23 links entsprechend weit vorgebaut werden. Das seitliche Anschrauben ist zu vermeiden, wenn man die Schraubenköpfe in die Blecheinlage einsenken kann.

Bei den scharfen Biegungen von 90° und mehr ist die Biegebeanspruchung so groß, daß die Biegung bei nicht zu dünnem Werkstoff auch schon ohne satten Enddruck steht. Wo der Enddruck aber nötig ist, muß die Kante des Biegestempels stark in die Biegestelle drücken können, damit der Enddruck die Beanspruchung an der Formstelle erhöht und auch wirklich dem Stehen zugute kommt.

Dies ist nur möglich, wenn die Biegeform des Gesenks im Grund die Rundung hat, die das Blech bei der Biegung über die Stempelunterkante annimmt. Ist nämlich der Grund des Gesenks schärfer, so kommt auch bei noch so starkem Druck keine stärkere Belastung mehr auf die Biegestelle, der Winkel steht also nicht besser, und es werden höchstens die Schenkel besser geebnet (planiert). Allerdings kann bei manchen Arbeiten, besonders bei unebenem Blech, auch das Ebnen (Planieren) erwünscht oder notwendig sein.

Bei anderen Biegeformen wie Abb. 24, wo die Biegung schwächer ist, steht die Form schlecht; in diesem Fall wird kaum ein starker Enddruck genügen, um das Stehen der Biegung zu gewährleisten, so daß es notwendig ist, die Rückfederung durch entsprechende Überbeanspruchung auszugleichen. Ein Maß für die Größe der Rückfederung ist nicht zu geben; die Größe richtet sich ganz nach den mechanischen Eigenschaften des Bleches und muß deshalb für jedes Blech besonders festgestellt werden. Dazu wird zweckmäßig eine Blechbiegevorrichtung herangezogen, mit der auch die technologische Prüfung durch Hin- und Herbiegen ausgeführt wird. In diese setzt man einen Biegedorn mit einer Biegekante, die der des Biegestempels entspricht und biegt

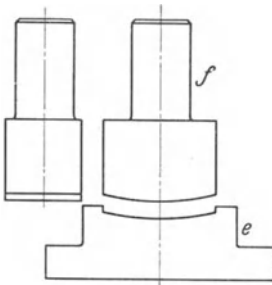


Abb. 24. Biegestanze mit schwacher Formung und daher starker Rückfederung. Das Maß der Rückfederung muß durch entsprechende „Überformung“ ausgeglichen werden. *e* Biegeform, *f* Biegestempel.

das eingeführte Blech um den verlangten Winkel. Diesen und auch die auf die Biegung folgende Rückfederung liest man an der Skala ab, die an der Vorrichtung angebracht ist. Dieses Vorgehen ist besonders zweckmäßig vor dem Biegen von Federblechen, weil es die Versuchsarbeit wesentlich abkürzt.

b) Für eine unsymmetrische Biegung. Während die einfachen Biegewerkzeuge für symmetrische Biegung kaum eine nennenswerte Schwierigkeit

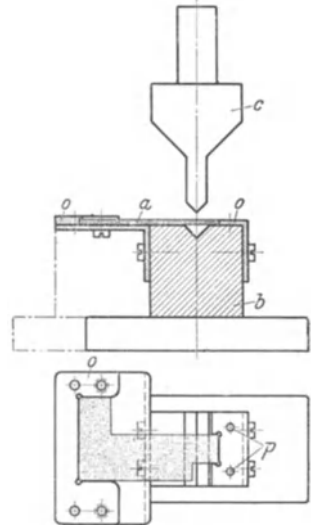


Abb. 23. *a* Zuschnitt, *c* Biegestempel, *o, o* Blechaufnahme (Anschlag), rechts durch Paßstifte *p* gesichert, links vorgebaut zwecks Werkstoffersparnis.

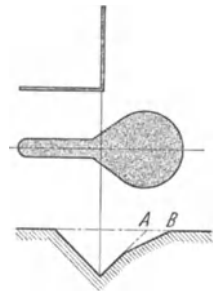


Abb. 25. Erleichterung der Biegung durch Verlegung des Angriffspunktes auf der Seite des breiteren Schenkels von *A* nach *B*.

machen, sofern nur der Oberstempel beim Einrichten der Maschine die richtige Stellung zum Unterteil bekommen hat, gibt der Entwurf der Werkzeuge für unsymmetrische Biegung mehr zu überlegen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Ursache der Ungleichheit in der ungleichen Schenkellänge oder der ungleichen Schenkelbreite begründet ist oder sogar nur in der Verschiedenheit der Größe der Einlaufkantenrundung des Gesenks; denn die grundsätzliche Auswirkung auf die Formgebung ist immer dieselbe. Sie ist so bedeutend, daß sie für jeden Einfluß besonders besprochen werden soll, wobei zweckmäßig die Reihenfolge gewechselt wird.

1. Ungleichheit der Kantenrundung. Wenn man die Abb. 21 I betrachtet, die eine Zwischenstufe bei der Biegung vorstellt, so ist es klar, daß der Biegedruck zwischen den Einlaufkanten und den Blechschenkeln eine Reibung verursacht, um so größer, je schärfer die Kanten sind. Solange die Rundungen gleich sind, wird allerdings die Reibung meistens nicht stören, sofern sie nicht — bei ganz scharfen Kanten — zu einer unzulässigen Beschädigung der Blechoberfläche führt; denn bei Pressen wird immer mit Kraftüberschuß gearbeitet werden. Sobald die Einlaufkanten aber ungleich sind, wird auch die Reibung ungleich und damit die Einlaufgeschwindigkeit der beiden Schenkel verschieden. Der Schenkel des zu biegenden Winkels, der über die größere Rundung einläuft, tritt schneller in das Gesenk und wird deshalb kürzer. Um so eher, wenn die Biegekante des Stempels nicht scharf, sondern stark gerundet ist, also der Blechverschiebung geringen Widerstand entgegensetzt und besonders, wenn das zu biegende Werkstück mit einem Schnittwerkzeug so ausgeschnitten ist, daß es mit dem Grat nach unten in die Biegestanze gelegt werden muß. Dann muß die Gratseite über die Einlaufkanten gleiten und erhöht die Reibung an der Biegekante mit kleiner Rundung, während sie in der umgekehrten Lage durch die Erhöhung des Gleitwiderstandes am Stempel eine sonst vorhandene Gleitfahr verringert hätte.

Aus diesen Gründen ist es notwendig, die Rundungen der Biegekanten bei der Werkzeugfertigung genau gleich zu machen, durch Schablonen zu prüfen und, wie früher beschrieben, bei der Blecheinteilung die Lage der Gratseite zu berücksichtigen.

2. Ungleiche Schenkelbreite. Ähnlich wie ungleiche Rundung der Einlaufkanten wirkt auch ungleiche Schenkelbreite (Abb. 25), und zwar wirkt die größere Breite des Schenkels hemmend auf das Einlaufen. Dadurch wird der schmälere Schenkel zu kurz. Diesem Fehler ist mindestens bis zu einem gewissen Grad durch entsprechende Ausbildung der Rundung entgegenzuwirken, also dadurch, daß man auf der Seite des breiten Schenkels die Rundung größer macht als auf der des schmäleren. In vielen Fällen wird diese Maßnahme völlig genügen; wenn sie es nicht tut, dann kann man die Biegung auf der Seite des breiteren Schenkels erleichtern durch Verlegung des Angriffspunktes des Gegenlagers nach außen, von *A* nach *B* (Abb. 25), wodurch eigentlich der Hebelarm verlängert wird, an dem die Biegekraft wirkt. Noch besser ist eine dritte Art der Abhilfe: Die Matrize erhält einen Stift, der sich federnd gegen den Zuschnitt legt, so daß dieser, zwischen Stift und Stempel gespannt, nicht verrutschen kann. Wenn angängig, erhält der Stift eine Spitze, die sich etwas in den Zuschnitt bohrt (s. auch Abb. 41).

3. Ungleiche Schenkellänge. Nach den bisher angestellten Überlegungen sind die Erscheinungen, die bei ungleich langen Schenkeln zu erwarten sind, ohne weiteres abzuleiten: Der längere Schenkel wird des langen Hebelarmes wegen, an dem die Biegekraft wirkt, leicht gebogen, gleitet zu rasch in die Biegeform und wird daher zu kurz. Es ist also die Biegung des kurzen Hebelarmes zu erleichtern, was durch eine Schrägstellung des Unterteiles möglich ist, die

(Abb. 26) die Biegekante des kurzen Hebelarmes senkt und damit den Hebelarm selbst verlängert.

c) Für mehrfache Biegung. Wie für Einfachbiegungen, so entscheidet

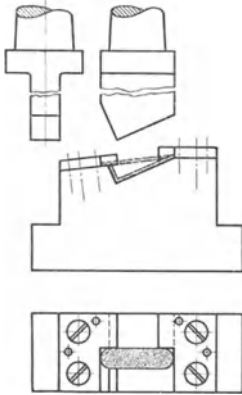


Abb. 26. Biegung ungleich langer Schenkel. Erleichterung durch Schrägstellen des Gesenks gibt gleichzeitig bessere Ausprägung.

auch für Mehrfachbiegungen den Erfolg manchmal die Wirkung des Gleitwiderstandes, wenn sie hier auch etwas anders ist. Während bei den Werkzeugen für eine Biegung das Blech immer noch frei in das Unterteil gleiten und daher der allzu schädliche Einfluß des Gleitwiderstandes beseitigt werden konnte, ist dies bei Mehrfachbiegungen (Abb. 27... 30) nicht mehr möglich. Nach Abb. 29 z. B. ist der Werkstoff während der ganzen Biegeperiode zwischen Oberstempel

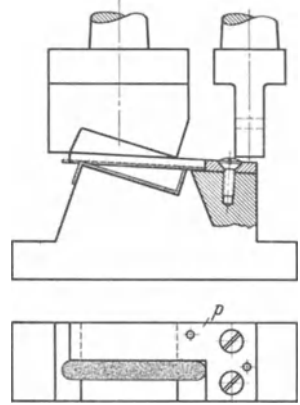


Abb. 27. Mehrfachbiegestanze mit offenem Werkstückanschlag p .

und Einlaufkante eingeklemmt und reibt. Diese Reibung ruft im Blech eine Zugspannung hervor, die das Blech schwächt und dehnt. Bei Biegungen wie in Abb. 30 kann an den stärkst beanspruchten Stellen die Dehnung so groß

werden, daß das Blech hier reißt. Wenn schon die Dehnung in zulässiger Größe manchmal unerwünscht sein kann wegen der Unmöglichkeit, sie voraus zu berechnen, wegen der Unsicherheit der Zuschnittsbestimmung und wegen der Ungewißheit des Stanzerfolges, so begrenzt sie im äußersten Fall die Möglichkeit des Mehrfachbiegens mit einfachen Biegestanzen und zwingt zu den, sicheren Erfolg bringenden Folgearbeiten mit einfachen Biegestanzen.

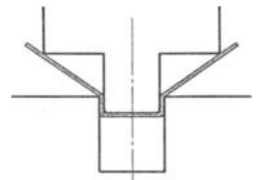


Abb. 29. Mehrfachbiegung mit gefährlicher Reibung.

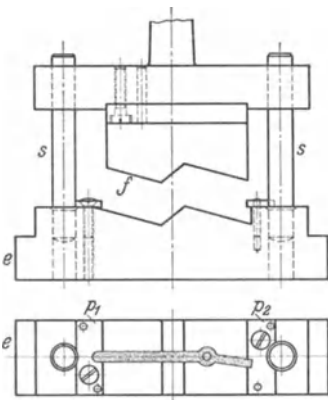


Abb. 28. Mehrfachbiegestanze mit geteilter Werkstückaufnahme p_1, p_2 . Der Biegestempel f ist zum Gesenk e durch Säulen s geführt. Diese Bauart erleichtert die Einspannung und erhöht gleichzeitig die Arbeitsgenauigkeit. Mit Rücksicht auf Vereinheitlichung im Werkzeugbau ist der Werkzeugoberteil mehrteilig ausgebildet, der Biegestempel aufgesetzt.

6. Folgearbeiten mit einfachen Biegestanzen.

a) Für je nur eine Biegung. Dafür gibt es viele Möglichkeiten, schon mit einem ganz einfachen Winkelwerkzeug (Abb. 31), dessen Stempel hierzu besonders (siehe die Aussparung e)

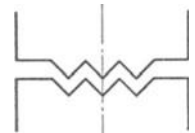


Abb. 30. Mehrfachbiegung mit noch stärkerer Einlaufreibung (Bruchgrenze).

ausgebildet ist, wenn die Blecheinlage nach den verschiedenen Schenkellängen gewechselt oder verstellt werden kann. Unter Umständen genügt bei kleinen Fertigungsmengen sogar das Einzeichnen einer Millimeterteilung, die das richtige Auflegen des Werkstückes auf dem Unterteil gestattet. Diese Arbeitsweise, die durch Werkstoffdicke und -art nicht beeinträchtigt wird, ist für Folgearbeiten

der Unempfindlichkeit wegen sehr vorteilhaft, solange auf Maßgenauigkeit der Werkstücke kein großer Wert gelegt werden muß. Ist dies aber der Fall, dann muß die richtige Ausführung der Blecheinlage sorgfältig bedacht werden. Wenn man z. B. eine U-Biegung machen will, bei der nach Abb. 32 die beiden Schenkel l unter sich und bei allen Teilen gleich lang sein müssen, der Abstand s der Schenkel dagegen verschieden groß werden darf, muß der Zuschnitt immer so angeschlagen werden, daß die Biegekante vom Anschlag gleichen Abstand bekommt. Wenn

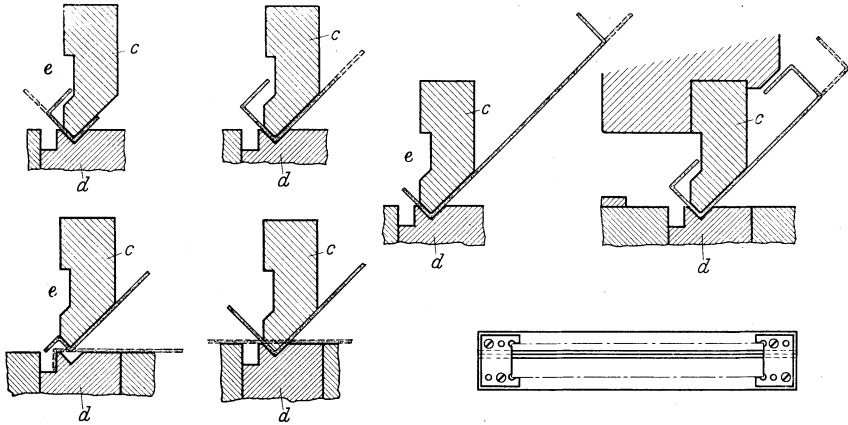


Abb. 31. Ausführung verschiedener Biegungen als Folgearbeiten mit einfacher Biegestanze durch geeignete Ausbildung von Oberteil c (Biegestempel) und Unterteil d (Biegeform), e Aussparung.

man einen gewöhnlichen festen Anschlag nach Abb. 23 nehmen wollte, könnte der Zuschnitt — hier ein rechteckiges Blechstück — bei unachtsamer Bedienung verschiedene Lagen in der Einlage einnehmen. Denn infolge der bei solch einfacher Form üblichen Schneidweise (mit Schneidmaschinen statt mit einem Schnitt) entstehen erhebliche Schneidtoleranzen, also Längenunterschiede, und der nach dem größten Zuschnitt zu wählende Abstand der Anschläge gestattet den kleineren Zuschnitten, sich hin und her zu bewegen. Von der Bedienung könnte man zwar einen gleichmäßigen Anschlag nach einer Seite verlangen, aber

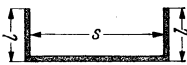


Abb. 32.
Werkstück, l Schenkel-
länge, s Schenkelabstand.

zuverlässiger für die Arbeit und besser für das Werkzeug ist es, wenn die Arbeitseinrichtungen so gestaltet sind, daß Arbeitsfehler zwangsläufig ausgeschaltet werden. Das kann man jedenfalls

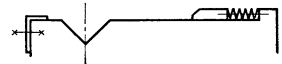


Abb. 33.
Federnder Anschlag erzwingt
gleichen Abstand der Biege-
kante vom festen Anschlag.

dort verlangen, wo man einerseits die Gefahr der Fehler erkennt und andererseits einfache Abwehrmittel besitzt. So braucht man hier auf der der Biegestelle fernen Seite den Anschlag nur federnd zu machen (Abb. 33), dann sorgt er für den gleichmäßigen Anschlag auf der der Biegestelle nahen Seite, sowohl beim Zuschnitt als auch beim zweiten Arbeitsgang, bei dem schon ein Schenkel angewinkelt ist.

Schwieriger ist die Arbeit, wenn die Schenkel an einem Stück untereinander zwar gleich sein müssen, ihre Länge l (Abb. 32) mit denen der andern Teile aber nicht übereinzustimmen braucht, dagegen der Schenkelabstand s bei allen Teilen gleich sein muß. Dann ist es notwendig, die den Schenkelabstand übersteigende Länge des Zuschnittes in zwei gleiche Teile zu teilen. Aus diesem Grund müssen beide Anschläge rechtwinklig zur Achse des Zuschnittes veränderlich sein. Dieser

selbst muß durch besondere Anschläge, z. B. 4 Stifte wie *o* in Abb. 34, festgelegt werden, doch so, daß er sich in der Achsenrichtung verschieben kann. Die dazu nötige Querbewegung (rechtwinklig zur Zuschnittachse) kann entweder, wie in

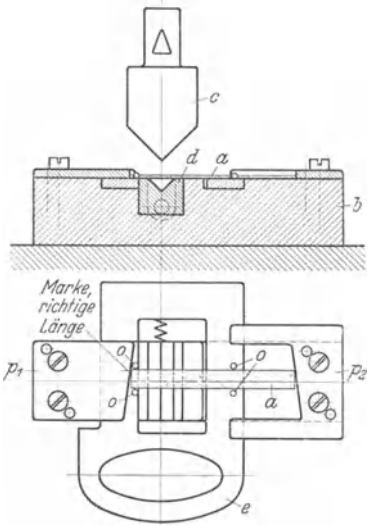


Abb. 34.

U-Biegung mit gleichem Schenkelabstand, Arbeitstoleranzen in der Schenkellänge, erreicht durch bewegliche Blechaufnahme. *a* Zuschnitt, *b* Grundplatte, *c* Biegestempel, *d* Biegeform, *e* Aufnahme, quer zum Zuschnitt verschiebbar, *o* 4 Stifte, fest in Aufnahme, *p*₁ *p*₂ Anschläge für Zuschnitt.

Abb. 34 die Zuschnittaufnahme *e* haben oder es können die Anschläge (*p*₁ *p*₂) gegenüber der festen Aufnahme beweglich sein. Die schrägen Kanten der Anschläge, die den Zuschnitt ausrichten sollen, müssen die Schenkel eines gleichschenkligen Dreiecks oder Trapezes bilden, dessen Mittellot in die Querbewegung fällt. Nur dann wird der Zuschnitt richtig verschoben.

Zweckmäßig schrägt man die Anschlagseiten noch so ab, daß sie den Zuschnitt fest auf die Auflage drücken.

Der Aufbau dieses Werkzeuges ist aber schon so umfangreich, daß man sich in den meisten Fällen zu einem Federwerkzeug

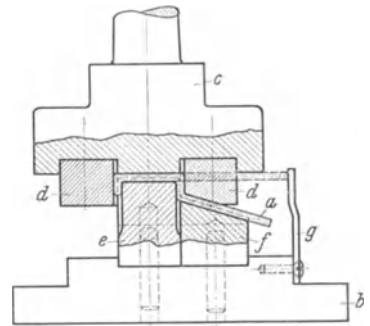


Abb. 35.

Einfache Biegestanze für 3fache Biegung (ihm folgt Werkzeug Abb. 36 zur Vollendung der Form) 1., 2. und 3. Biegung. *a* Werkstück, *b* Grundplatte, *c* Stempelkopf, gleichzeitig Teil der Biegeform, *d* Teile der Biegeform, *e* *f* Teile des Biegestempels, *g* Anschlag.

entschließt, das beide Winkelbiegungen gleichzeitig ausführt.

b) Für je eine oder mehr Biegungen. Für den Aufbau dieser Werkzeuge gilt grundsätzlich dasselbe wie für die des Abschnittes 5. Sie haben dann eine besondere Bedeutung, wenn es auf die Genauigkeit der Form nicht scharf ankommt, weil sie die Werkzeugkosten niedrig halten. Abb. 35 und 36 zeigen die Folgearbeit mit zwei getrennten Stanzen, von denen

die für den ersten Arbeitsgang (Abb. 35) eine Stanze für dreifache Biegung ist und die zweite (Abb. 36) eine Stanze für nur eine Biegung. Das wird die häufigere Ausführung sein; sie ist auch bei der Stanze der Abb. 37 zu erkennen, die aber besonders bemerkenswert ist, weil sie in günstiger Weise zwei Arbeitsgänge — allerdings nacheinander — in richtiger Folgearbeit ausführt. Der erste Arbeitsgang, der mit dem hinteren Teil des Werkzeuges ausgeführt wird, erzeugt eine U-Form, während der zweite eine einfache Abwinkelung anschließt, die mit dem vorderen Teil des Werkzeuges ausgeführt wird.

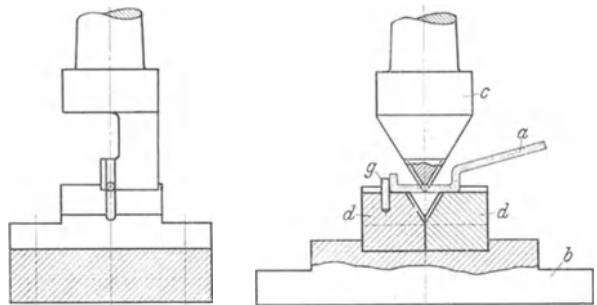


Abb. 36.

Einfache Biegestanze für einfache Biegung, Folgewerkzeug zu Abb. 35. *a* Werkstück, gebogen mit Biegestanze Abb. 35, *b* Grundplatte-Einspannplatte, *c* Biegestempel, *d* Biegeform, *g* Anschlag.

der erste Arbeitsgang, der mit dem hinteren Teil des Werkzeuges ausgeführt wird, erzeugt eine U-Form, während der zweite eine einfache Abwinkelung anschließt, die mit dem vorderen Teil des Werkzeuges ausgeführt wird.

7. Biegestanzen mit Blechhalter und Auswerfer. Auf die Bedeutung der Blecheinlage und die Möglichkeit der Verschiebung des Biegestückes während der Umformung wurde schon in Abschnitt 4 hingewiesen. Zur Verhinderung der Blechverschiebung während der Umformung hat man daher besondere Mittel

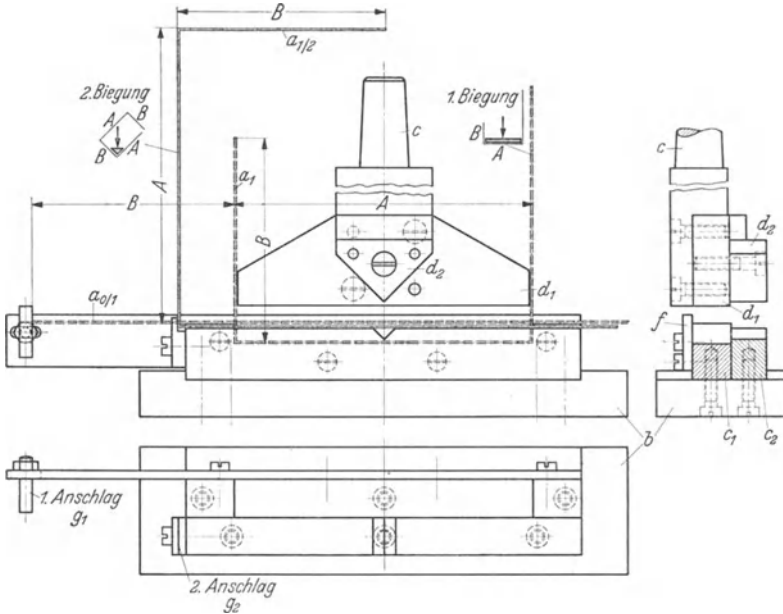


Abb. 37.

Einfache Biegestanze zur Fertigung einer rechteckigen Zarge in 2 Arbeitsgängen: 1. Biegung und 2. Biegung, unmittelbar nacheinander mit dem gleichen Werkzeug auszuführen. Bemerkenswert die sparsame Werkzeugausbildung. $a_{0,1}$ Werkstück (Blechstreifen) eingelegt zur 1. Biegung, a_1 Werkstück nach der 1. Biegung, $a_{1,2}$ Werkstück a_1 eingelegt zur 2. Biegung, a_2 Werkstück nach der 2. Biegung, Endform, b Grund- und Einspannplatte, c Stempelkopf, d_1 Stempel für 1. Biegung, d_2 Stempel für 2. Biegung, e_1 Biegeform für 1. Biegung, e_2 Biegeform für 2. Biegung, f , g_1 Anschläge für 1. Biegung, g_2 Anschlag für 2. Biegung.

geschaffen. Dazu zwang die Tatsache, daß das einfachste Mittel, die Schärfung der Biegekante am Oberstempel oder die Anbringung einer Körnerspitze nicht immer genügt, auch nicht, wenn eine oder mehrere Körnerspitzen federnd im Oberstempel sitzen.

Häufig ermöglichen irgendwie geformte Löcher im Zuschnitt dessen Lage während der Formgebung zu sichern, so bei der Biegung nach Abb. 38, wo im

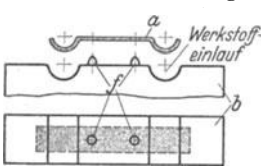


Abb. 38. Sicherung der Werkstücklage während der Biegung durch 2 Stifte f . a Werkstück, b Biegeform.

Mittelteil des Zuschnittes zwei Löcher sich befinden, die durch Stifte im Unterstempel aufgenommen werden können und so dafür sorgen, daß das Blech gleichzeitig von beiden Seiten in die Form eintreten muß. Diese Art der Sicherung hat den Vorteil, daß der Abstand der Biegung vom Sicherungspunkt aus genau eingehalten wird, und sie muß daher dort, wo ein fester Abstand Bedingung ist, angewendet werden, selbst wenn man für sie Löcher besonders anordnen muß. Fast unnötig zu sagen, daß die Stifte so lang sein müssen, daß das Biegestück von Anfang an und während der ganzen Formgebung nicht nur gesichert ist, sondern daß sie auch schon zu Beginn der Formung von den im Stempel befindlichen Gegenlöchern aufgenommen werden, damit sie während der Formarbeit

gestützt sind. Dies ist besonders dann wichtig, wenn die Löcher im Zuschnitt klein und die Führungsstifte dünn sind.

Führungsstifte sichern nur dann zuverlässig, wenn sie während der ganzen Umformung mit dem Oberstempel stetig und gut verbunden sind. So ist es bei der ungleichschenkligen Biegung der Abb. 39 notwendig, die Biegeform aus Teilen zusammenzusetzen, so daß die Auflage, die die Führungsstifte und durch sie den Zuschnitt aufnehmen soll, dazu befähigt wird. Würde die Auflage nicht hoch gehoben, dann könnte der Zuschnitt gar nicht aufgelegt werden, ohne daß die Führungsstifte stark auf Biegung und Scherung beansprucht würden, weil der Zuschnitt nicht in die Biegeform eintreten könnte, sondern schief auf dem Unterstempel liegen müßte. Außerdem müßten die dünnen Stifte sehr lang sein, um die beiden Löcher trotz der ungünstigen Lage des Zuschnittes aufnehmen zu können. Das aber würde wieder eine Führung in Gegenlöchern im Stempel unmöglich machen, wie Abb. 40 klar zeigt.

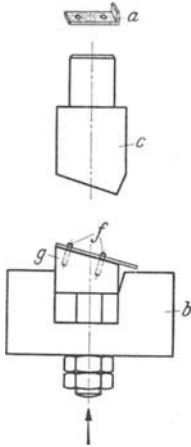


Abb. 39. Sicherung der Werkstückklage während der Biegung durch gefederten Festhalter mit 2 Aufnahme stiften. a Werkstück, b Grundplatte, zugleich Biegeform, c Biegestempel, f Aufnahme stifte, g gefederter Festhalter.

Weg wie in Abb. 39 durch eine verstellbare Mutter begrenzt wird.

Durch die Federung wird die Teilform zum Festhalter. Dieser genügt zur Sicherung der Lage des Zuschnittes in vielen Fällen auch ohne die Führungsstifte, ja man wird ihn sogar meist ohne sie treffen, selbst bei einfachen Biegestanzen, wie Abb. 41 und 42 oder Abb. 43. Bei dieser ist die Führung des Festhalters sehr günstig ausgebildet, weil sie aus dem Unterteil herausgenommen wurde, eine Schwächung des Festhalters an ungünstiger Stelle vermeidet und in vielen Fällen wesentliche Ersparnisse hochwertigen Werkstoffes beim Bau der Stanzen ermöglicht. An Stelle des besonderen Feder einbaues für jedes Werkzeug wird manchmal zweckmäßiger der bei vielen Pressen vorhandene normale Federdruckapparat¹ herangezogen, der auch im Ziehwerkzeug eine große Rolle spielt, hier neuerdings aber vielfach durch das Luftpolster¹ ersetzt wird, was natürlich ohne weiteres auch bei den Stanzarbeiten möglich ist. Gerade so gut wie im Unterteil kann der Niederhalter im Oberstempel angebracht sein

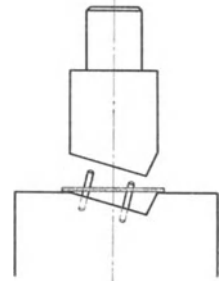


Abb. 40. Anwendungsgrenze für starre Sicherungsstifte.

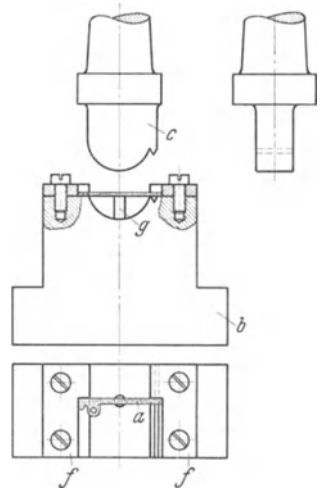


Abb. 41. Sicherung der Werkstückklage während der Biegung durch gefederten Festhalter (Feder im Unterteil). a Werkstück, b Grundplatte, gleichzeitig Biegeform, c Biegestempel, f fester seitlicher Anschlag, g gefederter Festhalter.

¹ Siehe Heft 25 der Werkstattbücher: Sellin, Ziehtchnik.

(Abb. 44 a und b), wodurch eine Veränderung bei Beginn der Umformung, ähnlich Abb. 45, vermieden wird.

Die Festhalter haben nicht immer nur den einen Zweck, das Blech in seiner Lage festzuhalten, sondern sehr häufig auch den weiteren, die Verbindung des gebogenen Werkstückes mit der Form zu lösen. Die Verbindung kann in manchen

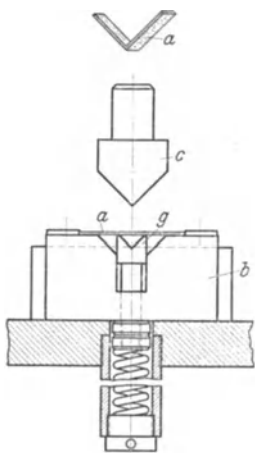


Abb. 42. Sicherung der Werkstücklage durch Teilform als Festhalter während der Vollendung der Biegung.
a Werkstück, b Grundplatte und Biegeform, g innerer Teil der Biegeform und Festhalter.

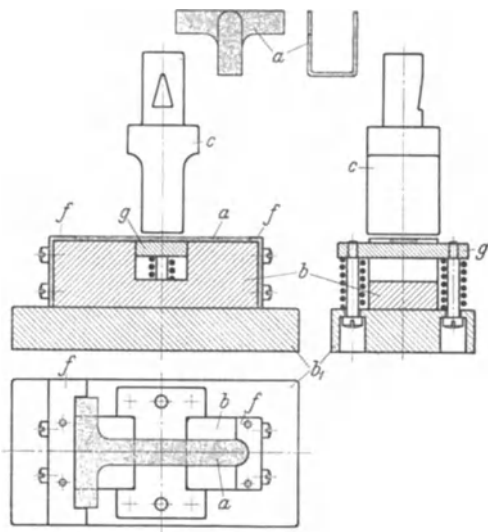


Abb. 43. Werkzeug wie Abb. 41, 42, aber Federn für den Festhalter außerhalb der Biegeform angeordnet.
a Werkstück, b Außenteil der Biegeform, b, Grundplatte, c Biegestempel, f Anschläge für Zuschnitt, g Innenteil der Biegeform und Festhalter.

Fällen, wie der Abb. 46, wegen der Auffederung der gebogenen Schenkel sehr eng sein, so daß das Werkstück in der Endstellung der Biegung ohne die Festhalteeinrichtung sehr schwer zu entfernen wäre, während es in der gehobenen Stellung, bevorzugt bei schräg gestellten Pressen, unter der Wirkung

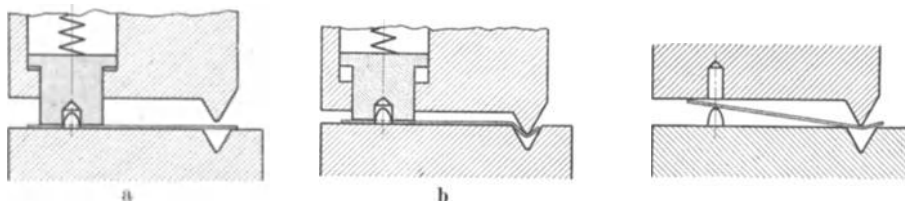


Abb. 44. Niederhalter im Oberstempel angeordnet.
a vor der Biegung, b während der Biegung.

Abb. 45. Arbeitsfehler, der im Werkzeug der Abb. 44 ohne Niederhalter auftritt.

der Schwerkraft oder durch Preßluft oder endlich durch eine mechanische Vorrichtung (wie sie hauptsächlich bei Verbundwerkzeugen anzutreffen ist) leicht oder selbsttätig entfernt werden kann.

Mitunter dienen die Teilformen überhaupt nicht als Festhalter im obigen Sinn, sondern nur als Auswerfer, in welchem Fall man ihre Bewegung der Einfachheit halber von der Maschine ableitet, wie in Abb. 47, denn dadurch wird die Fertigung der Biegestanze wesentlich einfacher, allerdings auf Kosten der Einrichtezeit für das Werkzeug auf der Maschine.

Während die Blechhalter in erster Linie zur Verbesserung des Gütegrades bei der Herstellung dienen, begünstigen die Auswerfer die Ausbringung, daher sind beide Hilfsmittel des Werkzeugbaues besonders dort zu finden, wo die Biegearbeiten verwickelt werden, ob nun mehrere Biegungen gleichzeitig oder unmittelbar nacheinander ausgeführt werden wie bei den Verbundwerkzeugen.

8. Biegen mit Verbundstanzen. a) Mit gleichgerichteter Stempelbewegung. α . Allgemeines: Als Verbundarbeit könnte streng genommen schon die Arbeit mit einfachen Biegestanzen für mehrfache Biegung betrachtet werden. Wenn man aber als Voraussetzung für diese Bezeichnung die Vereinigung mehrerer Werkzeuge in einem betrachtet, dann fehlt für diese einfachen Biegestanzen das kennzeichnende Merkmal, weil bei ihnen immer nur ein Oberstempel und ein Unterstempel arbeitet. Etwas anderes ist es, wenn man in einem Werkzeug mehrere Biegestempel und mehrere Biegeformen antrifft, die meistens noch nacheinander arbeiten, so daß gegenseitige Beeinflussung vermieden wird und der Teil, der für die erste Form Oberteil war, für die nächste Form Unterteil werden kann. Solche Werkzeuge sind gewöhnlich Federwerkzeuge.

β . Federwerkzeuge: Wenn man bei einfachen Werkzeugen mit Festhalter die Federung so stark macht, daß sie leichten Formgebungsarbeiten Widerstand leisten kann, was z. B. bei der Verwendung von Federdruckapparaten oder Luftpolstern ohne weiteres möglich ist, dann kann man die bewegliche Teilform als Unterstempel für eine einfache Biegung ausbilden, die beim Auftreffen des Oberstempels ausgeführt wird, bevor die Teilform ihre Abwärtsbewegung beginnt.

Beispiele dieser Art zeigen die Abb. 48 ... 51. Von diesen ist Abb. 48 eine einfache Biegung, bei der der Abstand der Biegung von einem Loch durch Stiftführung gesichert ist, im Verbund mit einer Abwinklung, deren Abstand vom Loch also auch gesichert ist, Abb. 49 zeigt eine ähnliche Ausführung mit Sicherung der Zuschnittslage bei der einfachen Biegung durch zwei Stifte, so daß der Anschlag für den abzuwinkelnden Teil nur zum leichten Auffinden der beiden Führungsstifte beim Beschicken dient, während Abb. 50 ein Werkzeug zeigt, bei dem zwei Mehrfachbiegungen im Verbund stehen und Abb. 51 ein Werkzeug, das zwar

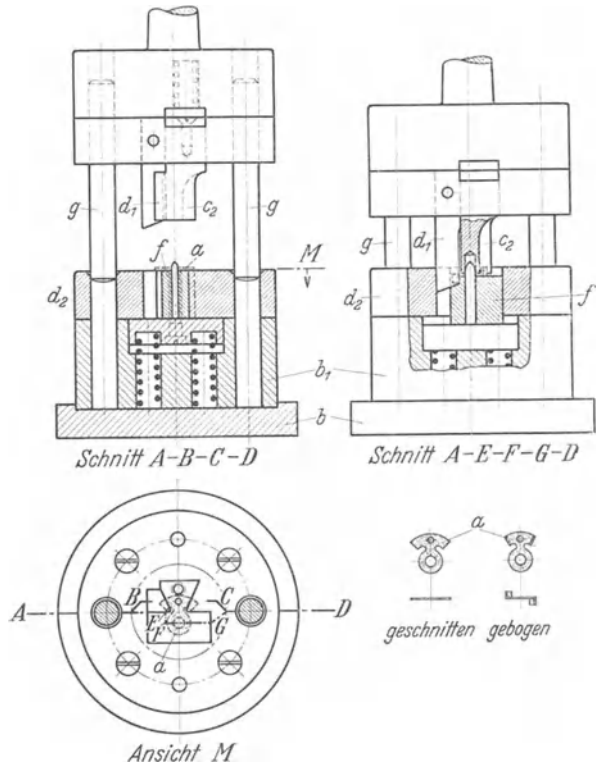


Abb. 46. Verbundwerkzeug für 2 Biegungen mit Festhalter. Dieser ist gleichzeitig Stempel für die 1. Biegung (nach unten) und Auswerfer, der die gebogene Klinge vom Werkzeug löst. *a* Werkstück, *b* Einspannplatte, *b*₁ Grundplatte, *c*₂ Biegestempel für 2. Biegung (nach oben), *d*₁ Biegeform für 1. Biegung, *d*₂ Führungsplatte und Biegeform für 2. Biegung, *f* gefederter Festhalter und Stempel für 1. Biegung, *g* Führungsstifte für Oberteil.

Einfachbiegungen, aber in entgegengesetzter Richtung ausführt, so daß bei ihm je ein Biegestempel und eine Biegeform im Oberteil und im Unterteil sitzt.

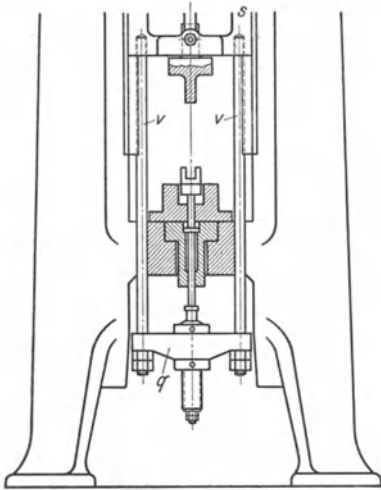


Abb. 47. Auswerferbewegung vom Maschinenstößel *s* über Verbindungsstangen *v* und Quersäule *q* eingeleitet.

Daß Verbundwerkzeuge wie die einfachen Werkzeuge auch zu Folgearbeiten verwendet werden können, sei nur gestreift, weil diese Verwendung sich eigentlich von selbst versteht.

Die Verbundwirkung ist aber nicht nur zweckmäßig zur Zusammenfassung verschiedener Formarbeiten,

sondern auch zur Erleichterung und Verbesserung einzelner, wenn dadurch ein Teil der Beanspruchung des Werkstoffs verringert und die Arbeitssicherheit erhöht werden kann, wie das in Abb. 52

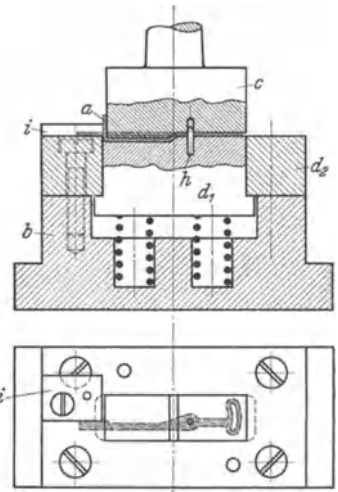


Abb. 48. Verbundbiegestanze für 2 Biegungen mit gefederter Teilform. *a* Werkstück, *b* Grundplatte, *c* Biegestempel, *d* Form für Biegung 1 und Festhalter, *d* Form für Biegung 2, *h* Sicherungsstift, *i* Seitenanschlag für Zuschnitt.

durch die Vorbiegung erreicht wird, weil sie die gleitende Reibung des Bleches zwischen Ober- und Unterstempel weitgehend einschränkt.

b) Mit beliebiger Stempelrichtung. Verbundstanzen haben besonders dann große Bedeutung, wenn die Stempel sich nicht nur in gleicher Richtung, sondern in ganz beliebigen Richtungen bewegen, weil die Vielseitigkeit dann wesentlich größer, die Zahl der verbundenen Arbeitsgänge weit höher ist. Im allgemeinen handelt es sich aber meist

nicht um beliebige, sondern um zueinander rechtwinklige

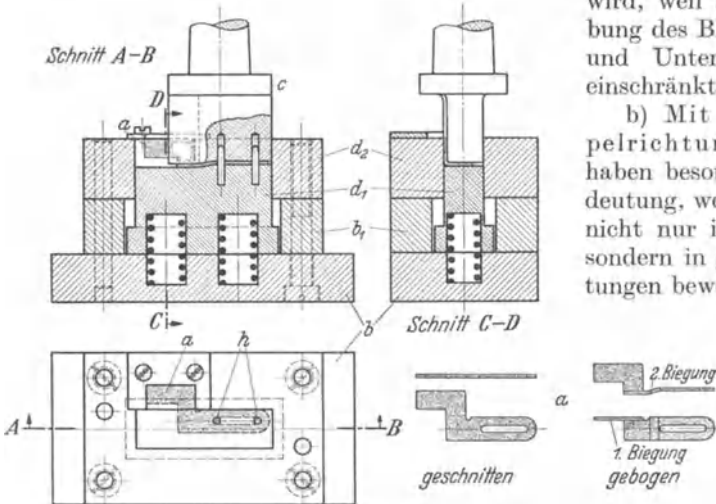


Abb. 49. Verbundbiegestanze ähnlich Abb. 48, nur sind zur Feststellung des „Lang“loches zwei Sicherungsstifte *h* erforderlich. Bezeichnungen wie Abb. 48.

Bewegungen, wobei der Stempel, der sich waagrecht bewegt, im Unterteil gelagert ist, aber vom Oberteil gesteuert wird. Zur Einleitung der Bewegung dient ein Keil, der den waagerechten Stempel entweder bei der Arbeits- und der Rück-

wärtsbewegung steuert oder nur bei der Arbeitsbewegung, in welchem Fall er rückwärts unter Federdruck geht.

Einen Übergang von den einfachen Mehrfachbiegungen zu den Verbundbiegungen stellt das Werkstück Abb. 53 mit dem zu seiner Erstellung dienenden

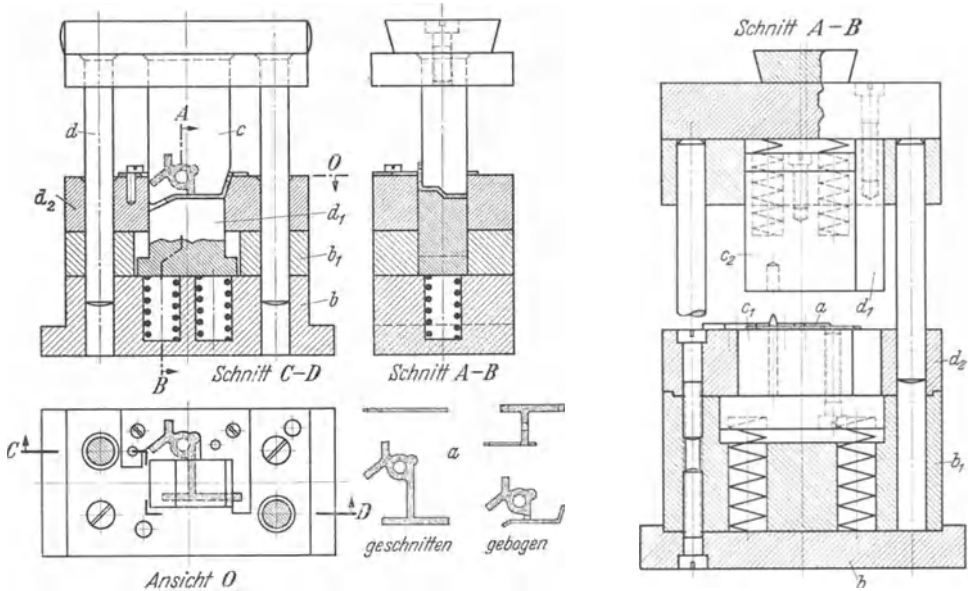


Abb. 50. Verbundbiegestanze, bei der 2 Doppelbiegungen im Verbund stehen. Werkzeugaufbau wie Abb. 48, 49. *a* Werkstück, *b* Grundplatte, *b*₁ Zwischenteil, *c* Biegestempel, *d*₁ Form für Biegung 1 und Festhalter, *d*₂ Form für Biegung 2, *d* Führungssäulen.

Werkzeug der Abb. 54 vor. Die Biegeform ist zweiteilig, durch Federdruckapparat offen gehalten, und wird vom niedergehenden Stempel geschlossen. Hier dient die Bewegung der Form ausschließlich der Verhinderung unerwünschter Blechdehnung, also weniger der Verbindung zweier Biegungen, und deshalb ist dieses Werkzeug kein eigentliches Verbundwerkzeug. Abb. 55 und 56 zeigen dagegen die Formung mit zwangsläufig vorwärts- und durch Federn rückwärtsbewegten Schiebern (*c*₂, *c*₃). Der senkrechte Biegestempel, der seine tiefste Stellung erreicht haben muß, bevor die Seitenstempel ihre Formgebung beginnen, muß federnd im Stempel sitzen, damit der Stempelkopf noch tiefer gehen und die Seitenstempel durch die Keilflächen der Druckstempel *e* bewegen kann. Ein anderes einfaches Beispiel gibt Abb. 57, das ohne weiteres zu verstehen ist. Einen schon verwickelteren Bau braucht man zur Biegung des in einem vorausgegangenen Arbeitsgang erstellten U-förmigen Werkstückes der Abb. 58 a u. b, wie aus Abb. 59 ohne weiteres ersichtlich. Hier ist durch entsprechende Ausbildung der im Oberteil befindlichen Keilflächen der Druckstempel *e* dafür gesorgt, daß

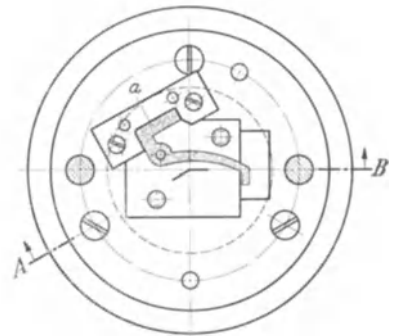


Abb. 51. Verbundbiegestanze für 2 einfache Biegungen, die in entgegengesetzter Richtung, die 1. nach unten, die 2. nach oben, ausgeführt werden. Die Federn im Oberteil sind schwächer als die Federn im Unterteil. *a* Werkstück, *b* Einspannplatte, *b*₁ Grundplatte, *c*₁ Festhalter und Stempel der 1. Biegung (nach unten), *c*₂ Gegenhalter und Stempel der 2. Biegung (nach oben), *d*₁ Biegeform 1, *d*₂ Biegeform 2 und Führungsplatte.

Einem schon verwickelteren Bau braucht man zur Biegung des in einem vorausgegangenen Arbeitsgang erstellten U-förmigen Werkstückes der Abb. 58 a u. b, wie aus Abb. 59 ohne weiteres ersichtlich. Hier ist durch entsprechende Ausbildung der im Oberteil befindlichen Keilflächen der Druckstempel *e* dafür gesorgt, daß

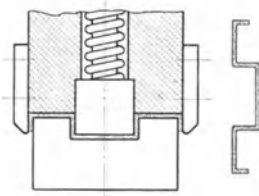


Abb. 52. Verbundbiegestanze, die zur Formung des Werkstückes einfacher und zweckmäßiger ist als Folgearbeit.

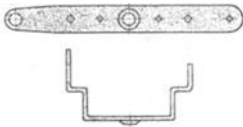


Abb. 53. Werkstück zu Abb. 54.



Abb. 55. Werkstück zu Abb. 56.

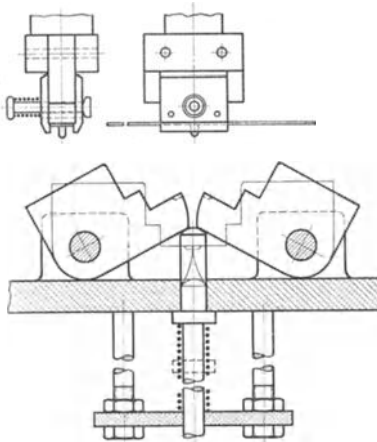


Abb. 54. Mehrfachbiegestanze mit geteilter Biegeform zur Erleichterung der Formgebung und des Auswurfes. Werkstück wird im Oberteil aufgenommen, mit Stift gemittet und durch Federdruck festgehalten.

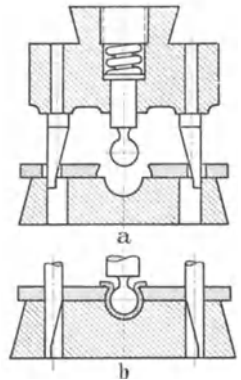


Abb. 57. Verbundwerkzeug zur Biegung einer Ringfeder. Aufbau wie Abb. 56. *a* Arbeitsbeginn, *b* Arbeitsende.

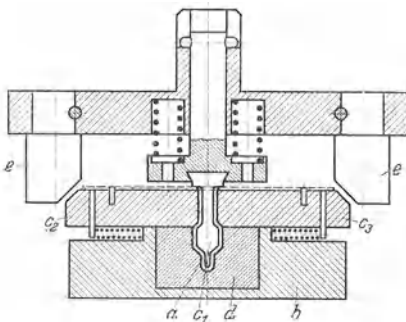


Abb. 56. Verbundwerkzeug mit zwangsläufig seitlich bewegten Formstempeln. *a* Werkstück, *b* Grundplatte, *c*₁ Biegestempel für 1. Biegung und Biegeform für 2. seitliche Biegung, *c*₂ *c*₃ Biegestempel für 2. Biegung, seitliche Formstempel, *d* Biegeform, *e* Druckstempel zur Umleitung der Bewegung.

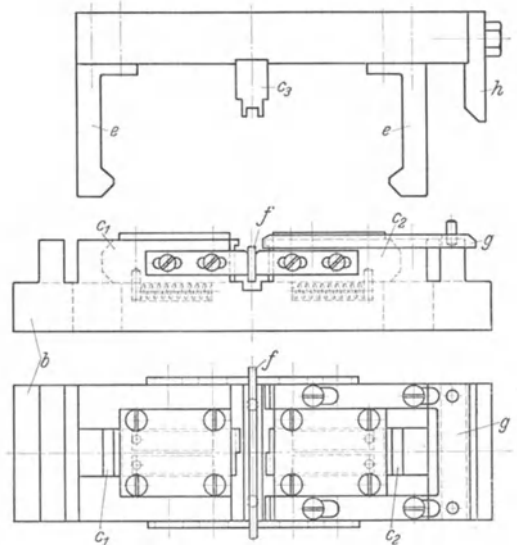


Abb. 59. Verbundbiegestanze, bei der erst die seitlichen waagerechten Schieber-Formstempel arbeiten, und erst bei der 2. Biegung der senkrecht bewegte. *b* Grundplatte, *c*₁ *c*₂ waagrecht bewegte, als Schieber ausgebildete Formstempel, die die hochstehenden Seiten des Werkstückes Abb. 58a waagrecht über die Formschiene *f* biegen. *c*₃ senkrecht bewegter Formstempel, der die waagrecht gebogenen U-Schenkel nach unten biegt und so die Endform erzwingt. *e* Druckstempel zur Steuerung der Bewegung der Schieber *c*₁ und *c*₂, *g* Schieber zur Sicherung der Lage der losen Formschiene *f* und während der 2. (End-) Formung, *h* Druckstempel zur Steuerung der Bewegung von *g*.

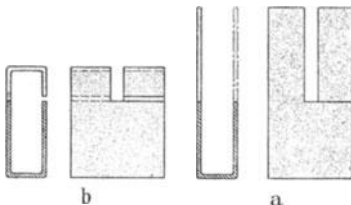


Abb. 58. Werkstück *a* vor, *b* nach der Biegung mit dem Werkzeug Abb. 59.

die Seitenstempel (c_1, c_2) auch beim Aufwärtsgang des Oberteiles noch einmal eine Arbeitsbewegung machen und die beim Niedergang ausgeführte Biegung verstärken, so daß sie besser stehen bleibt. Anregend ist auch das Werkzeug Abb. 60, das die Arbeitsstufen der Abb. 61 ausführt und infolge der Vereinigung so zahlreicher Arbeiten wohl als eines der verwickeltesten angesehen werden kann.

Den Vorteil beliebig gerichteter Stempelbewegungen zeigen die Abb. 62 u. 63, während endlich Abb. 64 die Verbindung einer Biegung mit einer Verwindung vorführt, die mit dem Werkzeug Abb. 65 ausgeführt wird. Die Verwindung wird dabei nach Abb. 64 B mit ganz einfachen Mitteln durch die Teile g, h, i, k der Abb. 65 bzw. 66 ausgeführt.

Die Zahl der Beispiele lasse sich noch beliebig vermehren, ohne für alle Fälle Vorlagen zu schaffen. Das ist trotz der gleichbleibenden Grundsätze und Bewegungselemente nicht möglich, auch nicht mit dem dicksten Buch. Hier muß immer wieder die schöpferische Begeisterung des Konstrukteurs einsetzen, die für neue Aufgaben neue Wege sucht und zu Ende geht und so die für die vorliegende Aufgabe zweckmäßigste und einfachste Lösung findet. Auch dann, wenn die Biegearbeit mit anderen stanztechnischen Arbeiten verbunden wird, wie z. B. der Schneidarbeit.

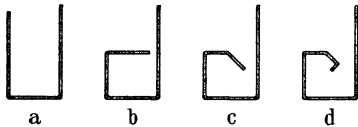


Abb. 61 a... d.
Biestufen im Werkzeug Abb. 60.

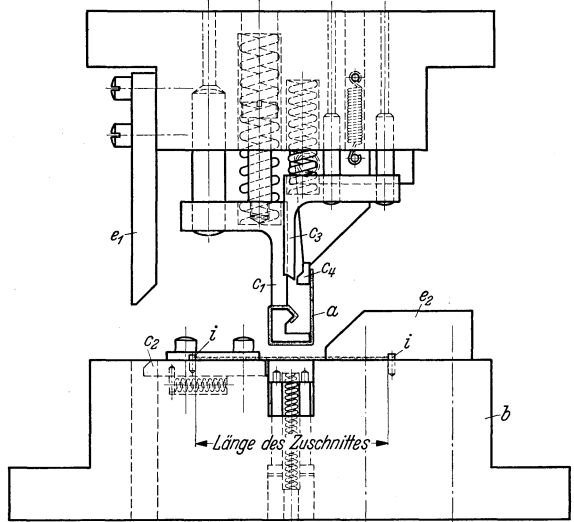


Abb. 60.

Verbundwerkzeug für 4 Biegungen (Abb. 61a bis d), von denen b und d durch seitlich bewegte Schieberstempel ausgeführt werden. a Werkstück (rechteckiger Blechzuschnitt), b Grundplatte, c_1 senkrecht bewegter, gefederter Stempel zur Ausbildung der 1. Biegung, der U-Form, gleichzeitig Biegeform für 2., 3. und 4. Biegung (bcd Abb. 61). c_2 im Werkzeug-Unterteil gelagerter, waagrecht bewegter Schieberstempel, gesteuert vom Druckstempel e_1 , c_3 im Stempelkopf federnd gelagerter, senkrecht beweglicher Formstempel, der während der vierten Biegung (d Abb. 61) auf den Stempel c_1 drückt, c_4 im Oberteil gelagerter, waagrecht bewegter Schieberstempel, gesteuert vom Druckstempel e_2 , i Begrenzungsstifte.

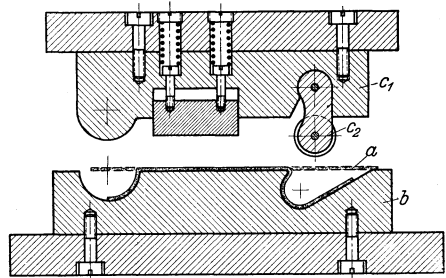
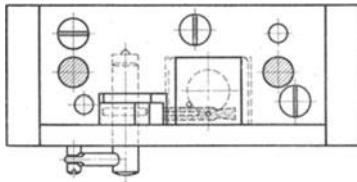
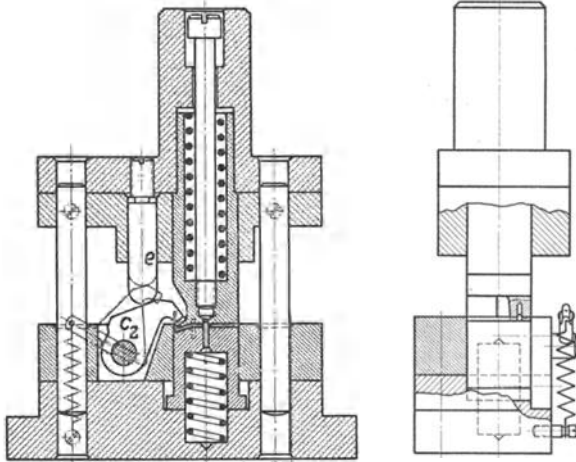


Abb. 62. Verbundwerkzeug, bei dem die Biegeform b gleichzeitig die Steuerung des im Biegestempel c_1 drehbar gelagerten Formstempels c_2 übernimmt.

9. Verbindung von Schneid- und Biegearbeit. Diese Verbindung ist zwar auf einfache Weise möglich, denn dadurch, daß man den Schnittstempel formt (Abb. 67 A und B), wird auch der auszuschneidende Teil in die entsprechende Form übergeführt, aber, wenn Federwerkzeuge mit beliebig gerichteten Stempeln mit Schneidarbeiten verbunden werden, so wird eine noch buntere Mannigfaltigkeit

der Ausführungen erreicht, als sie bei Verbindung von Biegearbeiten allein zu beobachten war und demzufolge der Werkzeugaufbau noch weiter verwickelt.

So das Werkzeug der Abb. 68, das nicht nur den Auswerfer steuert, sondern beim Hochgehen des Oberteiles durch Rollen (i) über einen Hebel (l) den Blech-



sparende Darstellung der Werkzeugteile, zeichnerisch nicht vorschriftsmäßig geschnitten, aber für die Werkstatt klar. Diese Zeichnungsart spart das Zeichnen der Einzelteile.

Abb. 63.
Verbundwerkzeug mit drehbar gelagertem Formstempel c_2 zur Ausbildung der 2. Biegung, gesteuert vom Druckbolzen e , der im Stempelkopf einstellbar gelagert ist. Einfache, zeit-

die Formarbeiten einfach oder verwickelt, kann die Zahl der Arbeitsstufen klein oder groß sein, so daß auch bei dieser Art der Arbeitsverbindungen der technischen Schöpfung ein weites Arbeitsfeld offensteht. Hier genügt es, einige wenige Werkzeuge vorzuzeigen, so mit Abb. 69 eines für eine Folge von Schnitt, einfacher Biegung und Schnitt. Die Teile, die vom Streifen oder vom Band gearbeitet werden können, fallen durch das eigene Gewicht aus dem Werkzeug heraus. Ein ganz verwickeltes Werkzeug ist zur Herstellung des Werkstückes Abb. 70 in einem Durchlauf nötig. Die zur Fertigung notwendigen Arbeitsstufen sind Abb. 71 zu entnehmen, der Aufbau des Werkzeuges Abb. 72. Die Entwicklung solcher Werkzeuge, die eine beliebig große Zahl von Arbeitsstufen auf kleinsten Raum zusammenfassen, stellt hohe Anforderungen

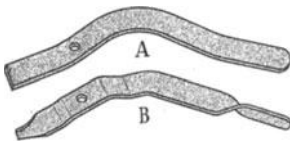


Abb. 64. Werkstück A, das im Verbundwerkzeug Abb. 65 gebogen und an den Enden verdreht wird zur Form B.

nicht nur an den Konstrukteur, sondern auch an den Werkzeugbauer; verfügen nicht beide über eine große Erfahrung im Werkzeugbau, wird ein solches Werkzeug beim Versuch, es in Gang zu setzen, mehr Verdruß als Freude bringen und wegen häufiger Wiederherstellungskosten die erwarteten und möglichen Lohnersparnisse zunichte machen. Daß ein so teures Werk-

vorschub regelt. Dabei wird der Blechstreifen durch die Rollen k durchgezogen und gerichtet. Die Biegearbeit ist nach den vorigen Beispielen klar; es ist nur noch zu erwähnen, daß nahe am Ende der Biegearbeit das Werkstück mit dem Stempel f_2 gegen den Schnittring g_2 noch gelocht wird, so daß das Werkzeug also Richtarbeit und Biegearbeiten mit zwei Schnitтарbeiten verbindet.

10. Folgewerkzeuge. Verbundwerkzeuge bieten nicht die einzige Möglichkeit, Arbeitsgänge zusammenzufassen. Wie bei Zieharbeiten, so können die einzelnen Arbeitsstufen statt ineinander gelegt und verbunden, nacheinander gelegt werden, derart, daß bei jedem Stoßelniedergang der Presse immer nur eine Arbeitsstufe oder doch nur ein Teil der ganzen Stufenzahl ausgeführt wird. Dabei können

Zu Abb. 65.

a Werkstück, *b* Grundplatte, *c* Biegestempel, *d* Biegeform gegen Gummipuffer *e*, während der Verbindung nachgebend, *f* Festhalter, *g, h, i, k* Verwindungsstempel, *l₁* und *l₂* Steuerstempel für die Verwindungsstempel *i* und *k*, die über die Lenkhebel *m₁* und *m₂* wirken, *n* Stift zur Werkstückaufnahme, *p₁*, *p₂* Stifte zur Sicherung der Werkstücklage, *o* Führungssäulen. Arbeitsvorgang: Werkstück wird in Stift *n* eingehängt, liegt auf Biegeform *d* und das Werkstück mit der Form gegen den Gummipuffer *e*. Gleichzeitig drücken die Steuerbolzen *l₁* *l₂* gegen die Lenkhebel *m₁* und *m₂* und über diese auf die unteren Verwindungsstempel *i* *k*, die nach Abb. 66 die Werkstückenden gegen die oberen Verwindungsstempel *g* *h* verdrehen.

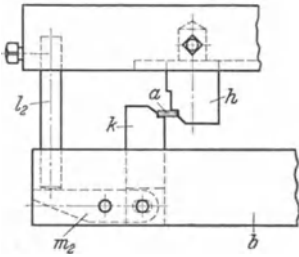
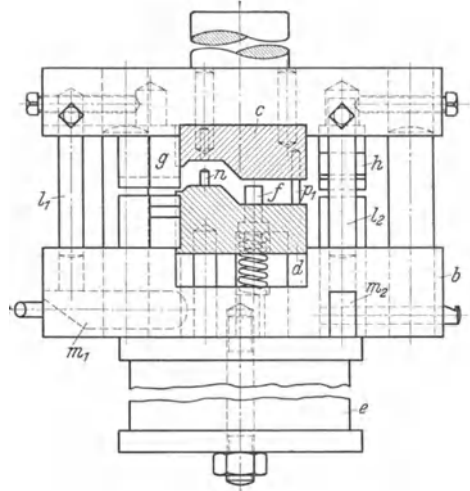


Abb. 66. Ausschnitt aus Abb. 65 zur Klarstellung des Verwindungsvorganges.

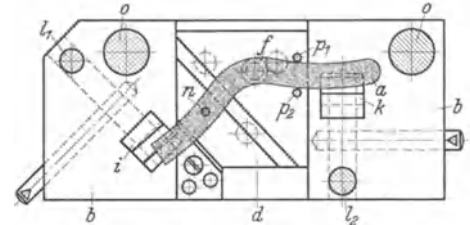


Abb. 65. Verbundwerkzeug zum Biegen und Verwinden des Werkstückes Abb. 64.

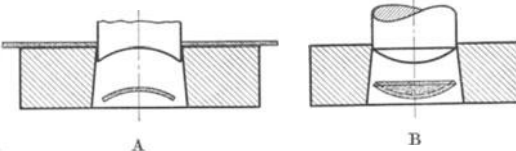


Abb. 67. Verbindung von Formstanzern und Schneiden. A hohl geformter Schnittstempel formt erhaben, B erhaben geformter Schnittstempel formt hohl.

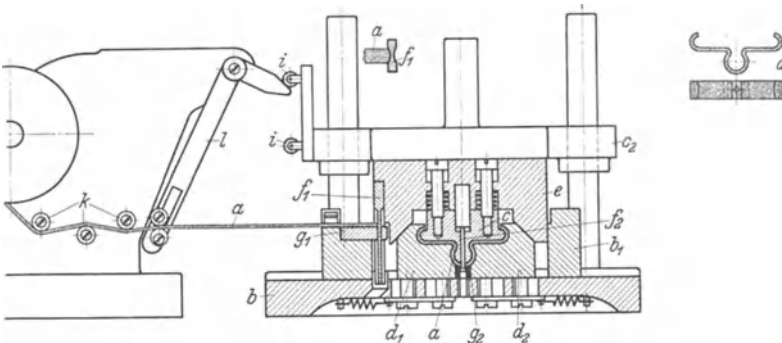


Abb. 68. Verbundwerkzeug zur Verarbeitung von Blechbändern mit selbsttätigem Vorschub. *a* Werkstück, *b* Einspannplatte, gleichzeitig Führung für die seitlich bewegten Formteile, *b₁* Grundplatte, gleichzeitig Werkstoff-Führung und -Anschlag, *c* Stempel für 1. Biegung, gegen Stempelplatte *c₂* gefedert, *d₁* *d₂* seitlich bewegte Teil der Biegeform, gesteuert durch Druckstempel *e*, der an der Stempelplatte *c₂* starr befestigt ist, *f₁* Schnittstempel für 1. Schnitt (Zuschnitt), *f₂* Schnittstempel für 2. Schnitt, Lochung des Werkstückes, *g₁* Schnittplatte für 1. Schnitt, *g₂* Schnittplatte für 2. Schnitt, *l* Vorschubhebel, *i* Steuerrollen, *k* Richtrollen.

zeug sich überhaupt nur bei hoher Massenfertigung lohnt und immer eine zuverlässige Bedienung erfordert, ist ohne Betonung verständlich.

E. Rollen.

11. Allgemeines. Der Formänderung nach ist das Rollen bei Blechstreifen, also z. B. an Scharnieren, nichts anderes als eine Biegearbeit, während das Rollen von Wulsten an Gefäßrändern, das hier auch Falzen heißt, sich mehr der Formänderung zuneigt, die beim Formstanzen vorliegen wird. Dabei ist der wesentliche Unterschied der Formänderung zwischen Biegen und Stanzen der, daß bei diesem eine, wenn auch geringe Blechwanderung auftritt (siehe Ziehen)¹. Der Unterschied verschwindet aber sofort, wenn man das Rollen entstanden denkt aus einer

Aneinanderreihung unendlich vieler Biegungen und unendlich kleiner Winkel, ähnlich wie man den Kreis als ein gleichseitiges Vieleck mit unendlich vielen Ecken betrachtet; denn bei den unendlich kleinen Winkeln,

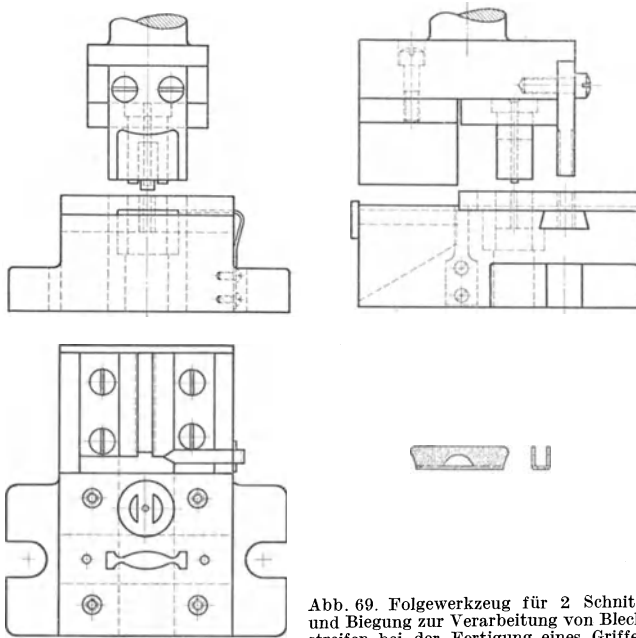


Abb. 69. Folgewerkzeug für 2 Schnitte und Biegung zur Verarbeitung von Blechstreifen bei der Fertigung eines Griffes.



Abb. 70. Werkstück, das in den Arbeitsstufen der Abb. 71 mit dem Werkzeug Abb. 72 gefertigt wird.

bei denen immer auch nur unendlich schmale Ränder abgebogen werden, ist noch kein überschüssiger Werkstoff vorhanden, der durch Wanderung beseitigt werden müßte.

Da beim Rollen ähnlich wie beim Biegen teils mit besonderen Handwerkzeugen, teils mit besonderen Maschinen gearbeitet wird, dürfen diese hier nicht übergangen werden. Nur auf die Biegewerkzeuge, bei denen schon die Rollarbeit Erwähnung gefunden hat (Abb. 4), soll nicht wieder eingegangen werden.

12. Allgemeine Rollwerkzeuge und Rollmaschinen. a) Allgemeine Rollwerkzeuge. Durch Rollen werden an gestanzten Blechteilen an den Rändern Wulste hergestellt, teils um die Ränder zu verstärken, so besonders bei gezogenen Gefäßen, Töpfen, Schüsseln usw., teils um den Rändern ihre Schärfe zu nehmen, oder einen Schutz gegen Verletzungen zu gewähren, so bei aus dünnem Blech gefertigten Gebrauchsgegenständen, wie Trinkbechern, teils, um durch den Wulst zwei Teile miteinander zu verbinden, so besonders bei den Verpackungs-

¹ Heft 25 der Werkstattbücher.

dosen. Die Erstellung des Wulstes geht in beiden Fällen grundsätzlich auf gleiche Weise vor sich (Abb. 73a und b). Das Werkstück, das den Wulst erhalten soll, läßt man möglichst rasch umlaufen und nähert dem Rand eine Rolle, die lose auf dem Zuführungsarm sitzt, so daß sie auf dem Rand abrollen kann. In die Rolle ist eine Rille eingearbeitet und sauber geglättet, deren Rundung je nach dem Durchmesser, den man dem Wulst geben will, größer oder kleiner ist. Dabei

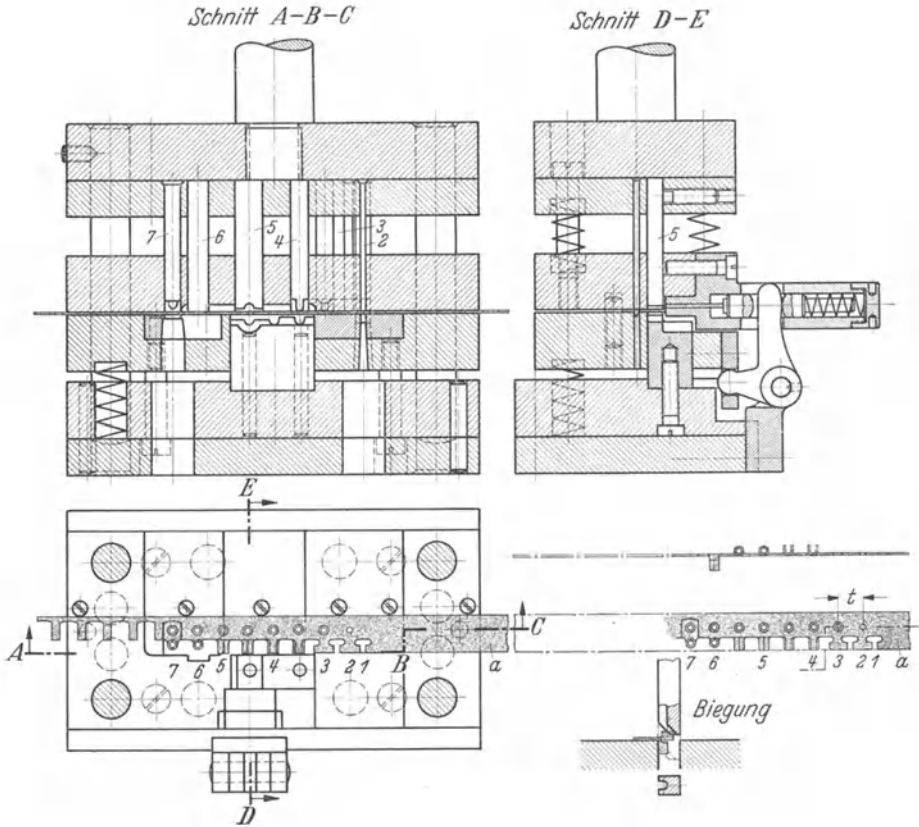


Abb. 72. Folgewerkzeug zur Fertigung einer Stellplatte. Die Zahlen bezeichnen die Werkzeuge für die Arbeitsstufen der Abb. 71.

Abb. 71. Die 7 Arbeitsstufen des Werkstücks
Abb. 70.

1 Freischneiden des Werkstoffes zur Bildung des Rohrteiles, das später ein Innengewinde erhalten soll, 2 Schneiden des Befestigungsloches im Flansch, 3 Versenken des Befestigungsloches im Flansch durch Prägen, 4 Vorbiegen des Rohrteiles, 5 Fertigbiegen („Rollen“) des Rohrteiles. Zur Sicherung der Form beim Rollen wird von der Seite selbsttätig ein Stift in das Rohr geschoben (Schnitt D—E in Abb. 72), 6 Abbiegen des Rohrteiles um 90° (Endform), 7 Ausschneiden der Stellplatte.

muß beachtet werden, daß der Wulst nicht beliebig klein gemacht werden kann, sondern bei dickerem Blech größer gewählt werden muß als bei dünnerem und daß er leichter gefertigt wird, wenn er nicht zu klein gewählt wird. Der Grund ist aus den Biegearbeiten ohne weiteres ersichtlich, weil dort schon erkannt wurde, daß der Winkel, um den gebogen werden kann, ohne daß der Werkstoff zu sehr beansprucht wird, von der Werkstoffdicke abhängt.

Wenn bei weiterem Beistellen der Rolle der Gefäßrand tangential zur Rollenrundung in die Rolle eintritt, so wird der Rand bei weiterem stetem Vorschub

der Rolle immer mehr abgebogen und wird sich der Rille entlang krümmen und schließlich einen vollkommenen Wulst bilden.

Am einfachsten wird diese Arbeit auf einer Drückbank ausgeführt, deren Spindel

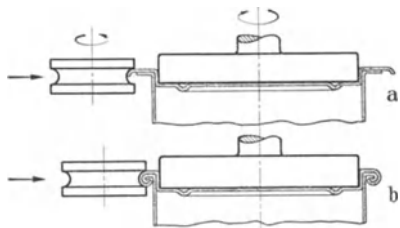


Abb. 73. Rollvorgang, hier zum Verbinden zweier Werkstücke.
a Beginn, b Ende des Vorganges.

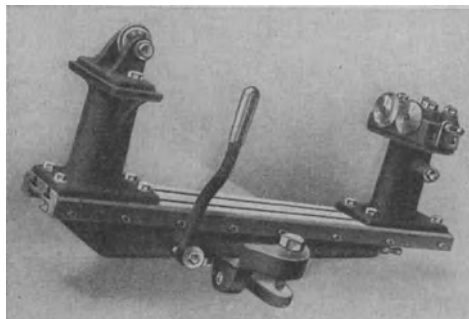


Abb. 74. Beschneid- und Wulstvorrichtung für eine Drückbank.

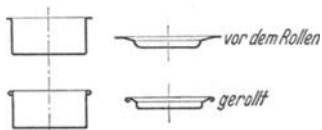


Abb. 75. Hohlgefäße vor und nach dem Wulsten.

das Werkstück aufnimmt und in Umlauf bringt. Dabei nimmt man entweder ein Handwerkzeug, also eine Gabel, zwischen deren Schenkel die Wulstrolle drehbar gelagert ist, wobei von Hand vorgeschoben und, wie beim Drücken,

der Gegendruck durch den Körper aufgenommen wird, oder man verwendet eine Sondervorrichtung (Abb. 74), bei der der Vorschub durch eine Hebelüber-

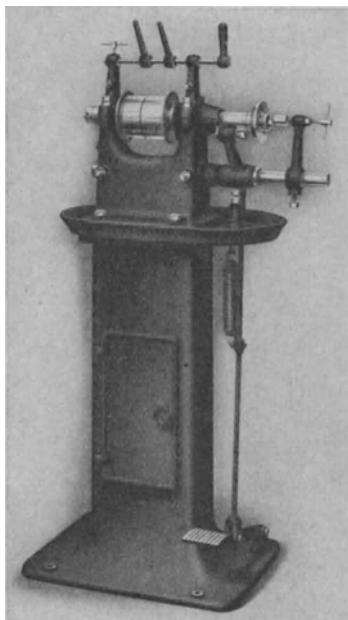


Abb. 76. Wulstmaschine für Einzelbeschickung von Hand. (L. Schuler.)

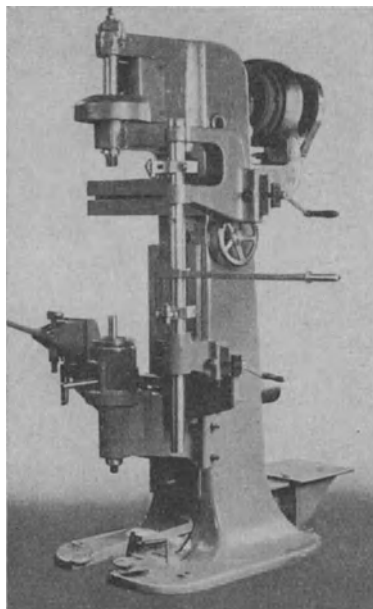


Abb. 77. Roll- bzw. Falzmaschine zum Verbinden zweier Ziehtteile. (L. Schuler.)

setzung eingeleitet wird, die auch die Druckkraft verringert und die Ränder gezogener Gefäße wulstet (Abb. 75). Zweckmäßig wird die Vorrichtung gleich noch mit zwei Scherrollen versehen, damit die Gefäßränder in derselben Einspannung zuvor beschritten werden können.

b) Roll- und Falzmaschinen. Zur Beschleunigung und Verbilligung der eben beschriebenen Rollarbeit werden Sondermaschinen gebaut, teils für Hand-

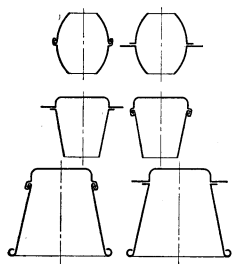


Abb. 78. Falzverbindungen verschiedener Werkstücke.

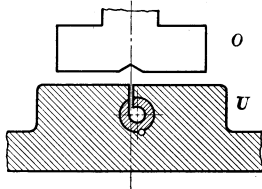


Abb. 79. Einfachstes Werkzeug zum Rollen von Blechstreifen.

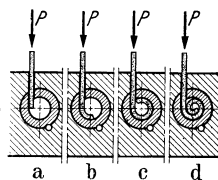


Abb. 80. Verlauf des Rollvorganges im Rollwerkzeug der Abb. 79. a b c d Stufen des Rollvorganges. P zum Rollen nötige Druckkraft.

zuführung (Abb. 76), teils mit selbsttätiger Zuführung. Solche Maschinen für reine Wulstarbeit oder wie die in Abb. 77 zum Verbinden zweier Ziehteile nach Abb. 78 erreichen eine Ausbringung bis zu mehreren tausend Stück in der Stunde. Durch die Verbindung mehrerer Formgebungsarbeiten miteinander und mit anderen Arbeiten, wie z. B. Löten, sind hochwertige Automaten und Maschinenzüge entwickelt worden, die zu besprechen hier zu weit führen würde, zumal die einzelnen Arbeitsgänge und Bearbeitungsstufen durchaus der Formung bei Einzelarbeit entsprechen und die Verschiedenheit nur in der technischen Gestaltung der Verbindung liegt.

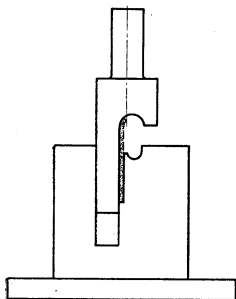


Abb. 81. Anbiegen des zu rollenden Werkstückes in einem getrennten Arbeitsgang vereinfacht das Rollen und die Arbeitsweise (Erleichterung der Werkstück-Wegnahme).

13. Rollen mit Rollstanzen. a) Von flachen Werkstücken. Die Formgebung ist ganz ähnlich wie bei den allgemeinen Rollwerkzeugen, wenn auch die Mittel anders sind: Ein Blechstück wird durch ein Oberteil (O) in einen im Unterteil (U) befestigten Zylinder getrieben (Abb. 79), der so aufgeschnitten ist, daß das Blechstück tangential an der inneren Wand einläuft und je nach der Tiefe des Eindringens die Formstufen a, b, c, d (Abb. 80) durchläuft. Es ist zweckmäßig, den Beginn der Rollarbeit dadurch zu erleichtern, daß man

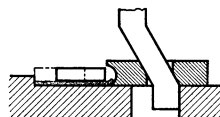


Abb. 82. Leichte Entnahme erreicht durch Teilung der Rollform bei Vorgang wie in Abb. 79 und 80 ohne Anbiegen des Werkstückes.

beim Ausschneiden des Zuschnittes dessen eines Ende und zwar die Einlaufkante anbiegt, entweder — beim Schneiden im Schnittwerkzeug — durch geeignete Ausbildung des Schnittstempels oder — beim Schneiden mit Schneidmaschinen — durch einen besonderen Arbeitsgang. In diesem Fall formt man das Ende so, daß es sich möglichst gut an die Rollrundung anlegt. Ist das Einlaufende vorgeformt, so kann mit ganz einfachen Werkzeugen gerollt werden, entweder bei nicht zu langen Werkstücken nach Abb. 81 oder bei beliebig langen nach Abb. 82 und 83. Eine besondere Mühe macht dann nur das Auswerfen der gerollten Teile; deshalb sollte man, wo immer möglich, die Rollwerkzeuge

mit Auswerfervorrichtungen versehen, entweder ganz einfach, aber in der Handhabung etwas umständlich, nach Abb. 84 oder ganz selbsttätig, aber verwickelter, nach Abb. 85. Dafür kann die Leistung mit dem Werkzeug Abb. 85 um 40% höher sein als mit dem der Abb. 83. Eine Rollstanze, die das bearbeitete Stück nicht nur leicht und schnell wegführt, sondern auch vor der Formgebung zuführt, ist mit Abb. 86 wiedergegeben. Diese Bauart hat außerdem noch den Vorteil, daß das Werkstück gut geführt wird, was starre Führungen nicht tun, weil sie mit Rücksicht auf die Dickenunterschiede des Bleches reichlich weit gehalten werden müssen. Gute, die Reibung verringernde Ölung erleichtert die Formarbeit in jedem Fall.

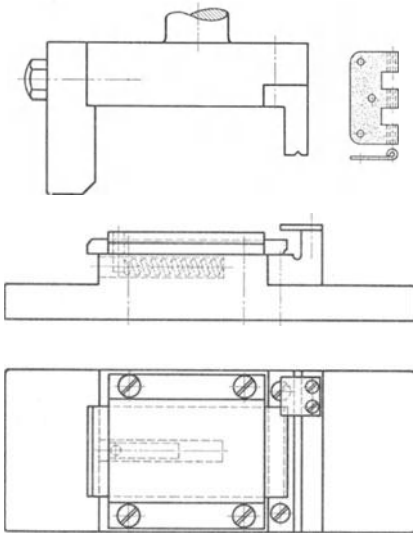


Abb. 83.

Werkzeug ähnlich Abb. 81, aber in waagerechter (liegender) Anordnung, für alle Längen geeignet, da Niederhalter die Ausknickgefahr beseitigt.

kommt man zu den Rollwerkzeugen für gezogene Hohlgefäße. Dabei handelt es sich im allgemeinen auch um einfache Werkzeuge, die, wie das der Abb. 87,

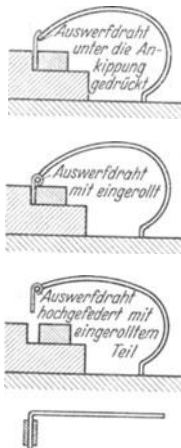


Abb. 84. Einfache aber zeitraubende Aushub-Einrichtung für Werkzeug der Abb. 81 zur Erleichterung der Werkstück-Entnahme.

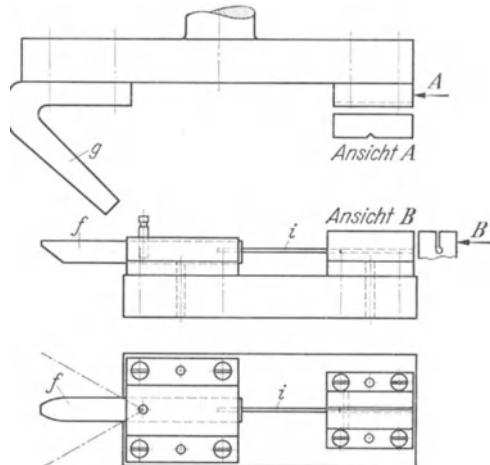
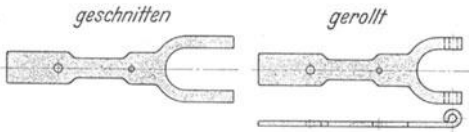


Abb. 85. Rollwerkzeug mit selbsttätigem Auswerfer f , der im Werkzeug-Unterteil gelagert, beim Hochgehen des Obertheiles von dem Steuerstempel g nach rechts bewegt wird und das gerollte Werkstück (Scharnier) mit dem Dorn i aus der Rollform schiebt.

für eine bestimmte Gefäßtiefe, oder aber, wie das der Abb. 88, für verschiedene Gefäßtiefen verstellbar, ausgebildet sein können.

Wenn bei ganz dünnem Blech der Wulst allein zur Versteifung des Randes noch nicht genügt, dann wird vor dem Wulsten noch ein Draht so auf den Rand gelegt, daß er bei der Formgebung vom Wulst eingeschlossen ist. Meist aber genügt, wenn auch nicht der einfache Wulst nach Abb. 89 a, dann doch der doppelte Wulst, Abb. 89 b.



Werkstück zu Abb. 86.

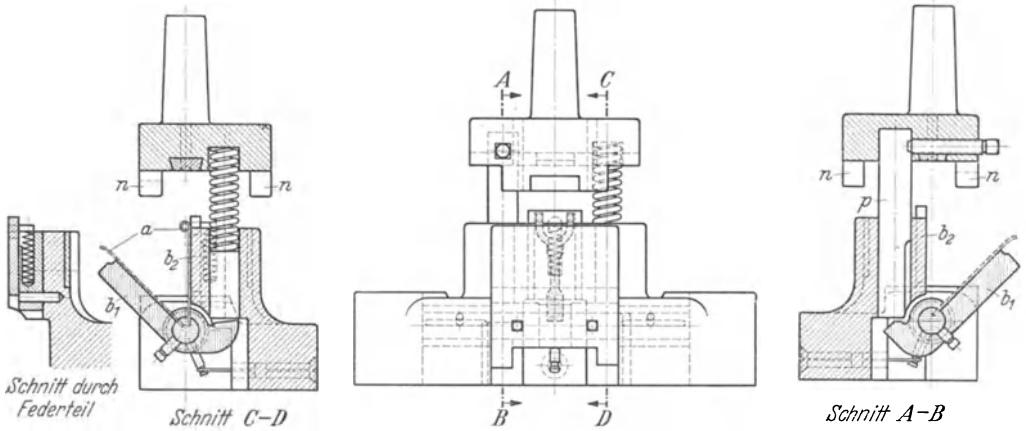


Abb. 86. Rollwerkzeug für hohe Arbeitsgeschwindigkeit durch Erleichterung der Einlege- und Entnahmearbeit. Die Rollform ist geteilt (b_1, b_2) und wird selbsttätig geschlossen durch Druck des Bolzens p auf die bewegliche Formhälfte b_1 . Diese Formhälfte ist während des Rollvorganges durch die Nasen n des Stempelpopfes verriegelt und verhindert das Ausknicken des Werkstückes a .

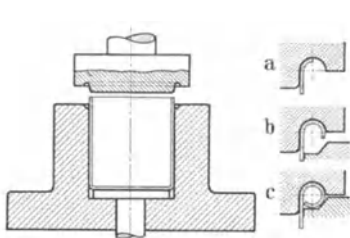


Abb. 87. Einfaches Rollwerkzeug für einen tiefgezogenen Topf bestimmter Höhe. a, b, c Stufen des Rollvorganges.

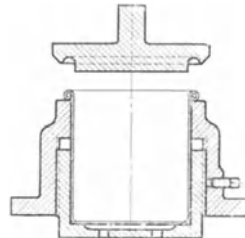


Abb. 88. Rollwerkzeug wie Abb. 87, aber einstellbar für verschiedene Topfhöhen.

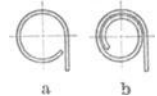


Abb. 89. a Einfacher Wulst, b Doppelwulst.

Wulsten von Rändern gezogener Gefäße ist mit dem Tiefziehen eng verknüpft, auf die Verbindungsmöglichkeiten mit dieser Formänderungsart kann aber hier nicht näher eingegangen werden¹.

F. Formstanzen.

14. Allgemeines. Wenn man nicht nur an einer begrenzten geraden Strecke biegt, sondern entlang einem geschlossenen Linienzug, z. B. einem Kreis, dann muß auch das Werkzeug eine geschlossene Biegeform haben, womit das gewöhnliche bekannte Biegen in das Formstanzen übergeht. Allerdings darf — im Gegensatz zum Biegen — der abzubiegende Schenkel nicht beliebig lang sein, sondern muß, je kleiner der Kreishalbmesser, um so kürzer bleiben, weil sonst bei dem

¹ Sellin: Handbuch der Ziehtechnik. Berlin: Julius Springer 1931.

Formstanzen wegen der notwendigen Beseitigung überschüssigen Werkstoffes eine zu starke Faltenbildung aufträte, die nur mit dem Niederhalter wirksam bekämpft werden könnte. Die Niederhalterverwendung ist aber das typische Kennzeichen für das „Ziehen“ in der Blechtechnik, über das an anderer Stelle ausführlich geschrieben worden ist¹. Hier kommt nur Formstanzen ohne Niederhalter in Frage.

15. Drücken und Sicken. Wie die Grenze des Formstanzens gegenüber dem Ziehen schwimmt, so auch gegenüber der Formgebung mit allgemeinen Werk-

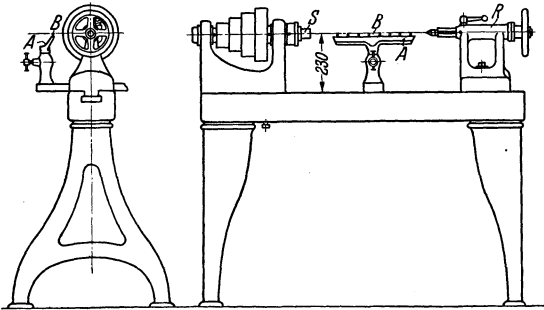


Abb. 90. Einfache Drückbank mit mechanischem Antrieb.
A Stahlaufgabe, B Stützstifte, R Reitstock, S Arbeitsspindel.

zeugen, wie sie beim Rollen verwendet werden. Wenn man nämlich den Schluß der Biegestrecke beim Werkzeug nicht durch entsprechende Umbildung in eine Formstanze herstellt, sondern durch den Umlauf des Werkstückes, so daß das Biege-
werkzeug auch an jeder Stelle des geschlossenen Linienzuges angreift, dann kommt man zu der Formgebung durch Drücken mit Drückwerkzeugen. Allerdings ist die Anwendung dieses Verfahrens beschränkt auf solche Formen,

bei denen es leicht erreicht werden kann, daß ihr Umfang beim Umlauf einen bestimmten Abstand von einem festen Punkt, hier dem Drückwerkzeug, einhält, also besonders auf runde und ovale Scheiben. Zum Umlauf wird die Scheibe auf die Spindel einer Drückbank (Abb. 90) gebracht und zwar, je nachdem man eine Innenform (Abb. 91) oder eine Außenform (Abb. 92) herstellen will, dadurch,

daß man den Rand der Scheibe über die Holzform umlegt oder daß man die Scheibe mit der Körnerspitze des Reitstockes oder einer in ihm umlaufenden Scheibe gegen die Form drückt und mittet. Ist die Scheibe aufgebracht, wobei die Druckform je nach der Menge der zu fertigenden Stücke aus Holz oder aus Eisen sein wird, wird sie durch viele, anfänglich kleinere, dann immer größere und tiefergehende Schwenkbewegun-

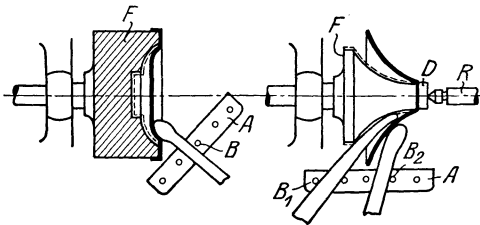


Abb. 91. Innendrückform.
A Auflage, B Stifte,
F Drückform.

Abb. 92. Außendrückform.
A Auflage, B₁, B₂ Stifte,
D Ansetzer, F Drückform,
R Reitstock.

gen mit dem Druckstahl — der zur Erleichterung der Arbeit gut gehärtet und hochfein poliert sein muß — in die Form gedrückt bzw. um die Form gelegt. Je schneller die Scheibe umläuft, um so schneller kann sie gedrückt werden. Den Vorgang erklären die Abb. 91 u. 92. Die Druckbewegungen entsprechen dabei Biegungen, um so reiner, je kleiner und häufiger die Bewegungen vorgenommen werden, weil bei den kleinsten Bewegungen am wenigsten Werkstoff beseitigt werden muß. Dieses Erkenntnis, die schon oben entwickelt worden ist, erhellt die Grundlagen des Drückens überhaupt und gestattet dadurch, das Vorgehen bei den verschiedenen Arbeiten zu beurteilen.

Wie beim Rollen hat man zur Erleichterung des Drückens, das bei dicken Blechen eine große körperliche Arbeit verlangt, besondere Druckapparate ge-

¹ Werkstattbücher Heft 25: Sellin, Ziehtechnik.

schaffen, die durch Übersetzung mit Hebel oder mit Handrad und Spindel die schwerste Arbeit fast mühelos zu verrichten gestatten. Wegen der Glätte der erzeugten Oberfläche haben diese Apparate die Bezeichnung „Planierbänke“ erhalten. Gerade das Planieren zeigt die innige Verwandtschaft zwischen Drücken und Formstanzen, weil es häufig an die Stelle von Formstanzen (Formzügen) tritt. Es hat diesem gegenüber den Vorteil, daß die Oberfläche des Werkstückes besser und gleichmäßiger geglättet wird, wodurch manche sonst notwendig werdende, viel teurere Veredlungsarbeit durch Schleifen gespart werden kann.

16. Formstanzen. a) Von Scheiben im Anschlag und Weiterschlag. Die Einschränkung der Eignung von Stanzeinrichtungen auf einzelne besondere Arbeiten führt auf die Formstanzwerkzeuge. Die einfachste Formstanze ist zugleich auch das einfachste Ziehwerkzeug. Es besteht (Abb. 93) aus dem Stempel und dem Unterteil, das eine geeignete Eindrehung zur Aufnahme der Stanzscheibe erhalten hat. Bei der Arbeit drückt der Stempel die Scheibe durch die Öffnung

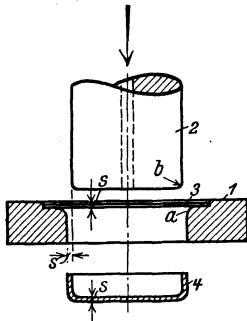


Abb. 93. Einfaches Werkzeug zum Napfzug (durch Stanzen).
1 Ziehring, 2 Stempel, 3 Blechscheibe, s Blechdicke.

und formt ein seichtes Gefäß mit glatter Wand, sofern der halbe Unterschied w zwischen dem Stempeldurchmesser d und dem Durchmesser d_1 der Unterteilbohrung nicht größer als die Blechdicke s , vielmehr $w = \frac{1}{2}(d - d_1) = s$ ist. Wäre $w > s$, dann würden doch noch Falten an der Gefäßwand zu beobachten sein, weil bei jeder Biegung eines geschlossenen Randes Werkstoff von einer Stelle weg an eine andere hingedrängt werden muß.

Das Formstanzen nach Abb. 93

hat es auch ermöglicht, mit einer genügend großen Zahl von Arbeitsstufen, also genügend kleinen Formänderungsarbeiten, Hohlgefäße beliebiger Tiefe zu erstellen. Man kann diese Arbeitsweise teilweise heute noch bei der Patronenfertigung beobachten. Von dieser Folgearbeit wird später noch zu reden sein, während hier hauptsächlich vom Formstanzen im Sinne des AWF-Begriffes gesprochen werden soll. Dabei handelt es sich um die Ausbildung besonderer Formen, Erhöhungen und Vertiefungen am Boden eines Hohlgefäßes, die zur Aufnahme von Nietköpfen, zur Kennzeichnung und Verzierung dienen können, oder um Formung der Gefäßwand wie beim Formzug Abb. 94. Der Formgebung nach gehören hierher auch die Arbeiten des Ausbauchens (Abb. 95), die sich von dem bisher gezeigten Formstanzen nur durch den veränderlichen Stempel unterscheiden, aber in ebenso engem Zusammenhang mit den Zieharbeiten stehen wie jenes und mit ihnen in den oben angegebenen Heft besprochen worden sind.

17. Richt- und Planierstanzen. Schon die Bezeichnung „Planierstanze“ weist darauf hin, daß es sich bei Werkzeugen dieser Art nicht um eine besondere Werkstoffumformung handeln kann, sondern nur um einen Sonderfall der schon besprochenen allgemeinen. Planierstanzen werden zum Richten, d. h. Flachmachen von Schnittteilen verwendet und haben zu diesem Zweck entweder (Abb. 96 A) einen glatten oder (Abb. 96 B) einen geriffelten Ober- und Unterstempel.

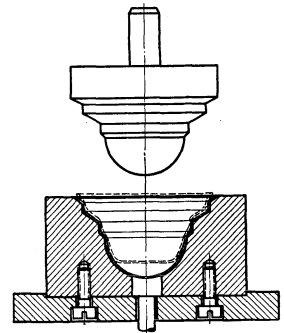


Abb. 94. Formschlagwerkzeug.

war die erste Möglichkeit, Hohlgefäße mit besonderen Werkzeugen zu fertigen

Im ersten Fall wirkt das Werkzeug durch einen Prellschlag, der um so erfolgreicher ist, je weicher und dicker der zu richtende Werkstoff. Der Prellschlag führt die Beanspruchung des Werkstoffes in das Gebiet der bleibenden Formänderung; das Werkstück wird kalt gehärtet und behält deshalb die durch den einmal oder, wenn nötig, mehrmals ausgeführten Prellschlag erzwungene Form bei. Wichtig für eine gute Wirkung ist, daß die Prellflächen von Ober- und Unter-

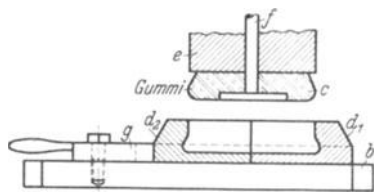


Abb. 95.

Ausbauch-Werkzeug mit Gummi. *b* Grundplatte, *c* Gummistempel, der unter dem Preßdruck seine Form verändert und die Stanzform mit den Teilen *d*₁, *d*₂ ausgefüllt, *e* Stempelaufnahme, *f* Haltebolzen für *c*, *g* Exzenter zum Schließen der Stanzform.

mit einem verhältnismäßig schwachen Druck aus; diese Werkzeugausführung ist deshalb besonders für große Werkstücke geeignet. Die Riffelung muß mit Rücksicht auf die verformende Wirkung so gestellt sein, daß einer Spitze des Stempels eine Vertiefung des Gegenstempels gegenübersteht und so bemessen, daß der Spitzenabstand wächst mit der Dicke des Bleches,

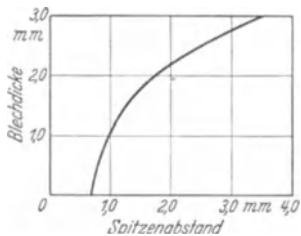


Abb. 97. Kurve für Spitzenabstand.

wofür Abb. 101 einen Anhalt gibt. Vor der Arbeit mit der Riffelrichtstanze wird die Schärfe der Spitzen zweckmäßig etwas genommen, da diese sonst leicht verdrückt werden und als Widerhaken wirken, die das gerichtete Werkstück so fest am Werkzeug haften lassen, daß es nur sehr schwer ohne unerwünschte Verformung abgenommen werden kann. Aus dem gleichen Grund empfiehlt sich von Zeit zu Zeit eine Säuberung der Riffelung, damit keine Späne an ihr hängen bleiben, die sonst ebenfalls als Widerhaken wirken. Die Säuberung wird vorteilhaft ergänzt durch wiederholtes Abziehen der Spitzen mit Kreide, das die Spitzen der Riffelung glättet.

18. Verbundwerkzeuge. Außer mit dem Ziehen, das hier aus dem schon genannten Grund unbeachtet bleibt, ist Formstanzen häufig mit Schneidarbeiten verbunden. Diese Verbindung ist sogar die einfachste und wird schon, wie beim Biegen nach Abb. 67 und beim Rollen durch entsprechende Form des Schnittstempels beim Schneiden des Zuschnittes erreicht oder in einem Sonderwerkzeug nach Abb. 98.

19. Folgewerkzeuge. Weit häufiger als bei Verbundarbeit wird Formstanzen

stempel bei der Arbeit einwandfrei parallel stehen, damit der Prellschlag auch gleichmäßig die ganze Oberfläche des Werkstückes beansprucht.

Bei dem Werkzeug mit den geriffelten Flächen von Ober- und Unterstempel, das durch die Verformung der Werkstoffoberfläche wirkt, kommt man auch bei dicken Werkstücken

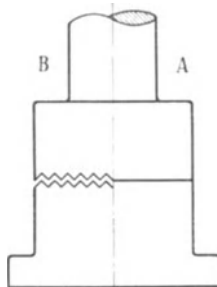
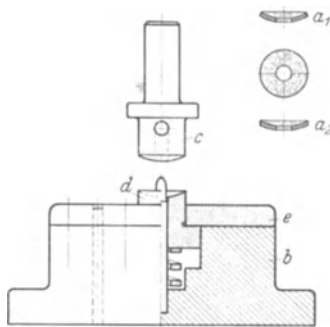
Abb. 96.
A Flachstanze.
B Riffelstanze.

Abb. 98. Verbundwerkzeug für Formstanzen und Schneiden. Die Schneidarbeit erfolgt am Umfang der Hohlseibe nach Beendigung der Stanzarbeit.

*a*₁ Werkstück ausgestanzt, *a*₂ Werkstück gestanzt und geschnitten, *b* Einspannplatte und Grundplatte, *c* Form- und Schnittstempel, *d* Stanzform, *e* Schnittplatte.

bei Folgearbeit anzutreffen sein, teils in einfacher Anordnung, wie in Abb. 99 oder schon etwas verwickelter wie in Abb. 100, wenn mit jedem Stempelhub zwei Werkstücke bearbeitet werden bzw. ein Werkstück in einer langen Reihe von Arbeitsstufen. Der Aufbau entspricht einer Reihenfolge einfacher Stanzarbeiten, grundsätzlich also dem bei den Folgewerkzeugen für Biege- und Rollarbeiten. Genaue Grundlagen für die Bestimmung und den Entwurf der einzelnen Arbeitsstufen sind auch hier wegen der Vielseitigkeit der Ausführungsmöglichkeit nicht vorhanden. Wesentlich ist, daß man schon bei der ersten Stufe so viel Werkstoff wie die Fertigform braucht, in die Stanzform bringt und daß man die Umformung bei jeder Stufe so klein wie möglich macht, damit die formgebenden Werkzeugteile einfach werden können, so daß der Abstand der einzelnen Stufen beliebig, aber gleich gewählt werden kann. In die Folgewerkzeuge sind natürlich die verschiedensten Formarbeiten zu legen: Schneiden, Biegen, Stanzen, Prägen und Richten, wobei die bei den Einzelarbeiten gewonnenen Erkenntnisse sorgfältig zu verwerten sind.

Wenn die Werkzeuge einmal richtig arbeiten, tun sie es sehr gleichmäßig und zuverlässig, da wegen der Einfachheit und Widerstandsfähigkeit der einzelnen Formelemente einerseits und der geringen Formänderungsarbeit bei jeder Arbeitsstufe andererseits, kaum eine wesentliche Abnutzung und daher auch kaum eine Störung bei der Arbeit auftritt; besonders nicht bei Werkzeugen wie Abb. 100, die starr gebaut sind, also ohne Federn arbeiten. Ein Nachteil ist der Folgearbeit allerdings eigen: die besondere Anordnung der Werkstücke im Werkstoffstreifen (Abb. 100) erhöht den Werkstoffverbrauch gegenüber dem für Einzelarbeit, besonders bei Mehrfachtarbeit, weil die Zuschnitte nicht mehr ineinander geschoben werden können, wie bei der reinen Schnitтарbeit. Allerdings wird dieser Mehrverbrauch in den meisten Fällen durch die Lohnersparnis weit übertroffen; im Einzelfall ist aber gewissenhaft zu prüfen, ob diese Ersparnis tatsächlich erzielt wird.

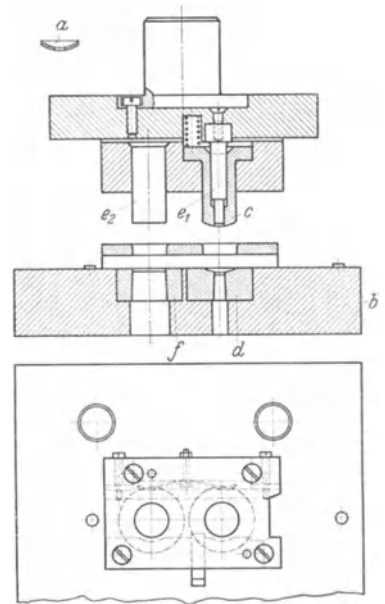


Abb. 99. Folgewerkzeug für Formstanzen und 2 Schnitte.
a Werkstück, *b* Grundplatte, *c* Formstempel, *d* Stanzform und Schnittplatte für 1. Schnitt, *e*₁ Schnittstempel für 1. Schnitt (Lochung), *e*₂ Schnittstempel für 2. Schnitt (Umfang), *f* Schnittplatte für 2. Schnitt.

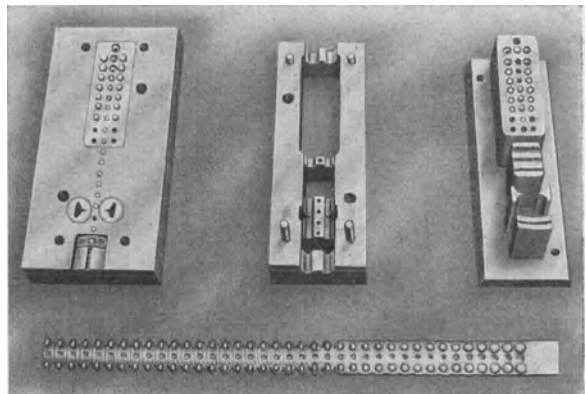


Abb. 100. Folgewerkzeug, starr arbeitend, mit vielen Arbeitsstufen im Band. (E. Linde.)

G. Prägen und Stauchen.

20. Allgemeines. Der Formänderung nach unterscheiden sich die Stanzarbeiten des Prägens und Stauchens so erheblich von denen des Biegens und Formstanzens, daß ein Zusammenhang von außen her unmittelbar nicht zu erkennen ist. Während bei den Biege- und Formstanzarbeiten das zu verformende Blech meist auf reine Biegung beansprucht wird, werden die Zuschnitte oder, wie sie hier heißen, die Rohlinge beim Prägen und Stauchen auf Druck beansprucht. Allerdings ist die Beanspruchung der einzelnen Teile der Rohlinge verschieden und, wenn man diese für sich betrachtet, dann kann man feststellen, daß sie eigentlich auch auf Biegung beansprucht werden. Dies zeigen ganz klar die Fließlinien der metallographisch untersuchten, durch Prägen und Stauchen geformten Werkstücke und so kann man die Prägung als eine Häufung verschiedener auf einer Fläche oder in der Tiefe begrenzter Biegungen ansehen. Allerdings nur so lang wie der Zusammenhang des Werkstoffes gewahrt ist, also die Fließlinien nicht irgendwo unterbrochen sind. Wäre dies der Fall, dann wäre — wenigstens örtlich — Scherwirkung festzustellen, so daß sich die Prägung als eine Häufung von örtlich begrenzten Schneidarbeiten und Stanzarbeiten ergäbe. Die Scherwirkung wird allerdings möglichst vermieden, so daß im allgemeinen die Vorstellung berechtigt ist, daß das Prägen die Brücke schlägt von der reinen Biege- und Stanzarbeit am Blech zur Formgebung des dicken Bleches bzw. des Drahtes und der Stange durch Prägen, Pressen und Stauchen, zu Formgebungsarbeiten also, die ihrerseits in enger Verwandtschaft mit der Schmiede- und Walzarbeit stehen. Diesem inneren Zusammenhang zwischen den einzelnen Arten spanloser Formgebung dienen die nachstehenden Ausführungen.

Die Stanzarbeiten Prägen und Stauchen zeichnen sich gegenüber denen des Biegens, Rollens und Formstanzens aus durch die Einfachheit der formgebenden Werkzeuge. Unter sich, d. h. die des Stauchens unter sich und die des Prägens unter sich, unterscheiden sich die Werkzeuge äußerlich fast nur der Größe nach, mit der Einschränkung, daß man bei den Werkzeugen des Stauchens zwei grundsätzlich verschiedene Bauweisen findet, die offene und die geschlossene. Wenn man nun die geschlossene betrachtet, dann ist auch zwischen den Werkzeugen des Prägens und des Stauchens kein großer Unterschied und damit bestätigt der Werkzeugbau, was vom Standpunkt der Verformung aus festgestellt werden muß. Auch die Begriffsbestimmungen des AWF weisen unmittelbar auf die Gleichheit hin, wenn sie auch die Art der Formänderung außer acht lassen. Jedenfalls begünstigen sie den Schluß, daß dem Prägen die allgemeinere Bedeutung zukommt, weil bei ihm der ganze Zuschnitt in der Fläche und der Dicke Veränderungen erfährt, während beim Stauchen immer nur eine örtliche Veränderung erzwungen werden soll.

21. Prägen. Durch das Prägen soll einem Werkstück irgend eine Form aufgezwungen werden, entweder zu einer Erklärung, wie bei der Beschriftung, oder zur Formerhaltung, wie bei Massenfertigung von Münzen und Medaillen, oder zur Veredlung wie bei der Verzierung von Tafelgeräten, Zifferblättern, Gebrauchsgegenständen, Bestecken usw. (Abb. 101). In den beiden ersten Fällen wird reine Prägung verwendet, im letzten Fall wird mit der Ausbildung der Verzierung häufig die Gesamtform verändert, wie es nach der Begriffserläuterung im Abschnitt A möglich ist.

Eine runde oder anders geformte dicke Blechscheibe, deren Umfang bzw. Durchmesser möglichst dem Umfang bzw. Durchmesser der Endform entspricht, wird mit geeigneten Mitteln zwischen einem Gesenk gepreßt (Abb. 102),

dessen Hohlraum gerade so groß ist wie der Rauminhalt der Scheibe, des Zuschnittes. Da die Begrenzungsflächen, vor allem Boden und Decke des Gesenkes, besonders geformt sind, wird bei genügend starkem Druck der Werkstoff des Zuschnittes zum Fließen gebracht und gezwungen, sich diesen Formen anzupassen. Wenn die Wand auch geformt ist, so werden vor dem Prägen, z. B. bei Münzen, die Ränder des Zuschnittes zweckmäßig dicker gewalzt, damit das Metall besser in die Wandform fließt. Der Werkstoff behält nach dem Aufhören des Druckes die geprägte Form bei, weil der Fließzustand der Zustand bleibender Formänderung ist. Die Mittel, die den starken Druck ausüben, können, wie in den ersten Anfängen der Prägetechnik und heute noch mitunter bei Versuchen, ganz einfach sein: Hammer und Schraubstock, oder aber, wenn höhere Leistung verlangt wird, kraftbetriebene Maschinen: Fallhämmer, Reibungs- oder Kniehebelprägepressen (Abb. 103). Diese, besonders für die Prägearbeit geschaffen und auch für selbsttätige Arbeitsweise einzurichten, sind ohne Zweifel auch die günstigsten, weil sie nicht nur sehr rasch arbeiten, sondern auch durch einen satten Druck prägen und zwar auf einem zwar kurzen, aber zur Erzwingung eines guten Fließens doch genügend langen Weg. Fallhämmer und Reibungspressen üben dagegen einen kurzen Prellschlag aus, der bei den Pressen sogar noch eine ungünstige tangential Schubbeanspruchung hervorrufen kann. Für flache Prägungen, also seichte Vertiefungen und Erhöhungen, genügt der starke und kurze Prellschlag schließlich noch, je mehr aber die Vertiefungen und Erhöhungen wachsen, je mehr Werkstoff also durch Fließen verlagert werden muß, desto mehr Zeit muß ihm für die Umformung gegeben werden, weil es sonst trotz richtiger Dicke und ihrer genauen Überwachung möglich ist, daß die Werkzeugform nicht bis in alle Feinheiten hinein ausgefüllt, d. h. das Werkstück nicht gut ausgeprägt wird.

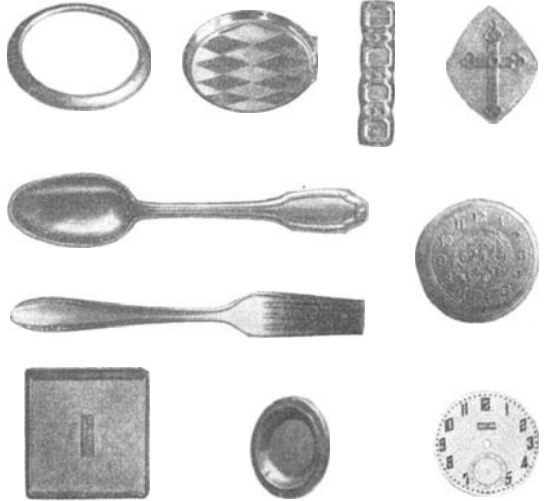


Abb. 101. Beispiele von Prägearbeiten.

Dieser Hinweis zeigt einerseits, daß der Schwerpunkt des Prägens im Fließzustande überhaupt liegt und andererseits, daß das richtige und ausreichende Fließen um so schwieriger erreicht wird, je tiefer die Formen sind. Das kann daher

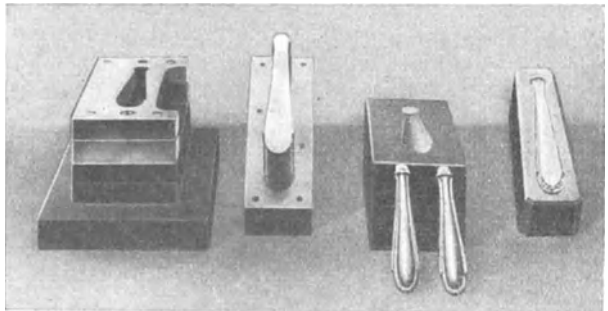


Abb. 102. Prägesesen für Messergriff.

Das kann daher

rühren, daß der Übergang von den erhabenen Teilen der Werkzeugform zu den vertieften zu schroff ist, als daß der Werkstoff in dem ihm erteilten Geschmeidigkeitsgrad oder Fließgrad die durch die Übergänge bedingten kleinen Biegungen

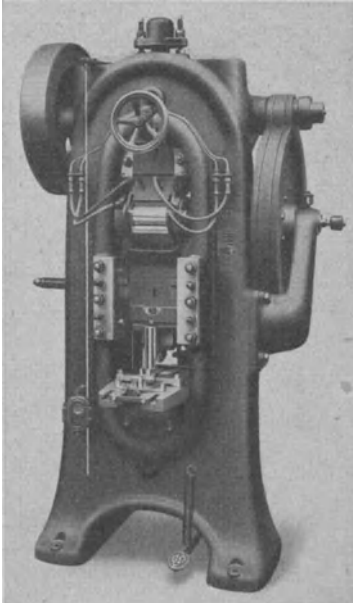


Abb. 103.
Kniehebelprägepresse. (L. Schuler.)

machen könnte; das kann aber auch daher rühren, daß der Werkstoff durch bloßen Druck überhaupt nicht auf den genügenden Grad der Bildsamkeit gebracht werden kann. Deshalb muß vor allen Dingen je nach dem Grad der Prägung der Werkstoff sorgfältig ausgewählt werden, wofür die Übersicht über die Bildsamkeit verschiedener Metalle, ausgedrückt durch den zulässigen Stauchgrad (Abb.104), einen guten Anhalt gibt.

Genügt die Bildsamkeit keines der Metalle für die Ausbildung der gewünschten Form durch bloßen Druck im kalten Zustand, dann muß die Bildsamkeit des Werkstoffes durch Erwärmen auf Rotglut erhöht werden. Dadurch wird bei den Werkstoffen der Abb.105 eine Verbesserung der Bildsamkeit um das Vielfache gegenüber dem kalten Zustand erreicht und entsprechend auch die Prägearbeit erleichtert, besonders wenn durch Erwärmen der Werkzeuge (Gesenke) durch einen Ring von Gasflammen oder ein elektrisches Heizband dafür gesorgt wird, daß die Rohlinge ihre Rotwärmtemperatur nicht schon vor der Formgebungsarbeit in nennenswertem Betrag verlieren und daß die Übergänge der Prägeform von den erhabenen

zu den tiefen Stellen auch für die bessere Bildsamkeit nicht zu scharf sind.

Wenn bei Prägungen ein großer Teil des Rohlingwerkstoffes verlagert wird, spricht man trotz Verwendung der gleichen Arbeitsmittel nicht mehr von Prägen, sondern von Pressen. Bei der Kaltverformung ist ein ausgezeichnetes

Beispiel dafür die Tubenfertigung, wo eine Scheibe aus Zinn, das bis zu 6% Blei enthalten kann, in ein einfaches Gesenk gelegt und dann (Abb.106) durch einen Stempel gepreßt wird, so stark, daß das Metall rasch in den Fließzustand kommt und, begünstigt von der Rundung der Gesenkwand und der Stempelkante, am Stempelumfang hochsteigt, ja sogar hochspritzt, wobei die Tube die Größe des Stempeldurchmessers bekommt. Zur Vermeidung von

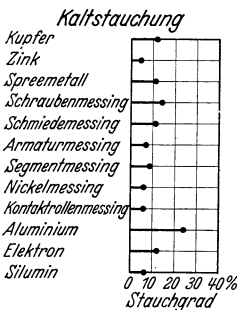


Abb. 104. Bildsamkeit verschiedener Metalle bei Kaltstauchung.

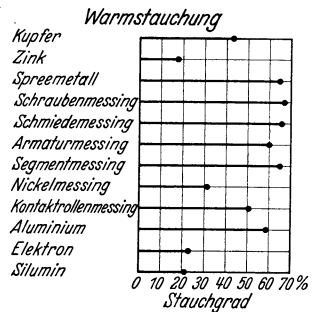


Abb. 105. Bildsamkeit derselben Metalle bei Warmstauchung.

Ausschuß, bedingt durch Aufklaffen auf einer Seite, ist darauf zu achten, daß die Stempelachse durch den Mittelpunkt des Rohlings geht, denn nur dann ist der Druck auf alle Teile des Rohlings und demgemäß deren Fließgeschwindigkeit gleich.

Ein hoher Verformungsgrad wird aber vor allem durch Warmprägungen mit den Temperaturen der Abb.107 beabsichtigt, und so spricht man hier eigentlich nur von Warmpressen, im offenen oder im geschlossenen Gesenk je nach der Ausbildung des Werkzeugs. Beim offenen Gesenk wird immer mit Werk-

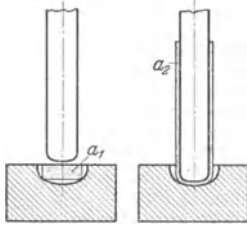


Abb. 106. Spritzen einer Zinnröhre.
Durch hohen Preßdruck wird der Rohling a_1 in Fließzustand gebracht, so daß er der Druckrichtung entgegen am Preßstempel hochwandert und die Tube a_2 bildet. An Stelle von Zinn wird heute auch Aluminium gespritzt.

stoffüberschußgearbeitet, der beim Pressen zwischen den beiden Gesenkflächen nach der Seite hinausgepreßt und in einem besonderen Arbeitsgang mit einem Schnittgesenk beseitigt wird¹. Das Gesenk ist ganz einfach aus zwei Stücken, Oberteil und Unterteil, gebildet, in die je ein Teil der Form gearbeitet ist.

Etwas verwickelter sind die geschlossenen Gesenke, Abb.108A und B, die das Werkstück sauberer und ohne Naht ausbilden, bei denen aber das Gewicht des Rohlings so genau wie möglich dem des Fertigstücks angeglichen und so gleichmäßig wie fertigungstechnisch durchführbar, eingehalten werden muß. Sonst gibt es Ungleichheiten am Fertigstück, zu hohe Drücke und Störungen. Wenn auch die Stoffverschiebung normalerweise nicht so groß ist wie beim

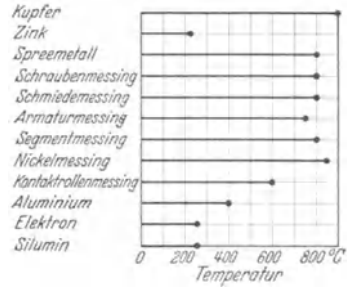


Abb. 107. Preßtemperaturen für das Warmpressen verschiedener Metalle.

Tubenpressen, so ist der Formgebung doch ein weites Feld gegeben, ja, in kleinem Umfang ist auch ein „Spritzen“ möglich wie bei der Tubenfertigung. Darauf soll aber hier nicht weiter eingegangen werden, weil darüber im besonderen, wie über die Fragen der Preßtechnik im allgemeinen, schon früher in den bereits oben erwähnten Heften über Gesenkschmiede, wie auch in Heft 41 (Pressen der Metalle) der

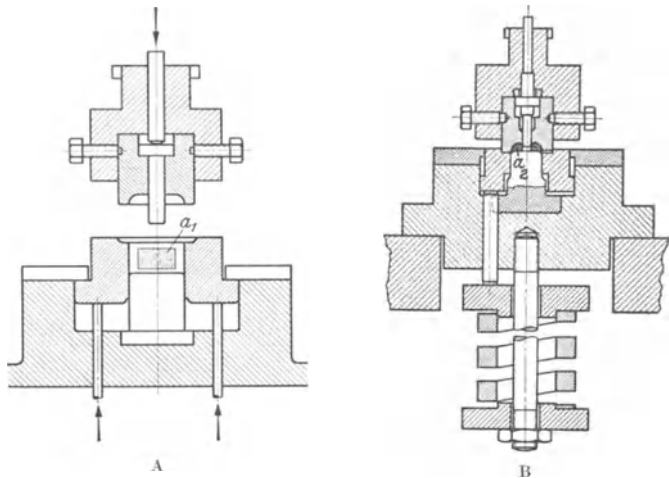


Abb. 108. Geschlossenes Warmpreßgesenk.
A Vor der Arbeit (geöffnet), B nach der Formung, a_1 Rohling, a_2 Preßling.

Werkstattbücher ausführlich berichtet worden ist, so daß nur noch zu erwähnen bleibt, daß bei schwierigen Preßarbeiten auch in mehreren Stufen gefertigt werden kann und daß, besonders bei Kaltprägearbeiten, auch eine Verbindung mit Formstanzen möglich ist, wie teilweise in der Besteckfabrikation. Daneben ist Prägearbeit mit Stanzarbeiten auch im Folgewerkzeug möglich, so mit Schneiden, Biegen und Flachstanzen bei Beschriftungen, Verzierungen und ähnlichem.

¹ Näheres s. Heft 31: Gesenkschmiede 1. Teil und Heft 58: Gesenkschmiede 2. Teil.

22. Stauchen. Nach dem, was in Abschnitt 17 über die formänderungsmäßig enge Verwandtschaft zwischen Prägen und Stanzen gesprochen worden ist, ist es natürlich, daß alles Grundsätzliche, was die Formgebung selbst betrifft, auch für das Stauchen Geltung hat. Und so ist auch hier wieder zur Ergänzung des Folgenden auf die vorerwähnten Werkstattbücher hinzuweisen, zu denen, im besonderen für das Stauchen, noch das Heft 39¹ wertvolle Beiträge liefert durch seine ganz klare und ausführliche Behandlung des Kalt- und Warmstauchens von Schrauben und der dazu notwendigen Einrichtungen.

Die örtliche Werkstoffanhäufung durch Stauchen bezweckt, örtliche Werkstoffbeseitigung an anderer Stelle zu vermeiden, die im allgemeinen durch spanabhebende Werkzeuge besorgt werden wüßte. Je größer einerseits diese Spanabhebung sein müßte und je geringer und örtlich beschränkter andererseits die Werkstoffanhäufung sein kann, desto vorteilhafter ist das Stauchen. Es dient

also in erster Linie der sparsamen Werkstoffverwendung, die für Schrauben z. B. dadurch gekennzeichnet ist, daß bei Fertigung auf spanabhebenden Maschinen für gewisse Formen allein die Kosten des Werkstoffes höher sind als die Gesamtkosten fertiger Schrauben bei Erstellung auf dem spanlosen Weg. Ähnlich verhält es sich bei andern Werkstücken, wie z. B. denen der Abb. 109. Im allgemeinen kann man annehmen, daß bei der Fertigung durch Stauchen der Werkstoff bis 99% ausgenutzt wird. Das ist gegenüber der Ausnützung beim Schneiden und Stanzen mit

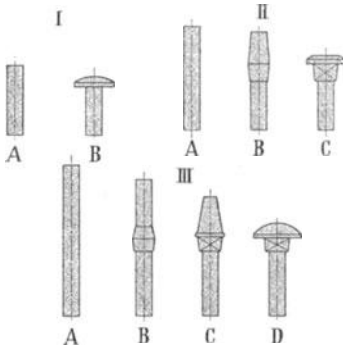


Abb. 109. Werkstücke, deren Form durch Kaltstauchung in 1, 2 und 3 Stufen gebildet werden kann. A, B, ... die Formstufen der Werkstücke I, II, III.

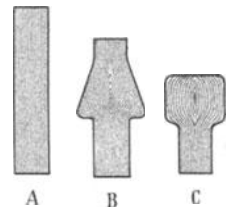


Abb. 110. Gesunder Werkstoff-Fluß durch richtige Ausbildung der Formstufen A, B, C.

durchschnittlich 50% bei runden Werkstücken ein ganz gewaltiger Vorteil; zu diesem kommt hinzu, daß größtenteils vom Drahtbund weg selbsttätig mit einer Stückzahl von 100 ... 150 in der Minute gearbeitet werden kann, so daß die Ausbringung groß und der Arbeitslohn niedrig ist. Der Anwendungsbereich erstreckt sich außer auf Schrauben auf: Bolzen, Nieten, Kugeln und Stifte aller Art, weil der Verformungsgrad, hier der Stauchgrad, mancher Metalle groß ist. Es lassen sich Werkstoffanhäufungen aus einem Draht- bzw. Stangenstück ausbilden, das bis acht- und mehrmal so lang wie der Durchmesser ist. Allerdings muß man dabei in Stufen arbeiten, so bei einer Stauchlänge bis $2\frac{1}{2}$ mal Durchmesser mit 1 Stufe, also 1 Schlag, $4\frac{1}{2}$ mal Durchmesser mit 2 Stufen, also 2 Schlägen, 6 ... 8mal Durchmesser mit 3 Stufen, also 3 Schlägen, über 8mal Durchmesser mit mehr als 3 Stufen und Zwischenglühungen. Diese Angaben stellen das im günstigsten Fall Erreichbare dar, das nur möglich ist, wenn die Übergänge bei der Stauchung der Bildsamkeit des zu verformenden Werkstoffes angepaßt sind. Aus diesem Grund bildet man die erste von mehreren Stauchstufen im allgemeinen kegelförmig aus, mit einem Neigungswinkel von etwa 12° , und verlangt von ihr keine größere Stauchung als einer Länge vom zweifachen Drahtdurchmesser entspricht. Im allgemeinen hängt die Formgebung bei den einzelnen Stufen (siehe Abb. 110) von der Bildsamkeit der Werkstoffe ab: je stauchfähiger ein Werkstoff ist, desto mehr kann er in einer Stufe ver-

¹ Berger: Herstellung roher Schrauben.

formt werden. Dabei ist ganz besonders dadurch die Formänderung zu fördern, daß man die Rundungen der Übergänge von einem Durchmesser zum anderen den Eigenschaften des Werkstoffes, besonders seiner Biegsamkeit, anpaßt. Jedenfalls müssen die Fließlinien stetig und von der Spitze aus gleichmäßig auseinander laufen. Eine ungleiche Verteilung und eine Unstetigkeit oder Unregelmäßigkeit, ja sogar jeder schroffe Übergang ist ein bedenklicher Fehler und ist Ursache einer Schwächung der geformten Ausbauchung oder des Kopfes und so unter Umständen erhöhter Bruchgefahr.

Von Bedeutung für den Fluß des Metalles ist auch die Umformungsgeschwindigkeit. Sie steht mit der Stauchmenge und der Werkstoffart in Wechselwirkung und ändert sich mit ihnen. Grundsätzlich darf sie aber nicht zu groß sein, weil sonst das Metall nicht genügend Zeit hat, richtig in Fluß zu kommen und die feinen Teile der Form auszufüllen. Bei zu rascher Verformung neigt der Werkstoff zu Kristallisation, die mit Festigkeitsverlust und Güteminderung verbunden ist. Wegen der Wechselwirkung ist ein Anhalt für die Umformungsgeschwindigkeit schwer zu geben. Richtig überwacht und beurteilt kann die Formänderung nur werden durch die Beobachtung der Strukturänderung mit Hilfe metallographischer Untersuchungen. Schon die makroskopische gibt wertvollen Aufschluß über den Verlauf der Fließlinien, während die mikroskopische sie noch schärfer zeichnet, aber auch Seigerungen, Risse und andere Fehler erkennen läßt, die bei der Verformung entstehen können. Daß eine metallographische Untersuchung¹ gleichzeitig eine Prüfung der Eigenschaften und Güte des zu verformenden Werkstoffes überhaupt gestattet, ist ein besonderer Vorzug.

Kaltstauchung hat, wie jede Kaltbearbeitung von Metallen, eine Erhöhung der Härte im Gefolge, die um so größer ist, je größer der Stauchgrad ist. Im Mittel beträgt sie ungefähr 28 Brinellgrade. Im allgemeinen ist die Kalthärtung nicht unerwünscht, weil man mit ihr die Festigkeitseigenschaften des Fertigstückes gegenüber denen des Rohlings verbessern kann. Dies versucht man bei Drähten durch die Kaltbearbeitung beim Ziehen zwar auch, aber doch nicht mit dem gleichen Erfolg, weil hier die Härteerhöhung mehr auf die Oberfläche begrenzt bleibt, während sie beim Kaltstauchen bis in den Kern dringt und so auch dem meist gefährlichen Querschnitt am Übergang zwischen Schaft und Verdickung eine erhöhte Festigkeit verleiht.

Als Werkstoffe für Stauchformung werden Nichteisenmetalle und Stähle verwendet; von den Nichtmetallen besonders Preßmessing mit 63 ... 72% Cu, und Kupfer mit 0,25% Arsen. Von Stählen: Weichstahl mit 0,25 C, 0,20 ... 0,65 Mn, 0,03 ... 0,15 Si, \leq 0,04 S, \leq 0,04 P, $K_z = 47 \dots 60 \text{ kg/mm}^2$, 125 ... 155 Brinell für wenig beanspruchte Teile; Kohlenstoffstahl mit 0,4 ... 0,65 C, 0,43 ... 0,85 Mn, 0,1 ... 0,15 Si, 0,03 S, 0,03 P, $K_z = 78 \dots 105 \text{ kg/mm}^2$, Brinellhärte 210 ... 288 für mittlere Beanspruchung und Nickelstahl mit 0,2 ... 0,35 C, 0,4 ... 0,65 Mn, 0,1 ... 0,25 Si, 0,03 S, 0,03 P, 2,75 ... 3,25 Ni, $K_z = 70/85 \text{ kg/mm}^2$, Brinellhärte 190 ... 235 für höchste Beanspruchung, besonders hohe Ermüdungsbeanspruchung. Wo hauptsächlich hohe Druckfestigkeit und großer Widerstand gegen Verschleiß verlangt werden, wird zweckmäßig Chromstahl verarbeitet mit 1,0 C, 0,35 Mn, 1,25 Cr.

Der Werkstoff soll möglichst gut und gleichmäßig sein. Dickenunterschiede sollen bis 2,5 mm Drahtdurchmesser nicht mehr als 0,01 und über 2 mm nicht mehr als 0,025 mm betragen, damit der Draht nicht klemmt. Unsauberkeiten, Risse und sonstige Vertiefungen sind nicht zulässig, damit der Draht leicht durch die

¹ Riebensahm, P.: Werkstoffprüfung. Heft 34 der Werkstattbücher.

Zuführungskanäle wandert. Aus diesem Grunde müssen auch die Bunde weit gewickelt sein.

Gestaucht wird im offenen oder im geschlossenen Gesenk. Beim offenen, dem einfacheren, aber Grat nicht ganz vermeidenden, wird das Stück des vom Bund weg selbsttätig vorgeschobenen Drahtes, das über die Führung vorsteht, von

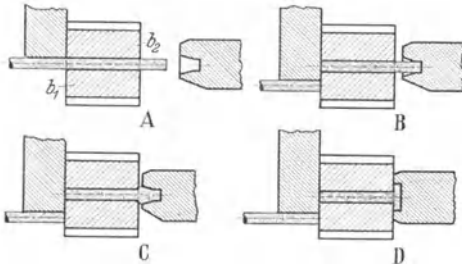


Abb. 111. Arbeitsfolge beim Kaltstauchen mit einer Stauchmaschine im offenen Gesenk. A, B, C, D die Formstufen, b_1 , b_2 die Backen des geteilten Gesenkes.

den zwei sich unter Maschinendruck schließenden Gesenkbacken b_1 und b_2 (Abb. 111 A) erfaßt, gegen die Führung abgeschert und zum Stauchen seitwärts geführt (Abb. 111 B). In dieser Stellung verrichten die Stauchstempel ihre Arbeit (Abb. 111 C u. D), worauf die Greifbacken in ihre Anfangsstellung zurückgehen, sich öffnen, so daß bei erneutem Vorschub des Werkstoffes das Fertigstück von diesem ausgestoßen wird.

Bei den geschlossenen Gesenken (Abb. 112) ist ein besonderes Schnittgesenk (A) vorhanden, gegen das ein Schermesser (b) den Rohling abschneidet, der dann durch das Messer und einen Gegenhalter (c) gefaßt und in seiner Stellung durch den inzwischen näher gegangenen Stauchstempel (d) bei seiner Beförderung vor das Stauchgesenk gesichert wird. Ist die Stauchstellung erreicht (A u. B), geht der Stempel weiter vor, drückt den Rohling gegen den Auswerfer und bildet die erste Stauchstufe aus (C). Das Werkstück bleibt in seiner Stellung, während der Stempel wechselt und der Fertigstempel die Schlußform bildet (D), nach deren Vollendung die Stempel zurückgehen und das Fertigstück durch Auswerfer herausgeworfen wird, so daß der Kreislauf wieder beginnen kann.

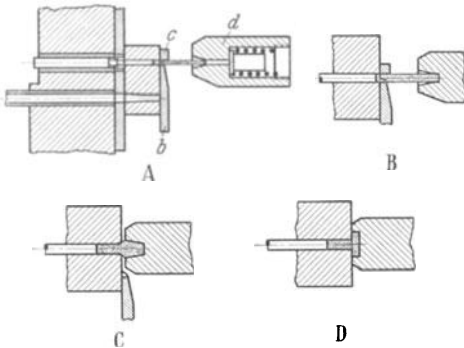


Abb. 112. Wie Abb. 111, aber mit geschlossenem Gesenk. Stufe A: Der Rohling a ist abgeschert durch das Messer b und gegen das Schnitt- und Stauchgesenk, gehalten durch Gegenhalter c , Andrücker d , in Stauchstellung befördert. Stufe B: Der Stauchstempel e_1 ist in Arbeitsstellung. Stufe C: Die Zwischenform ist gebildet. Stufe D: Fertigform.

Bei den geschlossenen Gesenken (Abb. 112) ist ein besonderes Schnittgesenk (A) vorhanden, gegen das ein Schermesser (b) den Rohling abschneidet, der dann durch das Messer und einen Gegenhalter (c) gefaßt und in seiner Stellung durch den inzwischen näher gegangenen Stauchstempel (d) bei seiner Beförderung vor das Stauchgesenk gesichert wird. Ist die Stauchstellung erreicht (A u. B), geht der Stempel weiter vor, drückt den Rohling gegen den Auswerfer und bildet die erste Stauchstufe aus (C). Das Werkstück bleibt in seiner Stellung, während der Stempel wechselt und der Fertigstempel die Schlußform bildet (D), nach deren Vollendung die Stempel zurückgehen und das Fertigstück durch Auswerfer herausgeworfen wird, so daß der Kreislauf wieder beginnen kann.

Abb. 111 und 112 haben den grundsätzlichen Vorgang beim Kaltstauchen erklärt. Wenn Stauchwerkzeuge gut ausgeführt sind, sollten sie eine Lebensdauer (Leistung) von 25 000 Stück erreichen. Notwendig ist dabei, daß neben guter Härte die Gesenkbohrungen genau zylindrisch und gut auspoliert sind, denn nach dem starken Druck würde jede Unebenheit, wie sie z. B. durch die Vorschubmarken des Bohrers gebildet wird, dem Auswerfer einen großen Widerstand entgegen setzen, der Störungen unliebsamer Art verursachen könnte.

H. Nieten.

Nieten ist eigentlich keine Formgebungsarbeit für sich, sondern bezeichnet nur die Verwendung spanloser Formgebung zur Verbindung mehrerer Teile, ob dies nun eine Formänderung durch Schneiden, Stanzen oder Pressen ist. Die Anwendung des Schneidens zeigt Abb. 113, des Biegens Abb. 114, des Rollens Abb. 115, des Formstanzens Abb. 116 und 117, des Prägens Abb. 118 und des Stauchens Abb. 119. Zum Teil wurde die Verwendung der Formgebungsarbeiten für

Werkstückverbindungen schon bei der Besprechung der Formgebungsarbeiten selbst vorgeführt, so besonders der Roll-, Biege- und Bördelarbeiten (siehe Abb. 16, 73 und 77). Genietet wird meist mit ganz einfachen Werkzeugen, wie schon durch die Abb. 114, 116, 119 angedeutet ist, entsprechend der Einfachheit der Formgebung. Auch dann können die Werkzeuge noch nicht als verwickelt betrachtet werden, wenn man zur rascheren Ausführung mehrere Stellen mit einem Werkzeug verbindet, weil dann dieses Werkzeug nur eine Vereinigung mehrerer einfacher darstellt. Bei solchen Mehrfachnietwerkzeugen wird das Oberteil gegenüber dem Unterteil häufig durch Säulen geführt, damit nicht etwa durch ungleichzeitigen Beginn der Nietarbeit an einer Stelle und dadurch hervorgerufene Verschiebung von Oberteil gegen Unterteil Arbeitsfehler entstehen. Gleichzeitig dient aber die Säulenführung auch zur Erleichterung des Einspannens und also zur Verringerung der Nebenzeit.

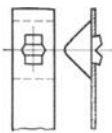
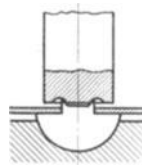
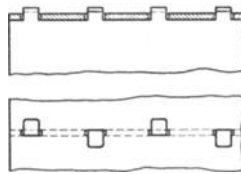


Abb. 113.
Befestigung
auf Schnitt-
grundlage.



A B
Abb. 114 A u. B. Befestigung durch Biegung.

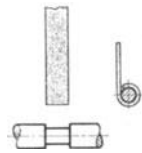


Abb. 115.
Befestigung
durch Rollen.

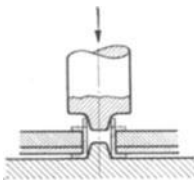


Abb. 116. Befestigung
durch Formstanzen.

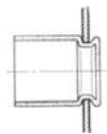


Abb. 117.
Befestigung durch
Formstanzen (Aus-
bauchen).

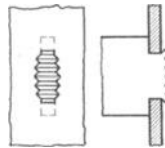
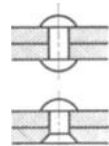
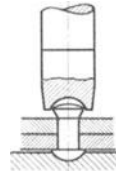


Abb. 118.
Befestigung
durch Prägen.



A B
Abb. 119 A u. B.
Befestigung durch Stauchen.

Abb. 113... 119. Nietverbindungen der Stanztechnik.

Nicht nur müssen die beiden Werkzeughälften richtig zueinander stehen, es müssen auch die Werkstücke stets die gleiche Arbeitsstellung haben. Dies ist aber eine Forderung, die für alle Vorrichtungen gleichermaßen Geltung hat, und daher sind auch die Mittel und Wege ihrer Erfüllung in den Werkstatbüchern über den Vorrichtungsbau (Hefte 33, 35, 42) ausführlich besprochen.

III. Stanzenbau, Stanzarbeit, Stanzereipressen.

J. Stanzenbau¹.

23. Entwurf. Die Ausführungen bei den verschiedenen Stanzarbeiten und die bunte Reihe der einfachen und verwickelten Werkzeuge und ihre Aneinanderreihung hat ein eindrucksvolles Bild von den Gedanken gegeben, die beim Entwurf von Stanzen jeglicher Art notwendig sind und klar überzeugt, daß nicht übereilt vorgegangen werden darf. Dieser Forderung wird heute vielfach noch nicht genügend Rechnung getragen, unbegreiflicherweise, da der Stanzenbau sehr viel Geld verschlingt, nicht nur bei der Herstellung der Stanzen, sondern auch noch, wenn sie

¹ Hierzu s. auch Heft 57: Stanztechnik 2. Teil.

verwickelt sind, beim Ausprobieren und bei der Arbeit. Deshalb ist die erste Forderung: Beim Entwurf sich möglichst an vorhandene, gut bewährte Vorbilder anzulehnen, die Formänderung des Werkstoffes bei ihnen eingehend zu untersuchen und so gründliche Unterlagen zu sammeln für andere, aber doch ähnliche Fälle und auch für ganz neue Werkzeuge, so daß das Verhalten des Werkstoffes bei ihnen mit großer Sicherheit vor Überraschungen vorausgesagt werden kann. Das vermutliche Verhalten kann nicht genug überlegt und unter Umständen mit erfahrenen Werkzeugmachern besprochen werden; denn eine reifliche Überlegung, die den Entwurf zu verzögern scheint, verkürzt die Versuchszeit um einen viel größeren Betrag. Die Versuchszeit aber gehört mit zur Fertigungszeit, weil diese für den Betrieb erst abgeschlossen ist, wenn das Werkzeug einwandfrei arbeitet.

Die zweite Forderung beim Entwurf ist, daß er nur fertig, bis in alle Einzelheiten durchgearbeitet, in die Werkstatt kommt. Besonders müssen alle Rundungen und Schrägen, die die Formgebung beeinflussen, ihrem Grad nach genau ersichtlich sein, so daß alle Gedankenarbeit dem Werkzeugmacher genommen ist — wenigstens, soweit sie die Konstruktion betrifft; über die günstigste Art der Fertigung wird er schon noch genug nachdenken müssen. Man kann und darf keinem Werkzeugmacher das gleiche Verstehen für die Ursachen und Wege zu einer bestimmten Formänderung zutrauen wie einem geschulten Techniker und, da der Werkzeugentwurf wertvoll ist, sollte sich nur der beste Kopf mit ihm beschäftigen, besonders wenn es sich um eine Neuschöpfung handelt. Daneben gibt es laufend Werkzeuge einfacher Art, die mehr oder weniger Wiederholungen oder Abänderungen schon bekannter sind. Deren Bearbeitung kann auch einer weniger guten Kraft oder gar einer Hilfskraft übertragen werden, zumal wenn die Werkzeuggröße und die sich immer wiederholenden Teile, wie Stifte, Schrauben, Muttern, Federn, Säulen und Einspannzapfen genormt sind.

In dieser Richtung ist die Arbeit des AWF von großem Wert, um so mehr, als er vor und bei der Schaffung seiner Entwürfe mit den verschiedensten Industrien Fühlung genommen hat und so über eine wirklich umfassende Erfahrung verfügen konnte, sowohl was die Bedürfnisse des Betriebes als auch was die Gestaltungsmöglichkeit betrifft. Seine Entwürfe von Stanzen dürfen daher mit Recht als Schulbeispiele sparsamer und zweckmäßiger Bauart gelten. Zu beachten ist, daß bei der Ausführung die Biegekanten, über die der Werkstoff gleitet, gut zu glätten, möglichst zu polieren sind, Oberstempel mindestens so breit wie die Werkstücke gemacht werden und beim Unterstempel die Biegekante quer zur Walzrichtung zu liegen kommt. Die Kanten der Blechaufnahmen können so weit abgeschrägt werden, daß das Ende der Schräge mit der oberen Kante des Zuschnittes zusammenfällt. Scharfe Kanten am Ober- und Unterstempel sind wegen Härterisse zu vermeiden.

24. Werkstoff für Stanzen. Wesentlich für die Lebensdauer ist der zur Fertigung einer Stanze verwendete Werkstoff, da die Beanspruchung bei Druck und Biegung ganz außerordentlich hoch ist. Für die hochbeanspruchten Teile, besonders Ober- und Unterstempel, aber auch Führungsstifte wird daher bester Werkzeugstahl verwendet, der eine gute Härtung zuläßt. Die Teile läßt man nach dem Härten zum Ausgleich der Härtespannungen von der der Arbeitsfläche abgekehrten Seite auf Gelbhärte an, so daß die Arbeitsflächen selbst möglichst hart bleiben.

Teile, die während der Formgebung nicht beansprucht, aber doch regelmäßig beim Einlegen oder in Ruhestellung oder beim Auswerfen berührt werden, also Blechaufnahmen und Gegenhalter, Führungsleisten und Führungskeile, werden aus schmiedbarem Stahl St 42 · 11 gefertigt und im Einsatz gehärtet. Für Unterplatten, Stempelköpfe und andere nicht arbeitende Teile genügt dieser Stahl

schon ohne Einsatzhärtung. Im übrigen sei wegen Werkstoffwahl und wegen der Ausführung richtiger Härtung und Härteprüfung auf Werkstattbücher 7, 8 und 50 verwiesen, die über alles Wesentliche klar und erschöpfend Auskunft geben¹.

25. Fertigung. Die Arbeitsweisen bei der Fertigung sind grundsätzlich die gleichen wie im Großmaschinenbau, allerdings mit dem Unterschied, daß bei diesem schon seit Jahren eine Unterteilung in Maschinenarbeit und Handarbeit durchgeführt worden ist, während im Werkzeugbau den Handarbeitern auch heute noch vielfach die Maschinenarbeit, wie Drehen, Hobeln und Fräsen, auch der unempfindlichen Werkzeugteile überlassen wird. Hierin Wandel zu schaffen, ist eine der Hauptaufgaben eines genauen Werkzeugentwurfes. Er gibt die Grundlagen, die es ermöglichen, die Maschinenarbeit von der Werkzeugmacherei mit ihren hochwertigen und hochentlohnerten Arbeitskräften loszulösen und sie angelernten Kräften und Hilfskräften zu übertragen. Dadurch wird der Werkzeugbau nicht nur billiger, sondern auch wesentlich leistungsfähiger, weil die guten und erprobten Werkzeugbauer viel mehr ihrer Erfahrung, Kenntnis, Fähigkeit und Entlohnung entsprechend verwendet werden können. Dies kommt in der Werkzeugvollendung mit dem eigentlichen Zusammenbau viel mehr zum Ausdruck als bei der Maschinenarbeit, wo Schnittgeschwindigkeit und Vorschub, und damit die Fertigungszeit, nach den vom Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung (Refa) veröffentlichten Unterlagen leicht vorausbestimmt werden können und daher auch von zweiten Kräften erreicht werden müssen, während die Vollendungszeit vorwiegend durch das Können des Einzelnen bestimmt ist. Allerdings kann man auch die dafür notwendigen Zeiten ziemlich genau bestimmen, wenn man die Vollendung und den Zusammenbau in Elemente zerlegt, die Zeiten für ihre Ausführung — am besten mit Hilfe von Stempeluhren — festlegt, in bezug zur Längen- und Flächengröße bringt und von diesen Elementen aus, die immer wiederkehren, die Zeiten für beliebige Vollendungs- und Zusammenbauarbeiten errechnet. Bei näherer Prüfung der Art und Zahl der regelmäßig wiederkehrenden Arbeitselemente wird man bald erkennen, daß sie vorwiegend als gerade und gekrümmte Linien, ebene und gekrümmte Flächen erscheinen, die Vielgestaltigkeit also nicht sehr groß ist. Die Zusammenstellung der Elemente ist allerdings recht verschieden, so daß je nach der Schwierigkeit der Herstellung, besonders der Übergänge, gewisse Zugaben gemacht werden müssen. Auch für diese sucht und findet man rasch befriedigende Normen. Sind die Unterlagen einmal festgelegt, so wird man bei der Ermittlung der Stückzeiten für die Werkzeugfertigung keine Fehlschläge erleben, sofern der Arbeitsplan richtig aufgestellt wird, also alle Elemente bzw. was dasselbe ist, alle Arbeitsstufen der Fertigung enthält.

Selbstverständliche Voraussetzung bei einer geordneten Stücklohnarbeit ist, daß auch für eine gute Arbeitsvorbereitung gesorgt ist; denn Zeitverluste bei der Arbeitszuteilung, -überwachung und -erläuterung müssen nicht nur im Interesse des Arbeiters, sondern auch des Betriebes unter allen Umständen vermieden werden. Nur dann ist auch eine einigermaßen sichere Zeitbestimmung für die Fertigung möglich.

Der Maschinenpark zur wirtschaftlichen Fertigung von Stanzereiwerkzeugen ist in den letzten Jahren wesentlich durch Sondermaschinen bereichert worden, sowohl für die vorbereitenden Arbeiten: das Zuschneiden der Werkstoffe durch die leistungsfähigen Bandsägen für hochwertigen Stahl und der Werkzeuganriß durch die verschiedenen Werkstattmikroskope, Lehren-, Meß- und Bohrmaschinen, Vorrichtungsbormaschinen, als auch für die Sonderbearbeitung von Stempeln und Gesenken: durch die Stempelhobel- und Stempelfräsmaschinen verschiedenster

¹ Simon: Härten und Vergüten. Heft 7 und 8. Herbers: Die Werkzeugstähle. Heft 50.

Bauart, die Schabe-, Feil- und Sägemaschinen, Gesenkräsmaschinen, selbsttätige Reliefkopiermaschinen und nicht zuletzt durch die Handwerkzeuge mit elektrischem Antrieb durch biegsame Welle, wie runde und gerade Feilen, Schaber, Schleifscheiben mit höchsten Umlaufzahlen. Auch diese Maschinen zwingen zu einer Arbeitsteilung, da sie nur dann so vorteilhaft wie überhaupt möglich ausgenützt werden und entsprechenden Nutzen bringen können¹, sowohl durch die Regelung des Beschäftigungsgrades als auch durch die Wahl angelernter Arbeiter.

26. Werkzeugverwaltung. Die fertigen Werkzeuge werden vor der Ablieferung in die Werkstatt mit einer fortlaufenden Nummer gekennzeichnet, die eine zweckmäßige Einordnung in und eine gute Übersicht über das Werkzeuglager ermöglicht. Jedem neuen Werkzeug wird bei der Einrichtung eine Werkzeugkarte ausgestellt, die außer der laufenden Nummer auch alle sonst wesentlichen Angaben über Werkstoffe, Bau- und Verwendungszweck enthält und in die alle besonderen Wahrnehmungen, Erfahrungen, Verbesserungen und Instandhaltungen, die unangenehmen wie auch die guten, einzutragen sind. Die Aufzeichnungen haben allerdings nur einen Sinn, wenn sie nicht tot auf dem Papier stehen bleiben, sondern dadurch zu lebendigen Gestaltern werden, daß sie, pünktlich und vollständig geführt, dem Werkzeugkonstrukteur regelmäßig zur Kenntnisnahme vorgelegt und von ihm gegengezeichnet werden. Eine zweckmäßige Werkzeugkarte ist vom AWF entworfen, veröffentlicht und in den Handel gebracht worden. Ihre Verwendung ist der Vereinheitlichung wegen sehr zu empfehlen.

Für die Instandhaltung der Werkzeuge ist der Verwalter verantwortlich. Er gibt die Werkzeuge gegen eine Werkzeugmarke aus und nimmt sie wieder mit dem zuletzt gefertigten Arbeitsstück in Empfang, das ihm die Prüfung der Arbeitstauglichkeit erleichtert. Daß der Verwalter ein guter Werkzeugmacher sein muß, ergibt sich aus der ihm zufallenden Überwachungsaufgabe ganz von selbst. Meistens wird er nebenbei noch kleinere Reparaturen und die Schleifarbeiten ausführen können.

K. Stanzarbeit.

27. Werkstoffverwaltung und -behandlung. Bei Stanzarbeit spielt neben den Werkzeugkosten der Werkstoffverbrauch die größte Rolle. Wenn auch der Verbrauch durch die beim Entwurf festgelegte Zuschnittsgröße und Zuschnittsstellung in der Hauptsache bedingt ist, so ist doch die Behandlung des Werkstoffes und des Abfalles noch recht wesentlich. Unsachgemäße Behandlung im Werkstofflager oder bei der Förderung kann Beschädigungen, wie Kratzer, Beulen und anderes verursachen, die Ausschussteile zur Folge haben; andererseits ermöglicht eine genaue Überwachung des Abfalles, scharfe Trennung nach Art und Größe, nicht nur einen höheren Verkaufspreis für den Abfall zu erzielen, sondern ihn auch teilweise für eigene Zwecke zu verwenden. Selbst die Lagermenge kann vom Verwalter günstig beeinflußt werden, wenn er dafür sorgt, daß Bleche von solcher Art und Größe, die nicht mehr zu laufender Arbeit gebraucht werden, durch Zuschneiden auf andere Maße wegkommen. Schließlich kann auch eine gewisse Werkzeugüberwachung durch die Abfallüberwachung ausgeübt werden, weil unzulässig große Ausschubmengen gleicher Teile auf fehlerhafte Arbeit oder fehlerhaftes Werkzeug schließen lassen. Die Richtigkeit der Vermutung ist durch entsprechende Nachforschung und Beobachtung zu prüfen.

28. Arbeitsausführung. Stanzarbeiten mit den einfachen Werkzeugen, die die größere Zahl aller Stanzwerkzeuge ausmachen, sind leichte Arbeiten und werden häufig von weiblichen Arbeitern ausgeführt. Bei Fußpressen kann man die weiblichen Arbeiter sogar zum selbständigen Einrichten von Werkzeugen erziehen,

¹ Siehe auch Sellin: Handbuch der Ziehtchnik.

besonders wenn diese mit Säulen- oder doch mit Führungsstiften versehen sind, so daß nur die Bewegung des Oberteiles der Höhe nach eingestellt zu werden braucht, auf deren Betrag es aber häufig nicht so sehr genau ankommt. Aus diesem Grunde bringt man Führungsstifte gern auch dort an, wo sie nur zur Erleichterung des Einrichtens gebraucht werden.

Verwickelte Werkzeuge, wie Verbund- und Folgewerkzeuge erfordern eine größere Aufmerksamkeit beim Einrichten und bei der Arbeit und werden daher zweckmäßiger von männlichen Arbeitern bedient. Nicht zuletzt wegen der Gefahr, die mit der Pressenarbeit verbunden ist. Diese ist bei der Einstellung der Werkzeuge kaum zu vermindern, dagegen kann und muß bei der laufenden Arbeit auf Pressen für den notwendigen Schutz des Arbeiters gesorgt werden, sei es auf einfachste Weise durch Einlegewerkzeuge, die bezwecken, daß der Arbeiter nie mit der Hand unter das Werkzeug greift oder besser durch Doppelnrückung der Maschine, die zur Einrückung beide Hände vom Werkzeug wegnimmt, oder durch selbsttätige Zuführungen oder, wie bei Folgewerkzeugen, durch geschlossenen Bau der Stanzen.

Zur ordnungsmäßigen Arbeitsausführung gehört auch die sorgfältige Überwachung und die Wartung der Presse, ihre Reinigung und Schmierung. Die hierfür notwendige Arbeitszeit ist bei der Stückzeitfestsetzung zu berücksichtigen, so daß der Betriebsleiter bei Fehlern an Presse, Werkzeug oder Werkstück infolge mangelhafter Wartung den Arbeiter mit Recht zur Verantwortung ziehen kann.

29. Arbeitsvorbereitung und Arbeitslauf. Wie im Stanzenbau, so ist auch bei der Ausführung der Stanzarbeit in der Werkstatt eine sinnvolle, Leerzeiten vermeidende Arbeitsvorbereitung am Platz. Grundsätzlich ist dafür zu sorgen, daß der Arbeiter möglichst dauernd an seiner produktiven Tätigkeit, der Formgebungsarbeit, bleiben kann. Dies wird begünstigt, wenn er möglichst wenig Zeit verliert durch Ablieferung der fertigen Arbeit, des benutzten Werkzeuges und der sonstigen Sondereinrichtungen (Lehren, Schablonen), durch Übernahme neuer Werkzeuge, neuen Werkstoffes und der Unterrichtung über Art und Wesen der neuen Arbeit, durch Förderung des Werkstoffes, vor- oder fertiggearbeiteter Teile zu seiner Maschine oder von ihr weg. Deshalb werden einerseits in jeder Werkstatt zweckmäßig besondere Hilfskräfte mit jeglicher Förderarbeit beauftragt, andererseits alles für einen bestimmten Arbeitslauf Wesentliche in einem Auftragszettel niedergelegt, wie die Bezeichnung des Werkstückes selbst, die Nummer der Stückliste und der zugehörigen Zeichnung, die Nummer der Maschine, auf der die Arbeit ausgeführt wird, bzw. für die die Stanze gebaut ist, die genaue Arbeitsfolge, die Einrichtezeit, die Stückzeit und schließlich die Zahl der zu fertigenden Werkstücke. Vom Arbeiter selbst sind in die Karte einzutragen: Anfangs- und Beendigungszeit, nebst vorgekommenen Störungen. Diese rein mengenmäßigen Angaben werden noch ergänzt durch die die Arbeitsgüte betreffenden, sei es durch Lehren und Schablonen, die die Form des fertigen Stückes vorschreiben oder durch Zeichnungen, in denen für jede Arbeitsstufe der entscheidende Punkt sofort ersichtlich ist. Bei diesem Vorgehen wird erreicht, daß dem Arbeiter Werkstoff und Werkzeug rechtzeitig zugeleitet werden können, weil die Beendigung der vorausgegangenen Arbeit vorausbestimmt wird, daß die Unterrichtung nicht von der zufälligen Anwesenheit des Meisters in der Werkstatt abhängig ist und daß Unklarheiten über die Ausführung und damit vermeidbare Spaziergänge zur Kontrollstelle von vornherein vermieden werden. Wie wesentlich die Ablenkungen manchmal sind, erkennt man, wenn man die eigentliche Arbeitszeit beobachtet und daraus die Bruttozahl der Werkstücke bestimmt, die an einem Tag bei ununterbrochener Arbeit fertig werden müßte, und ihr die Nettzahl

gegenüberstellt, also die in der Zeit tatsächlich erreichte. Die Nettozahl bestimmt andererseits die Dauer, während der die Maschine zu produktiver Tätigkeit in Benutzung war, also die Ausnutzungsziffer x , wo ist: Nettozahl = $x \cdot$ Bruttozahl oder $x =$ Nettozahl : Bruttozahl. Der Wert x ändert sich natürlich mit der Einrichtezeit, sinkt mit Zunahme der Verwicklung im Werkzeug- und Presseaufbau, so daß man von einfachen Pressen mit einfachen Werkzeugen und einer Ausnutzungsziffer von 0,9 ... 0,95 herunterkommt auf eine Ausnutzungsziffer von 0,5 ... 0,6 bei sehr leistungsfähigen Pressen mit selbsttätigen Zuführungen. Diese Ziffern sind noch hoch und können entsprechend sinken auf 0,7 ... 0,8 bzw. 0,3 ... 0,4, so daß ohne weiteres der Gewinn abzusehen ist, der durch eine sorgfältige Arbeitsvorbereitung hinsichtlich Maschinenausnutzung zu erzielen ist.

In die Auftragskarte wird nach Beendigung der Arbeit noch die Zahl der mit dem zur Verfügung gestellten Werkstoff gefertigten Arbeitsstücke eingetragen, getrennt nach guten und schlechten (Ausschuß), so daß die Karte, wenn sie nach der Bearbeitung als Unterlage für die Lohnverrechnung in das Kalkulationsbüro wandert, dort für die Nachkalkulation verwertet und zu einer scharfen Überwachung der Werkstattfertigung, sowohl hinsichtlich der Sorgfalt bei der Arbeitsausführung als auch hinsichtlich des tatsächlichen Werkstoffverbrauches, herangezogen werden kann.

30. Stanzereipressen. Für die Stanzarbeit mit Stanzwerkzeugen — Sondermaschinen sind schon früher aufgeführt — kommen je nach der Schwere der Arbeit die verschiedenen Pressen in Frage, mit Fuß-, Hand- und Kraftbetrieb. Für leichte Arbeiten genügen schon die Hand- und Fußpressen, und zwar die Pressen mit reiner Hebelübersetzung, bei denen der satte Druck durch Energieaufspeicherung in einem Schwunggewicht erreicht wird, oder die Handspindelpressen. Will man zur Beschleunigung auf einer mit Kraft betriebenen Presse arbeiten, so genügt bei kleinem Hub die Exzenterpresse, bei größerem die Kurbelpresse, wobei zum Ausgleichen der recht großen Unterschiede in der Bauhöhe der Stanzen es von Vorteil ist, wenn der Tisch der Höhe nach verstellt werden kann. Einfache Kurbelpressen eignen sich hauptsächlich für Biegestanzen, bei denen die Hauptkraft zur Formänderung groß ist oder nur auf kurzem Weg abgegeben werden muß oder doch ein langer Weg für die Arbeitsvollendung nötig ist. Eine Sonderausführung von Kurbelpressen in liegender Bauart bilden die Kaltstauchpressen. Die Kurbelpressen üben, wenn ihre Welle über eine Räderübersetzung angetrieben wird, einen um so stärkeren Druck aus, je größer die Übersetzung ist, und zwar einen nachhaltigen, man kann fast sagen, zähen Druck. Sie sind deshalb besonders für schwere Formgebungsarbeit auf längerem Weg geeignet. Der Nachteil ist, daß die Arbeitsgeschwindigkeit mit größer werdender Räderübersetzung abnimmt. Kommt es deshalb bei der Umformung nur auf die Höhe des Druckes an, nicht so sehr auf die Dauer der Wirkung, dann wählt man vorteilhafter die sehr rasch arbeitenden Fallhämmer oder die Reibspindel- (Frikationspindel-) Pressen. Fallhämmer eignen sich ganz vorzüglich zur Ausführung von Richtarbeit mit den Prellstanzen, aber auch, in ihrer neueren Ausführung, mit sicherer Bärführung, zu einfachen Formstanzarbeiten, zu denen sie in der Schmuckindustrie viel gebraucht werden. Langsamer arbeiten die Reibspindelpressen, die aber vermöge der in den Reibrädern und dem Schwungkranz aufgespeicherten Energie, abgesehen von dem starken Enddruck, auch auf längerem Wege Formänderungsarbeit leisten können. Der Nachteil ist, daß bei nicht guter Führung des Stößels sich die Drehbewegung der Spindel auf das Werkzeug überträgt, weshalb man bei Präge- und Formstanzarbeiten, sofern es sich nicht um runde Formen handelt, für eine sichere Führung zwischen Oberteil und Unterteil des Werkzeuges

sorgen muß, entweder, wie bei seichter Prägearbeit häufig, ganz einfach durch eine Kugel, die zur Hälfte im Unterteil eingelassen ist, oder bei tiefen Formgebungsarbeiten durch Führungsstifte oder Säulen.

Mit Rücksicht auf die Auswerfer ist bei der Pressenbeschaffung darauf zu achten, daß auf jeden Fall die Möglichkeit vorhanden ist, ihre Bewegung vom Pressenstößel oder von der Kurbelwelle abzuleiten, weil dies immer das Zuverlässigste und doch mit dem geringsten Aufwand verbunden ist. Wenn Verbundstanzen mit Gegenhalterwirkung zur Formgebung und zur Festhaltung verwendet werden, ist das Vorhandensein von Federdruckapparaten oder Luftpölkstern erforderlich. Letzteren, die auch an Reibspindelpressen angebaut werden, ist bei der Wahl trotz des Mehrpreises der Vorzug zu geben, wenn umfassendere Verwendung der Pressen, z. B. Tiefzieheignung, erwünscht ist.

31. Arbeitsbeschleunigung und Förderung. Als ein Mittel zur Arbeitsbeschleunigung erwies sich schon die sorgfältige Arbeitsvorbereitung, durch den Wegfall vermeidbarer Nebenzeiten und die Loslösung der Förderarbeit von der produktiven Arbeit. Die Arbeit wird aber auch durch die Beschleunigung der Förderarbeit selbst beschleunigt. Wenn durch Menschenkraft gefördert werden muß — und dies läßt sich mindestens bei einem Teil der Förderung nicht vermeiden —, dann ist vor allem dafür zu sorgen, daß jede regelmäßig wiederkehrende Förderung von nur einem Arbeiter übernommen zu werden braucht, ob man die Menge des Fördergutes entsprechend klein hält oder durch besondere Einrichtungen, wie Hubwagen oder Laufkatzen, zu diesem Ziel gelangt. Günstiger und rascher ist natürlich die mechanische Förderung durch Förderbänder und Hubwerke. Diese ermöglichen es sogar, verschiedene Maschinen zu koppeln, ohne daß die normale getrennte Verwendung der einzelnen Maschinen darunter leidet und zu richtiger Fließarbeit in Maschinenzügen zu kommen. Die Gesamtbeschleunigung dabei ist in den meisten Fällen so groß, daß ohne weiteres in Kauf genommen werden kann, daß bei rein mechanischer, also ganz selbsttätiger, Verbindung nicht jede Maschine mit der Geschwindigkeit arbeitet, mit der sie für sich allein bei völliger Ausnützung die Einzelarbeit ausführen würde. Zwei Bedingungen aber sind für einfache Durchführung der Kopplung Voraussetzung:

1. daß die Maschinen im Sinne des Arbeitsflusses aufgestellt, also nicht zu weit voneinander entfernt sind, so daß die Koppeln, d. h. also die Fördereinrichtungen, die übrige Arbeit nicht stören und

2. daß jede einzelne Maschine mit selbsttätiger Zuführung (Beschickung) ausgestattet werden kann.

Diese Zuführung kann je nach der Arbeit normal ausgeführt sein, bei Werkstoff durch Walzen oder Zangen, bei vorgearbeiteten Werkstücken durch Trichter, Kanäle, Reibscheiben, Zubringer, oder sie kann dem besonderen Zweck angepaßt werden.

Zweckmäßig ist es auch hier, wie bei jeder Kopplung, die Formgebung bei der einzelnen Arbeitsstufe nicht zu weit zu treiben, weil die Kopplung nur dann einen Sinn hat, wenn Störungen (vor allem bei der Formgebung) so gut wie ausgeschaltet sind, so daß die einzelnen Arbeitsstellen nicht dauernd überwacht zu werden brauchen.

Arbeitsstufen können auch schon in einer Maschine gekoppelt werden, selbst wenn man die Kopplung im Werkzeug außer acht läßt. Einmal, wie oben gestreift wurde, durch die Ausstattung mit selbsttätiger Zuführung für den Werkstoff. Dazu dienen die Pressen mit Zangenführung, zu denen auch die Zickzackpresse zu rechnen ist. Weiter Pressen mit selbsttätiger Zuführung für vorgearbeitete Werkstücke, bei denen unterschieden werden muß zwischen solchen, die eine beliebige und freiere Zuführungsgeschwindigkeit und -arbeit ermöglichen, also

einen beliebigen Stapel aufnehmen können, wie Magazine und Reibscheiben, und denen, die mit jedem Stößelhub nur ein Werkstück aufnehmen und daher einen Zwang auf Bedienungszeit und -geschwindigkeit ausüben, wie die Revolverpressen mit waagrecht und senkrecht liegendem Revolverteller. Dann aber ist eine Kopplung möglich durch die Aufnahme einer größeren Zahl von Formwerkzeugen durch eine Presse, so bei den einfachen Stanzen, bei denen die Gesenke gleich sind und die Formstufen sich nur durch die Formarbeit der Stempel unterscheiden, wenn sie in einer Revolverpresse arbeiten, und bei verwickelteren Stanzen, wo Oberteil und Unterteil in jeder Stufe verschieden sind, wenn sie in einer Stufenpresse arbeiten, die die Einstellung jedes Werkzeuges und jeder Arbeitsstufe zuläßt und so die vollkommenste, durch den Maschinenbau mögliche, weil auf kleinstem Raum durchführbare, Kopplung erreicht. Die Einstellarbeit ist allerdings erheblich und so bleibt die Kopplung in der Maschine in erster Linie schwerer Formgebungsarbeit vorbehalten, weil für leichte Arbeit die Kopplung im Werkzeug selbst, das immer betriebsbereit ist und daher die umständliche, sorgfältige und langdauernde Einrichtezeit der Kopplung in der Maschine erspart. Eine Kopplung kommt überhaupt nur bei Massenfertigung in großem Ausmaß in Frage, und auch da erfordert sie noch reifliche Überlegung, weil sie entweder den Werkzeugbau wesentlich verteuert oder aber die Einrichtearbeit erschwert. Vor allem ist aber zu untersuchen, ob nicht die Maschinenausnutzung ihrerwegen notleidet, und wenn sie es tut, ob nicht dadurch die Vorteile der Fließarbeit wieder zunichte gemacht werden. Das zeigt am besten eine zuverlässige Selbstkostenrechnung.

32. Selbstkosten der Stanzereiarbeit. Die Kosten der Stanzarbeit setzen sich zusammen aus:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1. Werkstoffkosten, | 4. Arbeitslöhnen, |
| 2. Werkzeugkosten, | 5. Betriebsgemeinkosten. |
| 3. Maschinenkosten, | |

Zu 1. Bei der Ermittlung der Werkstoffkosten, die durch den Werkstoffpreis einschl. der Anlieferungskosten und die Werkstoffmenge bestimmt sind, ist die verringere Wirkung einer Abfallverwertung gebührend zu berücksichtigen. Der Werkstoffpreis steigt mit der Güte des Werkstoffes, besonders seiner Verformbarkeit. Deshalb ist bei seiner Wahl auf die Wechselwirkung zwischen Verformungsgrad, der erreicht werden muß, und Verformbarkeit zu achten, sei es, daß die Güte des Werkstoffes durch entsprechende Wahl der Formgebung oder des Weges zur Formgebung — Einschaltung einer größeren Stufenzahl — verringert werden soll oder die Zahl der Stufen durch Verbesserung der Werkstoffgüte und der Verformbarkeit. Bei Folgearbeiten wird der erste, bei Verbundarbeiten der zweite Weg beschritten.

Zu 2. Die Werkzeugkosten machen mitunter den Hauptanteil der Selbstkosten aus. Besonders bei kleinen Fertigungsmengen und schwieriger Formgebung, wo sie auf eine kleine Werkstückmenge umgelegt werden müssen, so daß jedes Werkstück mit verhältnismäßig hohen Kosten belastet werden muß. Je kleiner die Reihen sind, desto kleiner muß man die Werkzeugkosten halten, desto einfacher also müssen die Stanzen gebaut werden.

Zu 3. Bei der Berücksichtigung der Maschinenkosten ist die Ausnützungsziffer nicht zu übersehen. Hier aber nicht nur soweit sie durch Nebenzeiten, sondern auch soweit sie durch den Stillstand überhaupt bedingt ist, besonders wenn es sich um Sondermaschinen handelt, die nur für eine bestimmte und beschränkte Zahl von Stanzarbeiten geeignet sind, deren Anfall aber nicht so häufig ist, daß eine ständige Beschäftigung der Maschine gesichert ist (s. Berechnungsvorlage S. 56).

Zu 4. Die Arbeitslöhne sind bestimmt durch die Einrichtezeit einschließlich der Verlustzeit und die Stückzeit. Dabei umfaßt die Einrichtezeit die durch den Bau von Werkzeug und Presse bedingten unvermeidbaren Arbeiten, während die Verlustzeiten durch die Arbeiten für die Wartung von Werkzeug und Presse bedingt sind, sowie durch die räumliche und verwaltungstechnische Betriebsgliederung, die maßgebend ist für die Arbeitsvorbereitung und die Arbeitsabnahme. Die Stückzeit umfaßt die eigentliche Formgebungsdauer, die Hauptzeit, ferner die zur Beschickung des Werkzeuges notwendige Zeit, die Nebenzeit, und endlich die durch die persönlichen Bedürfnisse des Arbeiters verursachte Verlustzeit. Die einzelnen Zeiten sind genau zu ermitteln und zu überwachen, denn häufig läßt sich durch Beeinflussung der Neben- und Verlustzeiten mit einfachen Mitteln eine größere Ersparnis erzielen als durch Verringerung der Hauptzeit, weil diese gewöhnlich einen größeren Aufwand für Neueinrichtung erfordert.

Zu 5. Die Betriebsgemeinkosten umfassen den ganzen Rest der Kosten, die bei einer Fertigung anfallen. Zunächst die Kosten der Gesamtanlage, Grundstücke, Gebäude und deren Unterhaltung. Dann die Kosten der Hilfsstoffe, die zum Betrieb notwendig sind, wie Kraft- und Lichtstrom, Preßluft, Dampf, Kleinwerkzeuge, Schreibwaren, ferner die Kosten für die Überwachung des Betriebes und die Soziallasten, die Kosten für Angestellte, Versuche, Kontrolle und endlich die Kosten der allgemeinen Verwaltung, Oberleitung, Lager und Betriebsbuchhaltung mit Lohnverrechnung und Kalkulation. Die Beträge werden zusammengestellt und in bestimmten Zwischenräumen dem in diesen ausgegebenen Lohn gegenübergestellt, so daß sie als Zuschlag zum produktiven Lohn in der Rechnungsabteilung erscheinen. Dabei ist es vorteilhaft, wenn irgend möglich, sie nicht einfach zu summieren und dann gemäß dem Lohnbetrag auf die verschiedenen Arbeitsarten zu verteilen, sondern sie getrennt nach der Art der Maschinenarbeit zu erfassen und zu verteilen, weil sonst die Arbeitsverfahren mit hohen Lohnbeträgen, im allgemeinen also die einfachen, besonders die Handarbeiten, mit hohen Unkosten belastet würden, während sie tatsächlich weniger Kosten verursachen, und also das Bild über die Zweckmäßigkeit eines Arbeitsverfahrens getrübt würde.

L. Wirtschaftliches Stanzen.

Von der Wirtschaftlichkeit eines Stanzverfahrens ist nur beim Vergleich gegenüber einem anderen zu reden; denn Wirtschaftlichkeit bedeutet sparsamen Energieaufwand für irgendeinen Zweck, irgendeine Fertigung. Die Sparsamkeit ist aber nur an einem Maßstab, hier einem anderen Energieaufwand zu prüfen. Dabei genügt die Untersuchung eines Teilaufwandes, wenn klar liegt, daß die übrigen Teilaufwände bei beiden Arbeitsverfahren gleich bleiben, in allen anderen Fällen aber muß der Gesamtaufwand, also der eigentliche Selbstkostenbetrag, in Betracht gezogen werden. Dieser Hinweis ist heute um so wichtiger, als nur zu oft eine mögliche Lohnersparnis blendet und dadurch die Kosten, durch die sie erst möglich wurde, verdeckt.

Das konnte man im großen im Laufe der letzten Jahre häufig bei Rationalisierungsmaßnahmen beobachten, die fast nur als technische Probleme angesehen worden sind und daher häufig nicht eine Vergrößerung des Nutzens, sondern eine Vergrößerung der wirtschaftlichen Schwierigkeiten gebracht haben. Daher vollzieht sich in diesen Tagen auch eine gesunde Wandlung in der Beurteilung der Rationalisierung, die besonders dann reiche Früchte trägt, wenn das wirtschaftliche Denken nicht nur auf die Werksleitung beschränkt bleibt, sondern Gemeingut aller in irgendeiner Weise und auf irgendeine Art selbständig denkender und handelnder, von Verantwortungsbewußtsein erfüllter Stellen im Betrieb geworden ist.

Vorlage zu einer Wirtschaftlichkeitsberechnung vor Anschaffung einer Maschine bzw. einer Anlage (zu Abschnitt 32, S. 54).

Kostenarten	Neues Verfahren		Bisheriges Verfahren	
	bei 1000 h im Jahr	bei 2000 h im Jahr	bei 1000 h im Jahr	bei 2000 h im Jahr
	RM	RM	RM	RM
Fertigungslöhne	700	1400	1500	3000
Hilfslöhne	300	600	400	800
Hilfsstoffe	600	1200	350	700
Miete und Heizung	1200	1200	800	800
Stromkosten	200	400	100	200
Kapitalverzinsung	4400	4400	2100	2100
Abschreibung	4000	5800	2000	2600
Sachversicherung	80	80	30	30
Sonstige Kosten	120	120	100	100
Gesamtkosten	11600	15200	7380	10330
Gesamtleistung	100000	200000	50000	100000
Benötigte Leistung	—	—	—	100000
Ist die erhöhte Leistung absetzbar?	—	nein	—	—
Kosten je kg	11,6	7,6	14,7	10,3
Preis der Maschine	55000		28000	
Wie weit ist die alte Maschine bereits abgeschrieben?	—		11000	
Ist die Beschaffung der neuen Maschine zweckmäßig?	Da die neue Maschine nur mit 1000 h im Jahr beschäftigt werden kann, ist die Anschaffung noch nicht empfehlenswert.			

Das Beispiel zeigt, daß in diesem Fall eine Ersparnis durch die Neuanschaffung einer Hochleistungsmaschine nicht erzielt werden kann. Da die erhöhte Leistungsfähigkeit keinen Ausgleich in der Erhöhung des Umsatzes findet, darf die neue Maschine nur 1000 h im Jahr arbeiten. Die Kosten der Einheit sind hierbei aber noch höher als bei der alten Fertigungsweise. Die Wirtschaftlichkeit tritt erst mit der Möglichkeit voller Ausnutzung der Maschine ein. Es ist also für diesen Betrieb vorteilhafter, von der Neuanschaffung zur Zeit noch Abstand zu nehmen, um nicht das umlaufende Betriebsvermögen durch falsche Maßnahmen zu verringern.

Für das vollständige Schrifttumsverzeichnis fehlte der Raum.

Aus den hier genannten Büchern sind Abbildungen entnommen worden, und zwar aus: Göhre, E.: „Schnitte und Stanzen“ (Verlag O. Spamer, Leipzig 1930) die Abb. 23, 34, 38, 43, 44, 45, 47, 81, 82, 84.

Franklin D. Jones: „Die Making and Die Design“ (The Industrial Press, Newyork 1923) die Abb. 56... 62, 64... 67, 83, 85... 89.

Kurrein, Dr. M.: „Die Werkzeuge und Arbeitsverfahren der Pressen“ (Berlin: Julius Springer 1926) die Abb. 39, 42, 53... 56, 73, 79, 80, 88, 89.

Peter, Dr. A.: „Das Pressen der Metalle“ (Heft 41 der Werkstattbücher) die Abb. 104, 105, 107.

Richter u. v. Voss: „Bauelemente der Feinmechanik“ (VDI-Verlag, Berlin 1929) die Abb. 113... 119.

Sellin, Dr. W.: „Handbuch der Ziehtechnik“ (Berlin: Julius Springer 1931) die Abb. 1, 90... 94.

WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE U. FACHARBEITER

Bisher sind erschienen (Fortsetzung):

- Heft 32: Die Brennstoffe.**
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 33: Der Vorrichtungsbau.**
1. Teil: Einteilung, Einzelheiten und konstruktive Grundsätze. 2. Aufl. (8.—14. Tausend.)
Von Fritz Grünhagen.
- Heft 34: Werkstoffprüfung. (Metalle). 2. Aufl.**
Von Prof. Dr.-Ing. P. Riebensahm.
- Heft 35: Der Vorrichtungsbau. 2. Teil: Typische Einzelvorrichtungen. Bearbeitungsbeispiele mit Reihen planmäßig konstruierter Vorrichtungen. Kritische Vergleiche. 2. Aufl. (8.—14. Tausend.)**
Von Fritz Grünhagen.
- Heft 36: Das Einrichten von Halbautomaten.**
Von J. van Himbergen, A. Bleckmann, A. Wabmuth.
- Heft 37: Modell- und Modellplattenherstellung für die Maschinenformerei.**
Von Fr. und Fe. Brobeck.
- Heft 38: Das Vorzeichnen im Kessel- und Apparatebau.**
Von Ing. Arno Dorl.
- Heft 39: Die Herstellung roher Schrauben. 1. Teil: Anstauchen der Köpfe.**
Von Ing. Jos. Berger.
- Heft 40: Das Sägen der Metalle.**
Von Dipl.-Ing. H. Hollaender.
- Heft 41: Das Pressen der Metalle (Nichteisenmetalle).**
Von Dr.-Ing. A. Peter.
- Heft 42: Der Vorrichtungsbau. 3. Teil: Wirtschaftliche Herstellung und Ausnutzung der Vorrichtungen.**
Von Fritz Grünhagen.
- Heft 43: Das Lichtbogenschweißen. 2. Aufl. (7.—12. Tausend.)**
Von Dipl.-Ing. Ernst Klosse.
- Heft 44: Stanztechnik. 1. Teil: Schnitttechnik.**
Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.
- Heft 45: Nichteisenmetalle. 1. Teil: Kupfer, Messing, Bronze, Rotguß.**
Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.
- Heft 46: Feilen.**
Von Dr.-Ing. Bertold Buxbaum.
- Heft 47: Zahnräder.**
1. Teil: Aufzeichnen und Berechnen.
Von Dr.-Ing. Georg Karrass.
- Heft 48: Öl im Betrieb.**
Von Dr.-Ing. Karl Krekeler.
- Heft 49: Farbspritzen.**
Von Obering. Rud. Klose.
- Heft 50: Die Werkzeugstähle.**
Von Ing.-Chem. Hugo Herbers.
- Heft 51: Spannen im Maschinenbau.**
Von Ing. A. Klautke.
- Heft 52: Technisches Rechnen.**
Von Dr. phil. V. Happach.
- Heft 53: Nichteisenmetalle. 2. Teil: Leichtmetalle.**
Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.
- Heft 54: Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine.**
Von Dipl.-Ing. Otto Weidling.
- Heft 55: Die Getriebe der Werkzeugmaschinen. 1. Teil: Aufbau der Getriebe für Drehbewegungen.**
Von Dipl.-Ing. Hans Rognitz.
- Heft 56: Freiformschmiede.**
3. Teil: Einrichtung und Werkzeuge der Schmiede. 2. Aufl. (7.—12. Tausend.)
Von H. Stodt.
- Heft 57: Stanztechnik.**
2. Teil: Die Bauteile des Schnittes.
Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.
- Heft 58: Gesenkschmiede. 2. Teil: Einrichtung und Betrieb der Gesenkschmieden.**
Von Ing. H. Kaessberg.
- Heft 59: Erscheint später.**
- Heft 60: Stanztechnik. 4. Teil: Formstanzen.**
Von Dr.-Ing. Walter Sellin.
- Heft 61: Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe.**
Von Dr.-Ing. habil. K. Krekeler VDI.

In Vorbereitung bzw. unter der Presse befinden sich:

- Hartmetall in der Werkstatt.** Von Ing. F. W. Leier.
- Messen und Tolerieren von Gewinden.** Von Ing. Karl Kress.
- Stanztechnik III.** Von Dipl.-Ing. E. Krabbe.
- Gesenkschmiede III.** Von Ing. H. Kaessberg.
- Grundzüge der Metallographie.** Von Dr.-Ing. O. Mies.
- Baustähle.** Von Dr.-Ing. K. Krekeler.
- Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine II.** Von Ing. K. Maecker.