

Die
moderne Stanzerei

Von

E. Kaczmarek

Zweite Auflage

Die moderne Stanzerie

Ein Buch für die Praxis mit
Aufgaben und Lösungen

Von

Eugen Kaczmarek
Ingenieur

Zweite
vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 116 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1925

ISBN 978-3-662-40855-1 ISBN 978-3-662-41339-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-41339-5
Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1925

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Herrn M. Fölmer

**Direktor der höheren Fachschule (Gauss-Schule)
für feinmechanische Technik und Elektrotechnik**

gewidmet

Vorwort.

Das Bedürfnis, in der Stanzerei nach fundamentalen Grundsätzen zu arbeiten, wie es sonst in allen modernen Betrieben der Fall ist, veranlaßte mich, den Inhalt der zweiten Auflage bedeutend zu erweitern und ihn mit sachgemäßen Berechnungen zu behandeln.

Die zum praktischen Gebrauch unbedingt notwendigen Berechnungen insbesondere über Schnitt-, Zieh-, Stanz- und Warmpreßteile sind in dieser Ausgabe des Buches in individueller Art gehalten und auf Erfahrungswerte der Praxis aufgebaut.

Aus diesem Grunde hat eine große Anzahl von Rechenbeispielen aus allen Zweigen der Stanzerei Aufnahme gefunden.

Für die Einleitung und den Aufbau des Stoffes war der Umstand ausschlaggebend, daß einer großen Anzahl von guten Praktikern, die zur Herstellung von Teilen nach Formeln suchen, Gelegenheit gegeben wird, sich durch vorliegendes Buch Erleichterungen zu schaffen.

Um mustergültige Vorlagen mit Berechnungen zu bringen, die zu weiteren Anregungen Anlaß geben, sind Motive von Fabrikationsteilen modernster Herstellungsart gewählt und behandelt.

Berlin, im April 1925.

E. Kaczmarek.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Allgemeine Betrachtungen über Aufbau einer modernen Stanzerei und ihre Werkzeugeinrichtungen	1
Technische Unterlagen	7
Werkzeuge und Normalien der verschiedenen Stanzgruppen	12
Führungsschnitte und ihre Wirkungsweise	12
Werkzeugkonstruktionen	15
Normalien für Ziehwerkzeuge	52
Aufgaben mit Lösungen über das Ziehen, Stanzen und Warmpressen	63
Kalkulationen	110
Berechnung der Anzahl der Teile im Streifen und Bestimmung der Streifenbreite	110
Moderne Stanzereimaschinen, insbesondere Automaten	135
Entfetterei, Glüherei, Beizelei und Metallbrennerei	135

Druckfehlerberichtigung.

Seite 60, 2. Zeile von unten, statt aufteilen lies ausfeilen.

Allgemeine Betrachtungen über Aufbau einer modernen Stanzerei und ihre Werkzeugeinrichtungen.

Unter dem Begriff „Moderne Stanzerei“ versteht man einen Betrieb mit neuzeitlichen Stanzmaschinen, gut durchgeführter Arbeitsorganisation und ausgewähltem leitenden Personal, das alle Fragen des Stanzfaches beherrscht und wirtschaftliche Fertigung als Grundbedingung ansieht.

Daher ergeben sich in einer Stanzerei, wie in jedem selbständigen Betriebe, zwei Hauptgruppen, Betrieb und Bureau. Ersterer ist aus wirtschaftlichen Gründen in Abteilungen gegliedert und besteht aus Zuschneiderei, Schnitteilfertigung, Biege- und Zieherei, Warmpreß- und Glüherei, Entfetterei, Beizerei und Brenneri, ferner aus zwei neutralen Abteilungen, dem Werkzeug- oder Schnittbau und der Werkzeugverwaltung.

Die Tätigkeit der Zuschneiderei erstreckt sich auf alles Material, welches im Betriebe zur Verarbeitung gelangt, so z. B. Zuschneiden von Maßtafeln, die auf Zickzackpressen Verwendung finden, Streifenmaterial für Exzenter-, oder Schnitt- und Ziehpressen, Stangenmaterial für Friktionspressen und dergleichen mehr. Die Gruppe für Schnitteilfertigung stellt aus dem von der Zuschneiderei fabrikationsfertig angelieferten Material Schnitteile her, die entweder mit Führungsschnittwerkzeugen, Freischnitt- oder auch Abschneidewerkzeugen gefertigt sind; eine Ausnahme machen dabei einzelne Teile, welche noch weitere Operationsgänge durchzumachen haben, wie das Lochen oder Rollen, d. h. die hohl gebogen werden müssen, wie es bei Scharnierbändern oder sonstigen Ösenteilen der Fall ist. Die Biegerei hat die Aufgabe, alle ihr zugelieferten Schnitteile mit den erforderlichen Biegungen, die an Friktionspressen oder Handspindelpressen vorgenommen werden, zu versehen.

Die Obliegenheiten der Zieherei bestehen ausschließlich in der Herstellung von Ziehtteilen, also Hohlkörpern, mittels einfachen oder kombinierten Werkzeugen auf Exzenter-, Schnitt- und Ziehpressen, Friktions- oder Kurbelziehpressen mit Faltenhaltern. Hat der Hohlkörper weitere Ziehoperationen durchzumachen, so wird, soweit die Abmessungen des Ziehteilens die Verwendung einer Revolverziehpresse

zulassen, eine solche vorgezogen, weil mindestens zwei Operationen hintereinanderfolgend daran erledigt werden können. Kommen besonders hohe Stückzahlen von Ziehtteilen in Frage, so werden Halb- oder Vollautomaten verwendet.

Die Warmpresserei erhält wie jede andere Gruppe das zugeschnittene Material von der Zuschneiderei und preßt es im warmen Zustande zu Fassonstücken auf Friktionspressen, besonders kleine Stücke dagegen auf stabilen Exzenterpressen. Alles Material, welches während der Fabrikation hart geworden ist, wandert zur Glüherei zum zunderfreien Glühen, das möglichst unter Luftabschluß in Spezialöfen vorgenommen oder auch in Grudepackung erreicht wird. Teile mit anhaftendem Öl lassen sich zur Vermeidung von Rauchentwicklung erst dann glühen, wenn sie vorher entfettet worden sind. Daher ist für die Fabrikation die Einrichtung einer Entfetterei notwendig, die sich organisch der Beizerei und Brennerei angliedern läßt. Man benutzt zum Entfetten eine sogenannte „Tri“-Waschanlage (Trichloräthylen), in welcher das Waschgut sehr gut und schnell entfettet, „Tri“ und Öl zurückgewonnen werden; ersteres ist im Gegensatz zu Benzin nicht feuergefährlich. Obwohl man vom zunderfreien Glühen spricht, haftet den Teilen, insbesondere den Metallteilen, ein gewisser Sud an, den man zweckmäßig mit 25 %iger Schwefelsäure abbeizt. Die Lebensdauer der Ziehwerkzeuge wird dadurch verlängert. Die Wirtschaftlichkeit einer Stanzerei hängt wesentlich aber auch von den beiden neutralen Abteilungen, Schnittbau und Werkzeugverwaltung ab. Durch weitgehende Unterteilung der Arbeit in Arbeitsvorbereitung und -ausführung, Anwendung von Normalien für die Werkzeugkonstruktion und Spezialisierung der Werkzeugmacher läßt sich der Werkzeugbau, das Herz des gesamten Betriebes, auf größtmögliche Leistungsfähigkeit einstellen. Es hat sich als besonders praktisch erwiesen, Bestandteile der Werkzeuge nach Normalien vorgearbeitet aus Lagerbeständen zu entnehmen und sie in einem der Massenfertigung entsprechenden Fabrikationsgang herzustellen. Im Werdegang eines Werkzeuges bekommt der Vorreiber unter den Werkzeugmachern zuerst die vom Lager bezogenen Werkzeugteile in die Hand, reißt die Konturen für den Schnittstempel sowie die in Frage kommenden Durchbrüche auf Schnitt, Führung und unterer Kopfplatte vor und versieht sie mit Ankernpunkten. Nach diesen angekernten Aufzeichnungen werden nun die Durchbrüche für die genannten Werkzeugbestandteile von ungelerten Leuten ausgebohrt und mit einer Feilmaschine ausgefeilt. In einem gut vorgearbeiteten Zustande erhält also der Werkzeugmacher alle zum Werkzeug gehörenden Teile und macht dieselben zu einem kompletten Schnitt (Härten nicht mit einbegriffen) fertig. Die fabrikatorische Herstellung von Schnitt-, Zieh-, Stanz- und Preßwerkzeugen geht stets in der oben geschilderten Weise vor sich und wird wesentlich beschleunigt, wenn zeichnerische Unterlagen vorhanden sind.

Die Werkzeugverwaltung hat vor allen Dingen sowohl für die Erhaltung als auch für die jederzeitige Verwendungsbereitschaft der Werkzeuge Sorge zu tragen. An Hand von Karteikarten ist sie in

der Lage, zu übersehen, in welcher Weise und wieweit die Lebensdauer des Werkzeuges abgelaufen und wann daher ein Parallel- oder Ergänzungswerkzeug zu bestellen ist. Die Registrierung geschieht nach Gruppennzahlen, wodurch die Art des Werkzeuges charakterisiert ist. Eine praktische Numerierung der Werkzeuge sei als Beispiel durch folgende Aufstellung gegeben:

Freischnitte/Rundschnitte	von	1—1000
Führungsschnitte	„	1001—2000
Locher	„	2001—3000
Stanzen	„	3001—4000
Ziehwerkzeuge	„	4001—5000
Warmpreßwerkzeuge	„	5001—6000

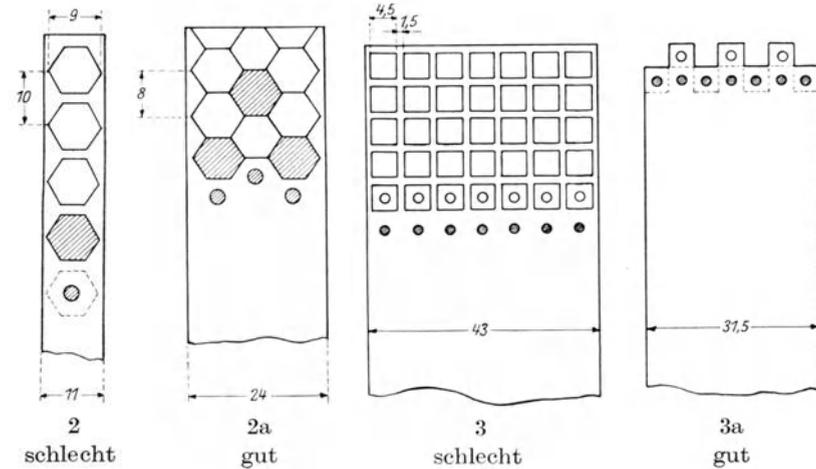
Die Aushändigung der Werkzeuge geschieht nur gegen Hinterlegung einer Werkzeugmarke des Einrichters für je ein Werkzeug, und dieser ist für die Behandlung desselben verantwortlich. Die Werkzeugverwaltung führt über jedes Werkzeug eine Karteikarte, die nach Zeichnungs- und Stücklistennummern eingeordnet wird. Auf der Rückseite wird die Art der zur Erhaltung der Werkzeuge in arbeitsfähigem Zustande erforderlichen Reparaturen und deren Kosten, die vom Werkzeugbau schriftlich anzumelden sind, unter Angabe des Datums vermerkt (Abb. 1). Dadurch ergibt sich ein Überblick über die Reparaturkosten und über die Rentabilität der Werkzeuge. Häufen sich die Reparaturkosten in kurzen Zeitabständen, so hat der Verwalter die Pflicht, Meldung an die Betriebsleitung zu machen, die ihrerseits die nötigen Maßnahmen zur Verringerung der Reparaturkosten zu treffen hat. Ferner ist die jeweils von dem betreffenden Schnitt geleistete Stückzahl aus der Karteikarte zu entnehmen. Hierdurch kann man die gesamte Schnittleistung bis zum Verbrauch des Werkzeuges feststellen und erhält wertvolle Unterlagen für die Konstruktion von neuen Werkzeugen, sowie über die Zahl der nötigen Werkzeuge für eine verlangte größere Stückzahl (siehe Abb. 1 a). Wieviel Werkzeuge bei einer festen Jahresproduktion herzustellen sind, kann aus folgenden Unterlagen annähernd festgelegt werden. So haben z. B. die Führungsschnitte, wenn alle gehärteten Teile etwa 70 Härtegrade Skleroskopmessung und die Schnittplatte 4,5 mm hohe zylindrische Schnittdurchbrüche aufweisen, eine Lebensdauer gezeigt, die einer Schnittleistung bis zu 250 000 Schnittstücken für Eisenblech (Durchschnittsqualität) und 750 000 Stück für Messingblech entspricht. Bei Komplettschnitten, deren Schnittteile in Gußstahl oder Schnellaufstahl ausgeführt waren, ergaben sich bei 25 mm Schnittflächenabnutzung für Eisenblech Schnittleistungen von 1 200 000 bzw. 6 600 000 Stück bis zum gänzlichen Verbrauch des Werkzeuges. Aus der veranschaulichten Schnittleistungskarte geht hervor, in wie einfacher Weise die Registrierungen in der Werkzeugverwaltung vorgenommen werden können, ohne dabei viel Schreibarbeit zu verrichten. Außerdem gibt die Karte Auskunft, in welchen Mengen und Zeitperioden der Teil im Jahre angefertigt worden ist. Aus der Summe der im Jahre geschnit-

schaffen. Auf einen Punkt sei noch besonders hingewiesen: Die Qualität des betreffenden Einrichters. Dieser muß ein gelernter Fachmann sein, nicht ein angelernter Arbeiter. Da die Stanzwerkzeuge von ungelerten Kräften benutzt werden, so muß er alle Sorgfalt auf Einspannung verwenden und dabei die Funktion des Werkzeuges restlos beherrschen. Nur durch Pflege des Werkzeuges, d. h. durch richtige Einschätzung des Wertobjektes und entsprechende Behandlung desselben kann das Konto für Reparaturen und Neuanschaffungen niedrig gehalten werden, weil durch diese Methode nur die Möglichkeit vorhanden ist, wirtschaftlich zu arbeiten, die Fertigung vor Unterbrechungen zu bewahren, Herstellungspreis und vorgeschriebenen Liefertermin innezuhalten.

So wie der Betrieb in Abteilungen unterteilt ist, ist auch in ähnlicher Art der Bureauapparat zergliedert, um sich auch hier die Vorzüge der Arbeitsteilung und Spezialisierung zunutze machen zu können. Die Einteilung der Bureau auf Grund der Einzelgebiete ist folgende: Vor- und Nachkalkulation, Werkzeugkonstruktions-, Termin-, Betriebs- und Lohnbureau, sowie die Betriebsleitung. Die Materie der Vor- und Nachkalkulation bedingt für den einzelnen Beamten die volle Beherrschung des praktischen Faches, und zwar bis in die kleinsten Einzelheiten hinein. Eine Möglichkeit, einen Fertigungspreis beim Angebot richtig abzugeben, besteht nur dann, wenn alle Phasen des werdenden Teiles durch Zeitbestimmung festgelegt und etwaige Abweichungen, die sich aus dem Vergleich der bei der Nachkalkulation ermittelten Kosten mit denen der Vorkalkulation ergeben, bei der weiteren Fabrikation so berücksichtigt werden, daß dem Unternehmen kein Nachteil erwächst. Um eine schnellere Abwicklung des Geschäftsganges zu ermöglichen, werden für alle Spezialgebiete der Stanzerie Normalien, ferner Zeichnungen über Schnittmuster und deren praktischen Materialverbrauch, sowie die Wirkungsweise der Hauptarten von Schnitt- und Stanzwerkzeugen festgelegt. Es müssen, soweit es denkbar erscheint, für das Kalkulations-, insbesondere auch für das Konstruktionsbureau, technische Unterlagen geschaffen werden, die beide Bureaus in den Stand setzen, ohne Rückfragen beim Betrieb zu halten, einlaufende Aufträge selbständig zu erledigen. Für die Erledigung der vorliegenden Aufträge hat an erster Stelle das Terminbureau zu sorgen. Es verfolgt die vom Betriebsbureau vorgeschriebenen Termine und hat die Pflicht, die rechtzeitige Anlieferung des bestellten Materials, der Werkzeuge und der zu fertigenden Teile zu überwachen und anzumahnen, sowie die sich dabei gegebenenfalls einstellenden Schwierigkeiten zu beheben. Die Aufsicht über den ganzen Betrieb hat die Betriebsleitung, die über den ganzen Organismus wacht, Neuerungen schafft und den Hauptzweck verfolgt, die Fertigung wirtschaftlicher zu gestalten, um die Betriebsunkosten so niedrig wie möglich zu halten. Durch Aufstellung von Übersichten statistischer Art wird häufig die Rentabilität des Betriebes überprüft und zu verbessern versucht.

Technische Unterlagen.

Schnittmusterstreifen. Durch Veranschaulichungsbilder erfolgt ein schnelleres Einarbeiten des Personals als ohne Unterlagen. Nach diesem Prinzip werden der Vorkalkulation Schnittmusterzeichnungen mit Rechnungsbeispielen ausgehändigt, die die Materialberechnungen bei denkbar größter Materialausnutzung zeigen. Betrachtet man die Schnittmusterstreifen Abb. 2 und 2a, so ersieht man zwischen beiden Anordnungen einen Unterschied im Materialverbrauch von 110 — 64,3



$$\frac{1000}{10} = 100 \text{ Stück} \quad \left. \vphantom{\frac{1000}{10}} \right\} \text{ p. Streif.}$$

$$\frac{1000 \cdot 11}{11000} = 110 \text{ mm}^2 \text{ p. Streif.}$$

$$\frac{1000}{8} = 125 \text{ p. Reihe}$$

$$125 \cdot 2(125 - 1) = 373 \text{ Stck. p. Streif.}$$

$$\frac{1000 \cdot 24}{24000} = 24000 \text{ mm}^2 \text{ p. Streif.}$$

$$\frac{24000}{373} = 64,3 \text{ mm}^2 \text{ p. Stck.}$$

$$\frac{1000}{6} = 166 \text{ Stck. p. Reihe}$$

$$166 \cdot 7 = 1162 \text{ Stck. p. Streifen}$$

$$\frac{1000 \cdot 43}{43000} = 43000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{43000}{1162} = \sim 37 \text{ mm}^2 \text{ p. Stck.}$$

$$\frac{1000}{4,5} = 222 \text{ Stck. p. Reihe}$$

$$222 \cdot 7 = 1554 \text{ Stck. p. Streifen}$$

$$\frac{1000 \cdot 37,5}{31500} = 31500 \text{ mm}^2$$

$$\frac{31500}{1554} = \sim 20,2 \text{ mm}^2 \text{ p. Stck.}$$

Abb. 2—3a. Schnittmusterstreifen.

= 45,7 mm² pro Teil, in ähnlicher Weise bei dem zweiten Beispiel Abb. 3 und 3a einen Unterschied von 37 — 20,2 = 16,8 mm² pro Teil. Da die Unterschiede im Verhältnis zum Flächeninhalt des Nutzteiles große sind, das Gewicht mit der Stärke des Bleches (δ genannt) zunimmt, so darf das eigene Gefühl in der Beurteilung des Materialverbrauches nie mitsprechen, sondern Zahlen müssen beweisen und ausschlaggebend sein. Ein markanter Fall ist im dritten Beispiel Abb. 4—4c dargestellt. Der erste Verbrauch an Material beläuft sich auf 183,76 mm², der zweite auf 119,8 mm², der dritte auf 113,25 mm²

und der vierte auf $99,4 \text{ mm}^2$ pro Teil, d. h. zwischen erstem und vierten Fall ist eine Ersparnis von $\sim 45 \%$ zu verzeichnen. Der Zweck der Schnittmusterstreifen ist also der, daß er belehrend auf den Kalkulationsbeamten wirkt, und zwar um so mehr, je charakteristischere Beispiele ihm Vorteile verschaffen. Im Beispiel 4, Abb. 5—5b, ist der Materialverbrauch $404,74 \text{ mm}^2$, dann $344,7 \text{ mm}^2$ und zuletzt $287,5 \text{ mm}^2$, das sind zwischen erstem und letztem Fall eine Ersparnis von $\sim 29 \%$. Hier spricht bei der Materialersparnis die richtige Konturbildung des

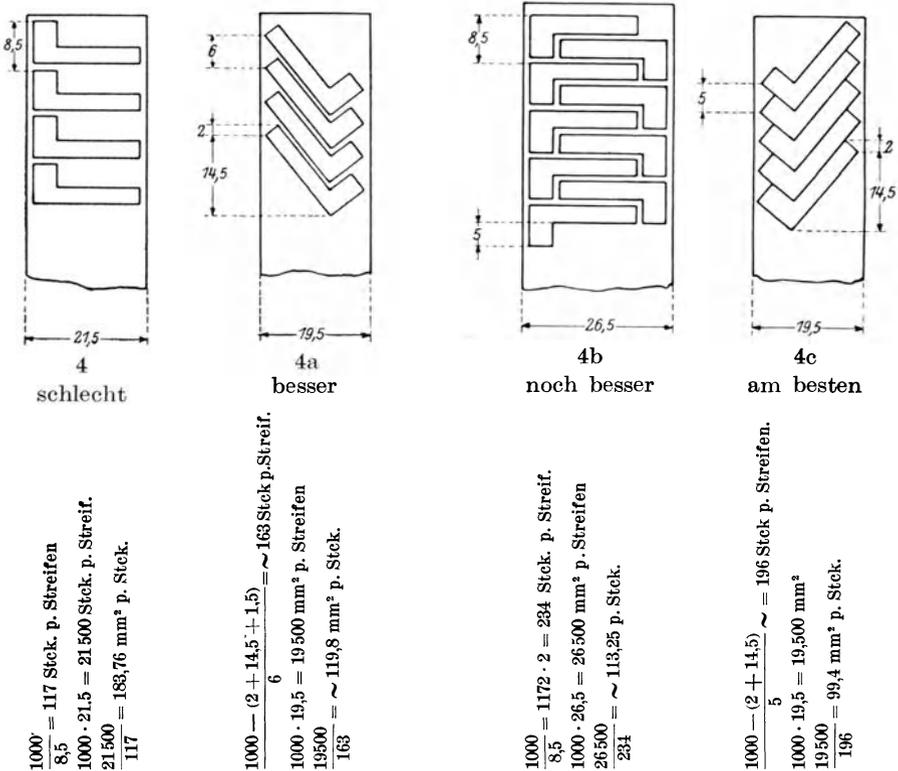


Abb. 4—4c. Schnittmusterstreifen.

Schnittteiles mit. Die konstruktive Form desselben war zuerst eine andere und wurde erst zufolge der Verwendung des Ineinander-schneidens so bestimmt. Ein weiteres interessantes Beispiel zeigt Abb. 6—6b, weil man rein gefühlsmäßig urteilen würde, die Materialausnutzung nach Abb. 6a sei die günstigste. Vergleicht man aber Abb. 6a mit Abb. 6b, so ergibt sich rechnerisch zwischen beiden Anordnungen eine Differenz im Materialverbrauch von $322,7 - 303,03 = 19,67 \text{ mm}^2$ pro Teil, was einen Vorteil für die letzte Schnittstellung von rund 6% bedeutet. Auch hier zeigt wieder die Rechnung den richtigen Weg. Diejenigen Schnittgebilde, die große Ausschnitte haben,

sind stets große Materialverbraucher. Diese Tatsache zwingt den Kalkulator zur besseren Ausnutzung der Ausschnitte (andererseits gleichbedeutend mit Abfallmaterial), indem er passende Schnittteile zu finden sucht, die im Monats- oder Jahresbedarf den ersten annähernd gleichkommen. In diesem Falle werden dann zwei verschiedene Schnittteile in einem Schnittwerkzeug geschnitten. Abb. 7 und Abb. 7a,

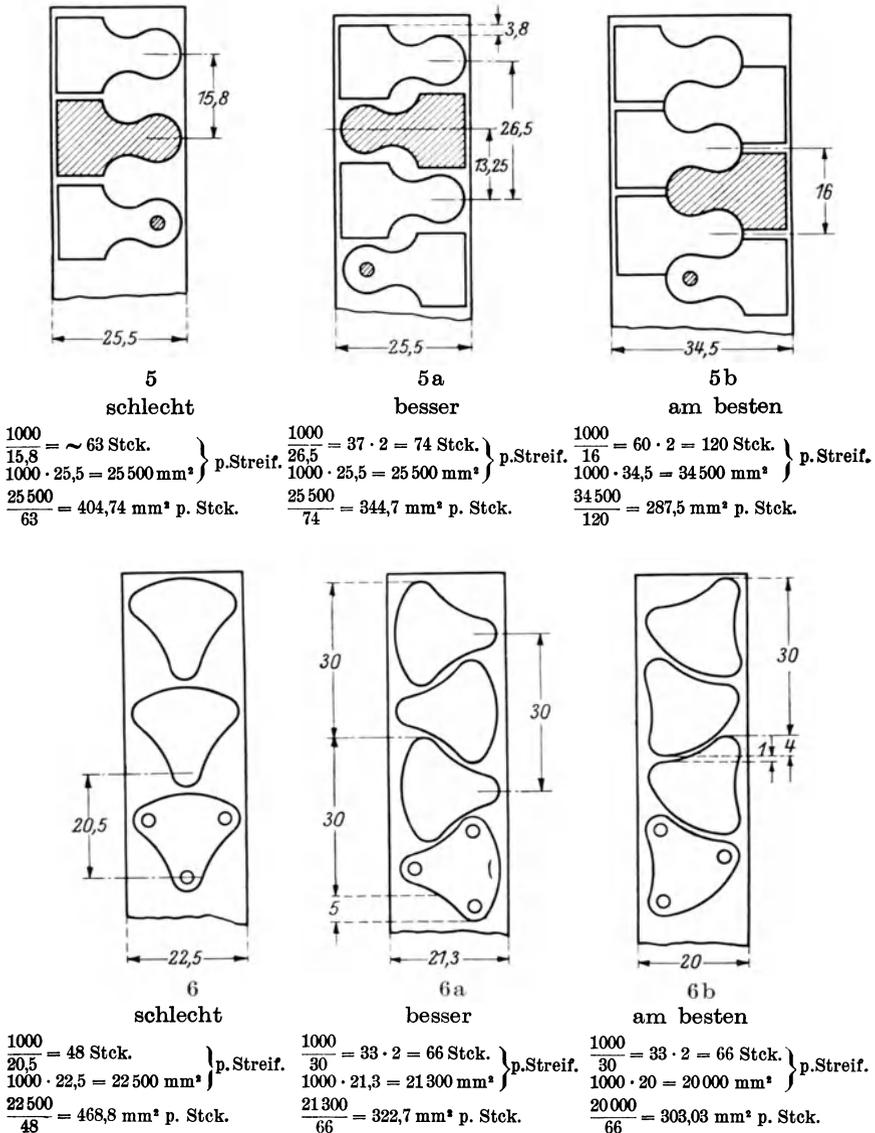
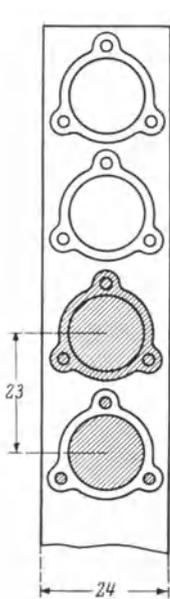


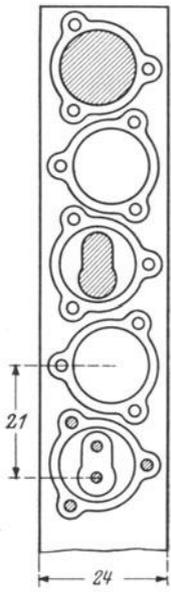
Abb. 5 bis 6b. Schnittmusterstreifen.

zeigen einen solchen Fall, und die sich hier ergebende Ersparnis beläuft sich bei $558 - 452 = 106 \text{ mm}^2$ auf rund 19% . Es sind demnach nach einmaliger Durchwanderung des Streifens durch das Schnittwerkzeug zwei verschiedene Schnitteile in der Zeiteinheit hergestellt, die außer der obenerwähnten Materialersparnis noch eine Lohnersparnis von rund 50% ermöglicht.

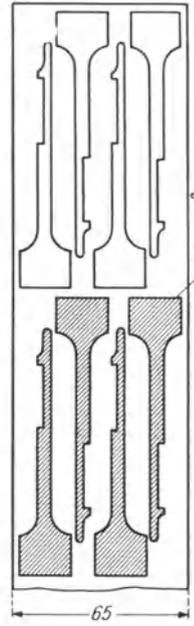
Erscheint der Bedarf für einen einzelnen herzustellenden Teil nicht lohnend genug, um einen doppelt wirkenden Schnitt dafür zu bauen, so kann man den Streifen unter Benutzung eines einfachen



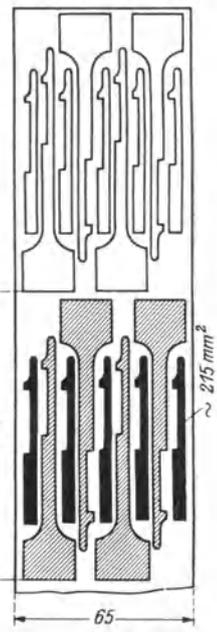
7
schlecht



7 a
gut



8
gut



8 a
sehr gut

Angenommene Streifenlänge 103 500 mm

Maßstreifen oder Bandmaterial.

$$\frac{1000}{23} = \sim 43 \text{ Stck.} \quad \left. \vphantom{\frac{1000}{23}} \right\} \text{p. Streif.}$$

$$\frac{1000 \cdot 24}{24000} = 24.000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{24000}{43} = 558 \text{ mm}^2 \text{ p. Stck}$$

$$\frac{1000}{21} = \sim 47 \text{ Stck.} \quad \left. \vphantom{\frac{1000}{21}} \right\} \text{p. Streif.}$$

$$\frac{1000 \cdot 24}{24000} = 24.000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{24000}{47} = 510 - 58 \text{ mm}^2 = 452 \text{ mm}^2 \text{ p. Stck.}$$

Bei einer Streifendurchwanderung 2 verschiedene Teile fertig.

$$\frac{103500}{103,5} = 1000 \cdot 4 = 4000 \text{ Stck.}$$

$$\frac{65 \cdot 103500}{4000} = 6727500 \text{ mm}^2$$

$$\frac{6727500}{4000} = 1681,8 \text{ mm}^2 \text{ p. Stck}$$

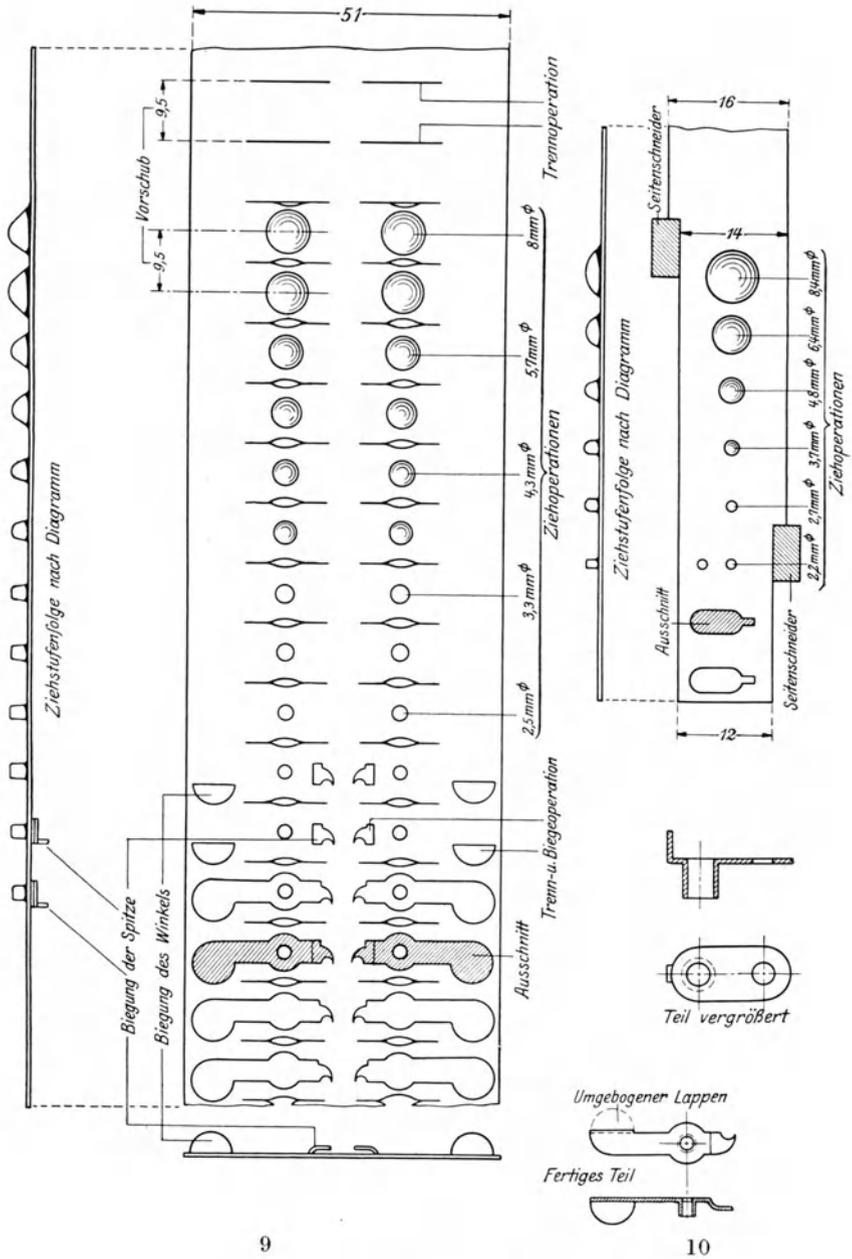
$$\frac{215 \cdot 500}{1075000} = 1075000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1075000}{4000} = 268,75 \text{ mm}^2$$

$$1681,8 - 268,75 = \sim 1413 \text{ mm}^2$$

auf ein gr. Schnittteil.
Bei zweimaliger Streifendurchwanderung 2 verschiedene Teile fertig.

Abb. 7 bis 8 a. Schnittmusterstreifen.



9 10
 Abb. 9-10. Schnittmusterstreifen.

Schnitts zweimal durch die Maschine wandern lassen, wobei der Streifen beim zweiten Mal umgedreht wird.

Nun ist es auch möglich, daß bei zweimaligem Durchwandern des Streifens verschiedene Teile, d. h. bei jedesmaligem Durchlauf ein anderes Teil geschnitten wird. Einen solchen Fall stellt Abb. 8 und 8a dar. Es ist dies ein vierfach wirkender Klinkenkörperschnitt, der die Teile aus Bandmaterial schneidet und hinsichtlich des Materialverbrauches gut ausnutzt. Die zwischen den Schnitteilen sich ergebenden freien Stellen geben Anlaß, nach passenden Teilen zu suchen, um das Bandmaterial bei einem etwaigen zweiten Durchlauf nutzbringend zu verwerten. Abb. 8a zeigt in deutlicher Weise, wie es möglich ist, die noch freien Stellen des Bandmaterials auszunutzen.

So wie man Schnitteile mit oder ohne Voroperation hintereinanderfolgend fertigstellt, so lassen sich auch Schnitt- und Ziehoperationen miteinander vereinigen. In dem Schnittmuster Abb. 9 sind beispielsweise Trenn-, Zieh- und Biegeoperationen vertreten, die mit dem Ausschnitt des fertigen Teiles endigen, während im Streifen Abb. 10 nur Zieh- und Lochoperationen mit Ausschnitt vorhanden sind. Nach welchem Prinzip und nach welcher Reihenfolge die Anordnung getroffen ist, wird in einem besonderen Kapitel behandelt werden.

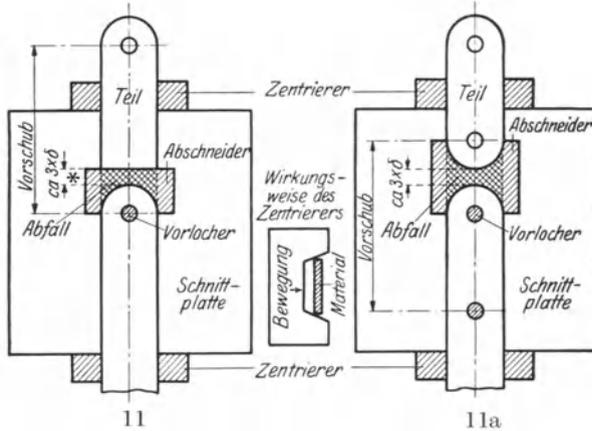
Werkzeuge und Normalien der verschiedenen Stanzgruppen.

Führungsschnitte und ihre Wirkungsweise.

Zu den gebräuchlichsten Hauptwerkzeugen gehört der sogenannte Führungsschnitt, der das einfachste und gleichzeitig das solideste Schneidemittel für Schnitteile ist und seinen Platz bis in die Gegenwart hinein behauptet hat. Man unterscheidet unter den Führungsschnitten Schnitt mit Vorlocher, Zentrierer und Einhängestift, Schnitte mit Seitenschneider mit oder ohne Schnitt- und Ziehvoperationen. In den ersten Darstellungen (Abb. 11) der Schnittanordnungen ersieht man zuerst einen Abschneider mit Vorlocher, der den Teil an einer Seite abrundet, während aus nebenstehender Abbildung 11a ein solches Werkzeug den Teil an beiden Enden abgerundet zeigt. Wie groß der Abschneider an der schwächsten Stelle gemacht wird, ist ebenfalls ersichtlich; dieses Maß beträgt im Durchschnitt $\frac{1}{3} \cdot \delta$, d. h. $\frac{1}{3}$ Materialstärke. Das Material, welches für derartige Werkzeuge in Frage kommt, ist Band- und Stangenmaterial, welches in den meisten Fällen seitlich nicht bearbeitet und trotz auftretender Breitenunterschiede der Streifen symmetrisch gelocht und abgeschnitten werden kann. Letzteres wird erreicht durch die an beiden Enden des Werkzeuges befindlichen Zentrierer, die das Material zur Mitte des Werkzeuges bewegen, ehe der Abschneider in Tätigkeit tritt. Aus den weiteren Schnittanordnungen auf Seite 13 sind ein einfacher, sowie ein dreifacher Scheibenschnitt mit Vorlocher und Zentrierstift zu sehen, bei denen auf ihre Charakteristik bezüglich des Materialverbrauches zeichnerisch hingewiesen wird (siehe Abb. 12 und 13).

Als Grundbedingung gilt, daß die Fläche zwischen zwei hintereinanderfolgenden Ausschnitten, desgleichen die zu beiden Seiten des Nutzteiles stehbleibenden Randbreiten nach gewissen Richtlinien (s. Diagramm Abb. 91) festzulegen sind. Der Vorschub des Streifens muß so bemessen sein, daß er dem Maß des Teiles plus der Breite Z_m des Zwischenmaterials laut Diagramm entspricht; die Breite des Streifens

Abschneider m. Vorlocher f. Band- u. Stangenmaterial.



Schnitt m. Vorlocher f. Band- u. Stangenmaterial.

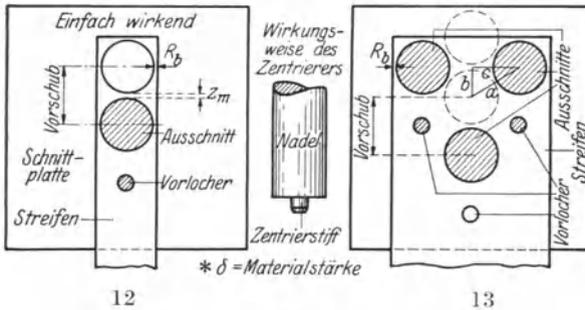


Abb. 11–13. Schnittanordnung.

(beim einfach wirkenden Schnitt) muß das Maß des Teiles plus der doppelten Randbreite R_b laut Diagramm erhalten. Bei einem mehrfach wirkenden Führungsschnitt ist die Berechnung der Streifenbreite von dem jeweiligen zu schneidenden Teil abhängig und wird im Kapitel der Kalkulation näher behandelt.

Die Schnittanordnungen (Abb. 14 und 15) zeigen zwei Führungsschnitte für Federn mit je zwei Seitenschneidern, wobei das eine Werkzeug einfach und das andere doppelwirkend ist. Der Vorschub des Streifens wird hier durch die Breite der Seitenschneider genau

bestimmt, weshalb der Einhängestift in Fortfall kommt. Mitbestimmend für den Gütegrad des Werkzeuges sind alle in Frage kommenden Durchbrüche, die sich genau zu decken haben und nicht durch Hinstemmen paßrecht gemacht sein dürfen. Hiervon hängt die Lebensdauer des Werkzeuges ab, die um so länger oder kürzer sein wird, je mehr die Behandlung des Schnittdurchbruchs von dem im folgenden Gesagten abweicht. Werden folgende Regeln für den Schnittdurchbruch, dem man eine bis zu 4,5 mm hohe zylindrische Form gibt, berücksichtigt, so kann die Lebensdauer des Werkzeuges, wenn Durchschnittsmaterial Eisen (und bei Messing das dreifache Quantum wie Eisen) zur Verwendung gelangt und die Härte der Schnittplatte, mit dem Skleroskop gemessen, 70 Härtegrade aufweist, mit einer Stückzahl von 250 000 Stück gerechnet werden. Die erwähnte Zahl läßt sich rechnerisch ermitteln aus dem Erfahrungswert, daß ein Führungsschnitt bis zum Stumpfwerden bei ziemlich guter Schnittstärke durchschnittlich 5000 und bei 70° Härte 8000 Stück aushält. Für einen Scharfschliff gehen stets 0,15 mm an der Schnittfläche verloren, so daß sich daraus die Anzahl der Scharfschliffe (Schnittkantenbruch durch Aufsetzen der Schnittstempel nicht einbegriffen) mit $\frac{4,5}{0,15} = 30$ mal ermitteln läßt. Hält ein Scharfschliff 8000 Stück

aus, so kommen für die ganze Lebensdauer des Werkzeuges, d. h. für die Schnittplatte $30 \cdot 8000 = 240\,000$ Stück in Frage. Die erste Schnittstärke ist natürlicherweise am widerstandsfähigsten, und so wird, wenn das Werkzeug in allen Einzelheiten gut hergestellt ist, die errechnete Zahl noch überschritten.

Aus den weiteren Abbildungen der Schnittanordnungen ist links auf Seite 15 ein Winkelschnitt mit zwei Seitenschneidern gezeigt, der an sich nichts Werkzeugtechnisches aufzuweisen hat, bei dem aber mit Bezug auf den Materialstreifen zu bemerken ist, daß der Streifen in der Walzrichtung der Winkelspitzen geschnitten werden muß, da sonst das Material beim Biegen der beiden Lappen keine Knickung aushält (siehe Abb. 16).

Je kleiner die Fertigungsteile mit Biegeoperationen werden, desto mehr treten in der Herstellung Schwierigkeiten auf. Diese bestehen einmal in der Unhandlichkeit der Teile, die eventuell mit der Pinzette gefaßt werden müssen, um in die Matrize der Biegestanze gelegt zu werden, wodurch viel Zeit verlorenght. Häufig ist es aber mit einer Biegeoperation der Teile nicht abgetan, und so kommt es im weiteren Verlauf der Fabrikation vor, daß das Ineinanderliegen der Teile die Fertigung sehr erschwert. Um diese Übelstände zu beheben, sieht man von einem Mehrverbrauch des Materials ab und stellt die Teile im Werkzeug vollständig fertig her. Durch diese Eigenart der Herstellungsweise wird eine große Zeitersparnis erzielt, die erstens den Mehrverbrauch an Material und zweitens die Ausgabe der Löhne für eventuelle Biegeoperationen, wobei mehrere Handgriffe erforderlich sind, bei weitem wieder wettmacht. Ein Motiv mit erwähnter Wirkungsweise ist im letzten Veranschaulichungsbild als Lötöse für kleine Spulenkörper dargestellt, woraus der ganze Fabrikationsgang deutlich ersichtlich ist (Abb. 17).

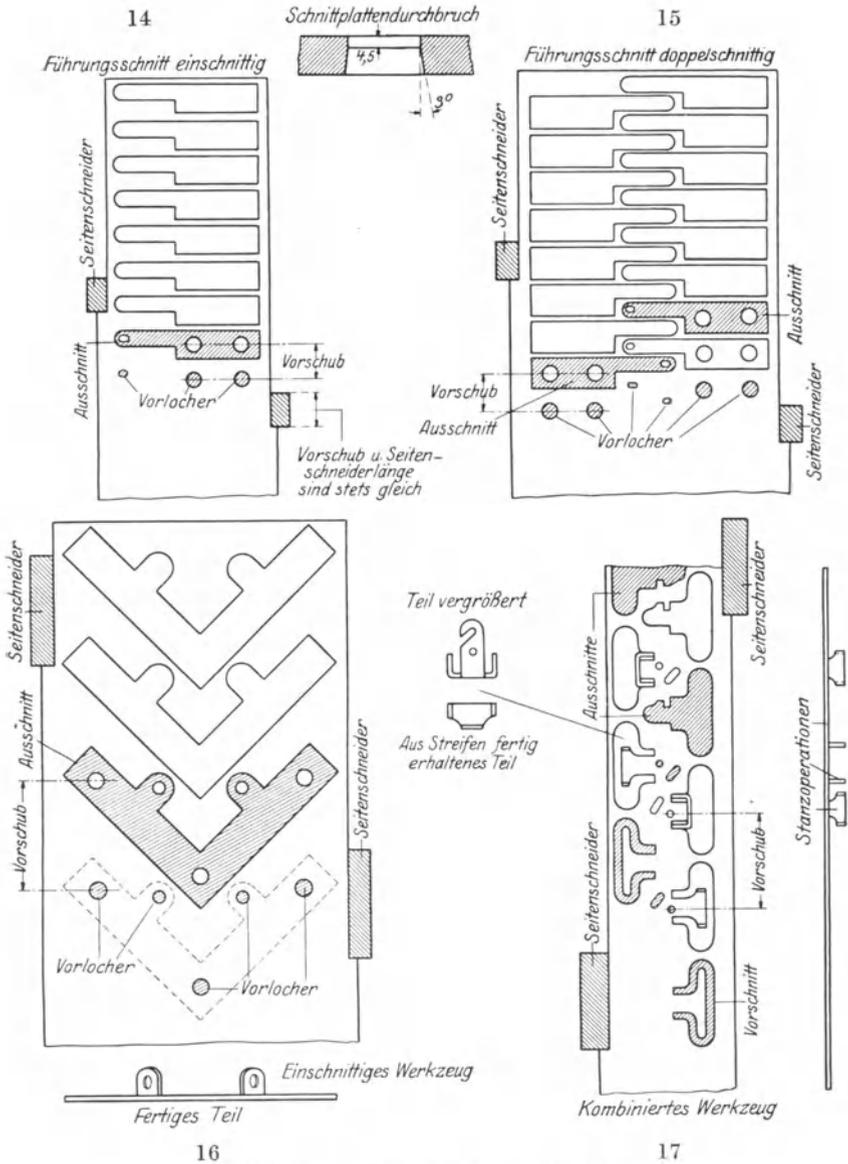


Abb. 14—17. Schnitthanordnung.

Werkzeugkonstruktionen.

Die Bestrebungen eines modernen Betriebes müssen auch dahin gehen, die Fertigungen, sei es im Bureau oder im Betrieb, zu systematisieren. Auch dem Konstruktionsbureau werden gewisse Richtlinien in Form von Werkzeug-Prinzip-Zeichnungen gegeben, welche jedem

Konstrukteur zur Belehrung zugänglich sind. Diese Anregungen führen zu guten Werkzeugkonstruktionen, die durch Verquickung vorhandener Ideen entstehen und, wie zu erwarten, wirtschaftliche Vorteile bringen. Aus diesem Grunde sind zunächst aus der Gruppe der Schnittwerkzeuge einzelne Motive gewählt, bei welchen auf das Grundprinzip hingewiesen wird.

Abschneider mit Vorlocher. Die Eigenart des Abschniders besteht darin, daß, wie aus der Abb. 18 hervorgeht, Band- oder Stangenmaterial genau zentriert wird, weil beide Zentrierer in der überstehenden Führungsplatte schwalbenschwanzartig und gut geführt sind. An der unteren

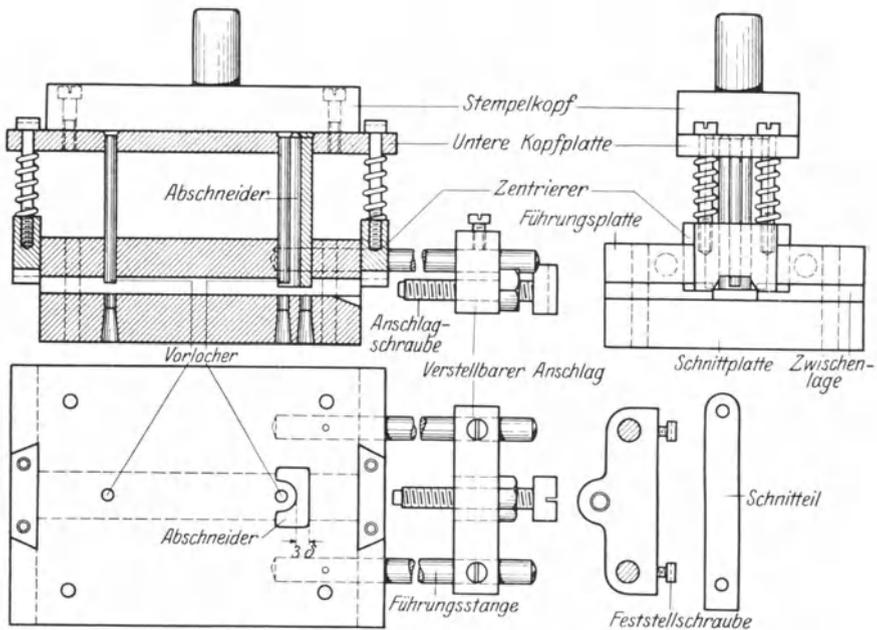


Abb. 18. Abschneidewerkzeug mit Vorlocher.

Kopfplatte sind die Zentrierer durch zwei Flachkopfschrauben gehalten und durch zwei Spiralfedern elastisch beweglich. Das Werkzeug wird in den meisten Fällen mit einem verstellbaren Anschlag hergestellt, wodurch das Teil beliebig lang abgeschnitten werden kann. Die Zwischenlagen des Schnittkastens dienen hier nie als seitliche Führung für das Material, sondern stehen wegen eventueller Breitenunterschiede des Materials weiter auseinander.

Wirkungsweise. Die Zentrierer eilen den Vorlochern und dem Abschneider voraus, bringen das zu schneidende Material durch die beiden schrägen Keiflächen des Zentrierers in die richtige Mittellage, wo nach erfolgter Festklemmung der Abschnitt erfolgt.

Schnitt mit Vorlocher und Füllmagazin. Wie die Bauart eines Schnittes mit Vorlocher gemacht werden muß, ist bereits in den Schnitt-

anordnungen versinnbildlicht. Eine Neuerung stellt der Führungsschnitt mit Vorlocher und Füllmagazin dar, der in den Bereich der halbautomatischen Werkzeuge gehört. Die vorliegende Anordnung wurde aus der Erwägung heraus getroffen, zwei Maschinen durch eine Arbeiterin zugleich bedienen zu lassen. In diesem Werkzeug, Abb. 19, werden kleine rechteckige Teile mit einem Vorlocher geschnitten

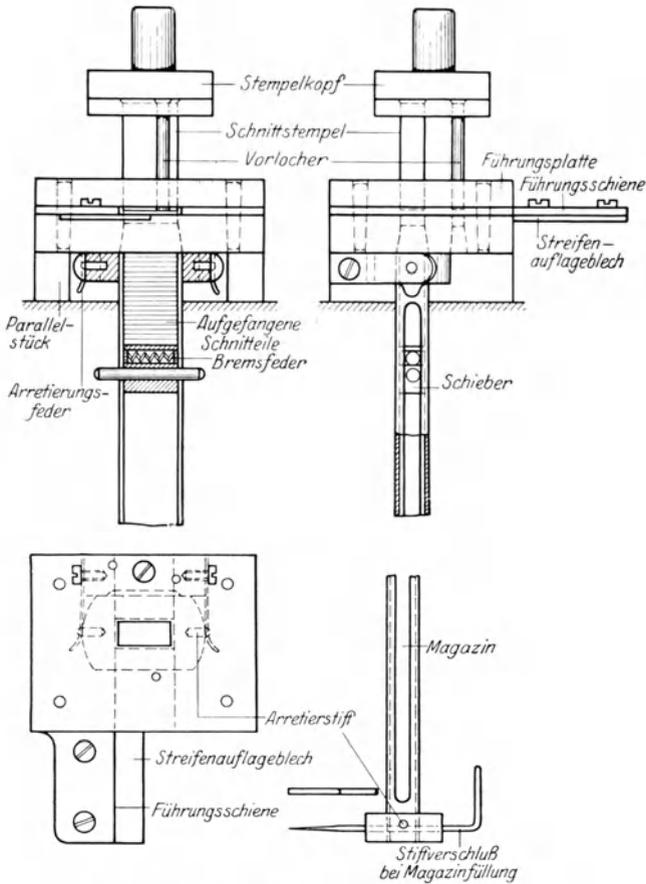
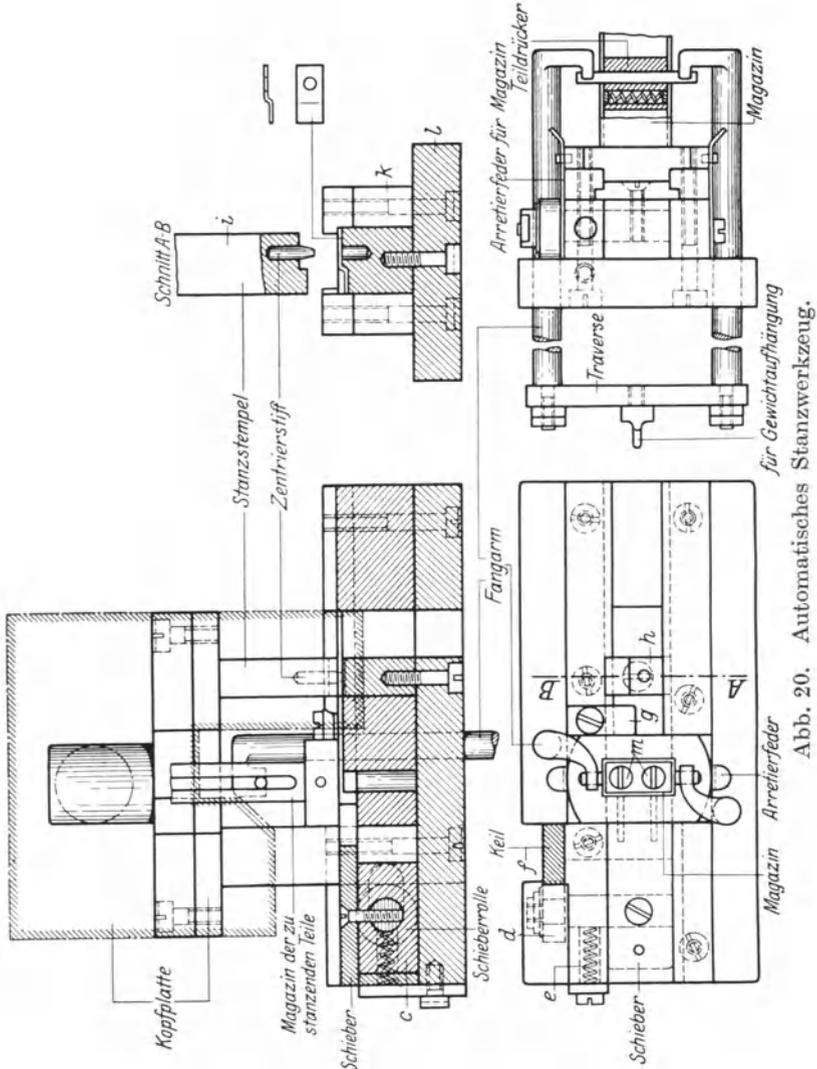


Abb. 19. Führungsschnitt mit Füllmagazin.

und in einer Magazinröhre aufgefangen. Zusammengehörig mit obigem Werkzeug ist das automatische Stanzwerkzeug Abb. 20, welches die geschnittenen Teile mit einer Doppelwinkelbiegung versieht. Das gefüllte Magazin wird vom Führungsschnitt abgenommen und die offene Seite, damit die Teile nicht herausfallen, mit einem Sperrstift gesichert. Dann wird auf das Stanzwerkzeug das Magazin mit dem federnden Schieber nach oben und der offenen Seite, auf der sich der Sperrstift befindet, nach unten aufgesetzt. Zwei Blattfedern, die je mit einem Loch versehen

sind, klinken in die Stifte die am Flansch des Magazins herausstehen, und halten das ganze Gestell in vertikaler Lage fest. Nachdem der Sperrstift entfernt ist, wird die am Werkzeug angebrachte Traverse mit ihren Fangarmen auf den federnden Schieber aufgehängt, wo-



durch die Teile nach unten gedrückt werden. Der Aufbau der Stanze besteht aus der Unterplatte *l*, dem Transportschieber *c*, der Rolle *d* mit Bolzen, einer Spiralfeder *e*, die den Transportschlitten bis zur Endhubstellung drückt, dem Betätigungskeil *f*, der Niederhaltungsfeder *g* für die zu transportierenden Teile, der Profilmatrix *h* und den Seitenwangen *k*.

Abb. 20. Automatisches Stanzwerkzeug.

Wirkungsweise. Der Betätigungskeil, der am Stempelkopf befestigt ist, drückt beim Niedergehen des Stößels auf die Rolle, die durch ihren Bolzen mit dem Transportschieber in Verbindung steht und letzterem dadurch eine Bewegung nach links gibt. Hierdurch werden die abgeflachten Auflagestifte *m* frei, welche im nächsten Moment aber mit einem geschnittenen Teil aus dem Magazin belegt werden. Macht nun der Betätigungskeil seine Aufwärtsbewegung, so tritt der Transportschieber *c* nach rechts in Tätigkeit und nimmt bei dieser Gelegenheit das auf den Auflagestiften *m* liegende Teil mit. Dieses Spiel wiederholt sich stets mit dem Auf- und Niedergang des Betätigungskeiles, und so schiebt sich ein geschnittenes Teil nach dem anderen der Profilmatrix zu. Alle Teile passieren auf diese Art die Niederhaltungsfeder und dann die Profilmatrix, wo die Stanzung erfolgt. Hinter der Matrix im Werkzeug ist noch ein Durchbruch geschaffen, der den fertigen Teilen das Herausfallen gestattet.

Zeigerschnitt mit Rippenstanze (Abb. 21).

Schnittwerkzeuge, welche gleichzeitig Stanzoperationen vornehmen, werden in der Regel so ausgebildet, daß die Teile einen bestimmten Prägedruck erhalten, der durch

die Aufschlagleisten abgeglichen ist. Bei schmalen Teilen, wie z. B. bei Zeigerprofilen, macht man in praktischer Weise die Schnittplatte zweiteilig. Dies ermöglicht erstens dem Werkzeugmacher eine bequemere Ausfeilung für den Durchbruch, und zweitens ist eine geringere Gefahr für den Härtebruch vorhanden, als wenn die Schnittplatte aus einem Stück gefertigt würde. Damit die Prägung der Rippe faltenlos geschieht, ist die Matrix so federnd angeordnet, daß sie sich dem Schnitt- und Stanzstempel anschmiegen muß. Sobald der Stanzanschlag erfolgt ist, hat das Material vorher keine Gelegenheit mehr zur Faltenbildung gehabt.

Lochwerkzeuge mit feststehender oder beweglicher Führungsplatte. Zur Ergänzung des Führungsschnittes für Schnittteile mit mehreren Durchbrüchen, die nicht vollständig ausgeschnitten werden konnten,

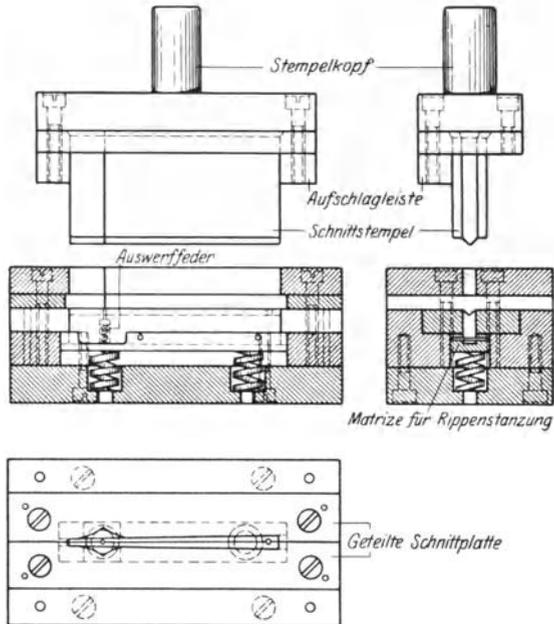


Abb. 21. Zeigerschnitt mit Rippenstanze.

weil sie durch ihre Vorlöcher die Schnittplatte zu sehr schwächen und die Festigkeit unterbinden würden, bedient man sich sogenannter Lochwerkzeuge. Kommen kleine Ausschnitte für den Teil in Frage, so wird die Schnittplatte aus SM-Stahl mit eingesetzten gehärteten Gußstahlstücken, in denen sich die Schnittdurchbrüche befinden, hergestellt. Die Arbeitsweise mit Lochwerkzeugen hat bei der üblichen Ausführung einen Nachteil, weil jedes Teil durch die Hand dem Werkzeug zugeführt, eventuell auch herausgenommen werden muß. Sie wird daher verbessert,

wenn am Werkzeug ein selbsttätiger Teilauswerfer angebracht wird (s. Abb. 22).

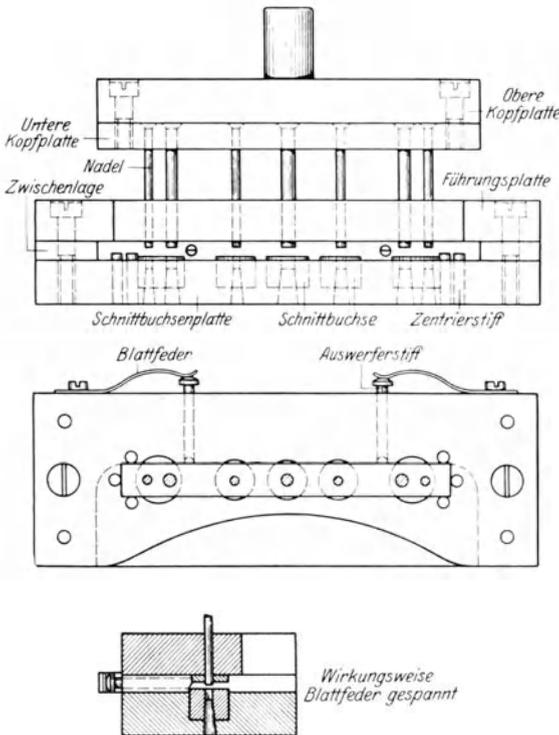


Abb. 22. Lochwerkzeug mit Teilauswerfer.

Schnittwerkzeuge mit beweglicher Führungsplatte benutzt man, wenn besonders feine, dünnwandige Stempel schneiden sollen. Es ist besonders darauf zu achten, daß zuerst die bewegliche Führungsplatte auf das auszuscheidende Teil gedrückt wird, ehe die Lochung geschieht. Genau so wie beim gewöhnlichen Locher muß jedes einzelne Teil in die Einlage des Werkzeuges gelegt und auch herausgenommen werden, da keine Möglichkeit besteht, hier einen Teil - Auswerfer anzubringen. Aus der Abb. 23 ist alles Wünschenswerte zu entnehmen, nur sei

an dieser Stelle besonders betont, daß bei sämtlichen Schnittwerkzeugen der Stempelzapfen im Schwerpunkt aller Schnittgebilde stehen muß.

Schwerpunktbestimmungen. Werkzeugmacher, sogar Schnittwerkzeugfabriken haben durch alte Überlieferungen die Angewohnheit, den Stempelzapfen des Schnittwerkzeuges stets in die Mitte der Kopfplatte zu setzen. Man hat nie bedacht, welche Folgen daraus entstehen können, wenn an verschiedenen Stellen des Schnittwerkzeuges, wie z. B. an einem Schnitt mit Vorlöcher und Seitenschneider, oder auch ohne dieselben, „Eck“-Drücke auftreten. Die Folge dieser „Eck“-Drücke ist, daß sich die Schnittstempel in der Führungs- und unteren Kopfplatte lockern. Als diese Erscheinung in der Praxis zuerst be-

obachtet wurde, konnte keine einwandfreie Erklärung hierfür gefunden werden, weil man annahm, daß die Presse in ihrer Schlittenführung nicht präzise genug ausgeführt war. Ein Beweis, daß nicht immer die Maschine an diesem Übel schuld hat, sei in folgendem Beispiel erbracht. Betrachtet man das Gebilde Abb. 24, so sollen unter den stark umränderten Flächen die Schnittstempel und den darüber hinaus

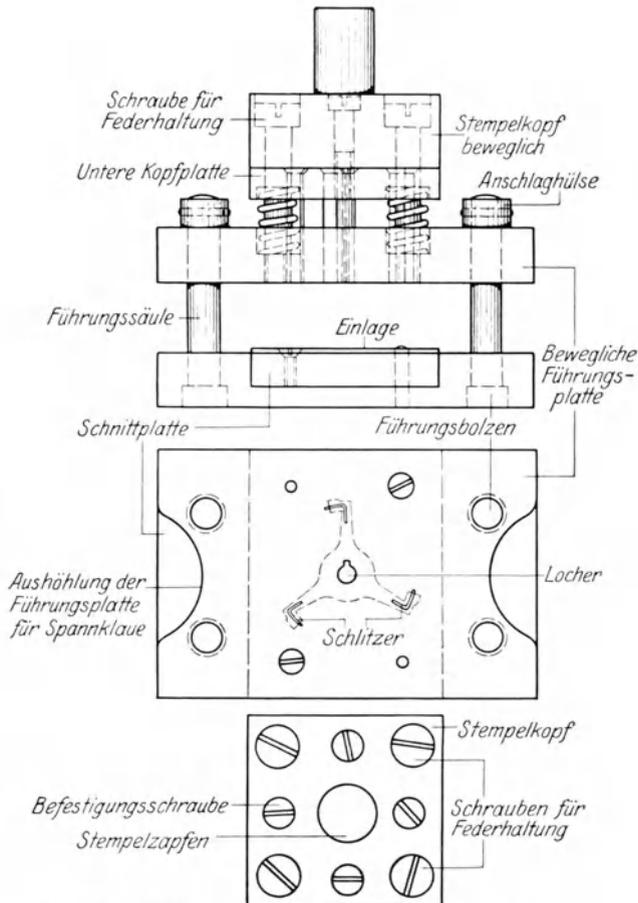


Abb. 23. Schnitt mit beweglicher Führungsplatte.

punktierten Fortsetzungen die Durchbrüche in der Schnittplatte zu verstehen sein. x - und y -Achse sind die Koordinatenachsen für die Schwerpunktbestimmung, welche auch durch die Kanten der Schnittplatte ersetzt werden können. Man muß, um den Schwerpunkt von sämtlichen Schnittflächen zu erhalten, den einzelnen jeder Teilschnittfläche suchen. Im allgemeinen sind die Schnittgebilde zu einer Achse symmetrisch, so daß durch Ziehen der Mittellinie durch das Schnittgebilde die Rechenoperation zur Bestimmung des Schwerpunktes von

der x -Achse gespart werden kann. Jede unregelmäßige Fläche kann in Quadrate, Rechtecke, Dreiecke oder in Halbkreise zerlegt werden, deren Schwerpunkte dann wieder einzeln in bekannter Weise festgestellt werden. Unter Zugrundelegung dieser Gesichtspunkte sind die Gebilde in Abb. 24 zerlegt und die einzelnen Schwerpunkte markiert. Trägt man die Abstände sämtlicher Schwerpunkte von der y -Achse, ferner in diesem Falle die Abstände der Symmetrielinien von der x -Achse maßlich ein, so folgt für den wagerechten Abstand des Schwerpunktes „ S_1 “ für den großen Ausschnitt von der y -Achse

$$S_1 = \frac{29 \cdot 31,5 \cdot 24 + 43 \cdot 23 \cdot 60 + 38 \cdot 4 \cdot 69 + 29 \cdot 31,5 \cdot 95,5}{29 \cdot 31,5 + 43 \cdot 23 + 38 \cdot 4 + 29 \cdot 31,5} + \frac{2 \cdot 9,4 \cdot 2 \cdot 111,5 + 2 \cdot 2,0776 \cdot 114}{2 \cdot 9,4 \cdot 2 + 2 \cdot 2,0776} = \frac{186020,14}{3030,95} = 61,3 \text{ mm.}$$

Bei dem Schwerpunkt „ S_2 “ für den zweiten Vorlocher ergibt sich S_2 gemessen von der y -Achse aus mit 81,5 mm (hinreichend genau).

Bei Schwerpunkt „ S_3 “ für den ersten Vorlocher ist

$$S_3 = \frac{2 \cdot 9,86 \cdot 17 + 9,86 \cdot 27 + 9,86 \cdot 41 + 18 \cdot 14 \cdot 63 + 18 \cdot 2 \cdot 66}{2 \cdot 9,86 + 9,86 + 9,86 + 18 \cdot 14 + 18 \cdot 2} + \frac{19,63 \cdot 81,5 + 14 \cdot 20,5 \cdot 97}{19,63 + 14 \cdot 20,5} = \frac{48696,56}{634,07} = 76,8 \text{ mm.}$$

Die Schwerpunkte, bezogen auf die x -Achse, liegen auf den Symmetrielinien, und diese haben die Abstände laut Abmessung:

27 mm für den ersten Vorlocher,
61 „ „ „ „ zweiten „
94,5 „ „ „ „ dritten großen Ausschnitt.

Die Schwerpunkte S_2 und S_3 der Einzelgebilde sind bekannt. Sind F_1 und F_2 ihre Flächeninhalte in Quadratmillimeter ausgedrückt, so ist:

$$F_1 \cdot 27 + F_2 \cdot 61 = Z_1 \cdot (F_1 + F_2) = 634,07 \cdot 27 + 207 \cdot 61 \\ = Z_1 \cdot (634,07 + 207); Z_1 = \frac{29746,89}{841,07} = 35,3 \text{ mm,}$$

d. h. der Schwerpunkt befindet sich auf der Verbindungslinie $S_3 S_2$. Verfährt man in gleicher Art weiter, um den Schwerpunkt sämtlicher Schnittflächen zu finden, so folgt:

$$(F_1 + F_2) \cdot Z_1 + F_3 \cdot 94,5 = Z_2 \cdot (F_1 + F_2 + F_3) \\ (634,07 + 207) \cdot 35,3 + 3030,95 \cdot 94,5 = Z_2 \cdot (634,07 + 207 \\ + 3030,95); Z_2 = \frac{316114,546}{3872,02} = 81,6 \text{ mm,}$$

d. h. der Schwerpunkt aller Schnittflächen ist auf der Verbindungslinie $Z_1 - S_1$ im Abstände von 81,6 mm von der x -Achse zu finden. Würde man eine Kopfplatte von ca. 120 · 135 mm zur Verwendung gelangen lassen, so müßte nach der üblichen Ausführung der in der

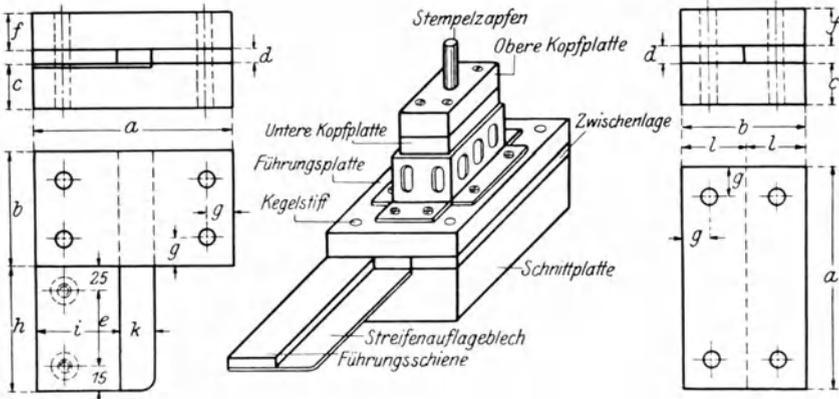
24 Werkzeuge und Normalien der verschiedenen Stanzgruppen.

anspruchung des Pressenschlittens. Dieser Schlitten nutzt sich einseitig ab und der von ihm ausgeübte Druck ist nicht mehr senkrecht zur Schnittplatte.

Die Wirkung des „Eck“-Druckes wird somit noch verstärkt und die Lebensdauer des Werkzeuges erheblich verkürzt.

Schnittkasten f. Schnitt
m. Vorlocher.

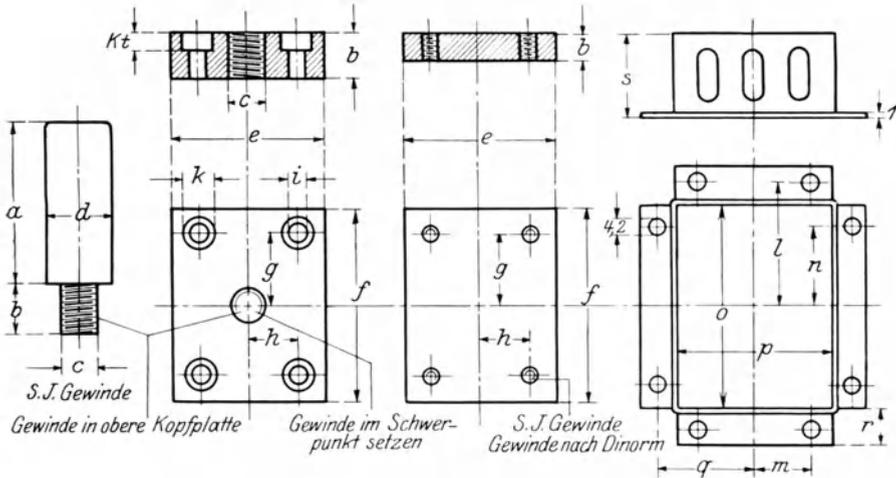
Schnittkasten
f. Abscheider.
Nr. 4, 5, 6, 9, 10, 12.



Nr.	Material roh			Abmessungen											Stellstift zylindrisch
	Schnittplatte	Zwischenlage	Führungsplatte	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	
1	60 · 23 · 100	50 · 10	60 · 16 · 110	107	57	20	8	40	13	14	80	49	30		5 · 50
2	60 · 23 · 130	60 · 10	60 · 16 · 130	127	57	20	8	40	13	14	80	59	35		5 · 50
3	80 · 23 · 130	60 · 10	80 · 16 · 130	127	77	20	8	40	13	14	80	59	35		6,5 · 60
4	100 · 23 · 110	50 · 10	100 · 20 · 110	107	97	20	8	40	18	14	80	49	30	48,5	6,5 · 60
5	100 · 26 · 130	50 · 10	100 · 20 · 130	127	97	23	8	55	18	16	95	49	30	48,5	6,5 · 60
6	100 · 26 · 160	60 · 13	100 · 20 · 160	157	97	23	8	85	18	16	125	49	30	48,5	6,5 · 60
7	100 · 26 · 160 200	60 · 13	100 · 23 · 200	197	97	23	10	80	20	16	120	59	35		6,5 · 60
8	130 · 26 · 130	60 · 13	130 · 26 · 130	127	127	23	10	80	23	16	120	59	35		6,5 · 60
9	130 · 26 · 160	60 · 13	130 · 26 · 160	157	127	23	10	77	23	20	117	59	35	63,5	6,5 · 60
10	130 · 26 · 200	60 · 13	130 · 26 · 200	197	127	27	10	117	23	20	157	59	35	63,5	6,5 · 70
11	160 · 30 · 160	60 · 13	160 · 26 · 160	157	157	27	10	80	23	20	120	59	35		6,5 · 70
12	160 · 35 · 200	80 · 13	160 · 26 · 200	197	157	32	10	117	23	20	157	79	45		6,5 · 70
13	200 · 35 · 200	70 · 13	200 · 26 · 200	197	197	32	10	80	23	20	120	69	40	98,5	6,5 · 70

Abb. 25. Normalien für Schnittkästen.

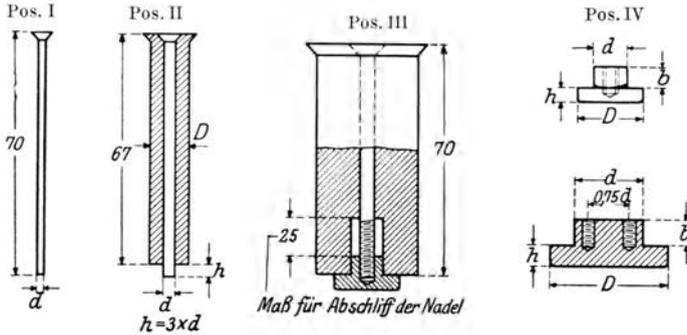
Die Schnittgebilde der Werkzeuge können sich aber unter Umständen sehr schwierig gestalten, so daß eine Schwerpunktberechnung mit großen Umständen verknüpft ist und sehr viel Zeit in Anspruch nimmt. Um diesen Übelstand zu beseitigen, kann man den Punkt für den Stempelzapfen auf mechanischem Wege bestimmen. Es ist dies ein Apparat für die Werkstatt, der den Schwerpunkt genau genug ermittelt.



Pfl Nr.	Zapfen				Obere Kopfplatte							Untere Kopfplatte						Schutzkasten										
	a	b	c	d	b	e	f	g	h	i	k	kt	b	e	f	g	h	Schrb.	Din. 84	l	m	n	o	p	q	r	s	
1	35	20	14	19,5	18	14	57	40	11,5	20	8,2	13	5,5	8,5	57	40	11,5	20	4	8 · 22	26	24,5	16	42	59	34,5	9	35
2	35	20	14	19,5	18	14	57	57	15	20	8,2	13	5,5	8,5	57	57	15	20	4	8 · 22	34,5	24,5	25	59	59	34,5	9	35
3	35	20	14	19,5	18	14	57	80	31,5	20	8,2	13	5,5	8,5	57	80	31,5	20	4	8 · 22	46	24,5	36	82	59	34,5	9	35
4	35	20	14	19,5	18	14	57	100	40	20	10,2	16	7	10	57	100	40	20	4	10 · 22	56	24,5	46	102	59	34,5	9	35
5	45	25	20	26	23	20	57	120	50	20	10,2	16	7	10	57	120	50	20	6	10 · 22	66	24,5	56	122	59	34,5	9	35
6	45	25	20	26	23	20	77	77	28,5	28,5	28,5	16	7	10	77	77	28,5	28,5	4	10 · 22	44,5	34,5	34	79	79	44,5	9	35
7	45	25	20	26	23	20	77	100	40	28,5	10,2	16	7	10	77	100	40	28,5	4	10 · 22	56	34,5	46	102	79	44,5	9	35
8	45	25	20	26	23	20	77	120	50	28,5	10,2	16	7	10	77	120	50	28,5	6	10 · 22	66	34,5	56	122	79	44,5	9	35
9	45	25	20	26	23	20	77	150	65	28,5	10,2	16	7	14	77	150	65	28,5	6	10 · 25	81	34,5	71	152	79	44,5	9	35
10	50	25	24	30	23	24	97	97	38,5	38,5	10,2	16	7	14	97	97	38,5	38,5	4	10 · 25	54,5	44,5	40	99	99	54,5	9	35
11	50	25	24	30	23	24	97	120	50	38,5	10,2	16	7	14	97	120	50	38,5	6	10 · 25	66	44,5	56	122	99	54,5	9	35
12	50	25	24	30	27	24	97	150	65	38,5	10,2	16	7	14	97	150	65	38,5	6	10 · 25	81	44,5	71	152	99	54,5	9	35
18	50	25	24	30	27	24	127	127	53,5	53,5	10,2	16	7	14	127	127	53,5	53,5	6	10 · 25	69,5	59,5	60	129	129	69,5	9	35
14	50	25	24	30	27	24	127	150	65	65	10,2	16	7	14	127	150	65	65	6	10 · 25	81	59,5	71	152	129	69,5	9	35

Abb. 26. Normalien für Stempelköpfe.

Normalien. Normalisierte Werkzeuge sowie deren Bestandteile fördern die wirtschaftliche Fertigung um ein Vielfaches. Sie ermöglichen je nach Ausbau derselben den idealen Betrieb, der jeder Situation gewachsen ist und auch immer leistungsfähig ist.



Nadeldurchmesser										Nadelrohre		Zentrierzapfen						
S. J.-Gewinde			Löwenherz-Gew.				Whitworth-Gew.				d	D	d	D	b	h	Schrb.	Dinorm.
Ø	Gewinde-Bohrung	Durchgang	Nr.	Gewinde-Bohrung	Durchgang	Ø	Gewinde-Bohrung	Durchgang	Gewinde-Bohrung									
m/m	Eis.	Mess.		Eis.	Mess.		Zoll	Eis.	Mess.	Durchgang	von ÷ bis	min Ø	max Ø					
1	0,75	0,65	1,1	1	0,75	0,65	1,1	1/4	4,95	4,85	6,55	1 ÷ 1,5	4	20	20	10	4	1
1,2	0,95	0,85	1,3	1,2	0,95	0,85	1,3	5/16	6,35	6,25	8,15	1,6 ÷ 2	6	30	40	10	4	1
1,4	1,1	1	1,5	1,4	1,1	1	1,5	3/8	7,8	7,75	9,75	2,1 ÷ 2,5	7	40	50	10	4	1
1,7	1,3	1,2	1,8	1,7	1,3	1,2	1,8	7/16	9,25	9,05	11,35	2,6 ÷ 3	9	50	60	10	5	2
2	1,55	1,45	2,1	2	1,55	1,45	2,1	1/2	10,32	10,22	12,9	3,1 ÷ 3,5	10	60	80	10	5	2
2,3	1,85	1,75	2,5	2,3	1,85	1,75	2,5	5/8	13,42	13,22	16,1	3,6 ÷ 4	12	80	100	10	5	2
2,6	2,1	2	2,8	2,6	2,1	2	2,8	3/4	16,55	16,35	19,25	4,1 ÷ 4,5	13					
3	2,45	2,35	3,2	3	2,45	2,35	3,2	7/8	19,28	19,08	22,42	4,6 ÷ 5	15					
3,5	2,8	2,7	3,7	3,5	2,8	2,7	3,7	1	22,21	22,01	25,6	5,1 ÷ 5,5	16,5					
4	3,2	3,1	4,2	4	3,2	3,1	4,2	1 1/8	24,9	24,73	28,8	5,6 ÷ 6	18					
4,5	3,6	3,5	4,7	4,5	3,6	3,5	4,7	1 1/4	28,1	27,9	32	6,1 ÷ 7	19,5					
5	4	3,9	5,2	5	4	3,9	5,2	1 3/8	30,64	30,44	35,22	7,1 ÷ 8	21					
6	4,7	4,6	6,2	5,5	4,4	4,3	5,7	1 1/2	33,82	33,62	38,3	8,1 ÷ 9	23					
7	5,6	5,5	7,2	6	4,7	4,6	6,2	1 5/8	34,87	35,07	41,5	9,1 ÷ 10	25					
8	6,5	6,4	8,2	7	5,6	5,5	7,2	1 3/4	39,24	39,04	44,65	10,1 ÷ 11	27					
9	7,4	7,25	9,2	8	6,5	6,4	8,2	1 7/8	41,8	41,6	47,85	11,1 ÷ 12	29					
10	8,3	8,1	10,2	9	7,4	7,25	9,2	2	45	44,77	51	12,1 ÷ 13	30					

Pos. I Nadeln über 4 m/m Ø aus Gußstahl gehärtet und geschliffen, unter 4 m/m Ø aus Silberstahl und gehärtet. Pos. II Nadel „d“ wird über 4 m/m Ø als Suchzapfen und das Nadelrohr als Schnittstempel angewendet.
 Bemerkung: Löcher in der Schnittplatte 0,1 < Materialstärke „d“ groß machen.

Abb. 27. Normalien für Nadeln und Nadelrohre.

Als Normalien kommen zunächst Schnittkästen, Stempelköpfe, Nadelstempel sowie Nadelrohre und dann Plattenschnitte in Betracht. Die verwendeten Materialien müssen handelsüblichen Lagerwaren angepaßt sein, so daß hinsichtlich der Beschaffung keine Schwierigkeiten bestehen. Bei der Verwendung von normalisierten Schnittkästen und Stempelköpfen wird es vorkommen, daß eine Größe für das in Frage kommende Schnittteil zu klein, die nachfolgende Größe dagegen zu groß sein wird. In solchen Zweifelsfällen ist stets das letztere zu wählen. Der durch diese Wahl entstandene größere Materialverbrauch für das Werkzeug gewährleistet trotzdem eine wirtschaftliche Fertigung, weil

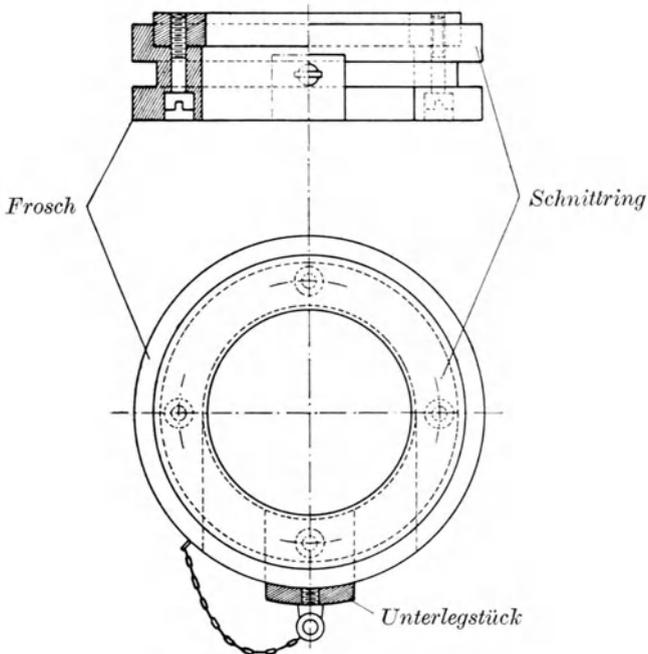


Abb. 28. Platten-Freisschnitt.

die Anfertigung eines einzigen Sonderwerkzeuges längere Zeit in Anspruch nimmt und dadurch viel zu teuer wird. Der Plattenschnitt, der zu der Klasse der Freischnitte gehört, ist ein sehr begehrtes und unentbehrliches Werkzeug der Stanzerei (s. Abb. 28). Um so wenig wie möglich Gußstahl zu verwenden, ist man dazu übergegangen, den Unterteil (Frosch genannt) in verschiedenen Größen aus Gußeisen auszuführen, und zwar so, daß man zehn verschiedene Rundschnittlinge bei gleichem Außendurchmesser in einem Frosch unterbrachte. Den Stempel fertigt man am zweckmäßigsten aus *S.M.*-Stahl (ungehärtet) an, weil dadurch die Schnittkante bei ihrer eventuellen Verletzung wieder angehämmert und schnittfähig gemacht werden kann. Beide Teile, Stempel und Schnitttring, hart zu machen, ist nicht ratsam, da dann

der Verschleiß zu groß ist und das Werkzeug sehr unwirtschaftlich arbeitet. Sehr vorteilhaft und Schnittdruck vermindern arbeiten die Plattenschnitte, wenn der Schrittring, wie auf dem Normalienblatt (Abb. 29) zu ersehen, dachförmig geschliffen ist. Der aufzuwendende Schnittdruck vermindert sich hierbei auf rund 0,5 P und trägt dadurch zur Schonung der Presse wesentlich bei.

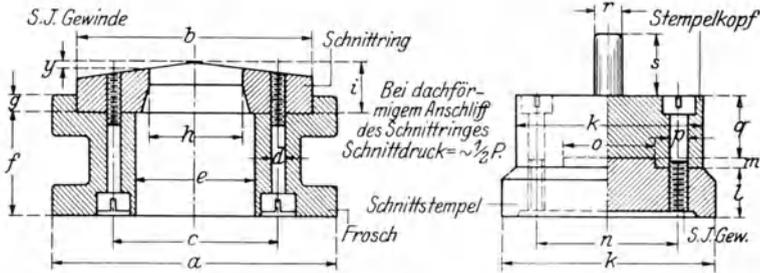
Blockschnitt oder Komplettschnitt. Dieser Schnitt wird benutzt, wenn es sich um maßlich genaue Teile handelt, die eng begrenzten Toleranzen unterworfen sind. Aus diesem Grunde hat man dem Werkzeug auch eine besondere Führung gegeben, um irgendeine Abweichung beim Schneiden zu verhindern. In Abb. 30 ist ein solcher Schnitt dargestellt, woraus alles Wünschenswerte ersichtlich ist. Viele Betriebe geben dem Werkzeug einen zylindrischen Stempelzapfen, andere dagegen machen den Schnitt unabhängig von der Presse und rüsten denselben mit einem Kupplungzapfen aus. Ist das Schnittgebilde symmetrisch, wie in

Nr.	Frösche							Schnittringe						
	a	b	c	d	e	f	g	b	c	i	h		Schr.	Dinorm 84
											von	bis		
1	180	145	115	8,2	92	70	5	145	115	30	81	90	4	8·60
2	190	155	125	8,2	102	70	5	155	125	30	91	100	4	8·60
3	200	165	135	8,2	112	70	5	165	135	30	101	110	4	8·60
4	210	175	145	8,2	122	70	5	175	145	30	111	120	4	8·60
5	220	185	155	8,2	132	70	5	185	155	30	121	130	4	8·60
6	230	195	165	8,2	142	70	5	195	165	30	131	140	4	8·60
7	240	205	175	8,2	152	70	5	205	175	30	141	150	4	8·60
8	260	220	185	8,2	162	70	5	220	185	30	151	160	4	8·60
9	270	230	195	8,2	172	70	5	230	195	30	161	170	4	8·60
10	280	240	205	8,2	182	70	5	240	205	30	171	180	4	8·60
11	290	250	215	8,2	192	70	5	250	215	30	181	190	4	8·60
12	300	260	225	8,2	202	70	5	260	225	30	191	200	4	8·60
13	320	275	240	8,2	212	80	10	275	240	30	201	210	4	8·60
14	330	285	250	10,2	222	80	10	285	250	30	211	220	5	10·70
15	340	295	260	10,2	232	80	10	295	260	30	221	230	5	10·70
16	350	305	270	10,2	242	80	10	305	270	30	231	245	5	10·70
17	360	325	290	10,2	262	80	10	325	290	35	246	260	5	10·70
18	390	340	300	10,2	277	80	10	340	300	35	261	275	5	10·70
19	410	355	318	10,2	292	80	10	355	318	35	276	290	5	10·70
20	430	385	336	10,2	317	80	10	385	336	35	291	315	5	10·70
21	450	400	364	10,2	332	80	10	400	364	35	316	330	5	10·70
22	470	415	372	10,2	347	80	10	415	372	35	331	345	5	10·70
23	490	430	390	10,2	362	80	10	430	390	35	346	360	5	10·70
24	510	445	408	10,2	377	80	10	445	408	35	361	375	5	10·70
25	530	460	425	10,2	392	80	10	460	425	35	376	390	5	10·70

Ist $x =$ Scheibendurchmesser und $\delta =$ Materialstärke } dann ist der Stempeldurchmesser $= x - 0,1 \cdot \delta$

Abb. 29. Normalien

diesem Falle, so ist auf jeden Fall der letztere der zweckmäßige Zapfen, da bei einer weniger guten Stoßführung trotzdem genaue Teile geschnitten werden können. Kommt, wie aus Abb. 31 zu ersehen ist, ein Schnittgebilde mit ungleichmäßig verteilten Schnittflächen in Frage, so muß auch hier der Schwerpunkt ermittelt werden (ist rechnerisch



Stempelköpfe									Schnittstempel						
k	m	n	o	p	q	r	s	Schrb.	k		l	m	n	Schrb.	Dinorm 84
									von	bis					
80	5	57	50	8	30	19,5	35	4	81	90	30	5	57	4	8 · 50
90	5	67	50	8	30	19,5	35	4	91	100	30	5	67	4	8 · 50
100	5	77	60	8	35	19,5	35	4	101	110	30	5	77	4	8 · 55
110	5	87	60	8	35	19,5	35	4	111	120	30	5	87	4	8 · 55
120	5	97	70	8	40	26	45	4	121	130	30	5	97	4	8 · 60
130	5	107	70	8	40	26	45	4	131	140	30	5	107	4	8 · 60
140	5	117	80	8	45	26	45	4	141	150	30	5	117	4	8 · 65
150	5	127	80	8	45	26	45	4	151	160	30	5	127	4	8 · 65
160	5	137	90	8	50	30	50	4	161	170	30	5	137	4	8 · 70
170	5	147	90	8	50	30	50	4	171	180	30	5	147	4	8 · 70
180	5	157	100	8	55	30	50	4	181	190	30	5	157	4	8 · 75
190	5	167	100	8	55	30	50	4	191	200	30	5	167	4	8 · 75
200	5	177	110	8	60	40	65	4	201	210	35	5	177	4	8 · 85
220	8	184	110	10,2	60	40	65	5	211	220	35	8	184	5	10 · 85
220	8	194	120	10,2	65	40	65	5	221	230	35	8	194	5	10 · 90
230	8	204	120	10,2	65	40	65	5	231	245	35	8	204	5	10 · 90
245	8	219	135	10,2	70	45	75	5	246	260	35	8	219	5	10 · 95
260	8	234	135	10,2	70	45	75	5	261	275	35	8	234	5	10 · 95
275	8	249	155	10,2	75	45	75	5	276	290	35	8	249	5	10 · 100
290	8	264	155	10,2	75	45	75	5	291	315	35	8	264	5	10 · 100
315	8	289	170	10,2	80	50	85	5	316	330	35	8	289	5	10 · 105
330	8	304	170	10,2	80	50	85	5	331	345	35	8	304	5	10 · 105
345	8	319	185	10,2	85	50	85	5	346	360	35	8	319	5	10 · 110
360	8	334	185	10,2	85	50	85	5	361	375	35	8	334	5	10 · 110
375	8	349	200	10,2	90	55	95	5	376	390	35	8	349	5	10 · 115

für Platten-Freischnitte.

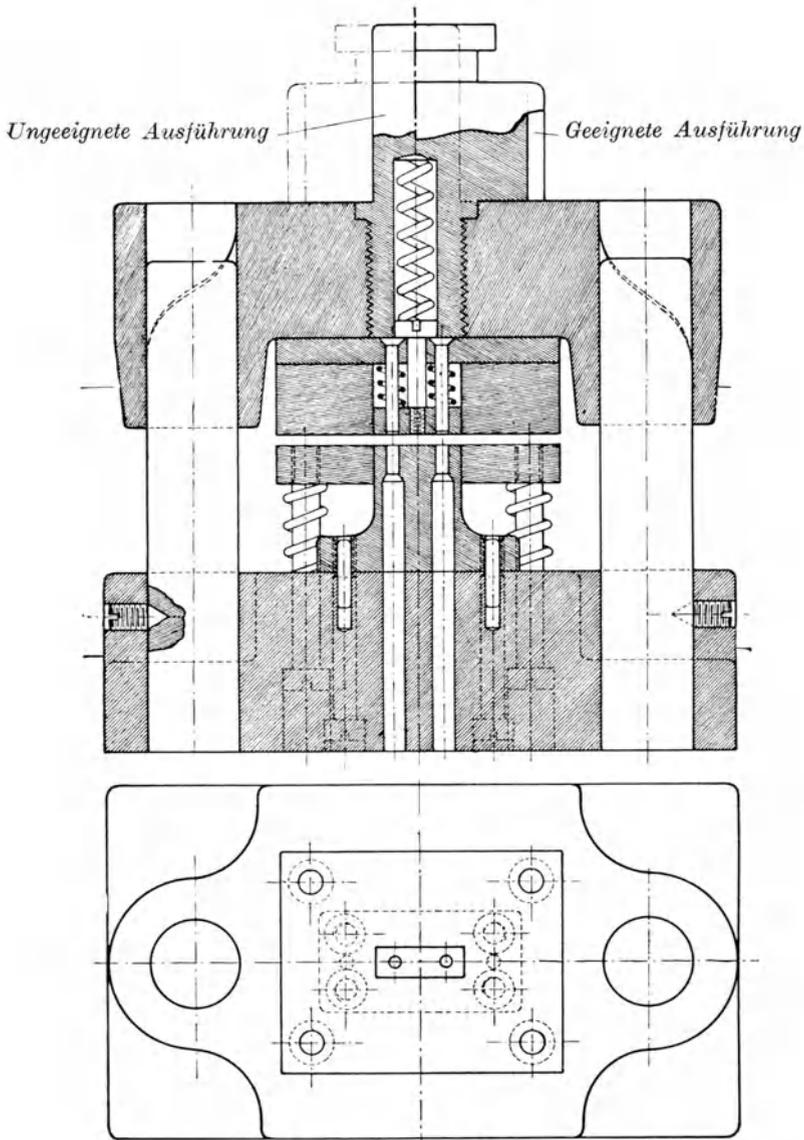


Abb. 30. Komplettschnitt.

durchgeführt). Würde man den Stempelzapfen in die Mitte des Schnittgebildes setzen, so erfolgt bei einer Abweichung von 14,16 mm vom Schwerpunkte, unter Zugrundelegung von 1 mm Eisenblech für den Schnittteil, ein seitlicher Überdruck von $8572,5 - 7132,5 = 1440$ kg. Diesem Überdruck kann die Führungssäule auf keinen Fall standhalten, und die Lebensdauer des Werkzeuges wird kurz bemessen

sein. Der Komplettschnitt setzt sich durchweg aus mehreren Einzelteilen zusammen und hat dadurch den Vorteil, daß beliebige Teile des Schnittes durch andere ergänzt werden können, ohne den Genauigkeitsgrad zu vermindern, und daß ferner eine bequeme Her-

$$S = \frac{a \cdot b \cdot x_1 + c \cdot d \cdot x_2 + \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot x_3 + e \cdot f \cdot x_4 + g \cdot h \cdot x_5 + i \cdot k \cdot x_6 + l \cdot m \cdot x_7}{a \cdot b + c \cdot d + \frac{d^2 \cdot \pi}{4} + e \cdot f + g \cdot h + i \cdot k + l \cdot m}$$

$$S = \frac{9 \cdot 13 \cdot 15,5 + 18 \cdot 58 \cdot 51 + 50,26 \cdot 75 + 10 \cdot 27 \cdot 93 + 41 \cdot 40 \cdot 100,5 + 14 \cdot 27 \cdot 109 + 18 \cdot 13 \cdot 127,5}{9 \cdot 13 + 18 \cdot 58 + 50,26 + 10 \cdot 27 + 41 \cdot 40 + 14 \cdot 27 + 18 \cdot 13}$$

$$S = \frac{319794}{3733,26} = 85,66 \text{ m/m}$$

Exzentrizität 14,16 m/m.

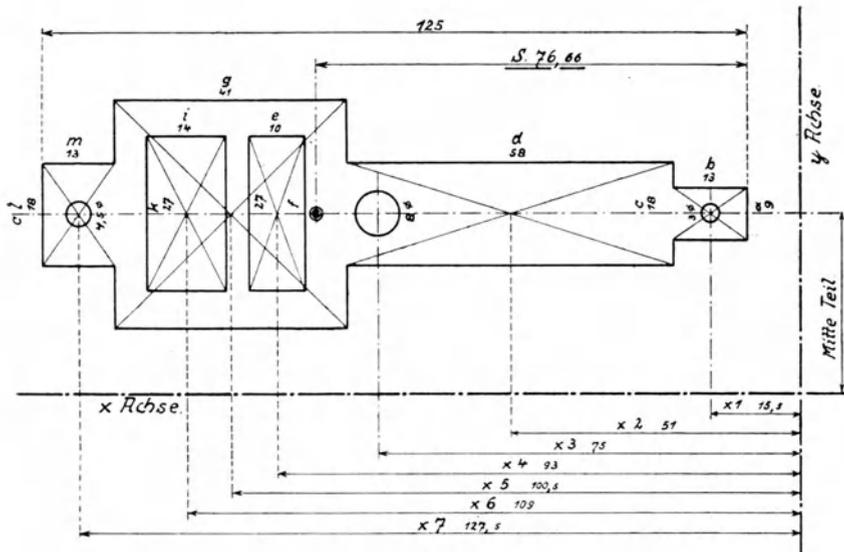


Abb. 31.

Schwerpunktbestimmung eines unsymmetrischen Komplettschnitteiles.

stellungsart bei genauer Maßeinhaltung der Einzelteile gewährleistet ist. Abb. 32 zeigt einen Komplettschnitt für Statorbleche in seinen Details und in zusammengesetztem Zustande. Ganz deutlich ist darin erkennbar, wie die einzelnen Teile zueinander befestigt sind, und ferner, welche Anordnung getroffen werden mußte, um den Auswerfer, der ebenfalls aus vielen Bestandteilen besteht, als festes Ganzes umzubilden und als beweglichen Teil wirken zu lassen. Für den Fall, daß der Schnittteil von den Auswerffedern nicht ausgeworfen werden sollte, werden die Auswerfer aus Sicherheitsgründen noch zwangsläufig betätigt. Handelt es sich um besonders hohe

Stückzahlen, die ein solcher Schnitt zu leisten hat, so ist es empfehlenswert, alle schneidenden Teile aus Schnellaufstahl herzustellen. Der Unterschied zwischen Gußstahl, wie er zu Führungsschnitten verwendet wird, und Schnellaufstahl hinsichtlich der Schnittleistung ist

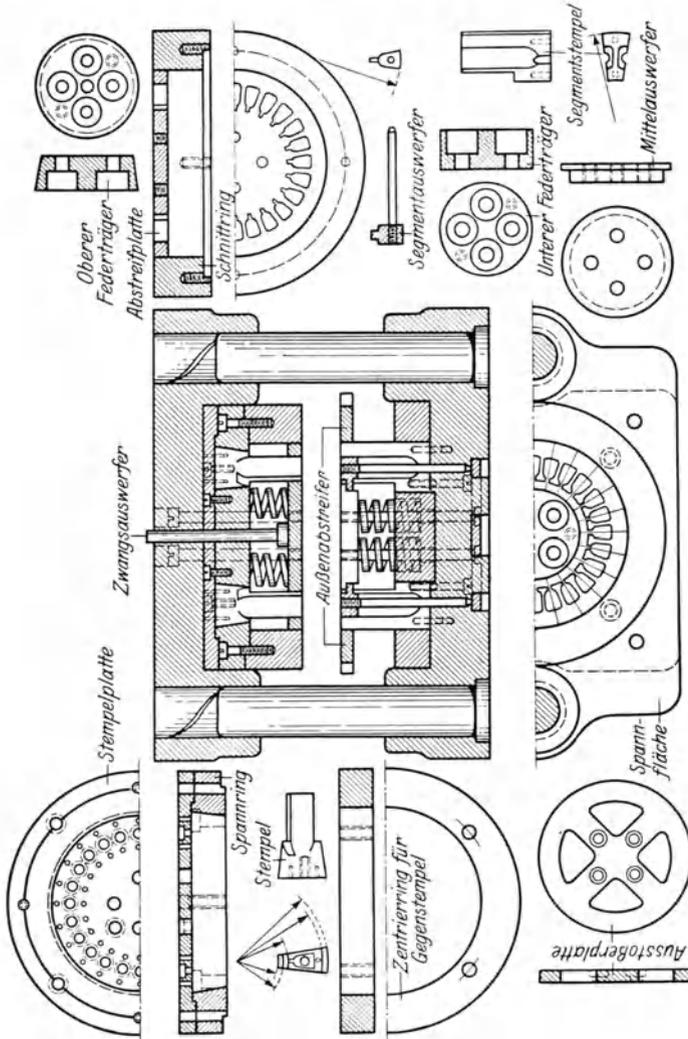


Abb. 32. Komplettschnitt für Anker- und Statorbleche.

groß, und zwar leistet Gußstahl 8000, Schnellstahl 40 000 Stück pro Scharfschliff. Rechnet man als Abnutzungshöhe für die schneidenden Teile des Werkzeuges ca. 25 mm und für den Scharfschliff genau so viel, wie bei einem Führungsschnitt, 0,15 mm (ohne Schnittkantenbruch), so kann bei Schnellstahl die Lebensdauer $\frac{25}{0,15} = 166 \cdot 40000$ mit

6640000 Stück veranschlagt werden. Diese Zahl wird noch übertroffen, wenn das Werkzeug unter der Obhut eines befähigten Einrichters steht. Die wirtschaftliche Ausnutzung der Blechstreifen bei dem angeführten Beispiel ist gut. Aus dem Mittelausschnitt des Stators wird das Ankerblech gefertigt, und dadurch wird das Abfallmaterial sehr gering. Nicht selten kommen Fälle vor, bei denen zwei Schnittteile zueinander gut passen müssen, wie dies z. B. bei Abb. 33 veranschaulicht ist. Bei derartigen Gelegenheiten wird der Komplettschnitt stets ein vortreffliches

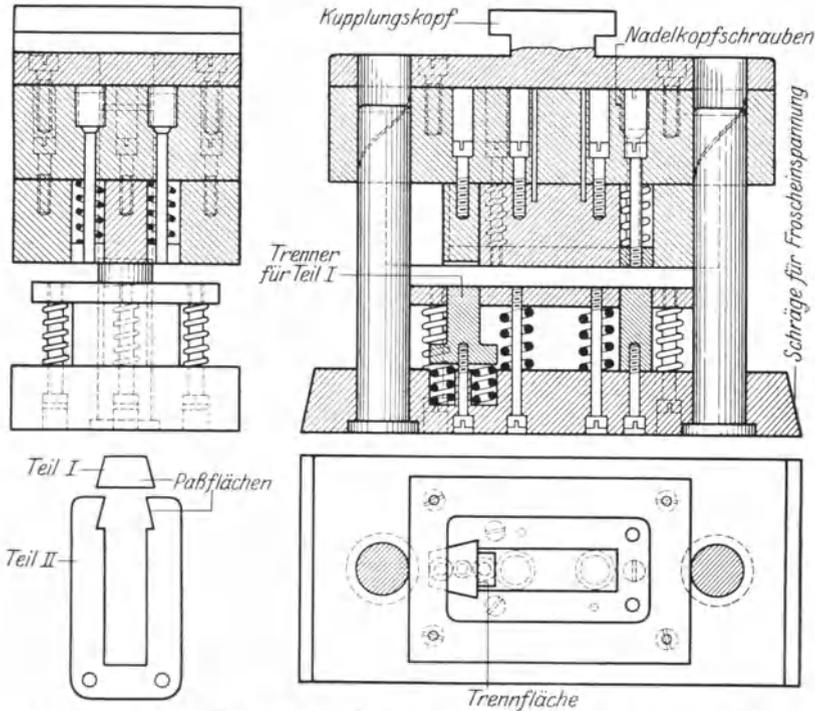


Abb. 33. Komplettschnitt mit Trenner für Transformatorbleche.

Fabrikationsmittel bleiben, der hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Genauigkeit wohl nicht übertroffen werden kann.

Die Konstruktion basiert in diesem Falle auf dem gleichen Prinzip wie die vorhergehenden, nur, daß für Teil I ein besonderer Trenner, mit einer $0,7 \delta$ schräg abfallenden Schnittkante versehen, eingebaut ist. Eine weitere Variante zeigt der Kupplungskopf des Komplettschnittes, der denselben von der Presse unabhängig macht. Wenn, wie früher gesagt, die Werkzeuge mit besonderer Sorgfalt behandelt werden sollen, so gilt dies auch für die Presse. Um nicht einer Presse einen höheren Schnittdruck zuzumuten, als sie zu leisten imstande ist, muß jede Presse mit der Zahl der zulässigen Abscherungs-Quadratmillimeter oder dem maximalen Druck in Kilogramm versehen sein. Der Abscherungsquerschnitt und Schnitt-

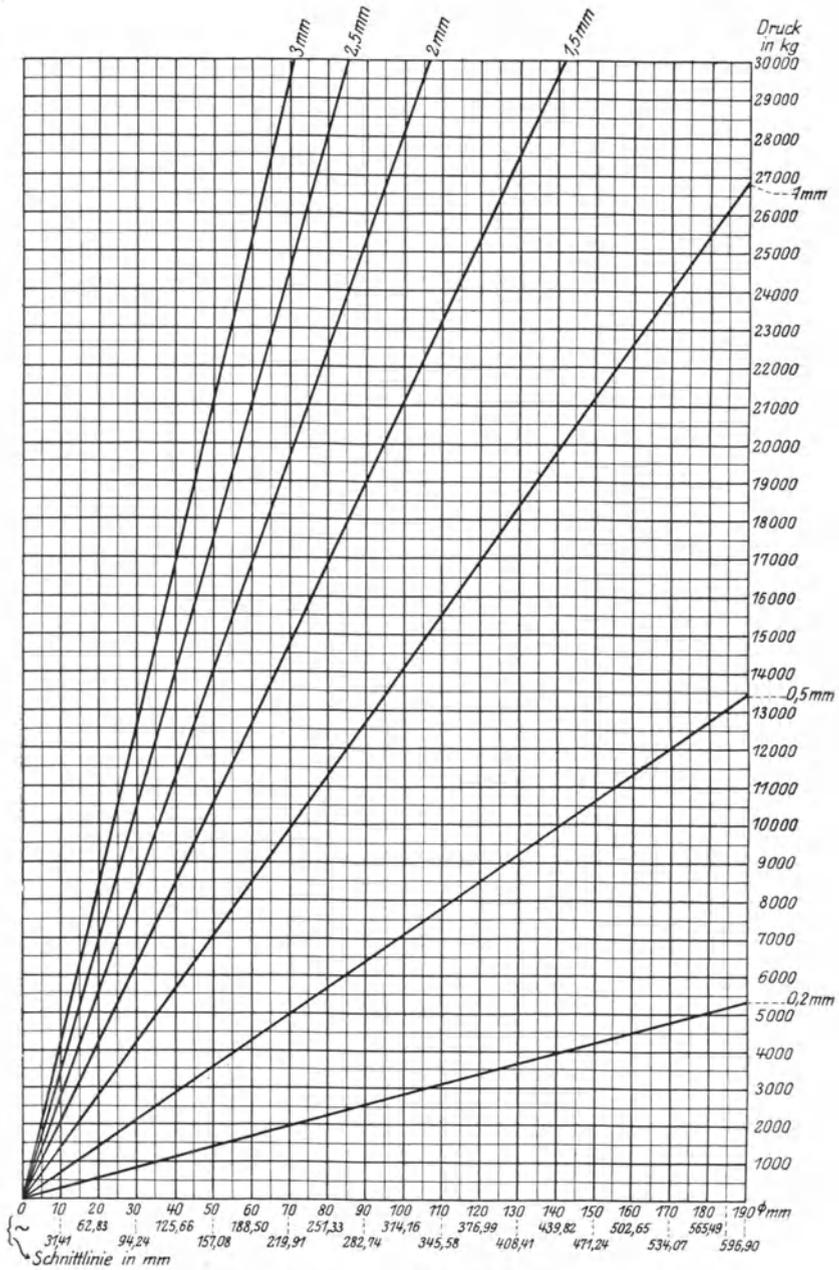


Abb. 34. Schnittdruckdiagramm.

druck eines Werkzeuges lassen sich ermitteln, wie schon einmal erwähnt, und zwar ersterer durch Multiplikation des gesamten Umfanges mit der Materialstärke, letzterer durch Multiplikation dieses Querschnitts mit dem Abscherungsdruck für die Flächeneinheit. Ist die Schnittlinie und die Materialstärke gegeben, so kann aus dem Schnittdruckdiagramm Abb. 34 der Schnittdruck mit Leichtigkeit abgelesen werden. Für Eisenblech kommt der Ablesewert, für Messing $\frac{2}{3}$ des Ablesewertes in Frage.

Die Biegerei hat es im Verhältnis zur Schnitteilfertigung mit weniger komplizierten und empfindlichen Werkzeugen zu tun. Deshalb ist auch der Verbrauch an Biegevorrichtungen nicht so groß wie derjenige der Schnittwerkzeuge.

Strenggenommen unterscheidet man vier Grundformen von Biegevorrichtungen. Die erste Vorrichtung ist die einfache Winkel- und Konturstanze, die zweite die Doppelwinkelstanze mit Federboden, ferner die dritte der Roller mit Federschieber und Niederhaltung und die vierte die Doppelschieberstanze mit zwangsweiser Schieberbetätigung mit Federboden und Niederhaltung. Einen Spezialfall stellt die doppelt wirkende Biegevorrichtung für Zickzackwinkel in ihrer Konstruktion dar. Die Abb. 35 zeigt einfache Winkelstanzen, mit denen man in der Lage ist, quadratische Hülsen in zwei Biegeoperationen herzustellen. In der ersten Operation wird das Blechstück in die Einlage der Matrize gelegt und durch den dachförmigen Stempel an drei Kanten gebogen. Für die Vollendung der vorgebogenen viereckigen Hülse ist eine weitere Stanze, ähnlich der ersteren, erforderlich, worin die Fertigstellung der Hülse durch Biegung um einen viereckigen Handorn, wie aus der Abbildung hervorgeht, geschieht.

Eine vielfach in der Massenfabrikation benutzte Stanze ist die Doppelwinkelstanze mit Federboden. Sie wird angewendet, um U-förmige Winkelbiegungen auf einmal herzustellen. Die Handhabung dieser Stanze geht in gleicher Weise vor sich, wie bei ihrer Vorgängerin. Die Biegeteile werden ebenfalls in die Einlage eingelegt oder, wenn diese nicht vorhanden ist, auf Einhängestifte des Federbodens gehängt. Die Biegung tritt ein, wenn der Stempel die Matrize berührt und tiefer drückt, wie die Abb. 36 zeigt, bis die zwei Schenkel in der Matrize hochgebogen sind. Das Mittelstück zwischen den beiden

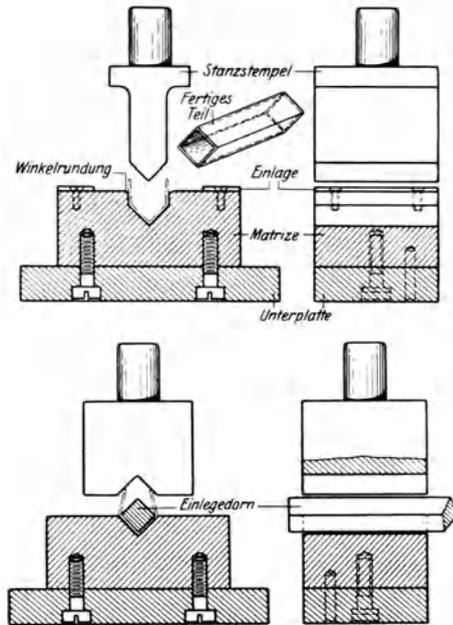


Abb. 35. Einfache Winkelstanzen.

Schenkeln erhält durch scharfen Aufschlag eine Planierung. Nach erfolgter Biegung, nachdem also der Stempel die Matrize verlassen hat, wird der Teil aus der Matrize ausgeworfen und diese wieder freigelegt.

Die zweite Biegung, welche der Teil zur Herstellung seines Fertigprofils erhält, wird ebenfalls mit einer Doppelwinkelstanze ohne Federboden ausgeführt; hierbei bleibt der Teil nach seiner Profilierung in der Matrize hängen und muß von Hand ausgestoßen werden.

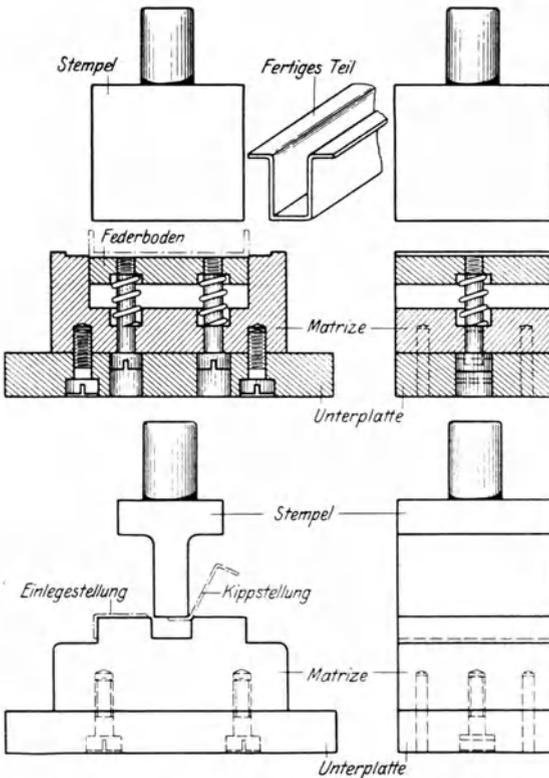


Abb. 36. Doppelwinkelstanzen mit und ohne Federboden.

der Abb. 37 zu ersehen. Es besteht aus zwei geschlossenen Teilen, dem Ober- und dem Unterteil. Ersterer ist aus dem Stempelkopf, unterer Kopfplatte, Betätigungskeil für den Rollschieber und dem federnden Niederhalter zusammengesetzt. Der Unterteil dagegen besteht aus Unterplatte, den beiden Schieberführungen, dem Rollschieber, der durch Spiralfeder und Federkolben stets in seiner Anfangsstellung gehalten wird, und den beiden Aufhängestiften, mit denen der Teil festgehalten wird.

Die Handhabung des Werkzeuges geht so vor sich, daß man, nachdem der Teil durch die Aufhängestifte in die richtige Lage ge-

Das Rollwerkzeug oder kurz Roller genannt, dient speziell zur Herstellung von Scharnierteilen sowie von Blechkörpern mit umgerollten Kanten. Um eine gut gerollte Rundung zu erhalten, muß diejenige Kante, an welcher der Rollschieber zuerst angreift, gut angerundet sein. Dies wird zur Vermeidung einer besonderen Biegeoperation im Führungsschnitt, in dem der Schnittteil entsteht, vorgenommen. Beim Ausschneiden des Teiles erhält hierbei die abgerundete Kante einen schrägen Abschnitt, der dem fertigen Auge des Scharniers einen guten Abschluß gibt. Die Konstruktion des Werkzeuges ist aus

bracht ist, den Oberteil nach unten bewegt. Der Niederhalter, der zum Betätigungskeil eine gewisse Voreilung hat, drückt den zu rollenden Teil, ehe die schräge Keilfläche des Schiebers berührt wird, fest auf die Unterplatte, worauf die Rollung durch den Schieber erfolgt. Anfangs- und Endlage des Rollschiebers sind durch Anschlagstifte begrenzt.

In der Gruppe der Stanzwerkzeuge, bei denen es größere Zug- und Druckkräfte zu überwinden gibt, haben alle Kraft ausübenden beweglichen Teile eine zwangsläufige Bewegung, d. h. diejenigen auftretenden Stanzbewegungen, die sonst durch Federung hervorgerufen werden können, schalten hierbei vollständig aus.

Das Werkzeug nach Abb. 38, eine Doppelschieberstanze mit Federboden und Niederhaltung, hat die wie oben geschilderten Eigenschaften. Auch hier besteht das Werkzeug aus zwei Teilen, aus Ober- und Unterteil. Es sei auf die eigenartige Ausbildung der Betätigungskeile hingewiesen, die in der Unterplatte geführt sind, also bei ausübendem Keildruck nicht aus ihrer Lage verdrängt

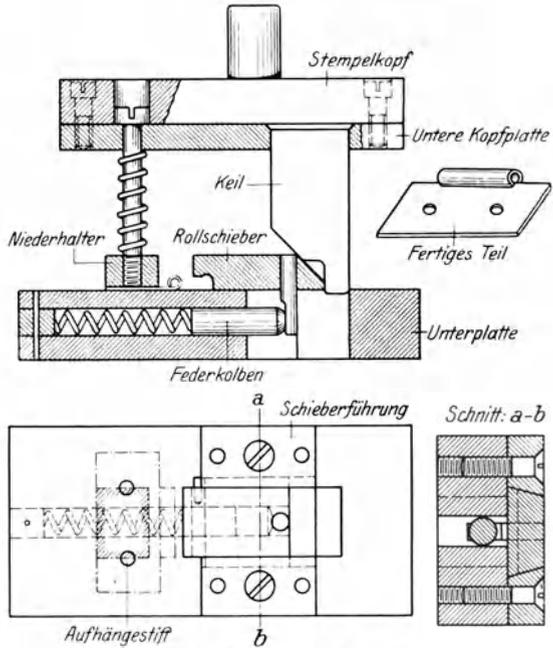


Abb. 37. Rollwerkzeug.

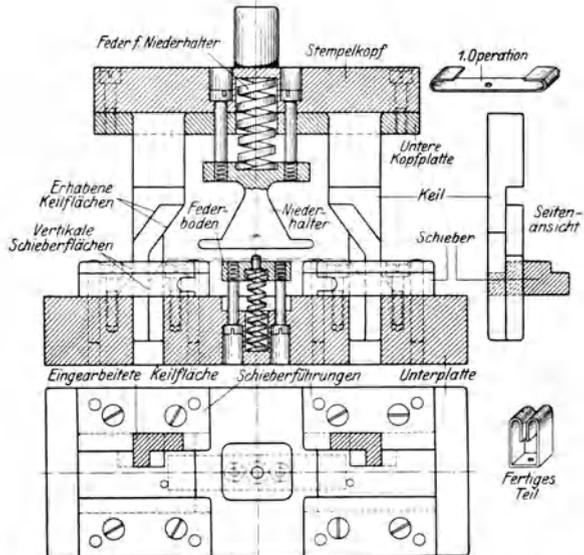


Abb. 38. Doppelschieberstanze mit Federboden.

werden können, und mit ihren erhabenen ausgearbeiteten Keilflächen in die seitlich eingearbeiteten Flächen der Schieber greifen. Damit den Betätigungskeilen eine genügende Leerlaufbewegung gegeben werden kann, während bei dem Stanzschieber der Stillstand geboten werden muß, sind, um letzteres zu erreichen, die eingearbeiteten Keilflächen der Schieber mit Vertikalflächen versehen, an denen die erhabenen Betätigungskeilflächen entlang gleiten. Die hintereinander folgenden Bewegungen der beweglichen Teile des Werkzeuges sind so aufgebaut, daß, wenn der Schnittteil auf den Aufhängestift des Federbodens aufgelegt ist, mit dem Beginn des Niedergehens der Betätigungskeile die Ruhestellung

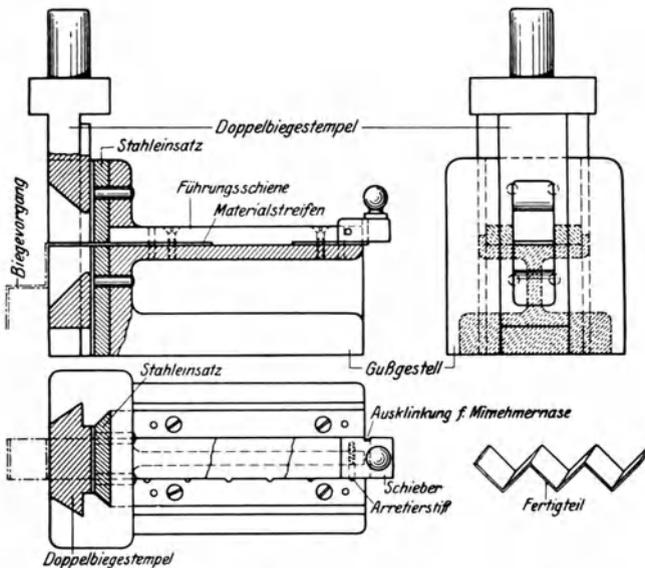


Abb. 39. Biegevorrichtung für Zickzackstreifen.

der Schieber nicht gestört wird. Der Stillstand der Schieber bleibt also so lange bestehen, bis der Niederhalter die Schenkel des Stanzteiles um die Schieberkante hochgebogen (siehe punktierte Andeutung) und den Federboden bis in die unterste Stellung gedrängt hat. Hier-nach treten erst die Schieber in Tätigkeit und biegen durch ihre Bewegungen nach innen die zuerst hochgebogenen Schenkel um den profilierten Niederhalter, wie es die dargestellte Form der ersten Operation zeigt.

Die Weiterentwicklung zum fertigen Teil entsteht durch Benutzung einer weiteren Winkelstanze mit Federboden nach Abb. 36, die den ganzen Fertigungsprozeß damit beendet.

Eng verbunden mit der Vielseitigkeit des Werkzeuges sind auch die Werkzeugkosten. Es versteht sich daher von selbst, daß die Kalkulation darüber zu entscheiden hat, ob ein derartiges Prinzip zur An-

wendung gelangt oder nicht. Sind die in Betracht kommenden Stückzahlen gering, so ist die Benutzung von einfachwirkenden Werkzeugen nur ratsam.

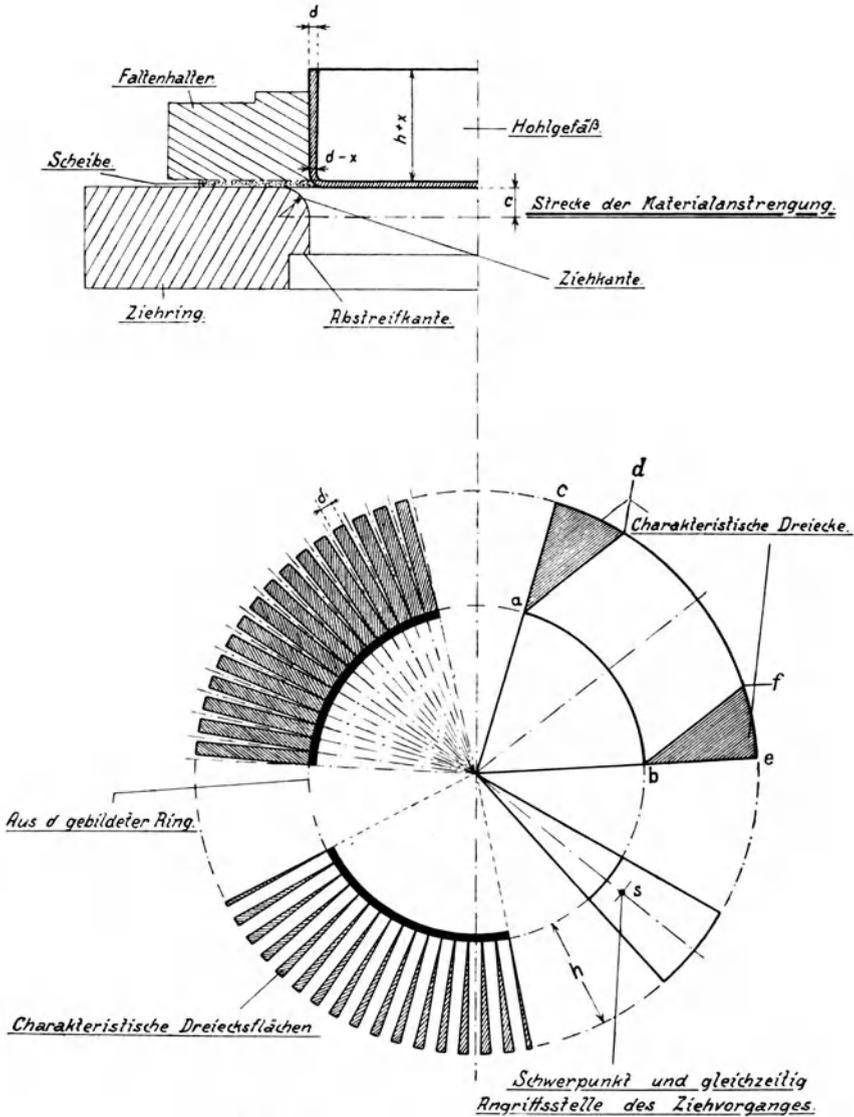


Abb. 40. Schema der Topfbildung.

Für wellenartige oder Zickzackstreifen, die vielfach für Nebenschlußwiderstände Verwendung finden, kann die Biegevorrichtung, Abb. 39, benutzt werden. Die Vorrichtung bietet ein leichtes Arbeiten ohne Unterbrechung, während andere Vorrichtungen dies nicht

ermöglichen. Der Blechstreifen kann hier in verschiedene Breiten geschnitten werden, ohne daß größere Veränderungen am Werkzeuge selbst vorzunehmen sind. Handelt es sich um verschiedene Blechstärken, so muß ein neues Führungsstück eingebaut werden, das den Zwischenraum zwischen Biegestempel und Führungsstück so viel vergrößert oder verkleinert, wie die Stärke des Blechstreifens es fordert. Für den Vorschub des Streifens wird ein kleiner Einschnitt im Streifen zum Anbiegen einer Nase gemacht, die in die Ausklinkung des Arretierschiebers eingreift.

Die Arbeit mit dem Werkzeug geht so vonstatten, daß man zunächst die angebogene Nase des Streifens in die Ausklinkung des Transportschiebers eingreifen läßt und beides zusammen in das Werkzeug einführt. Der Transportschieber besitzt, wie aus der Abb. 39 zu ersehen ist, einen vorstehenden Federkolben, der, sobald er die Stelle des Gleitbahnenindex passiert, darin einschnappt. Nach jeder solchen Arretierung wird wechselseitig der Biegestempel nach oben und unten bewegt. Hierdurch erhält auch der Streifen analog der Schieberbewegung seine entsprechenden Einknickungen. Das Spiel der Fortbewegung sowie der des Biegevorganges geht auf diese Art bis zur völligen Verarbeitung des ganzen Streifens vor sich.

Ziehen runder Hülsen. An Hand eines Beispiels seien im folgenden die wesentlichen Merkmale des Ziehprozesses entwickelt. Es sei ein Topf mit einem zylindrischen Mantel von der Höhe h herzustellen. Ferner sei angenommen, man verwende hierfür eine Scheibe von einem Durchmesser, gleich der doppelten Mantellänge h plus Bodendurchmesser des Topfes. Bei einer gleichen Teilung des Bodenumfanges und Bildung daraus entsprechender Rechtecke (in Wirklichkeit Kreisringausschnitte) kommt durch Ausschneiden einer großen Anzahl von Dreiecken und Umbiegen der Rechtecke die Topfform zustande. Der Deutlichkeit wegen sei dies in Abb. 40 gezeigt.

Zieht man durch a und b zwei Radien und von a und b aus zwei Parallele zur Halbierungslinie des von den Radien eingeschlossenen Zentrierwinkels, so erkennt man, daß zur Topfbildung die Flächen acd und bef herausgeschnitten werden müssen. Diese Verhältnisse sind an dieser Stelle in vergrößertem Maßstab gezeichnet worden. In Wirklichkeit muß man sich a bis b gleich der Materialstärke δ denken und kann dann die auszuschneidenden Flächen acd bzw. bef als Dreiecke betrachten, die in der Abbildung als charakteristische Dreiecke bezeichnet sind.

Nun ist aus Abb. 40 weiter zu ersehen, daß nachdem der Topf durch das Umbiegen sämtlicher Rechtecke gebildet ist, die charakteristischen Dreieckflächen übrigbleiben. Diese Flächen werden durch den Ziehprozeß beseitigt und verlängern den Mantel des Topfes um ihr Volumen. Die Angriffsstelle für den Ziehvorgang ist im Schwerpunkt S jedes Dreiecks, wo sich auch die Ziehkante des Ziehringes befindet. Mit dem Beginn des Ziehprozesses tritt gleichzeitig eine unvermeidliche Materialanstrengung (s. Abb. 40, Andeutung Strecke c), d. h. eine Verkleinerung der Blechstärke, ein. Letztere tritt um so

mehr in Erscheinung, je scharfkantiger der Ziehstempel ausgebildet ist. Die Auswirkung der Materialanstrengung ist in der Gegend des Topfbodens am größten und nimmt mit steigender Höhe der Gefäßwand nur allmählich ab.

Die Materialanstrengung, die sich in den Grenzen von 5—10%, bezogen auf δ bewegt, ist eine Folge der Umformung der Scheibe zum Hohlgefäß in

führungslösem Zustande und wird durch den in den meisten Fällen unnötig hoch ausgeübten Faltenhalterdruck noch weiter unterstützt. Hieraus ergeben sich auch die verschiedenen Wandstärken, die man jeweils vorgefunden hat. Besonders wichtig ist daher eine Blechprüfung mit dem Erichsen-Apparat, um die Güte des Materials festzustellen. Eine ebenso wichtige Erscheinung ist die durch das Ziehen des Gefäßmantels hervorgerufene Schwächung im Mittelpunkt des Gefäßbodens, die gleichfalls von dem Faltenhalterdruck ab-

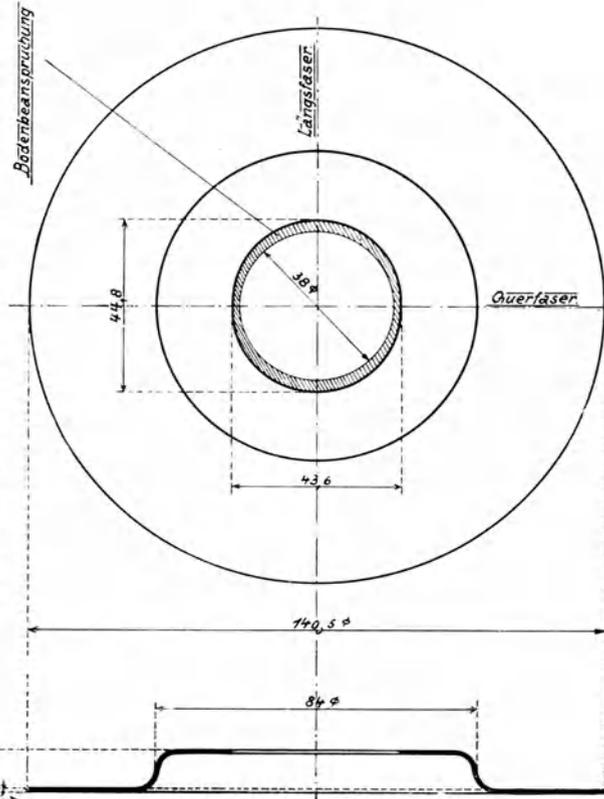


Abb. 41. Bodenbeanspruchung bei Topfbildung.

hängig ist. Einen Beweis hierfür zeigt die in Abb. 41 dargestellte Scheibe mit einem Lochdurchmesser von 38 mm. Die Bodenanstrengung wirkt sich hier in einem ovalen Loch aus, und diese Eigenart steht mit der Längs- und Querfaser des Bleches in Verbindung.

Für die wirtschaftliche Massenfertigung von runden Ziehtteilen und deren Stufenfolge ist es in erster Linie wichtig, die Abrundungen der Ziehkante für Ziehringe und der der Ziehstempel in zweckentsprechender Weise zu wählen.

Ebenso hängt auch die wirtschaftliche Fertigung der Ziehtteile von der Wahl der Ziehstufenfolge ab. Aus Abb. 42 ist zu ersehen, wie

die Stufenfolge mit und ohne Anwendung des Faltenhalters für runde und rechteckige Hohlgefäße zu geschehen hat. Vor allem sei darauf hingewiesen, daß keine zu kleine Abrundung der Ziehstempel gewählt werden soll, sondern diese in der Weise zu bestimmen ist, daß die eine Abrundung da aufhören muß, wo die nächste Abrundung beginnt. Unbedingt erforderlich ist es auch, das Luftloch im Ziehstempel auf keinen Fall zu vergessen, da sonst die gezogene Hülse durch den atmosphärischen Bodendruck sich schwer vom Stempel abstreifen läßt.

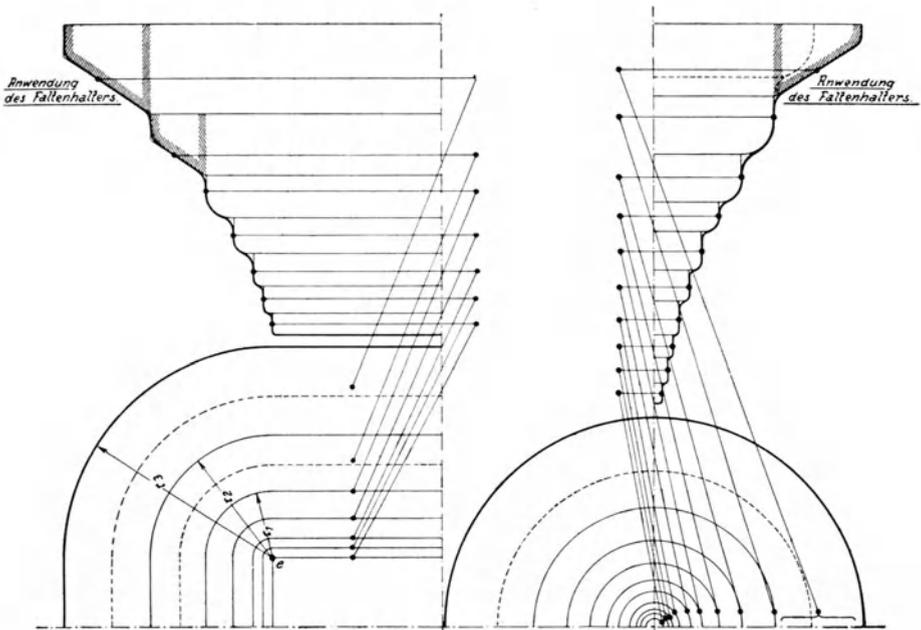


Abb. 42. Ziehstufenbild mit Kantenabrundungen für runde und eckige Hohlkörper.

Was allgemein über Ziehstempel gesagt ist, muß auch für Ziehringe, insbesondere bei rechteckigen Ziehringen mit Anwendung des Faltenhalters beobachtet werden. Die Abrundung der Ziehfläche hat unbedingt vom Mittelpunkt der kleinsten Ziehrundung aus zu geschehen, da bei anderer Anordnung das Material Falten bildet und reißt (s. Abb. 42, Radius r_1 , r_2 , r_3). Die Maßbestimmung der Stufenfolge für die in Frage kommenden Ziehoperationen sowie die Ziehkantenbestimmung der Ziehringe sei an Hand von aufgestellten Diagrammen mit anschließenden Zahlenbeispielen, die diesem Kapitel folgen, erläutert.

Zunächst ist die Grundbedingung in einer modernen Stanzerei die Vornahme der Blechprüfung für Ziehzwecke. Der hierfür in Frage kommende Blechprüfapparat ist der bereits erwähnte Erichsen-Apparat; dieser besteht, wie aus Abb. 43 ersichtlich ist, aus einem Gußstell, das

auf der einen Durchbruchseite den Ziehring und auf der gegenüberliegenden Außenseite einen drehbaren Spiegel trägt, in dem man den ganzen Ziehvorgang bis zur Bruchgrenze des Bleches genau verfolgen kann. Auf der Gegenseite des Ziehringes und Spiegels befindet sich am Prüfungsapparat die große, im Gußgestell schraubbare Faltenhalterspindel, in der sich die kleinere Stempelspindel mit angedrehter Halbkugel ebenfalls schrauben läßt; beide können durch einen federnden, sinnreich angebrachten Stiftring geoder entkuppelt werden. Das Handrad, welches einen Skalaring trägt, an dem man die gezogenen Tiefen des Bleches bis zur Bruchgrenze ablesen kann, ist mit der kleinen Stempelspindel fest verbunden. Die Güte des Bleches wird mit dem Apparat wie folgt festgestellt:

Das zu prüfende Material wird in einer Größe von 90×90 mm zurechtgeschnitten, dann zwischen Ziehring und Faltenhalterspindel gebracht und festgeklemmt. Hiernach wird die zweite Spindel durch den Stiftring entkuppelt und mit dieser eine so tiefe Kugelvertiefung in das festgeklemmte Blech eingedrückt, bis die Zerreißung des Materials eintritt.

Um sich von der Güte des Materials zu überzeugen, ist dem Erichsen-Apparat ein Diagramm über handelsübliche Ware beigegeben, woraus man feststellen kann, ob das geprüfte Material mit der Tiefung (in Millimeter ausgedrückt) für Ziehzwecke sich eignet oder nicht. Dieses Diagramm ist in Abb. 44 dargestellt und soll für die später folgenden Beispiele als Voraussetzung gelten. Um vorweg für die Benutzung desselben ein Beispiel zu bringen, würde demnach für 0,5 mm doppelt dekapiertes Stanz- und Falzblech 8,4 mm Tiefung in Frage kommen. Da die Blechsorten aus den verschiedenen Hütten und in ihrer Charge verschieden ausfallen, so sind Varianten in der Tiefung bis zu 10% zulässig; darüber aber hinaus sollte man vorsichtig sein und erst Ziehproben machen, ehe man mit der Fertigung der Teile beginnt.

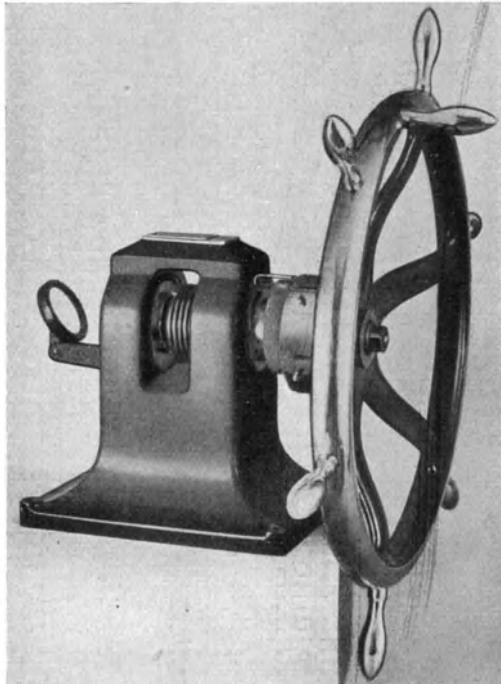
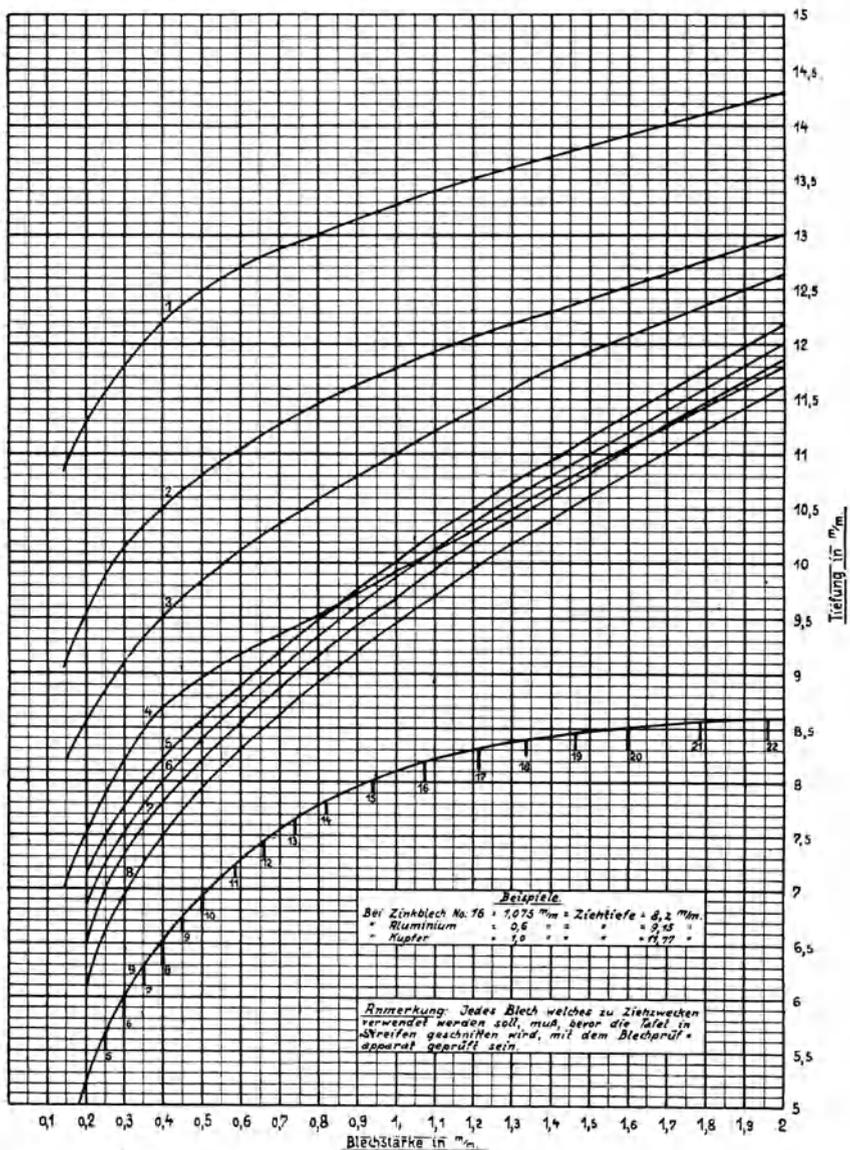


Abb. 43. Tiefungsapparat.



- | | |
|--|---|
| 1. Messing-Druckblech. | 2. Kupfer. |
| 3. Bandeisens-blank. | 4. Aluminium. |
| 5. S.M. Eisen-Tiefblech. | 6. 2 x dek. Stanz- u. Falzblech. |
| 7. 1 x dek. Stanz- u. Falzblech. | 8. Falzblech (gewöhnlich) u. Weißblech. |
| 9. Zink. (No. nach schlesischer Zinkblechlehre.) | |

Abb. 44. Diagramm des Tiefungsapparates.

Zur Festlegung der erforderlichen Ziehoperationen bis zur endgültigen Fertigstellung von einfachen oder Profilkörpern gibt das Diagramm

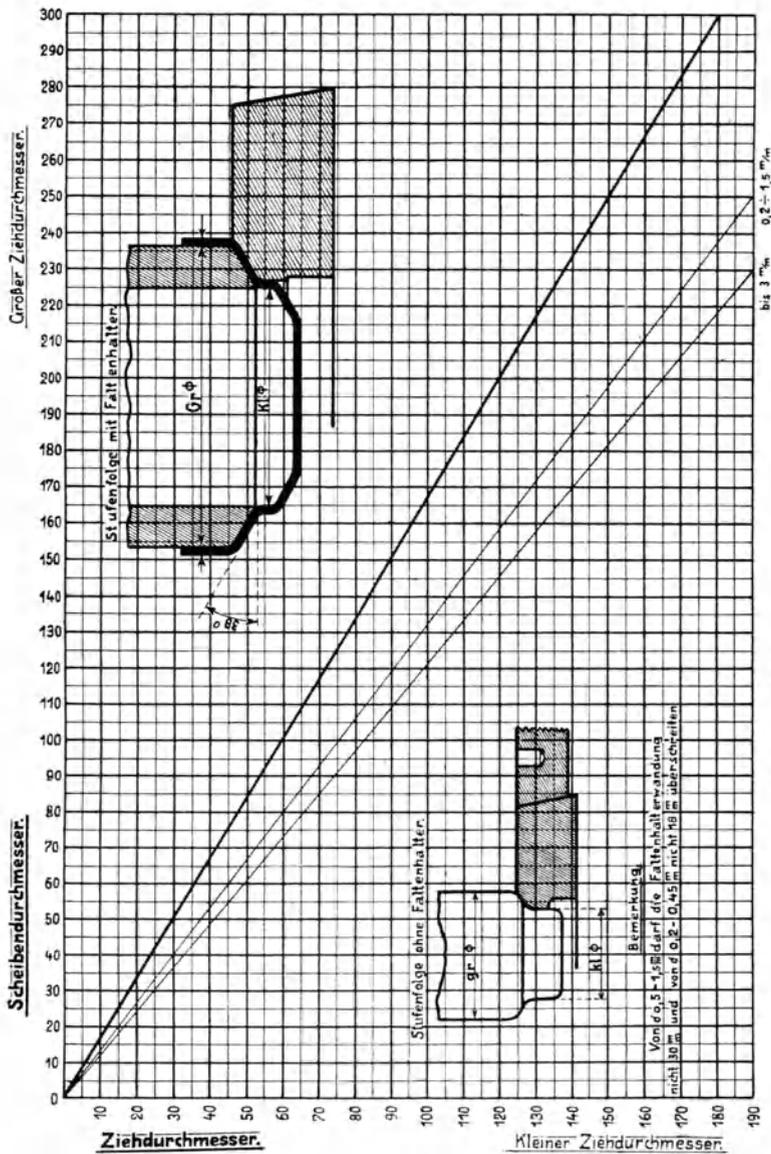


Abb. 45. Ziehdiagramm für Hohlkörper.

Abb. 45 unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Fertigung Auskunft (vgl. Erläuterung Seite 72), desgleichen das Diagramm Abb. 46 über Ziehkantenbestimmung des Ziehringes für die erste Ziehoperation.

Die Scheibengröße von runden Gefäßen zu bestimmen, war von jeher mit dem Ausprobieren der Werkzeuge verknüpft, und es bedurfte

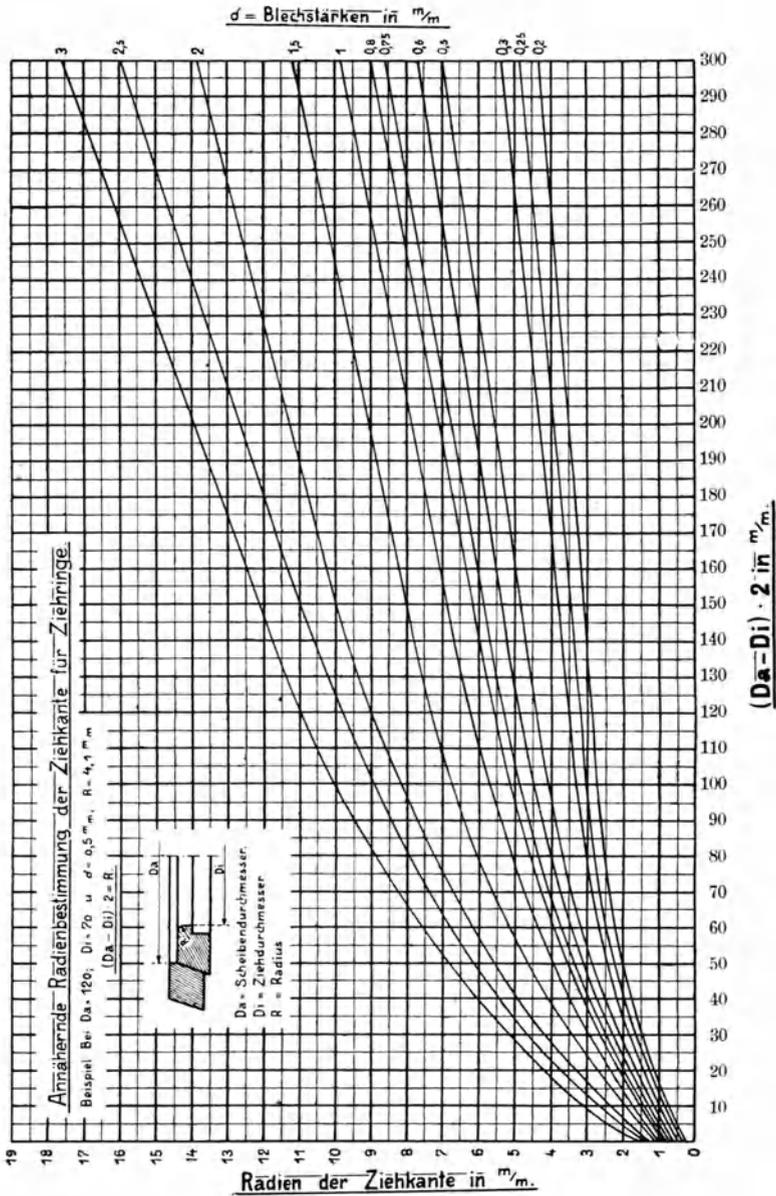


Abb. 46. Ziehkanten-Diagramm für Ziehringe.

eines besonders guten instinktiven Gefühles, um die Anzahl der Ziehoperationen richtig festzulegen. Versagte das Gefühl, so war entweder

der Scheibendurchmesser, woraus das Gefäß gefertigt werden sollte, wesentlich zu groß, was natürlich mit mehr Ziehoperationen verbunden ist, oder die Scheibe war zu klein und reichte für die Größe des Körpers nicht aus.

Ziehen eckiger Hohlkörper. Alles über runde Hohlgefäße Beschriebene und bildlich Dargestellte findet bei rechteckigen oder sonstigen Profilgefäßen eine ähnliche Anwendung; schwieriger ist hier die Scheibenform zu bestimmen. In Abb. 47 sind nun zur besseren Er-

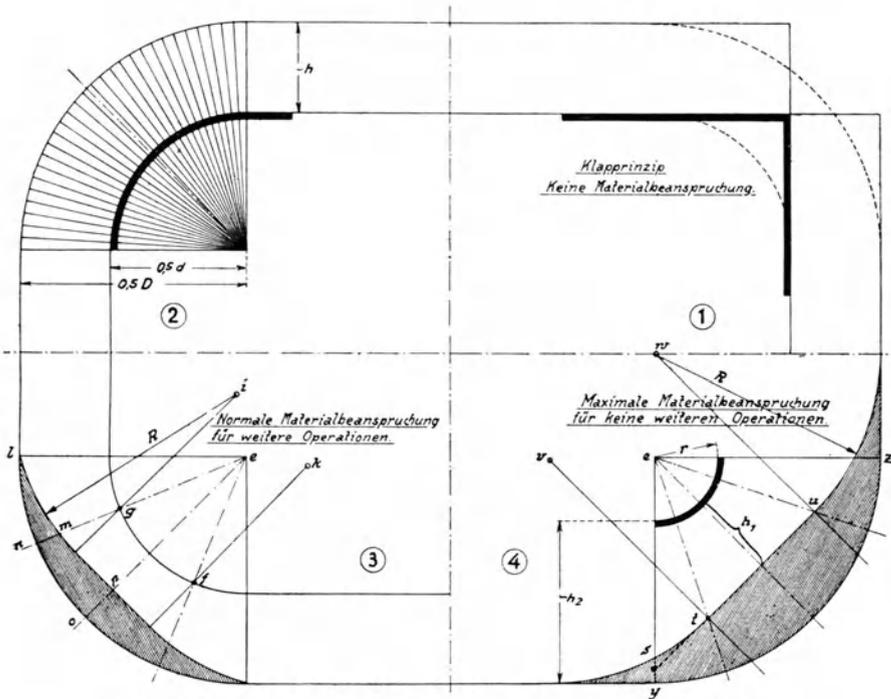


Abb. 47. Schema über Einziehecken unrunder Hohlkörper.

läuterung vier verschiedene Ansichten für rechteckige Profile dargestellt. Im Quadranten 1 würde demnach zur Herstellung eines viereckigen Gefäßes durch Ausschneiden rechtwinkliger Ecken und Hochbiegen der Seitenwände (sogenanntes Klappprinzip) das Material nicht beansprucht. Anders dagegen liegen die Verhältnisse im Quadranten 2. Hier ist eine rechtwinklige, mit abgerundeten Ecken gezogene Kappe, die eine Mantelhöhe h hat, herzustellen. Denkt man sich die vier abgerundeten Ecken aneinandergereiht, so erhält man einen ganzen Hülsenmantel, woraus durch die Angabe des Radius 0,5 die Mantelfläche $= D \cdot \pi \cdot h$ errechnet werden kann. Da nun der vierte Teil von $D \cdot \pi \cdot h$ für jede Ecke in Frage kommt, berechnet sich der Flächeninhalt mit $\frac{\pi}{4} \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{4} = x$; für den übrigen Teil der Mantelfläche

mit der Höhe h kommt, wie bereits erwähnt, das Klappprinzip zur Anwendung. Nun ist aus der Behandlung der Topfbildung (Abb. 40) bekannt, daß sich der Mantel um das Volumen der charakteristischen Dreieckflächen verlängert, also höher wird, als die Mantelfläche sein soll. Um dieses zu verhindern, muß an der abgerundeten Ecke eine Formkorrektur vorgenommen werden, die darauf hinausläuft, daß sie nur so viel Quadratmillimeter an Flächeninhalt erhält, als nur zur

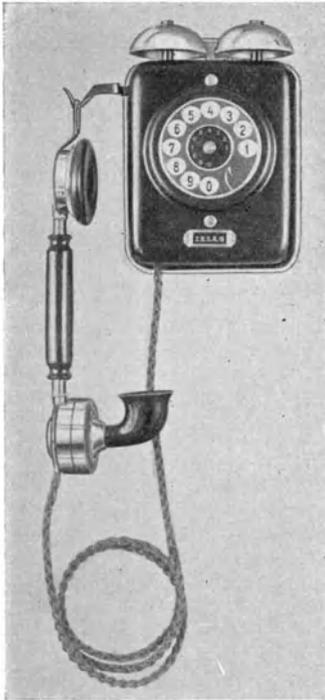


Abb. 48. Telefonapparat mit gezogener Grundplatte und Kappe.

Herstellung der Mantelecke erforderlich sind. In welcher Weise die Formgebung hinreichend genau genug ist, sei im Quadranten 3 angedeutet. Vom Mittelpunkt e ausgehend, sind Lote auf die Mantelwände gefällt und bilden somit mit diesen einen rechten Winkel, der durch die Winkelhalbierungslinie noch geteilt ist. Die dadurch entstandenen zwei Kreissektoren werden durch das Ziehen zweier Strahlen nach den Punkten g und f von e aus wiederum halbiert. Werden nun durch die Schnittpunkte g und f , welche an der Ziehkante liegen, Parallele zur Winkelhalbierungslinie ep gezogen, so erhält man, wenn die Entfernung le mittels Zirkel fixiert ist, durch Kreisbogenschlag von l aus den Punkt i und in analoger Weise den Punkt k . Die im Punkt p der Winkelhalbierungslinie errichtete Senkrechte vervollständigt die Form des Abschnittes, weil vom Punkt i und k auch der Kreisbogenschlag im Abstände el erfolgt. Die auf diese Art gefundene Form für die Kappenecke hat sich bei normaler Blechbeanspruchung für hintereinanderfolgende Ziehoperationen als ganz günstig herausgestellt. Es kommen aber nun viele Fälle vor, bei denen man bei

wirtschaftlicher Fertigung die maximale Materialbeanspruchung gut in den Kauf nehmen kann, erstens, um nicht wegen einer belanglosen Sache noch eine Operation folgen zu lassen, und zweitens, weil es auf die Genauigkeit des Profils weniger ankommt. Im Quadranten 4 ist als letzte Ansicht die wirtschaftliche Grenze für maximale Materialbeanspruchung (Blechschwächung) konstruktiv durchgeführt. Auch hier ist man vom Mittelpunkt e ausgegangen, hat den rechten Winkel gebildet, die Halbierungslinie und den Ziehradius r für die Kappenabrundung eingezeichnet, um festzustellen, wieviel Quadratmillimeter für die Mantelrundung erforderlich sind. Damit die maximale Dehnungsfähigkeit des Materials (z. B. 15–20% für doppelt dekapiertes Eisenblech) nicht bedeutend

überschritten wird, trägt man auf den Schenkel ey 15% der Höhe h_2 (s. Punkt s) auf und fällt von dort ein Lot auf die Winkelhalbierungslinie. Dieses Lot wird durch einen Strahl von e im Punkte t halbiert, wo auch die Parallele der Winkelhalbierungslinie hindurchgeht.

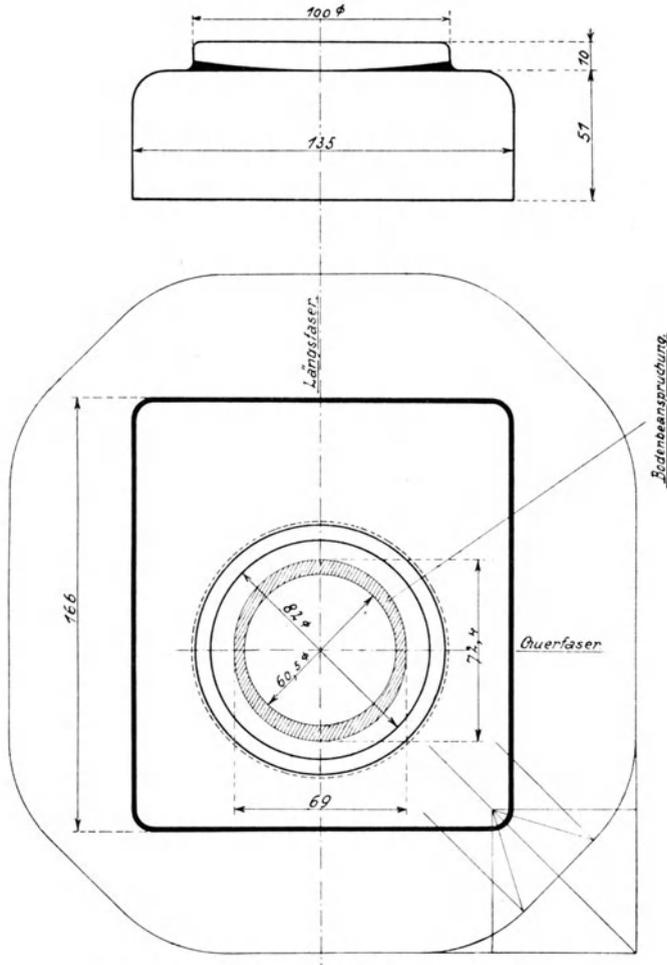


Abb. 49. Kappe eines Telephonapparates.

Punkt u ist in analoger Weise wie Punkt t gefunden. Verbindet man beide gefundenen Punkte u und t , so daß man ein Dreieck erhält, und schlägt mit der Strecke ey vom Punkte v und w aus Kreisbogen, so soll die Höhe h_1 nicht wesentlich überschritten werden, falls zu wenig Quadratmillimeter im Abschnitt der Winkelfläche vorhanden sein sollten (s. Schraffur), weil sonst das Material in der Härte das Maximum überschreitet, unganzz wird und dadurch eine Unwirtschaftlichkeit in der Fertigung Platz greift.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß man gut tut, bei variablen Blechstärken und maximaler Beanspruchung, besonders bei doppelt-dekapiertem Eisenblech, die Ecken nach dem Ziehprozeß warm anzu- blasen, weil gewöhnlich bei solcher Beanspruchung des Materials, wie sie hier gemeint ist, eine derartige Härte auftritt, die sich bei weiterer Bearbeitung des Teiles (Kantenschliff) in Sprünge auswirkt, die durch die ganze Materialstärke gehen. Wie weit man bei guter Ausnutzung des Ziehprozesses gehen kann, beweist die in Abb. 49 dargestellte Kappe, welche aus einer Profilscheibe mit einem 60 mm versehenen Loch in einer Ziehoperation fertiggezogen wird.

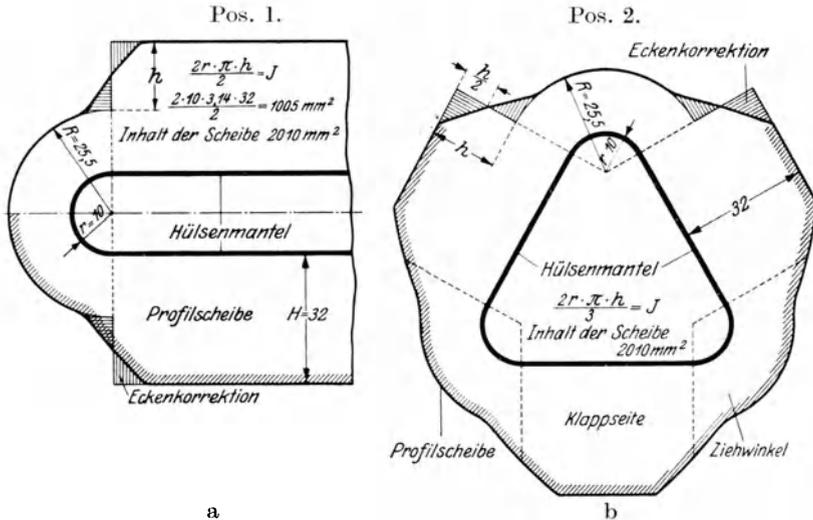


Abb. 50. Scheibenform-Ermittlung eckiger Profile.

Nach dem Klappprinzip können die Profilscheiben aller eckigen Gefäße bestimmt werden, während die Anzahl der Ziehoperationen von der Größe der Ecken (Einziehflächen) abhängig ist. Bei den Gefäßen nach Abb. 50, Pos. 1 und 2, legt man die Anzahl der Ziehgänge so fest, indem die Einziehflächen wie runde Scheiben behandelt werden. Die Konstruktion zur Festlegung der Profilscheibe findet auf folgende Art ihre Lösung: Suche alle diejenigen Flächen, welche klappbar und die, die zum Einziehen bestimmt sind, zu gruppieren, wie es in der Art und Weise nach Abb. 50 geschieht. Aus der Angabe der Abrundungsecke und der Höhe des Gefäßes wird nun der Flächeninhalt der Einziehfläche $\frac{2 \cdot r \cdot \pi \cdot H}{2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 3,14 \cdot 32}{2} = 1005 \text{ mm}^2$ ermittelt, woraus sich der Scheibendurchmesser für Pos. 1 und Pos. 2 $D = 51 \text{ mm}$ und $R = 25,5 \text{ mm}$ ergibt. Mit der Einzeichnung des Radius $R = 25,5 \text{ mm}$ tritt gleichzeitig eine scharfe Einknickung an der Klappseite auf, die vermieden werden muß, da sonst beim Einziehen der Winkelflächen die Winkelschenkel sich aneinanderlegen und den Körper an dieser Stelle

unganz machen. Aus diesem Grunde sucht man an den Einknickungsstellen allmähliche Übergänge zu schaffen, die durch Bildung von Dreieckpaaren von gleichem Inhalt erreicht werden. Die Größe der Dreiecke sind am vorteilhaftesten gewählt, wenn die Höhe h in

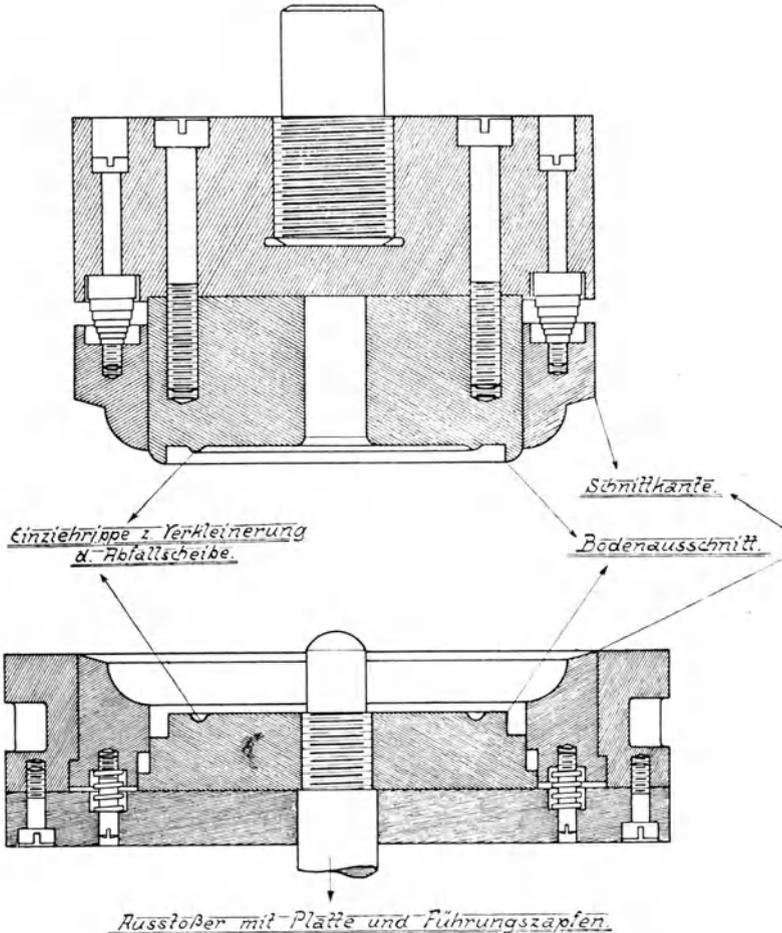


Abb. 51. Kombinierte Schnitt- und Prägestanze.

jeder Ecke halbiert wird und dann erst mit der Wahl der kleinsten und günstigsten Eckflächen begonnen wird. Die Anzahl der Ziehgänge für beide Positionen sowie die Größe der Ziehradien belaufen sich auf:

Eckscheibe	1. Zug	2. Zug
51 mm	30 mm gewählt 29 mm	21 mm gewählt 20 mm
	$r = 14,5$ mm	$r = 10$ mm
Ziehradius bei $\delta = 0,5$	$R = 2,7$ mm	$R = 4,5$ mm

Um nun den in der Praxis Stehenden einerseits und dem Lernenden andererseits Gelegenheit zu geben, sich mit der Materie der Ziehtechnik

auf rechnerischer Basis Fertigkeiten anzueignen, folgen weiter unten (Seite 63 ff.) Rechnungsbeispiele von verschiedenen Gefäßen mit Auflösungen, woraus zu erkennen ist, auf welche Weise die Scheibendurchmesser gefunden werden können.

Wenigen wird es bekannt sein, daß auf Friktionspressen geschnitten und gezogen werden kann. Mit der in Abb. 51 dargestellten kombinierten Schnitt- und Prägestanze werden Konturringe hergestellt, die maßlich innen und außen beschnitten sowie fertiggestanzt herauskommen. Die Arbeitsweise des Werkzeuges ist folgende: man legt die mit einem Loch versehene Blechscheibe über den Führungszapfen des Ausstoßers; die in Frage kommende Friktionspresse setzt ihren Faltenhalter auf den Rand der Scheibe, der dann nachfolgende Stempel zieht bis zu einer bestimmten Tiefe die Kontur des Ringes vor, schneidet den äußeren Rand sowie den Boden aus, zieht ferner aus dem ausgeschnittenen Boden des Ringes einen Stäbchenrand hoch und prägt durch Aufschlag die Kontur fertig. Gibt der Stempel den Teil frei, so entnimmt man aus der Matrize drei Teile, den ausgeschnittenen äußeren Ring, den Boden und das fertige Teil. Damit keine größeren Zeitverluste beim Herausnehmen der Teile entstehen, wird der ausgeschnittene Boden durch Einprägung einer Rille verkleinert, der das Zusammenhalten des ausgeschnittenen Bodens mit dem Ausstoßer an der Trennstelle verhindert.

Normalien für Ziehwerkzeuge.

Für die wirtschaftliche Fertigung in einer modernen Stanzerei ist die Normalisierung ihrer Werkzeuge eine Vorbedingung. Dieses Grundprinzip gipfelt darin, nur einheitliche Werkzeuge zu schaffen, um einerseits ihr leichtes Einspannen zu ermöglichen, andererseits die Bestandteile des kompletten Werkzeuges in größerer Anzahl im Akkord herzustellen und auf Lager zu halten. Abb. 52 zeigt einige Beispiele, in welcher Weise man eine praktische Vereinheitlichung der Werkzeuge vornehmen kann. Pos. 1 stellt einen kompletten Satz des Ziehwerkzeuges für große Kurbelziehpressen dar, das je nach Größe und Vielseitigkeit des Betriebes in drei oder mehreren Gruppengrößen zur Verwendung kommt (große, mittlere und kleine Ausführung). Der komplette Satz ist so eingerichtet, daß die Höhe h stets der Entfernung von Unterplatte der Presse bis zur tiefsten Stellung des Faltenhalters entsprechen muß. Aus diesem Grunde ist es auch erklärlich, Unterlegstücke zur Ausgleichung der Höhe der Werkzeuge in Fortfall zu bringen und dadurch eine bessere Einspannung zu gewährleisten. Durch diese Anordnung kommen auch einheitliche Abmessungen für Zieh- und Faltenhalterringe (siehe Pos. 2) in Frage, die ohne weiteres, wie bereits erwähnt, in größerer Stückzahl vorgedreht und von Fall zu Fall fertiggestellt zu werden brauchen. Handelt es sich um Ziehtteile, die weitere Ziehprozesse durchzumachen haben, fertigt man Ziehring und Faltenhalter aus Gußeisen an. Besonders gut hat Gußeisen sich für Aluminium, Zink und doppeltdekapiertes Eisenblech erwiesen.

Pos. 3 zeigt eine komplette Werkzeuggarnitur in zwei Ausführungen für eine kombinierte Schnitt- und Ziehpresse, wobei Schnitt und Zieh- ring sowie Faltenhalter, der gleichzeitig Schnittstempel ist, nur aus-

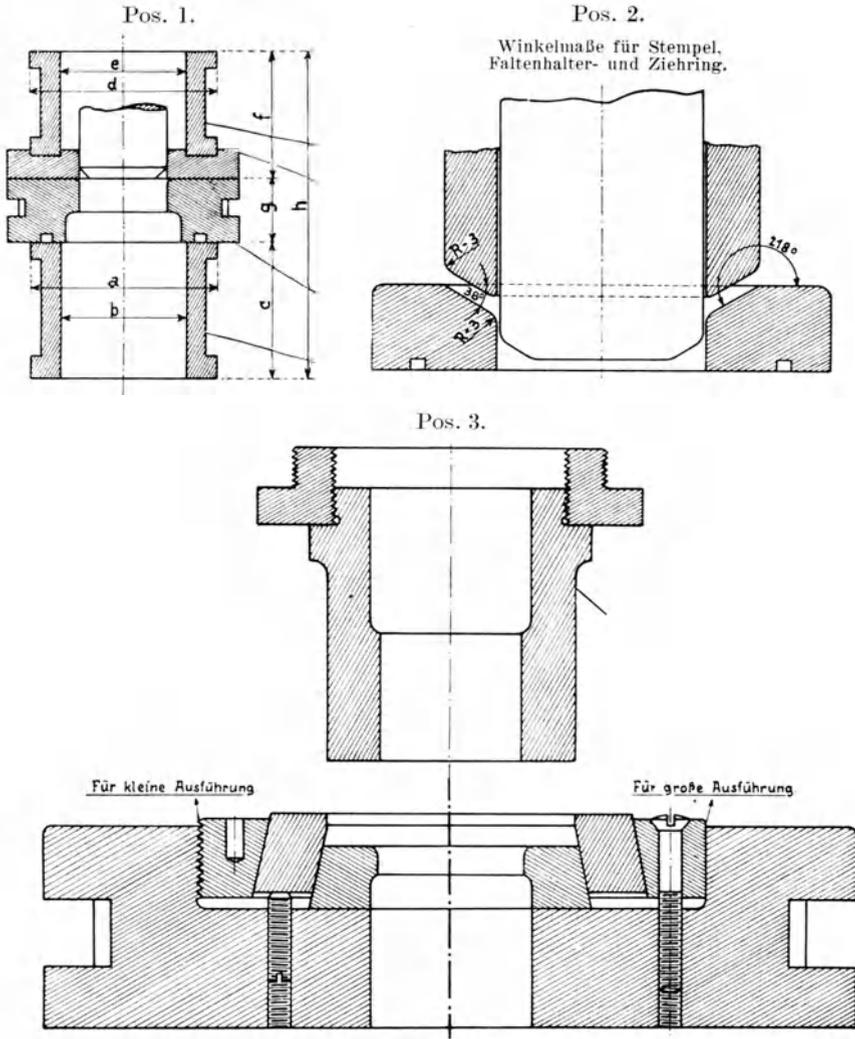


Abb. 52. Normalisierte Ziehwerkzeuge und Bestandteile.

gewechselt zu werden brauchen. Der Unterteil, Frosch genannt, wird auch in normalisierten Größen geführt; kleine und mittlere Frösche sind mit Gewindespannung ausgebildet, bei größeren Werkzeugen dagegen geschieht die Befestigung des Spannrings mittels versenkter Schrauben. Den Faltenhalter fertigt man am vorteilhaftesten bei kleinen Ausführungen aus ungehärtetem Gußstahl, bei mittleren und

untergebracht, der bei dünnem Material durch Spiralfedern oder bei stärkerem über 0,5 mm durch abgestimmte Stifte mit Gummipuffer statt Spiralfedern nach oben gedrückt wird. Es empfiehlt sich hier, den Schnitttring gut hart, dagegen den Schnittstempel nur halbhart zu machen, da sonst, wenn beide Schnittkanten (Ring und Stempel)

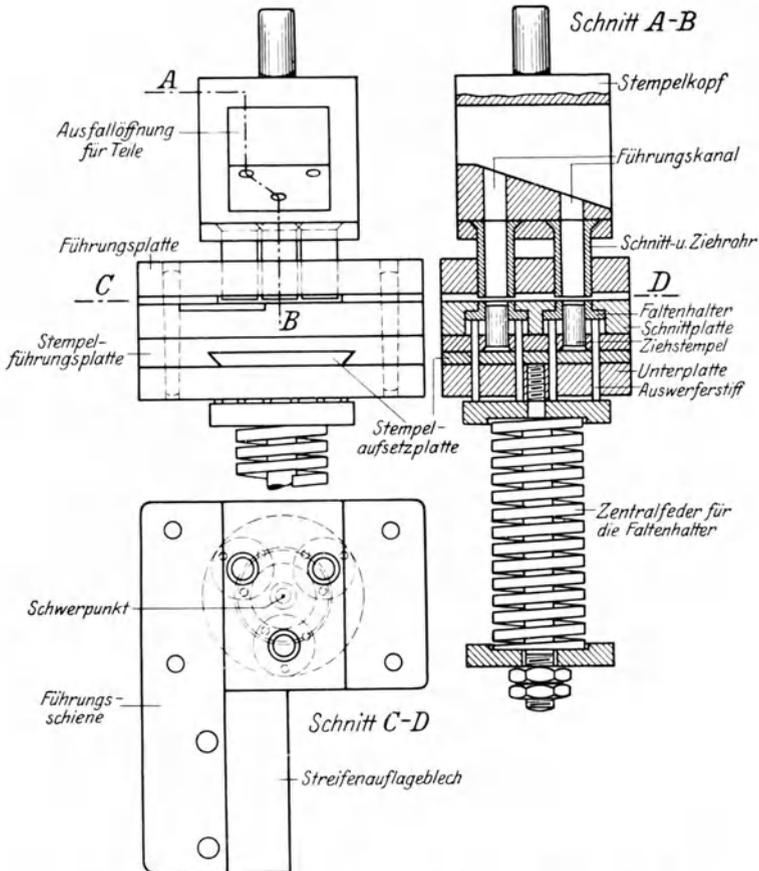


Abb. 54. Dreifach wirkendes Schnitt- und Ziehwerkzeug für normale Exzenterpressen.

gleiche Härtebeschaffenheit aufweisen, Beschädigungen in kurzer Zeit auftreten. Bei der Benutzung dieses Werkzeuges ist unbedingt auch eine in ihrer Schlittenführung gut laufende Maschine zu verwenden.

Bei zu steigender Produktion aber, wo Hülsen mit kleinem Durchmesser in großen Mengen und das Nichtvorhandensein von kombinierten Schnitt- und Ziehpressen in Frage kommt, wendet man mehrfach wirkende Schnitt- und Ziehwerkzeuge, wie ein derartiges in Abb. 54 dargestellt ist, an. Dieses Werkzeug ist in Form eines Führungsschnittes gebaut und hat sich als praktisch und

leistungsfähig erwiesen. Der Unterschied gegenüber dem einfachwirkenden, obwohl die Konstruktion bei beiden Werkzeugen die gleiche ist, ist der, daß die gezogenen Hülsen nicht wie beim einfachen Ziehwerkzeug wieder ausgestoßen werden, sondern aus dem Stempelkopf (Laterne genannt) herausfallen.

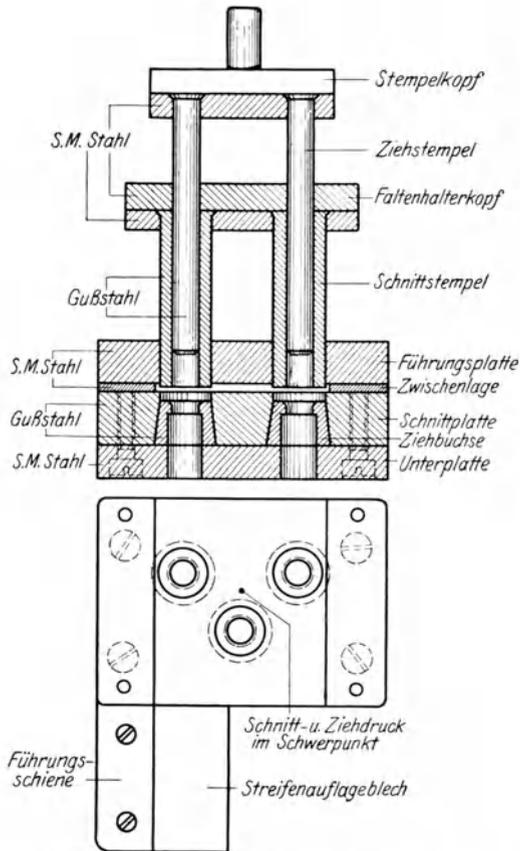


Abb. 55. Dreifach wirkendes Schnitt- und Ziehwerkzeug für Schnitt- und Ziehpressen.

In jenen Betrieben aber, wo kombinierte Schnitt- und Ziehpressen vorhanden sind, wendet man mit Vorliebe ein Werkzeug nach Abb. 55 an. Der Vorteil dieses Werkzeuges gegenüber der in der Wirkungsweise umgekehrt arbeitenden Ausführung besteht darin, daß alle gezogenen Hülsen geordnet nach unten in den Sammelkasten fallen können, während bei den anderen Werkzeugen dies nicht der Fall ist. Ein weiterer Vorzug dieser

Werkzeugkonstruktion kann in der Auswechselbarkeit der Ziehringe gesehen werden, was bei ihrer Ergänzung infolge Verschleißens nicht mit solchen hohen Reparaturkosten verbunden ist als bei den anderen mehrfach wirkenden Ziehwerkzeugen.

Locher für Hülsen.

Unter den Hülsenlochwerkzeugen unterscheidet man drei verschiedene Ausführungsarten, und zwar einzelschnittige, doppelschnittige Bocklocher (mit Umlkehrbewegung) und Schieberlocher mit Kurvenbetätigung. In den meisten Fällen sind bei diesen Werkzeugen große Schnittstempelbewegungen charakteristisch, welche durch die Hülse selbst hervorgerufen werden. Die Schnittstempel ragen auf Grund dieses Zustandes, kurz vor dem der Ausschnitt erfolgt, zu weit aus der Führungsplatte heraus und müssen deshalb mit einer beweglichen Stempelhalteplatte versehen sein. In der Abb. 56 ist die Konstruktion eines einzelschnittigen Lochers veranschaulicht, woraus auch die Wirkungsweise desselben hervorgeht.

Doppelschnittiges Lochwerkzeug. Wenn Teile mehrere Operationen durchzumachen haben und diese mit einer Anzahl von Schnittwerkzeugen fertiggestellt werden, stellen sich stets Fehler ein. Um diese Fehler zu beseitigen, insbesondere dort, wo Hülsen gegenüberliegende Durchbrüche haben und stimmen müssen, ersann man doppelschnittige Lochwerkzeuge. Längere Zeit lochte man derartige Hülsen von innen nach außen in vertikaler Richtung, war aber dadurch genötigt, den Schlagzapfen der Exzenterwelle von der oberen in die seitliche Totlage zu setzen. Auf diese Art und Weise konnte der Schnittstempel in der Mitte der Innenhülse eingestellt werden, und der Schnittvorgang kam von der Mitte der Stößelbewegung nach oben und zurück (erste halbe Exzenterbewegung),

dann von der Mitte nach unten und zurück (zweite halbe Exzenterbewegung) zustande. Wurde der große Hub der Presse im vollen Umfange für andere Zwecke wieder gebraucht, so mußte die Maschine in ihrem Ursprungszustand mit den Schlagzapfen in oberer Lage zurückversetzt werden. Bei dem Werkzeug Abb. 57 kann

jede Presse, soweit ihr Hub es zuläßt, um doppelschnittige Lochungen auszuführen, benutzt werden. Die Eigenart des Werkzeuges besteht darin, daß der eine Schieber vertikal, der andere durch den beweglichen Daumen des ersteren in horizontaler Richtung (Linksbewegung)

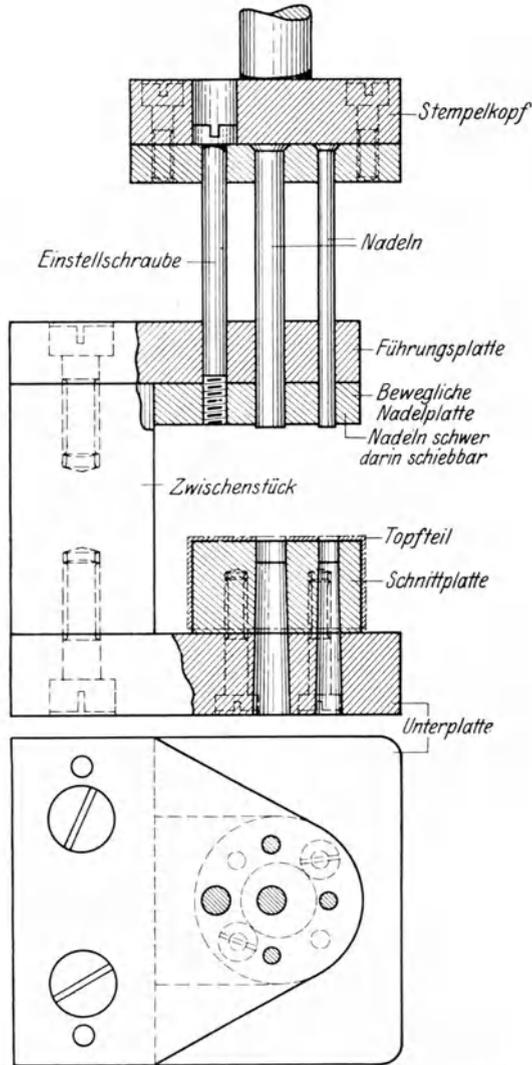


Abb. 56. Hülsenbodenlocher mit beweglicher Nadelhalteplatte.

betätigt wird. Auf der entgegengesetzten Seite vom beweglichen Daumen des Vertikalschiebers befindet sich eine schräge Fläche, die den Horizontalschieber, an dem der Schnittstempel befestigt ist, durch seinen vorstehenden Bolzen nach der rechten Schnittbacke bewegt, während die über dem Daumen befindliche Schräge ihn in die Mittelstellung

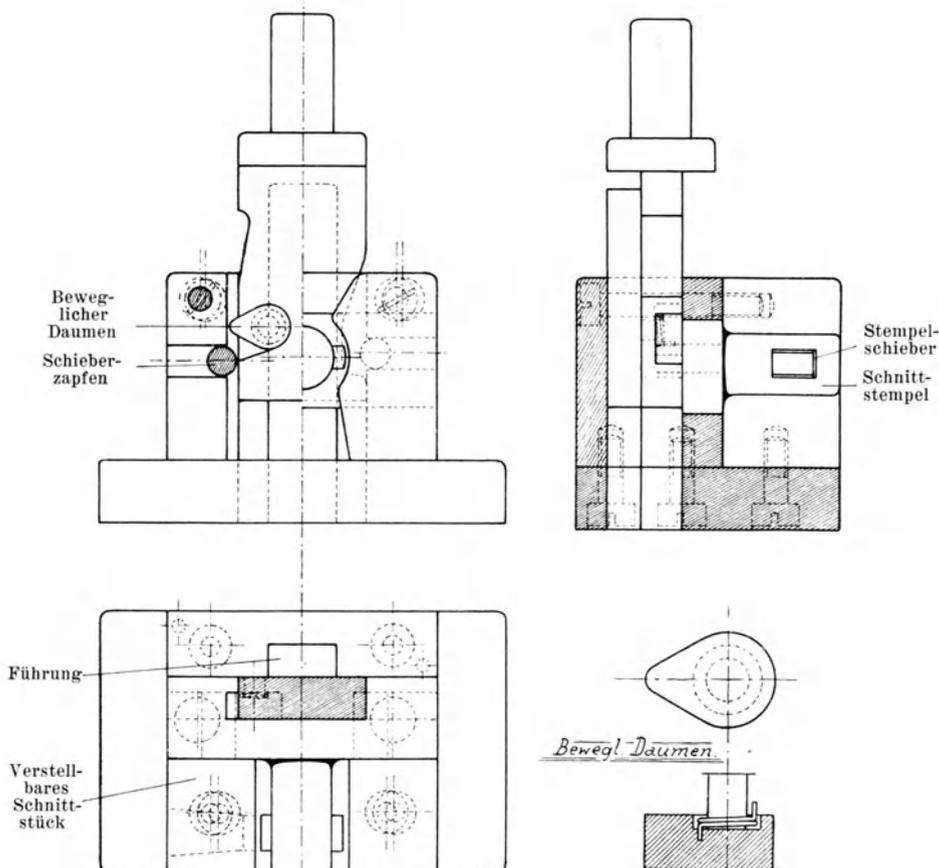


Abb. 57. Doppelschnittiges Schnittwerkzeug.

zurückführt. Die Schnittplatten sind in Backenform ausgebildet und rechts und links vom beweglichen Schnittstempel so angeordnet, daß sie beim Stumpfwerden nachgeschliffen und durch ihre Verstellbarkeit wieder schnittfähig eingestellt werden können.

Mehrfachschnittiges Lochwerkzeug. Sehr häufig tritt der Fall ein, daß Hülsen mehrere Durchbrüche aufweisen, die man möglichst alle gleichzeitig auszuschneiden sucht. Ausschlaggebend dafür sind aber die in Frage kommenden Stückzahlen, von denen letzten Endes es abhängt, einen Schieberlocher anzufertigen oder nicht. Ergibt die

Kalkulation, daß die Anfertigungskosten eines Schieberlochens durch Lohnersparnisse gedeckt sind, so ist die Zweckmäßigkeit des Werkzeuges damit erbracht, was anderenfalls unterbleiben muß, wenn wirt-

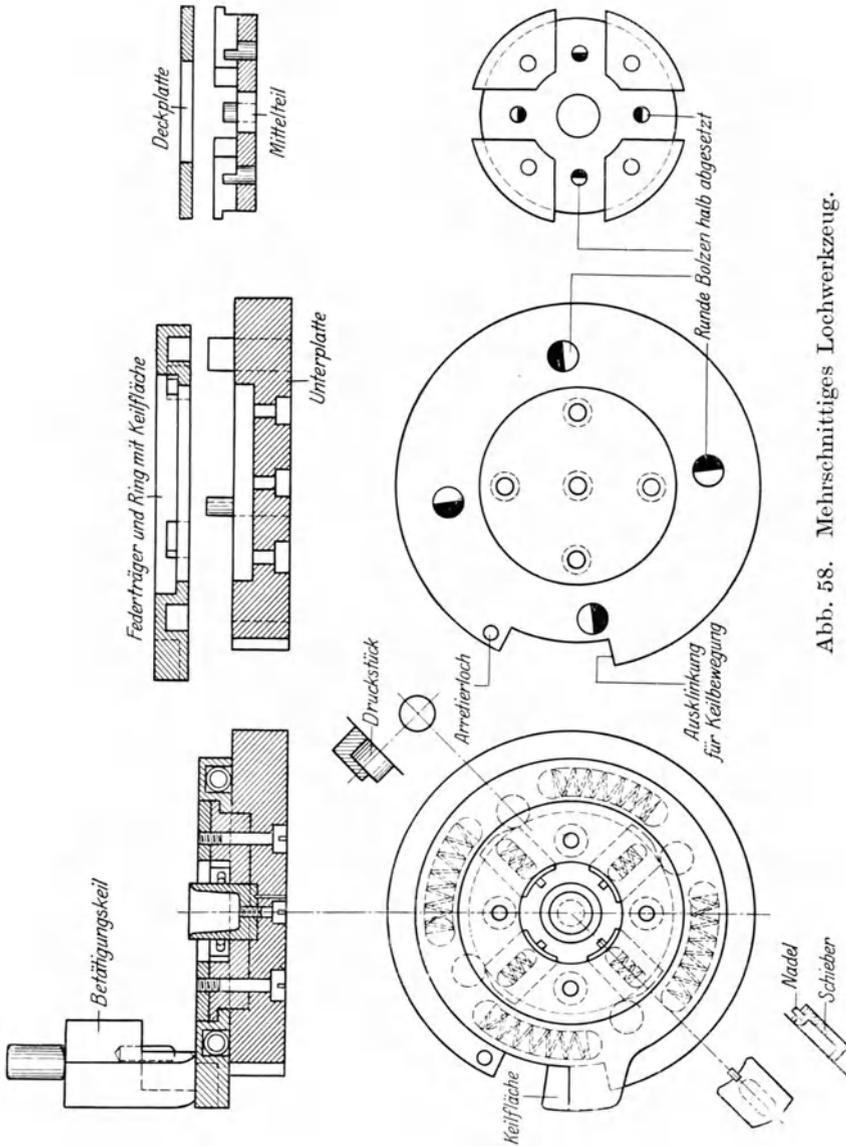


Abb. 58. Mehrschnittiges Lochwerkzeug.

schafflich gearbeitet werden soll. Die Ausführungen solcher Werkzeuge sind nun sehr mannigfaltig, und deshalb nehmen vielfach ihre Konstruktionen kostspielige Formen an, die meistens nicht in Einklang mit den Teilkosten selbst zu bringen sind. In der Einfachheit des Aufbaues, sowie in der

möglichsten Ausschaltung der Handarbeit des Werkzeugmachers liegt der größte Wert eines solchen Werkzeuges; ein solches zeigt Abb. 58. Wie aus der Konstruktion zu ersehen ist, besteht das Werkzeug fast

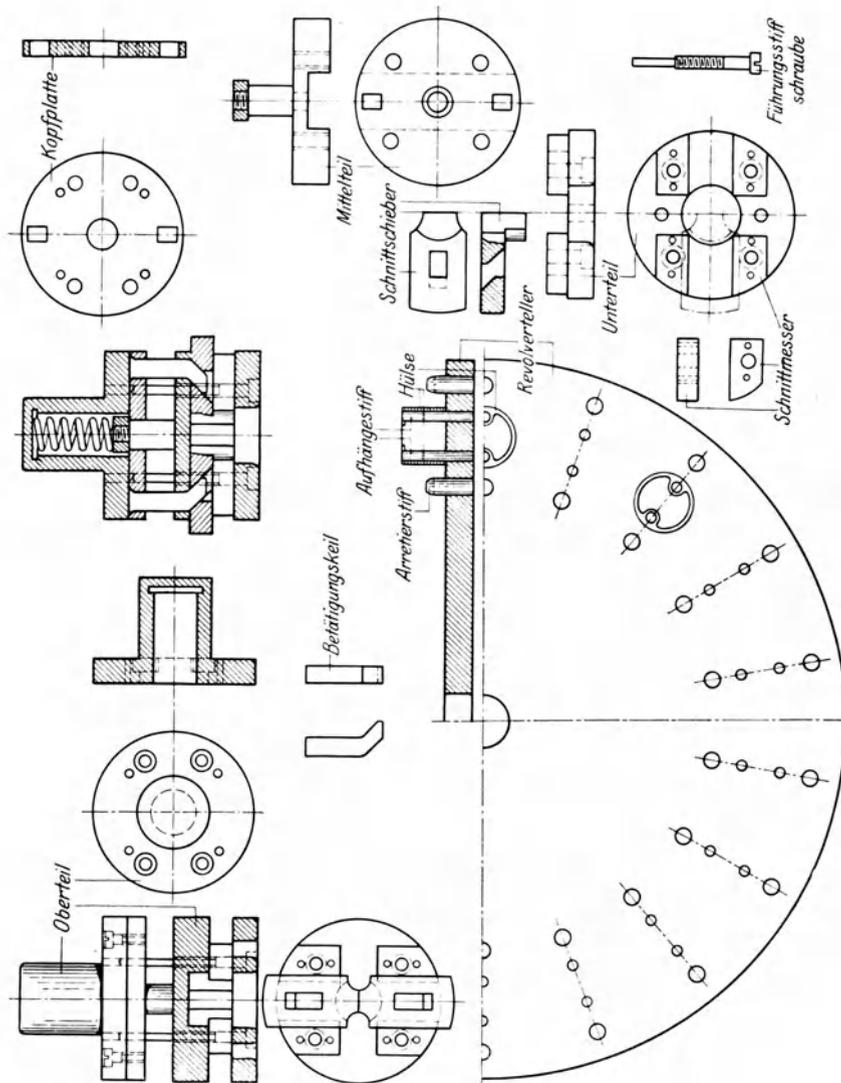


Abb. 59. Halbautomatisch wirkender Hülsenlocher.

ausschließlich aus Dreh- und Frästeilen, bei welchen Handarbeit sehr wenig vorkommt. Die einzige hier zu leistende Werkzeugmacherarbeit besteht nur in Einsetzen von Nadeln und Schnittbuchsen und im Aufteilen der Schieberkurven, alles andere wird von Maschinenarbeitern erledigt.

Halbautomatisch wirkender Hülsenlocher. Um Ausschnitte in gezogenen Hülsen bei größeren Mengen halbautomatisch auszuschneiden, ist man dazu übergegangen, die Revolverpresse als Schnittpresse zu verwenden. Der Erfolg, der auf diese Art erzielt wurde, ist ein bedeutender, der nicht wie in gewöhnlichen Fällen von der Arbeiterin abhängig ist, vielmehr wird die Arbeiterin von der Presse zur Behendigkeit angehalten. Ein Werkzeugtyp dieser Art ist in Abb. 59 zu sehen. Die Arbeitsweise mit dem Werkzeug ist so, daß die Arbeiterin zur Erledigung ihres täglichen Quantums gezwungen ist, stets eine Hülse nach der anderen ohne Unterbrechung auf die hervorstehenden Stifte des ständig ohne Pause rotierenden Revolvertellers der Maschine zu hängen. Mit jedem Niedergang des Stößels wird das im Schlitten eingespannte komplette Schnittwerkzeug über die aufgehängte Hülse geführt und erhält beim Aufsetzen auf den Revolverteller durch zwei Arretierstifte eine vollkommen feste Lage. Hat die Fixierung des Werkzeuges stattgefunden, so werden durch eine weitere, aber nur kleine Bewegung des Führungsschlittens nach unten zwei Schnittmesser mittels 2 Betätigungskeilen nach außen bewegt und schneiden auf diese Art zwei Seitenstücke aus der Hülse heraus. Alles Nähere ist aus der Konstruktion ersichtlich.

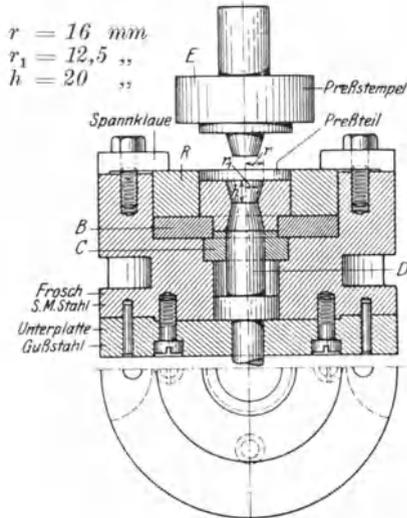


Abb. 60.

und erhält beim Aufsetzen auf den Revolverteller durch zwei Arretierstifte eine vollkommen feste Lage. Hat die Fixierung des Werkzeuges stattgefunden, so werden durch eine weitere, aber nur kleine Bewegung des Führungsschlittens nach unten zwei Schnittmesser mittels 2 Betätigungskeilen nach außen bewegt und schneiden auf diese Art zwei Seitenstücke aus der Hülse heraus. Alles Nähere ist aus der Konstruktion ersichtlich.

Warmpreßwerkzeuge.

In der Gruppe der Warmpresserei unterscheidet man vier Arten Warmpreßwerkzeuge: Frosch- und Traversenwerkzeuge, und Gesenke mit ganzer oder geteilter Matrize. Bestimmend für die Wahl einer Werkzeugart ist die Form des Warmpreßteiles. Da es sich nicht ohne weiteres bestimmen läßt, welchem Werkzeug man beim Warmpressen den Vorzug geben kann, so wird an Hand

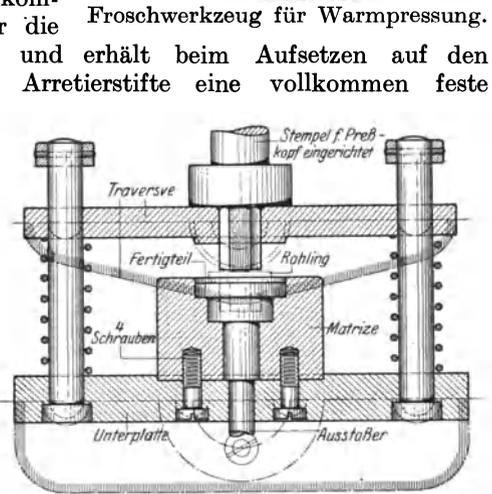


Abb. 61.

Traversenwerkzeug für Warmpressung.

von Rechenbeispielen gezeigt werden (siehe Seite 63 ff.), wie eine Warmpressung am besten vorzunehmen ist.

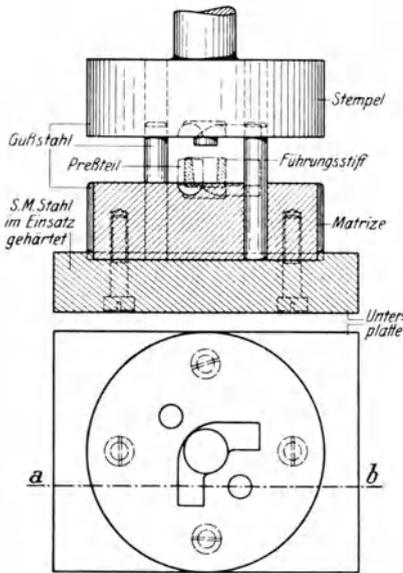


Abb. 62. Gesenk-Warmpreßwerkzeug.

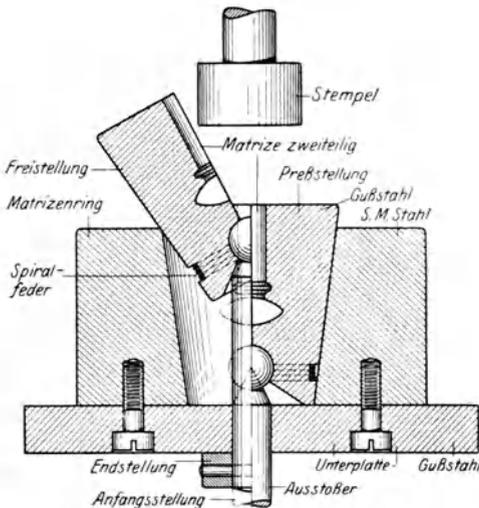


Abb. 63. Gesenk mit geteilter Matrize für Warmpressung.

Abb. 60 zeigt ein Froschwerkzeug, bestehend aus Preßfrosch und eingebautem Warmpreßwerkzeug. Ersterer ist je nach Umfang der Betriebsverhältnisse in normalisierten Größen vorhanden und wird, soweit es zugänglich ist, für mehrere Werkzeuge benutzt. Das eingebaute Werkzeug ist ebenfalls normalisiert und in Bestandteile gegliedert, die nur eingesetzt zu werden brauchen. Nach Beispiel 18 für Pos. 2 und 3 kommt ein derartiges Werkzeug in Betracht.

Ein zweiter Werkzeugtyp ist das Traversenwerkzeug Abb. 61, das nicht normalisiert wird, weil sich die Aufschlagstelle der Traverse bei der Verschiedenheit der Warmpreßteile stets ändert. Aus der Konstruktion des Werkzeuges geht auch der Preßvorgang hervor; es ist für ähnliche Teile, wie im Beispiel 19 bei Pos. 5 und 6 behandelt, zu empfehlen.

Die am häufigsten vorkommenden Warmpreßwerkzeuge sind die Gesenke mit ganzer Matrize, wie in Abb. 62 gezeigt wird. Sie bereiten dem Werkzeugmacher je nach Form des Preßteiles besonders große Schwierigkeiten, weil es meistens Gravierarbeiten sind, zu deren Ausführung auch die größte Fachgeschicklichkeit gehört. Die Erfahrung, die man bei Benutzung dieser Werkzeuge gemacht hat, ist die, daß ein-

gesetzte Teile darin vermieden werden müssen, weil dieselben nach kurzer Zeit durch die während des Pressens auftretenden harten Aufschläge sich lockern und dem Warmpreßteil Ungenauigkeiten zufügen.

Warmpreßwerkzeuge mit geteilter Matrize, wie in Abb. 63 dargestellt, sind nur dann anzuwenden, wenn keine andere Lösung in der Art der Pressung möglich ist. Besonders schwer ist die Entfernung von Warmpreßteilen aus der Matrize, wenn sie keine konischen Konturen aufweisen; sie setzen sich dann sehr fest in die Matrize und sind kaum durch Ausstoßerstifte daraus zu entfernen. Die Handhabung des Werkzeuges ist so vorzunehmen, daß, sobald sich die zweiteilige Matrize in Preßstellung befindet, der bis zur Hälfte glühende Rohling eingeführt wird, so daß er 107,7 mm im möglichst kalten Zustande aus der Matrize heraussteht. Durch Hineindrücken des hervorstehenden Rohlingteiles in die Matrize wird die Kontur des Linsenkopfes mit dem in unmittelbarer Nähe befindlichen Ringstäbchen angepreßt. Nachdem das Auspressen des Teiles erfolgt ist, wird die zweiteilige Matrize durch den Ausstoßer aus dem Matrizenring gestoßen und gleichzeitig geöffnet (s. bildliche Darstellung); im Endzustand (Freistellung) wird die Herausnahme des Warmpreßteiles vorgenommen.

Aufgaben mit Lösungen über das Ziehen, Stanzen und Warmpressen.

Beispiel I

nach Abb. 64, Pos. 1.

Aufgabe:

	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5	Ø
Es sollen runde Gefäße von . .	167,5	131	97,5	58	11	mm
Mit einer Höhe von	100	99	90	75	45	mm
Bei einer Blechstärke von . . .	2,5	2	1	0,5	0,25	mm

aus doppelt dekapiertem Eisenblech hergestellt werden.

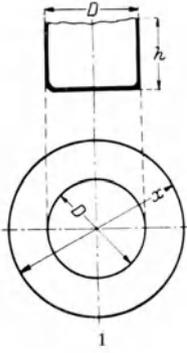
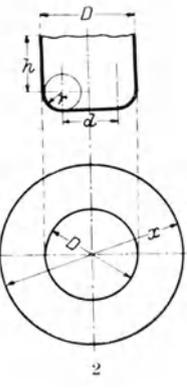
Wie groß sind die Scheibendurchmesser, und welche Anzahl von Ziehoperationen unter Angabe der Abmessungen sind erforderlich, wenn das Material normal angestrengt werden soll?

Lösung:

Mit Benutzung der Formel für scharfkantig zylindrische Gefäße folgt: $x = \sqrt{D^2 + 4 D \cdot h}$ und daraus $h = \frac{x^2 - D^2}{4 D}$; in Tabellenform:

Pos.	x	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	1. Zug		2. Zug		3. Zug		4. Zug		δ mm
						laut Tab. mm	ge- wählt mm	laut Tab. mm	ge- wählt mm	laut Tab. mm	ge- wählt mm	laut Tab. mm	ge- wählt mm	
1	308,5	82,5	100,17	—	—	185	—	152	167,5	—	—	—	—	2,5
2	263	38,3	99,25	—	—	158	—	130	131	—	—	—	—	2
3	211,5	56,3	90,32	—	—	127	—	97,5	—	—	—	—	—	1
4	144	37,8	60,62	75,31	—	87	—	67	—	50	58	—	—	0,5
5	46	12,55	21,82	31,5	35,34	27,5	—	20	—	15,2	—	11,5	—	0,25
	46	12,55	21,82	31,5	35,34	—	27,3	—	19,8	—	15	—	11	0,25

Aufgaben mit Lösungen.

Abb.	Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
 <p>1</p>	$x = \sqrt{D^2 + 4 D \cdot h}$	$D = 50 \text{ mm}$ $h = 19,5 \text{ mm}$	$x = \sqrt{50^2 + 4 \cdot 50 \cdot 19,5}$ $x = \sqrt{6400}$	= <u>80</u>
		$x = 80 \text{ mm}$ $D = 50 \text{ mm}$	$\sqrt{D^2 + 4 D \cdot h} = 80$ $D^2 + 4 D \cdot h = 80^2$ $2500 + 200 \cdot h = 6400$ $200 \cdot h = 6400 - 2500$ $h = \frac{6400 - 2500}{200}$	= <u>19,5</u>
		$x = 80 \text{ mm}$ $h = 19,5 \text{ mm}$	$\sqrt{D^2 + 4 D \cdot h} = 80$ $D^2 + 4 D \cdot 19,5 = 80^2$ $D^2 + 78 D + 39^2 = 6400 + 39^2$ $(D + 39)^2 = 7921$ $D = -39 + \sqrt{7921} = 89$ $89 - 39$	= <u>50</u>
 <p>2</p>	$x = \sqrt{4 D \cdot h + 2 r \cdot \pi \cdot d + d^2}$	$D = 25 \text{ mm}$ $r = 5 \text{ mm}$ $d = 15 \text{ mm}$ $h = 30 \text{ mm}$ $\frac{D-d}{2} = r$ $\frac{25-15}{2} = 5$	$x = \sqrt{4 \cdot 25 \cdot 30 + 2 \cdot 5 \cdot \pi \cdot 15 + 15^2}$ $x = \sqrt{3000 + 471 + 225}$ $x = \sqrt{3696}$ gewählt $x = \sqrt{3721}$	= <u>61</u>
		$x = 61 \text{ mm}$ $D = 25 \text{ mm}$ $d = 15 \text{ mm}$ $r = 5 \text{ mm}$ Abb. 64.	$x = \sqrt{4 D \cdot h + 2 r \pi \cdot d + d^2}$ $x = \sqrt{4 \cdot 25 \cdot h + 2 \cdot 5 \cdot \pi \cdot 15 + 15^2}$ $61^2 = 100 \cdot h + 471 + 225$ $100 h = 3721 - 696$ $h = \frac{3721 - 696}{100}$	= <u>~ 30</u>

Aufgaben mit Lösungen.

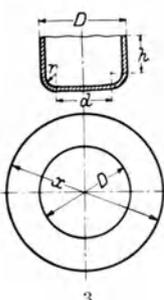
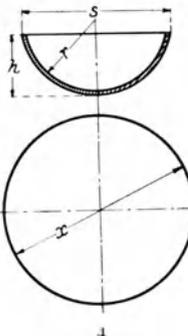
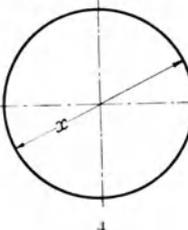
Abb.	Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
 <p>3</p>	$x = \sqrt{4D \cdot h + 2r\pi d + d^2}$	$x = 61 \text{ mm}$ $h = 30 \text{ mm}$ $r = 5 \text{ mm}$	$x = \sqrt{4D \cdot h + 2r\pi d + d^2}$ $x^2 = 4D \cdot h + 2r\pi d + d^2$ $61^2 = 4D \cdot h + 2r\pi \cdot (D - 2r) + (D - 2r)^2$ $61^2 = 120D + 31,4D - 314 + D^2 - 40D + 100$ $3721 - 314 = D^2 + 111,4D$ $D^2 + 111,4D + 55,7^2 = 3407 + 3102,49$ $(D + 55,7)^2 = 6509,49$ $D = -55,7 \pm \sqrt{6509,49}$ $D = 80,7 - 55,7$	= <u>25</u>
 <p>4</p>	$x = \sqrt{8r \cdot h}$	$r = 50 \text{ mm}$ $h = 65 \text{ mm}$	$x = \sqrt{8 \cdot 50 \cdot 65}$ $x = \sqrt{26000}$	= <u>161,25</u>
		$x = 161,25 \text{ mm}$ $h = 65$	$x = \sqrt{8r \cdot h}$ $x^2 = 8r \cdot h$ $161,25^2 = 8r \cdot 65$ $r = \frac{2600}{8 \cdot 65}$	= <u>50</u>
		$x = 161,25 \text{ mm}$ $r = 50 \text{ mm}$	$x = \sqrt{8r \cdot h}$ $x = 8r \cdot h$ $161,25^2 = 8 \cdot 50 \cdot h$ $h = \frac{2600}{8 \cdot 50}$	= <u>65</u>
	$x = \sqrt{s^2 + 4h^2}$	$s = 14 \text{ mm}$ $h = 6,5 \text{ mm}$	$x = \sqrt{14^2 + 4 \cdot 6,5^2}$ $x = \sqrt{365}$	= <u>~ 19,2</u>
		$x = 14,9 \text{ mm}$ $s = 14 \text{ mm}$	$x^2 = s^2 + 4 \cdot h$ $19,2^2 - 14^2 = 4h^2$ $h = \sqrt{\frac{19,2^2 - 14^2}{4}}$	= <u>6,5</u>
		$r = 7 \text{ mm}$ $h = 6,5 \text{ mm}$	$8r \cdot h = s^2 + 4h^2$ $8rh - 4h^2 = s^2$ $s = \sqrt{8r \cdot h - 4h^2}$ $s = \sqrt{8 \cdot 7 \cdot 6,5 - 4 \cdot 6,5^2}$	= <u>14</u>

Abb. 65.

Aufgaben mit Lösungen.

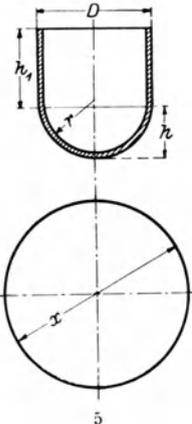
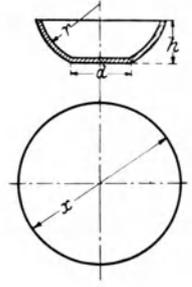
Abb.	Scheibenformel $x = \emptyset$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
 <p style="text-align: center;">5</p>	$x = \sqrt{8r \cdot h + 4D \cdot h_1}$	$r = 40 \text{ mm}$ $h = 33 \text{ ,,}$ $D = 79 \text{ ,,}$ $h_1 = 48 \text{ ,,}$	$x = \sqrt{8r \cdot h + 4D \cdot h_1}$ $x = \sqrt{8 \cdot 40 \cdot 33 + 4 \cdot 79 \cdot 48} =$	<u>160,5</u>
		$x = 160,5 \text{ mm}$ $r = 40 \text{ ,,}$ $h = 33 \text{ ,,}$ $D = 79 \text{ ,,}$	$x^2 = 8r \cdot h + 4D \cdot h_1$ $x^2 - 8r \cdot h = 4D \cdot h_1$ $h_1 = \frac{x^2 - 8r \cdot h}{4D}$ $h_1 = \frac{160,5^2 - 10560}{4 \cdot 79}$	<u>48</u>
		$x = 160,5 \text{ mm}$ $r = 40 \text{ ,,}$ $D = 79 \text{ ,,}$ $h_1 = 48 \text{ ,,}$	$x^2 = 8r \cdot h + 4D \cdot h_1$ $x^2 - 4D \cdot h_1 = 8r \cdot h$ $h_1 = \frac{x^2 - 4D \cdot h_1}{8 \cdot r}$ $h_1 = \frac{25760,25 - 15168}{320}$	<u>33</u>
<p>Wenn $r = \frac{D}{2}$ wird</p> $x = \sqrt{D^2 + 4h^2 + 4D \cdot h_1}$	$D = 79 \text{ mm}$ $h = 33 \text{ ,,}$ $h_1 = 48 \text{ ,,}$	$x = \sqrt{79^2 + 4 \cdot 33 + 4 \cdot 79 \cdot 48}$ $x = \sqrt{6241 + 4356 + 15168} =$	<u>160,5</u>	
 <p style="text-align: center;">6</p>	$x = \sqrt{8r \cdot h + d^2}$	$r = 70 \text{ mm}$ $h = 45 \text{ ,,}$ $d = 106 \text{ ,,}$	$x = \sqrt{8 \cdot 70 \cdot 45 + 106^2}$ $x = \sqrt{25200 + 11236} =$	<u>~ 191</u>
		$x = 191 \text{ mm}$ $h = 45 \text{ ,,}$ $d = 106 \text{ ,,}$	$x^2 - d^2 = 8r \cdot h$ $\frac{x^2 - d^2}{8 \cdot h} = r$ $r = \frac{191^2 - 106^2}{8 \cdot 45} = \frac{36481 - 11236}{360} =$	<u>~ 70</u>
		$x = 191 \text{ mm}$ $r = 70 \text{ ,,}$ $h = 45 \text{ ,,}$	$x^2 - 8r \cdot h = d^2$ $d = \sqrt{x^2 - 8r \cdot h}$ $d = \sqrt{36481 - 25281}$	<u>106</u>

Abb. 66.

Aufgaben mit Lösungen.

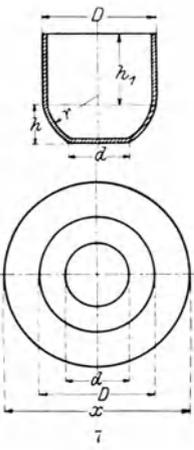
Abb.	Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
	$x = \sqrt{8r \cdot h + d^2 + 4D \cdot h_1}$	$r = 18$ mm $h = 10$ „ $d = 25$ „ $h_1 = 20$ „ $D = 36$ „	$x = \sqrt{8r \cdot h + d^2 + 4D \cdot h_1}$ $x = \sqrt{8 \cdot 18 \cdot 10 + 625 + 4 \cdot 36 \cdot 20}$ $x = \sqrt{4945} = \sim 70,4$	
		$x = 70,4$ mm $r = 18$ „ $d = 25$ „ $h_1 = 20$ „ $D = 36$ „	$x^2 = 8r \cdot h + d^2 + 4D \cdot h_1$ $\frac{x^2 - 4D \cdot h_1 - d^2}{8r} = h$ $h = \frac{4945 - 2880 - 625}{144} = \sim 10$	
		$x = 70,4$ mm $r = 18$ „ $h_1 = 20$ „ $D = 36$ „ $h = 10$ „	$d = \sqrt{x^2 - 8r \cdot h - 4D \cdot h_1}$ $d = \sqrt{70,4^2 - 8 \cdot 18 \cdot 10 - 4 \cdot 36 \cdot 20}$ $d = \sqrt{625} = 25$	
		$x = 70,4$ mm $h = 10$ „ $d = 25$ „ $h_1 = 20$ „ $D = 36$ „	$\frac{x^2 - 4D \cdot h_1 - d^2}{8h} = r$ $\frac{70,4^2 - 4 \cdot 36 \cdot 20 - 625}{8 \cdot 10} = r$ $r = \frac{1440}{80} = \sim 18$	
		$x = 70,4$ mm $r = 18$ „ $d = 25$ „ $h_1 = 20$ „ $h = 10$ „	$\frac{x^2 - 8r \cdot h - d^2}{4h_1} = D$ $\frac{70,4^2 - 8 \cdot 18 \cdot 10 - 625}{4 \cdot 20} = D$ $D = \frac{2880}{80} = \sim 36$	
		$x = 70,4$ mm $r = 18$ „ $d = 25$ „ $D = 36$ „ $h = 10$ „	$\frac{x^2 - 8r \cdot h - d^2}{4D} = h_1$ $\frac{70,4^2 - 8 \cdot 18 \cdot 10 - 625}{4 \cdot 36} = h_1$ $h_1 = \frac{2880}{144} = \sim 20$	

Abb. 67.

Aufgaben mit Lösungen.

Abb.	Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
	$x = \sqrt{4s(r+r_1) + (2r_1)^2}$	$s = 20,9$ mm $r = 18$ " $r_1 = 12$ " $h = 20$ "	$x = \sqrt{4s(r+r_1) + (2r_1)^2}$ $x = \sqrt{4 \cdot 20,9(18+12) + (2 \cdot 12)^2}$ $x = \sqrt{3084}$	= <u>~ 55,5</u>
		$x = 55,5$ mm $r = 18$ " $r_1 = 12$ " $h = 20$ "	$s = \sqrt{(r-r_1)^2 + h^2}$ $s = \sqrt{(18-12)^2 + 20^2}$ $s = \sqrt{436}$	= <u>~ 20,9</u>
		$x = 55,5$ mm $r = 12$ " $h = 20$ " $s = 29,9$ "	$r = r_1 - \sqrt{s^2 - h^2}$ $r = \sqrt{20,9^2 - 20^2 + r_1}$ $r = \sqrt{436 - 400 + 12}$	= <u>~ 18</u>
	$x = \sqrt{4s(r+r_1) + (2r_1 + 8h_1)}$	$s = 26,25$ mm $r = 24$ " $r_1 = 16$ " $h_1 = 25$ "	$x = \sqrt{4s(r+r_1) + (2r_1 + 8h_1)}$ $x = \sqrt{4 \cdot 26,25(24+16) + (2 \cdot 16 + 8 \cdot 25)}$ $x = \sqrt{4200 + 232}$	= <u>~ 66,6</u>
		$x = 66,6$ mm $r = 24$ " $r_1 = 16$ " $h = 25$ " $h_1 = 25$ "	$s^2 = h^2 + (r-r_1)^2$ $s = \sqrt{25^2 + (24-16)^2}$ $s = \sqrt{625 + 64}$	= <u>~ 26,25</u>
		$x = 66,6$ mm $s = 26,25$ " $r_1 = 16$ " $h_1 = 25$ "	$4s(r+r_1) = x^2 - (2r_1 + 8h_1)$ $r+r_1 = \frac{x^2 - (2r_1 + 8h_1)}{4 \cdot s}$ $40 = \frac{66,6^2 - (2 \cdot 16 + 8 \cdot 25)}{4 \cdot 26,25}$ da $r_1 = 16$, ist $r = 40 - 16$	= <u>24</u>
$x = 66,6$ mm $s = 26,25$ " $r = 24$ " $r_1 = 16$ "	$2r_1 + 8h_1 = x^2 - 4s(r+r_1)$ $h_1 = \frac{x^2 - 4s(r+r_1) - 2r_1}{8}$ $h_1 = \frac{66,6^2 - 4 \cdot 26,25(24+16) - 2 \cdot 16}{8} =$	= <u>~ 25</u>		

Abb. 68.

Aufgaben mit Lösungen.

Abb.	Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
	$x = \sqrt{4r \cdot s}$	$r = 50 \text{ mm}$ $s = 94,5 \text{ mm}$	$x = \sqrt{4r \cdot s}$ $x = \sqrt{4 \cdot 50 \cdot 94,5}$ $x = \sqrt{18900}$	$= \underline{\sim 137,5}$
	$s = \sqrt{r^2 + h^2}$	$r = 50 \text{ mm}$ $h = 80 \text{ mm}$	$x = \sqrt{4r \sqrt{r^2 + h^2}}$ $x = \sqrt{4 \cdot 50 \sqrt{50^2 + 80^2}}$ $x = \sqrt{200 \cdot 94,5}$	$= \underline{\sim 137,5}$
 <p>10</p>	$x = \sqrt{4r \sqrt{r^2 + h^2}}$	$x = 137,5 \text{ mm}$ $r = 50 \text{ mm}$	$x^2 = 4r \cdot s$ $\frac{x^2}{4r} = s$ $s = \frac{\sim 18900}{200}$	$= \underline{\sim 94,5}$
		$s = 94,5 \text{ mm}$ $\sphericalangle \alpha = 64^\circ$	$r = s \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ $r = 94,5 \cdot 0,529$	$= \underline{\sim 50}$
		$h = 80 \text{ mm}$ $\sphericalangle \alpha = 64^\circ$	$r = h \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2}$ $r = 80 \cdot 0,62487$	$= \underline{\sim 50}$

Abb. 69.

Aufgaben mit Lösungen.

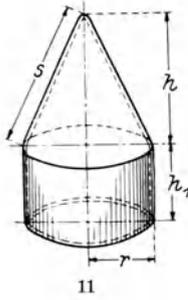
Abb.	Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
 <p>11</p>	$x = \sqrt{4r \cdot s + 8r \cdot h_1}$	$r = 30$ mm $s = 50$ „ $h = 40$ „ $h_1 = 50$ „	$x = \sqrt{4r \cdot s + 8r \cdot h_1}$ $x = \sqrt{4 \cdot 30 \cdot 50 + 8 \cdot 30 \cdot 50}$ $x = \sqrt{1800}$	= <u>~ 134,5</u>
		$h = 40$ mm $h_1 = 50$ „ $r = 30$ „	$s^2 = h^2 + r^2$ $s = \sqrt{h^2 + r^2}$ $s = \sqrt{1600 + 900}$	= <u>50</u>
		$x = 134,5$ mm $h_1 = 50$ „ $s = 50$ „ $h = 40$ „	$x^2 = 4r \cdot s + 8r \cdot h_1$ $r = \sqrt{s^2 - h^2} = \sqrt{900}$ $x^2 = 4\sqrt{s^2 - h^2} \cdot s + 8\sqrt{s^2 - h^2} \cdot h_1$ $x = \sqrt{4\sqrt{s^2 - h^2} \cdot s + 8\sqrt{s^2 - h^2} \cdot h_1}$ $x = \sqrt{4\sqrt{50^2 - 40^2} \cdot 50 + 8\sqrt{50^2 - 40^2} \cdot 50}$ $x = \sqrt{4 \cdot 30 \cdot 50 + 8 \cdot 30 \cdot 50}$	= <u>30</u> = <u>~ 134,5</u>
		$h = 40$ mm $\sphericalangle \alpha = 74^\circ$ $h_1 = 50$ mm	$r = h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ $r = 40 \cdot 0,753 = \sim 30$ $s = \sqrt{h^2 + r^2}$ $s = \sqrt{40^2 + 30^2}$ $s = \sqrt{2500}$	= <u>50</u>
		$x = 134,5$ mm $s = 50$ „ $h_1 = 50$ „ $\sphericalangle \alpha = 74^\circ$	$x^2 = 4rs + 8rh_1$ $x^2 = r(4s + 8 \cdot h_1)$ da $r = s \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ ist $x^2 = s \cdot \sin \frac{\alpha}{2} (4s + 8 \cdot h_1)$ $\frac{x^2}{4s + 8h_1} = s \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = r$	= <u>30</u>

Abb. 70.

Aufgaben mit Lösungen.

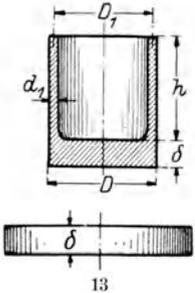
Abb.	Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
 <p>12</p>	$x = \sqrt{4D^2} = 2D$	$D = 35 \text{ mm}$	$x = 2 \cdot D = 2 \cdot 35 =$	<u>70</u>
 <p>13</p>	$x = \frac{\sqrt{D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h}}{\delta}$	<p>Mittl. Faden \varnothing $D = 21 \text{ mm}$ $D_1 = 20 \text{ ,,}$ $\delta = 4 \text{ ,,}$ $\delta_1 = 1 \text{ ,,}$ $h = 26 \text{ ,,}$</p>	$x = \frac{\sqrt{D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h}}{\delta}$ $x = \frac{\sqrt{21^2 \cdot 4 + 4 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 26}}{4}$ $x = \sqrt{961} =$	<p><u>31</u></p>
		$x = 31 \text{ mm}$ $D = 21 \text{ ,,}$ $D_1 = 20 \text{ ,,}$ $\delta = 4 \text{ ,,}$ $\delta_1 = 1 \text{ ,,}$	$x^2 = \frac{D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot h}{\delta}$ $h = \frac{x^2 \cdot \delta - D^2 \cdot \delta}{4D_1 \cdot \delta_1}$ $h = \frac{31^2 \cdot 4 - 21^2 \cdot 4}{4 \cdot 20 \cdot 1}$ $h = \frac{3844 - 1764}{80} =$	<p><u>26</u></p>
		$x = 31 \text{ mm}$ $D = 21 \text{ ,,}$ $D_1 = 20 \text{ ,,}$ $\delta = 4 \text{ ,,}$ $h = 26 \text{ ,,}$	$\delta_1 = \frac{x^2 \cdot \delta - D^2 \cdot \delta}{4D_1 \cdot h}$ $\delta_1 = \frac{31^2 \cdot 4 - 21^2 \cdot 4}{4 \cdot 20 \cdot 26}$ $\delta_1 = \frac{3844 - 1764}{2080} =$	<p><u>1</u></p>
		$x = 31 \text{ mm}$ $D = 21 \text{ ,,}$ $D_1 = 20 \text{ ,,}$ $h = 26 \text{ ,,}$	$x^2 \cdot \delta = D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h$ $\delta \cdot (x^2 - D^2) = 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h$ $\delta = \frac{4 \cdot D_1 \cdot \delta_1 \cdot h}{x^2 - D^2}$ $\delta = \frac{4 \cdot 20 \cdot 26}{31^2 - 21^2} =$	<p><u>4</u></p>

Abb. 71.

Für das Gefäß mit 11 mm Durchmesser ist eine Korrektur der Ziehoperationen vorgenommen, weil der Ablesewert des Ziehdiagrammes für den letzten Zug statt 11 mm Durchmesser 11,5 mm angibt; 3% des Ablesewertes sind zulässig.

Unter der Voraussetzung, daß bei der ersten Operation kombiniert geschnitten und gezogen wird, kommen für Pos. 1, 2 und 3 zwei Operationen, für Pos. 4 drei Operationen und für Pos. 5 vier Operationen in Frage. Diese Anzahl von Operationen kämen nicht nur für Eisenblech, sondern auch für alle anderen Materialien außer Zinkblech in Betracht.

Zur Erläuterung des Diagramms Abb. 45, sei hervorgehoben, daß dasselbe in zwei Systeme gegliedert ist, und zwar kann in dem einen Fall bei gegebener Scheibe (starke Linie) der kleinste Ziehdurchmesser, in dem anderen Falle bei gegebenem großen Ziehdurchmesser der nächstfolgende kleinere (s. beide schwächere Linien) bestimmt werden. Eine Unterteilung in den Blechstärken 0,2—1,5 mm und über 1,5—3 mm ist aus Rücksichtnahme auf die Materialanstrengung geschehen.

In der Lösung des Beispiels ist nun gezeigt, auf wie einfache Weise die Scheibendurchmesser gefunden werden können. Sucht man im Ziehdiagramm den Scheibendurchmesser 308,5 mm auf, so ergibt die zweite Koordinate einen Ziehdurchmesser für die erste Operation von 185 mm Durchmesser. Das Ergebnis für den ersten Zug ist lt. Diagramm 185 mm. Um für die zweite Stufung auf Ziehdurchmesser 167,5 mm bei einer Materialstärke von 2,5 mm zu kommen, suche man als erste Koordinate 185 mm auf und lese bei der zweiten 152 mm ab. Da nun nicht 152 mm, sondern 167,5 mm in Frage kommen, ist letztere Abmessung maßgebend. In Pos. 2 trifft die Stufung mit ganz kleinem Unterschied, Pos. 3 dagegen fast genau mit der gestellten Bedingung zusammen; Pos. 4 macht bei gleicher Eigenschaft eine Mehroperation durch wie Pos. 1.

Etwas anders liegen die Verhältnisse in Pos. 5. Hier ist eine Korrektur sogar bei der ersten Ziehoperation vorgenommen, und zwar mit der Begründung, daß man bis höchstens 3% des Ablesewertes abweichen kann, d. h. wenn eine Veränderung des Hohlkörpers im Innen- und Außendurchmesser keine größeren Toleranzen als $\pm 0,1$ mm zuläßt.

Die Ermittlung der Ziehradien erfolgt nach dem Diagramm Abb. 46, nach der Formel $(Da - Di) \cdot 2 = R$, wo unter Da = Scheibendurchmesser, Di = Ziehdurchmesser und R = Ziehradius zu verstehen ist; R ist hierbei eine Funktion von δ und dem Produkte des Klammerausdruckes $(Da - Di) \cdot 2$.

$$\begin{array}{l} \text{Pos. 1: } (308,5 - 185) \cdot 2 = R = 14,2 \text{ mm bei } \delta = 2,5 \text{ mm} \\ \text{,, 2: } (263 - 157) \cdot 2 = R = 11,5 \text{ ,, ,, } = 2 \text{ ,, ,,} \\ \text{,, 3: } (211,5 - 127) \cdot 2 = R = 7,2 \text{ ,, ,, } = 1 \text{ ,, ,,} \\ \text{,, 4: } (144 - 87) \cdot 2 = R = 4,8 \text{ ,, ,, } = 0,5 \text{ ,, ,,} \\ \text{,, 5: } (46 - 27,3) \cdot 2 = R = 1,85 \text{ ,, ,, } = 0,25 \text{ ,, ,,} \end{array}$$

Das für die Bestimmung der Ziehringziehkanten nach Abb. 46 zu benutzende Diagramm wird in der Weise gehandhabt, daß man bei gegebenem Scheibendurchmesser und Ziehdurchmesser die Differenz bildet und diese mit zwei multipliziert. Bei gegebener Blechstärke verfolgt man die in Frage kommende δ -Kurve des Ziehkantendia-

gramms bis zum Schnittpunkt der einen Koordinate, die das Produkt von Scheiben- und Ziehdurchmesser darstellt und gehe von diesem Punkt in horizontaler Lage nach links bis zum Ablesewert des Ziehradius, wie es bereits in diesem Beispiel geschehen ist.

Beispiel II

nach Abb. Seite 64, Pos. 2.

Aufgabe:

Statt der in der ersten Aufgabe gestellten Bedingungen sollen hier die Gefäße nicht mit scharfen, sondern mit abgerundeten Kanten $r = 22$ mm, 17 mm, 13 mm, 7 mm und 2,5 mm hergestellt werden. Wie hoch sind dann die Höhen der fertigen Gefäße?

Lösung:

Findet Formel $x = \sqrt{4D \cdot h + 2r \cdot \pi \cdot d + d^2}$ nach Abb. Seite 64 Pos. 2 Anwendung, so bestimmt sich die Höhe h wie folgt:

$$h = \frac{x^2 - 2r\pi \cdot d - d^2}{4D}$$

Pos. 1. $\frac{308,5^2 - 2 \cdot 22 \cdot \pi \cdot 123,5 - 123,5^2}{4 \cdot 167,5} = 93,8$ mm

Gesamthöhe der Hülse $93,8 + 22 = 115,8$ mm,

Pos. 2. $\frac{263^2 - 2 \cdot 17 \cdot \pi \cdot 97 - 97^2}{4 \cdot 131} = 94,2$ mm

Gesamthöhe der Hülse $94,2 + 17 = 111,2$ mm,

Pos. 3. $\frac{211^2 - 2 \cdot 13 \cdot \pi \cdot 71,5 - 71,5^2}{4 \cdot 97,5} = 86,6$ mm

Gesamthöhe der Hülse $86,6 + 13 = 99,6$ mm,

Pos. 4. $\frac{144^2 - 2 \cdot 7 \cdot \pi \cdot 44 - 44^2}{4 \cdot 58} = 72,7$ mm

Gesamthöhe der Hülse $72,7 + 7 = 79,7$ mm,

Pos. 5. $\frac{46^2 - 2 \cdot 2,5 \cdot \pi \cdot 6 - 6^2}{4 \cdot 11} = 45,1$ mm

Gesamthöhe der Hülse $45,1 + 2,5 = 47,6$ mm.

Vergleicht man die so gefundenen Werte mit denen der ersten Aufgabe, so muß es ganz natürlich erscheinen, daß mit steigender Abrundung der Kante das Gefäß seine Höhe vergrößert.

Beispiel III

nach Abb. Seite 65 Pos. 4 u. 5 und Abb. 72 Pos. 1 und Pos. 2.

Es sollen Schalen mit einem

Durchmesser von . . . $s = 250$ mm 120 mm 80 mm 50 mm 20 mm
 und einer Höhe von . . $h = 100$ „ 30 „ 35 „ 25 „ 7 „
 bei einer Blechstärke von $\delta = 2$ „ 1,5 „ 1 „ 0,5 „ 0,25 „

aus Messingblech hergestellt werden.

Ferner sind dieselben mit einem Mantel nach vorliegenden Abmessungen zu versehen und getrennt von den ersteren zu behandeln.

Lösung:

Zur Scheibenbestimmung sind hierfür zwei Formeln benutzbar:

$$(I) \quad x = \sqrt{s^2 + 4h^2}; \quad x = \sqrt{8rh}; \quad h = \frac{x^2}{8r} \text{ (ohne Mantel)}$$

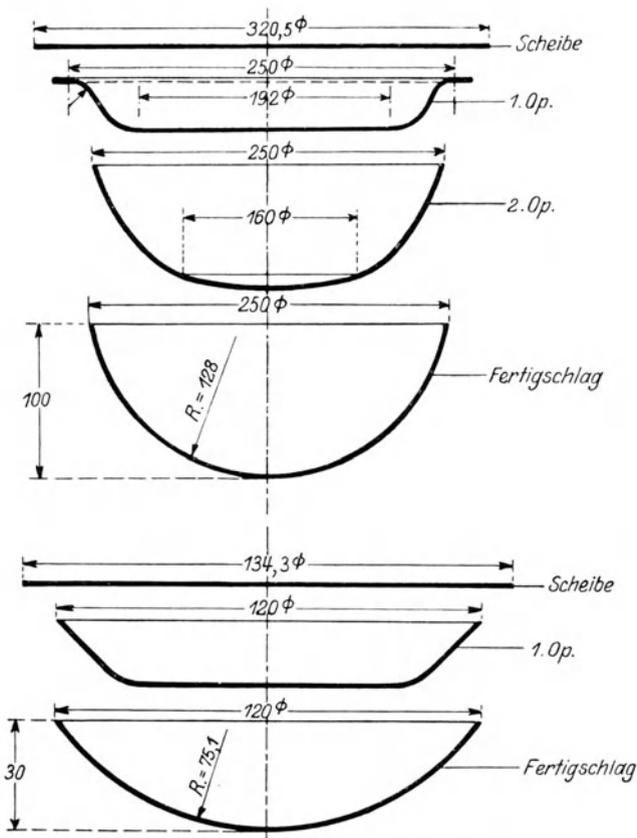


Abb. 72. Operationsvorgänge.

$$(II) \quad x = \sqrt{8rh + 4D \cdot h_1}; \quad h = \frac{x^2 - 4D \cdot h_1}{8r} \left. \vphantom{h} \right\} \text{ (mit Mantel).}$$

wird $r = \frac{D}{2}$, dann ist $x = \sqrt{D^2 + h^2 + 4D \cdot h_1}$

Unter Benutzung der ersten Formel „Schale ohne Mantel“ folgt in Tabellenform:

Pos. für $s\varnothing$	$x\varnothing$	h	r	δ	1. Zug	2. Zug	3. Zug
1	250 mm	320,5 mm	100 mm	128 mm	2 mm	250/192-3 ⁰ / ₀	250/160-3 ⁰ / ₀ Fertigschlag
2	120 „	134,3 „	30 „	75,1 „	1,5 „	120/ 80-3 ⁰ / ₀	Fertigschlag
3	80 „	106,2 „	35 „	40,2 „	1 „	80/ 62-3 ⁰ / ₀	80/47-3 ⁰ / ₀ Fertigschlag
4	50 „	70,6 „	25 „	25 „	0,5 „	50/ 42-3 ⁰ / ₀	50/32-3 ⁰ / ₀ Fertigschlag
5	20 „	24,5 „	7 „	10,75 „	0,25 „	20/14,5-3 ⁰ / ₀	Fertigschlag

Anmerkung: 250/192-3⁰/₀ = Außendurchmesser/Bodendurchmesser.

Die Ermittlung der Ziehradien für die 5 Positionen bestimmen sich nach dem Ziehradiendiagramm und den Erklärungen auf Seite 72 wie folgt:

- Pos. 1: $(320 - 250) \cdot 2 = R = 7,8$ mm bei $= 2$ mm δ
 „ 2: $(134,3 - 120) \cdot 2 = R = 3$ „ „ = 1,5 „ „
 „ 3: $(106,2 - 80) \cdot 2 = R = 4,2$ „ „ = 1 „ „
 „ 4: $(70 - 50) \cdot 2 = R = 2,5$ „ „ = 0,5 „ „
 „ 5: $(24,5 - 20) \cdot 2 = R = 0,8$ „ „ = 0,25 „ „

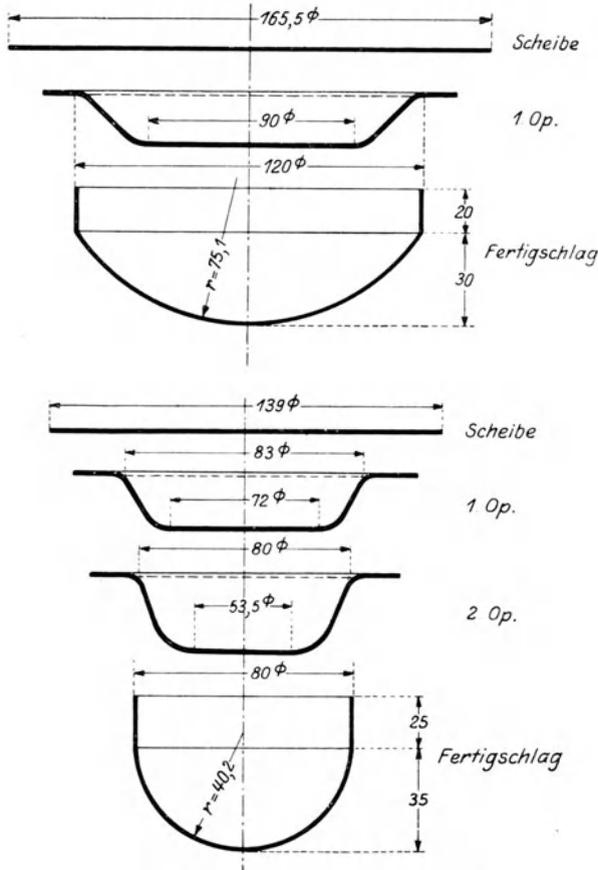


Abb. 73. Operationsvorgänge.

Erhalten Pos. 1 eine Mantelhöhe von 15 mm, Pos. 2 eine von 20 mm, Pos. 3 eine von 25 mm, Pos. 4 eine von 30 mm und Pos. 5 eine von 35 mm, so kommt, wenn für s, h, r und δ obige Werte eingesetzt werden, folgende Übersicht zustande:

	$s\phi$	x	h	h_1	r	1. Zug	2. Zug	3. Zug
Pos. 1	250 mm	343 mm	100 mm	15 mm	128 mm	2 mm	250/190	250/160 Fertigschl.
„ 2	120 „	165,5 „	30 „	20 „	75,1 „	1,5 „	120/90	Fertigschl.
„ 3	80 „	139 „	35 „	25 „	40,2 „	1 „	83/72	80/53,5 Fertigschl.
„ 4	50 „	105 „	25 „	30 „	25 „	0,5 „	62/55,5	50/42 Fertigschl.
„ 5	20 „	58,4 „	7 „	35 „	10,75 „	0,25 „	35/33	26/23 20/rund

Durch die Anwendung der gegebenen Formeln und deren Umbildung hat die Aufgabe eine kurze Lösung gefunden; auffällig werden in den beiden Tabellen die Abmessungen des 1., 2. und 3. Zuges sein, die zum näheren Verständnis einiger Erläuterungen bedürfen.

Die Größe des Gefäßbodens als Mitnehmerfläche für den Ziehprozeß wird so klein, wie nach dem Ziehdiagramm zulässig, abzüglich 3% gewählt, weil dadurch der Grenzwert — wenn keine Veränderung in der Materialstärke eintreten soll — erreicht ist. Für eine Scheibe von 320,5 mm Durchmesser z. B. ist der zulässige Gefäßbodendurchmesser lt. Diagramm 192 mm, der in diesem Falle günstig ist, da der Ziehdurchmesser s auf 250 mm festgelegt ist. Da die Größen der Gefäßbodenflächen bei den aufeinanderfolgenden Operationsgängen sich proportional wie ihre Ziehdurchmesser verkleinern, so kommt für einen 192 mm Durchmesser als nächstfolgende Verkleinerung des Bodens 160 mm in Betracht. In dem Falle aber, wo sich der Ablesewert des Bodendurchmessers lt. Diagramm mit dem Durchmesser des fertigen Teiles deckt, wie z. B. es bei Pos. 3, 4 und 5 der Fall ist, versieht man den Ziehstempel mit einer Kantenabrundung des in Frage kommenden Ziehradius; der dadurch entstehende allmähliche Übergang von Zylinder zur Bodenfläche hinterläßt bei der nächsten Konturbildung keinerlei Spuren von Materialschwächung.

Beispiel IV

nach Abb. Seite 66, Pos. 6.

Aufgabe:

Die im Beispiel III gegebenen Schalen sind mit einem flachen Boden zu versehen, und zwar:

für Pos. 1: Pos. 2: Pos. 3 (m. Mantel): Pos. 4 (m. Mantel):
 mit: 85 mm \emptyset 40 mm \emptyset 24 mm \emptyset 11,5 mm \emptyset
 wie groß h r D h_1

und wieviel Operationsgänge sind zur Herstellung derselben notwendig?

Lösung:

Unter Verwendung der hierfür bestimmten Formeln ist:

$$\frac{x^2 - d^2}{8r} = h, \quad \frac{x^2 - d^2}{8h} = r, \quad \frac{x^2 - 8r \cdot h - d^2}{4h_1} = D,$$

$$\frac{x^2 - 8r \cdot h - d^2}{4D} = h_1.$$

Werden die angegebenen Zahlen in obige Gleichungen eingesetzt, so ergeben sich folgende Resultate:

Für Pos. 1 (ohne Mantel)	Pos. 2 (ohne Mantel)
$h = \frac{320,5^2 - 85^2}{8 \cdot 128} = 100 \text{ mm},$	$r = \frac{134,3^2 - 40^2}{8 \cdot 27,35} = 75,1 \text{ mm}$
Pos. 3 (mit Mantel)	
$D = \frac{139^2 - 8 \cdot 40,2 \cdot 35 - 24^2}{4 \cdot 23,25} = 80 \text{ mm},$	

Pos. 4 (mit Mantel)

$$h_1 = \frac{105^2 - 8 \cdot 25,25 - 11,5^2}{4 \cdot 50} = 30 \text{ mm} .$$

Um aus diesen Werten die Operationsgänge festzulegen, sei auf die Resultate der vorhergehenden Aufgabe verwiesen, aus denen die Bildung der Ziehstufen abgeleitet werden kann. Da die Scheibendurchmesser sich nicht geändert haben, die vorliegenden Konturen der Körper gegenüber denen der vorhergehenden Aufgabe günstigere geworden sind, so soll durch Vergleich die Bestimmung der Ziehstufen vorgenommen werden.

Für Pos. 1 (ohne Mantel) ergibt sich beim 1. Zug 250/192 mm; 2. Zug 250/160 mm; 3. Zug Fertigschlag
 " " 2 " " " " " 1. " 120/80 mm; Fertigschlag.

Aus vorliegender Aufgabe sind als Konturabweichung die Bodendurchmesser in Rechnung zu stellen, diese betragen für Pos. 1 des zweiten Zuges eine Bodenabflächung von 160 mm gegenüber der verlangten Abflächung von 85 mm Durchmesser und für Pos. 2 des ersten Zuges 80 mm gegenüber 40 mm des herzustellenden Durchmessers. Da die Bodengrößen vor dem Fertigungszug fast doppelt so groß wie die verlangten Durchmesser sind, so liegt nur in der letzten Konturstanzung eine kleine Veränderung, d. h. in der Form der Körper, nicht aber in der Anzahl der Operationsgänge.

In der gleichen Weise zeigt sich das Bild

bei Pos. 3 (m. Mantel) beim 1. Zug 83/72 mm; 2. Zug 80/53,5 mm; 3. Zug Fertigschlag
 bei Pos. 4 (m. Mantel) beim 1. Zug 62/55,5 mm; 2. Zug 50/42 mm; 3. Zug Fertigschlag

Aus den Gegenüberstellungen der Bodenflächen 53,5 mm zu 24 mm und 42 mm zu 11,5 mm kann ebenfalls gefolgert werden, daß die Operationsgänge in der Anzahl die gleichen sein müssen, wie im Beispiel III angegeben sind.

Beispiel V

nach Abb. Seite 69, Pos. 10 und Abb. 74.

Aufgabe:

Nach Abb. 74 sind Kegel aus Aluminiumblech mit und ohne Mantel anzufertigen. In welcher Weise geht der Fabrikationsgang vor sich, wenn gegeben ist:

$$\begin{array}{l} x \varnothing = 237 \text{ mm und verlangt wird die Einhaltung von } s = 170 \text{ mm bei } = 1,5 \text{ mm } \delta \\ s = 53 \text{ " " " " " " " " " " } r = 23,5 \text{ " " " } = 1 \text{ " " " } \\ s = 80 \text{ " " " " " " " " " " } = 63^\circ \text{ " " " } = 0,5 \text{ " " " } \\ r = 11 \text{ " " " " " " " " " " } \\ s = 49 \text{ " " " " " " " " " " } \\ h = 47,9 \text{ " " " " " " " " " " } \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} x \varnothing \\ s \\ s \\ r \\ s \\ h \end{array}} \right\} \text{ " " " " " " " " " " } h_1 = 31 \text{ " " " } = 0,25 \text{ " " " }$$

Lösung:

Bei Anwendung der Formeln für Kegel ohne Mantel:

$$x = \sqrt{4r \cdot s}, \quad s = \sqrt{r^2 + h^2}, \quad x = \sqrt{4r \sqrt{r^2 + h^2}},$$

und mit Mantel: $x = \sqrt{4r \cdot s + 8r \cdot h_1} .$

und Einsetzung der Zahlenwerte in obige Gleichungen, ergeben sich folgende Resultate:

$$\text{Fall 1. } r = \frac{x^2}{4s} = \frac{237^2}{4 \cdot 170} = \frac{56169}{680} = 82,47 \text{ mm,}$$

$$\text{Fall 2. } x = \sqrt{4 \cdot 23,5 \cdot 53} = \sqrt{4982} = 70,6 \text{ mm} \sim 71 \text{ mm Durchmesser,}$$

$$\text{Fall 3. } r = s \cdot \frac{\sin \alpha}{2} = 80 \cdot 0,5225 = 41,8 \text{ mm und}$$

$$x = \sqrt{4 \cdot 41,8 \cdot 80} = 115,6 \text{ mm} = \text{rund } 116 \text{ mm,}$$

$$\text{Fall 4. } x = \sqrt{4 \cdot 11 \cdot 49 + 8 \cdot 11,31} = \sqrt{4884} = 69,7 \text{ mm} \\ = \text{rund } 70 \text{ mm Durchmesser}$$

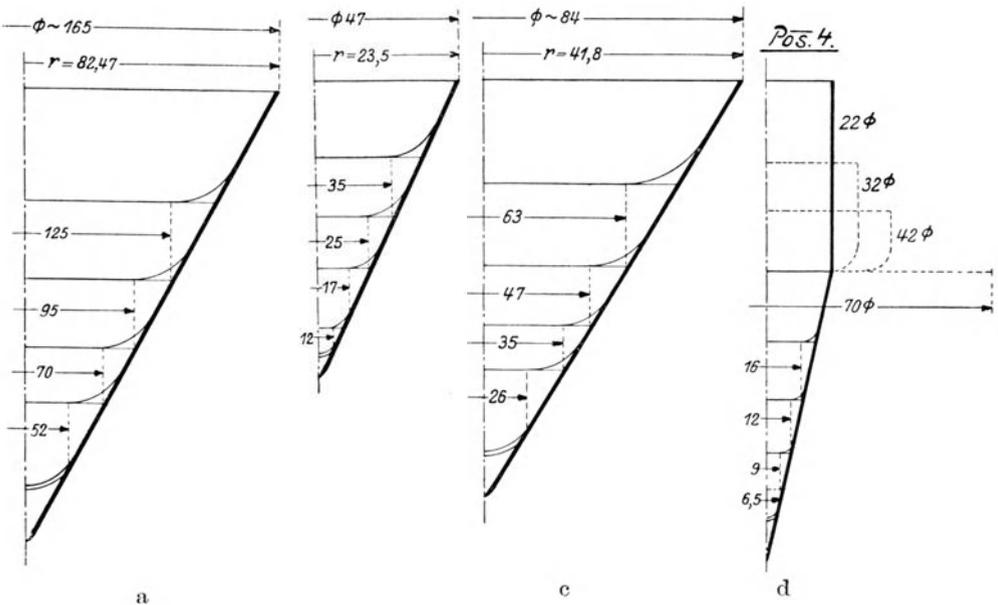


Abb. 74. Operationsvorgänge.

Wie aus den Ausrechnungen der Scheibengrößen zu ersehen ist, sind dieselben in Dezimalzahlen ausgedrückt, die bei wirtschaftlicher Fertigung und Verwendung von Nichtedelmetallen nach oben abgerundet werden. Durch dieses Prinzip werden nämlich die Bestände an Rundschnitten bis auf das äußerste beschränkt und die Lieferungen wegen der Anpassung an normale Größen noch beschleunigt.

Aus den vorliegenden Scheibengrößen

Fall I	Fall II	Fall III	Fall IV
237 mm Ø	71 mm Ø	116 mm Ø	70 mm Ø
$\delta = 1,5 \text{ mm}$	$\delta = 1 \text{ mm}$	$\delta = 0,5 \text{ mm}$	$\delta = 0,25 \text{ mm}$

aus denen sich der Kegel ergeben soll, sind lt. Ziehdiagramm folgende Operationen erforderlich:

	Fall I	Fall II	Fall III	Fall IV
Scheibe	237 mm \varnothing	71 mm \varnothing	116 mm \varnothing	70 mm \varnothing
1. Zug	142 mm gew. 165 mm	43 mm gew. 47 mm	70 mm gew. 84 mm	42 mm
2. Zug	„ 125 „	„ 35 „	„ 63 „	32 „
3. Zug	„ 95 „	„ 25 „	„ 47 „	22 „
4. Zug	„ 70 „	„ 17 „	„ 35 „	16 „
5. Zug	„ 52 „	„ 12 „	„ 26 „	12 „
6. Zug	Spitze abgerundet	Spitze abgerundet	„ 18 „	9 „
7. Zug	Scharfschlag	Scharfschlag	Spitze abgerundet	6,5 „
8. Zug	—	—	Scharfschlag	Spitze abge-
9. Zug	—	—	—	rundet
				Scharfschlag

Bedient man sich zur Formbestimmung der Ziehstempel noch der graphischen Methode, so kann diese nach Art der Skizzendarstellung in Abb. 74 geschehen. Die Ziehstufen sind, wie bei allen Beispielen,

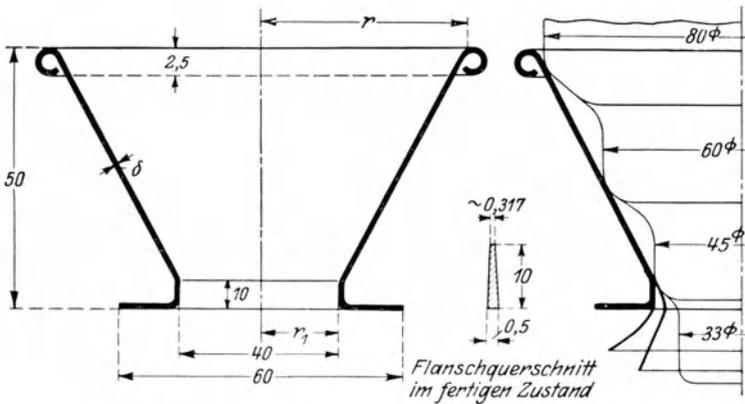


Abb. 75. Sprechtrichter und dessen Ziehvorgänge.

nach dem Diagramm ermittelt und die vorletzte Ziehoperation unter der Voraussetzung eingeschaltet, falls der Kegel scharfspitzig ausgebildet werden soll.

Aus der skizzierten Darstellung der Kegel geht hervor, daß die Abrundungen der Ziehstempel in ihren Stufen besonders charakterisiert sind. Die Größe der Ziehstempelabrundungen werden auf graphischem Wege in der Weise ermittelt, indem man die Kegelgebilde aufzeichnet und die dazu erforderlichen Ziehdurchmesser darin einträgt; die stufenweisen Projektionen vom kleinen auf den großen Stempeldurchmesser ergeben diejenigen Punkte, von denen aus die Stempelrundungen beginnen müssen.

So wie die Ziehprozesse der Kegel mit auslaufender Spitze bestimmt werden, sind auch auf gleiche Art die Operationsgänge für abgestumpfte Kegel festzulegen. Beide Kegelgebilde, sofern sie gleiche Trichterbildung aufweisen, sind in ihren Ziehdurchmessern gleich, abhängig aber in der Anzahl der Ziehstufen, je mehr oder weniger die Spitzen der Kegel abgeflacht sind.

Beispiel VI.

Aufgabe:

Nach vorliegender Abb. 75 sind Sprechtrichter aus Messingblech anzufertigen. Verlangt wird: Angabe des dünnsten Materials, aus dem die Trichter hergestellt werden können, und die Anzahl der Zieh- und Stanzoperationen.

Lösung:

Die Größe der Scheibe wird bestimmt aus der ganzen Oberfläche des Sprechtrichters inkl. der Ziehbodenfläche. Beides setzt sich zusammen aus:

$$\text{Randrollung: } d \cdot \pi \cdot D \cdot \pi \text{ (mittlerer Augendurchmesser)} \\ = 2,5 \cdot 3,14 \cdot 82,5 \cdot 3,14 = 2033,15 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Abgestumpfter Kegel: } \pi \cdot s(r + r_1) = 3,14 \cdot 44,8(40 + 20) = 8440,32 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Hals: } s = \sqrt{(r - r_1)^2 + h^2} = \sqrt{(40 - 20)^2 + 40^2} = 44,8 \text{ mm,}$$

$$d_1 \cdot \pi \cdot h = 40 \cdot 3,14 \cdot 10 = \dots = 1256,60 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Flansch: } \frac{D_1^2 \cdot \pi}{4} - \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} = \frac{60^2 \cdot 3,14}{4} - \frac{40^2 \cdot 3,14}{4} = 1570,79 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Ziehbodenfläche: } \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} = \frac{40^2 \cdot 3,14}{4} = \frac{1256,64 \text{ mm}^2}{\text{Summa: } 14557,50 \text{ mm}^2}$$

Die Gesamtquadratmillimeter des Körpers werden als Inhalt einer runden Scheibe eingesetzt, und es folgt daraus $\frac{D^2 \cdot \pi}{4} = 14557,50$, woraus $D = 136,2 \text{ mm}$ ist.

Zur Bestimmung der Materialstärke muß vorerst eine Annahme gemacht werden, und zwar nimmt man als dünnstes Material ein Maß des Flansches an, weil die äußerste Kante δ_1 des Zylindermantels, von 38 mm Durchmesser auf 60 mm Durchmesser aufgeweitet, sich entsprechend verkleinert.

Die Stärke des Flansches mit 0,3 mm angenommen ergibt eine Zylindermantelstärke von $D_1 \cdot \pi \cdot \delta = d_1 \cdot \pi \cdot \delta_1$; $\frac{D_1 \cdot \delta}{d_1} = \delta_1$;

$\frac{60 \cdot 0,3}{38} = 0,47 \text{ mm}$. Man hätte, um handelsübliche Ware zu benutzen, 0,5 mm zu wählen. Die Ziehstufenbildung lt. Diagramm ist folgende:

Scheiben \varnothing	1. Zug	2. Zug	3. Zug	4. Zug
136,5 mm	80 mm \varnothing	60 mm \varnothing	45 mm \varnothing	33 mm gewählt 38 mm \varnothing

und für die Aufweitung des Zylindermantels von 38 mm auf 60 mm:

1. Op.	2. Op.	3. Op.
45,6 mm \varnothing	54,7 mm \varnothing	60 mm \varnothing

Aus der Abbildung sind die Aufweitungen des Zylindermantels ersichtlich; diese bewegen sich bei jeder Weitung mit darauffolgender Randglühung bis zu 20%.

Beispiel VII.

Aufgabe:

Ist es möglich, einen sonst aus Spritzguß gefertigten Sprechtrichter aus Blechmaterial in größeren Mengen wirtschaftlich herzustellen? Wie müßten die Operationsgänge sein und welches Material käme in Frage, wenn günstige Aussicht dazu besteht?

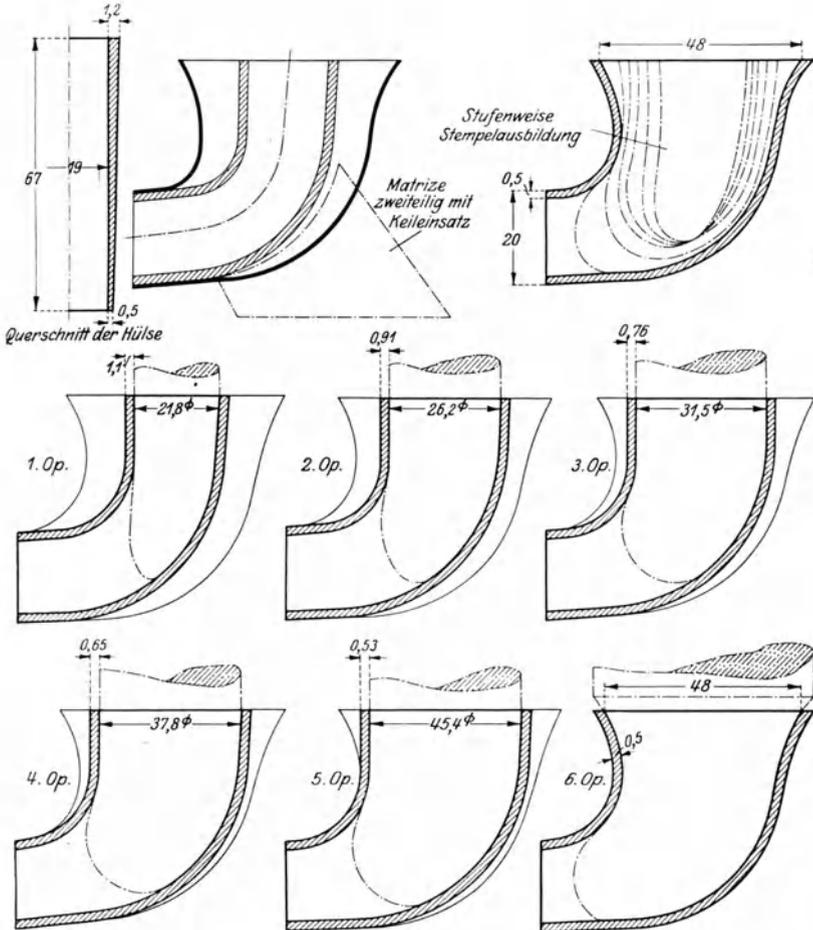


Abb. 76. Werdegang des Sprechtrichters für Telefon-Handapparate.

Lösung:

Die Ausrechnung des Scheibendurchmessers geschieht hier auf graphischem Wege, und zwar so, daß die mittlere Länge des gebogenen Sprechtrichters durch Abzirkeln festgestellt wird. Im vorliegenden Falle beträgt sie inkl. des Bodenabstiches 67 mm und bestimmt damit gleichzeitig die Topfhöhe. Soll der fertige Trichter eine Wandstärke von 0,5 mm aufweisen, so kann aus beiden Durchmessern 20 mm und 48 mm die Blechstärke errechnet werden.

Aus der Gleichung

$$D\pi \cdot \delta = d \cdot \pi \cdot \delta_1; \quad \frac{D \cdot \delta}{d} = \delta_1 = \frac{48 \cdot 0,5}{20} = 1,2 \text{ mm}$$

ist die in Frage kommende Blechstärke errechnet, und diese beträgt 1,2 mm. Durch die Abzirkung der mittleren Länge des Trichters inkl. 2 mm Abstich ist die Topfhöhe mit 67 mm und der Durchmesser mit 20 mm bei 1,2 mm Materialstärke bekannt, woraus sich der Scheibendurchmesser nach Formel

$$x = \sqrt{D^2 + 4D \cdot h} = \sqrt{20^2 + 4 \cdot 20 \cdot 67} = 76 \text{ mm Durchmesser}$$

bestimmt. Als Operationsgänge kommen in Frage:

Scheibe 76 mm \varnothing , 1. Zug 45 mm, 2. Zug 33 mm, 3. Zug 25 mm 4. Zug 20 mm.

Nach den vier Ziehoperationen werden die Hülsen konisch überdreht, so daß die eine Seite 1,2 mm, die andere Seite 0,5 mm Wandstärke erhält, und der Boden wird abgestochen. Die Hülsen sind gut zu glühen und können dann in einer Winkelstanze im Winkel gebogen werden. Damit die Hülse keine Deformation erleidet, erhält diese zum Biegen als Füllung eine eng gewickelte Drahtspirale, die nach erfolgter Biegung wieder herausgezogen wird.

Die Aufweitungen der starkwandigen Seite der Hülse sind:

1. Op.	2. Op.	3. Op.	4. Op.	5. Op.	6. Op.
21,8 mm \varnothing	26,2 mm \varnothing	31,5 mm \varnothing	37,8 mm \varnothing	45,4 mm \varnothing	48 mm \varnothing

zu bemessen (s. Abbildungen).

Damit nicht mehrere Werkzeuge zur Verwendung gelangen, ist, wie aus der Abbildung hervorgeht, die Matrize zweiteilig mit einem auswechselbaren Anfangsstück ausgerüstet, in der die Hülse bei der Aufweitung ruht.

Es sind mithin bis zur Fertigstellung zusammen 4 Zieh-, 1 Dreh-, 5 Aufweitungsoperationen und 7 Glühungen notwendig.

Beispiel VIII.

Aufgabe:

Für Spezialzwecke sind Hohlkörper mit fast scharfkantigen und runden Böden nach der vorliegenden Abb. 77 anzufertigen.

Wie groß ist die Scheibe, und welche Ziehdurchmesser müssen gewählt werden, um diese Profile fertigzustellen?

Lösung:

Rechnet man die erforderlichen Quadratmillimeter für jedes Profil aus, so kommen für

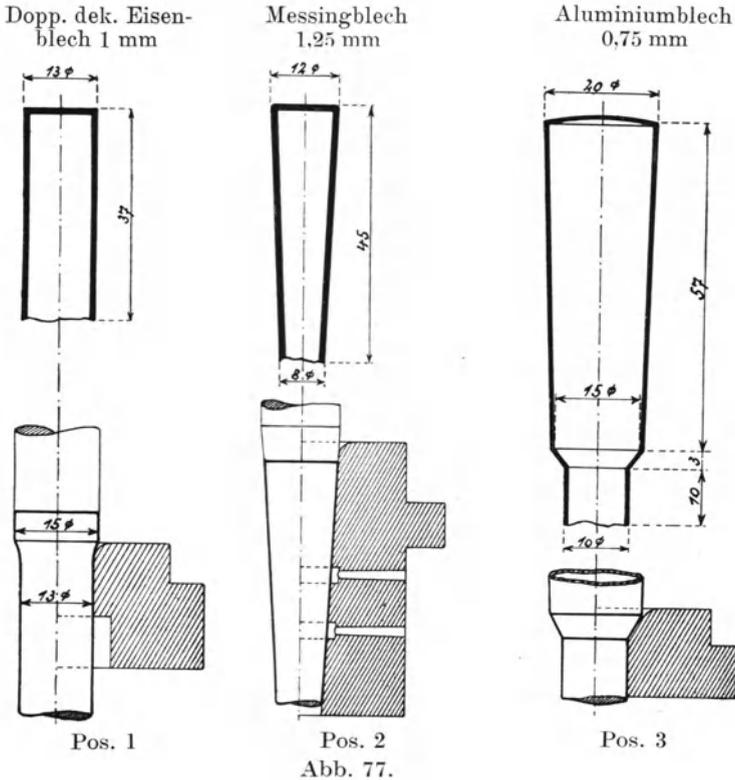
	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3
	1644 mm ²	1810 mm ²	4712 mm ²
und Scheibendurchmesser	46 mm	49 mm	78 mm

in Frage.

Mit Hilfe des Ziehdurchmesserdiagramms bestimmen sich die Ziehdurchmesser für:

	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3
1. Operation	27,5 mm	29,5 mm	47 mm
2. Operation	20 „	22 „	35 „
3. Operation	15 „	17 „	27 „
4. Operation	— „	13,5 „	20 „

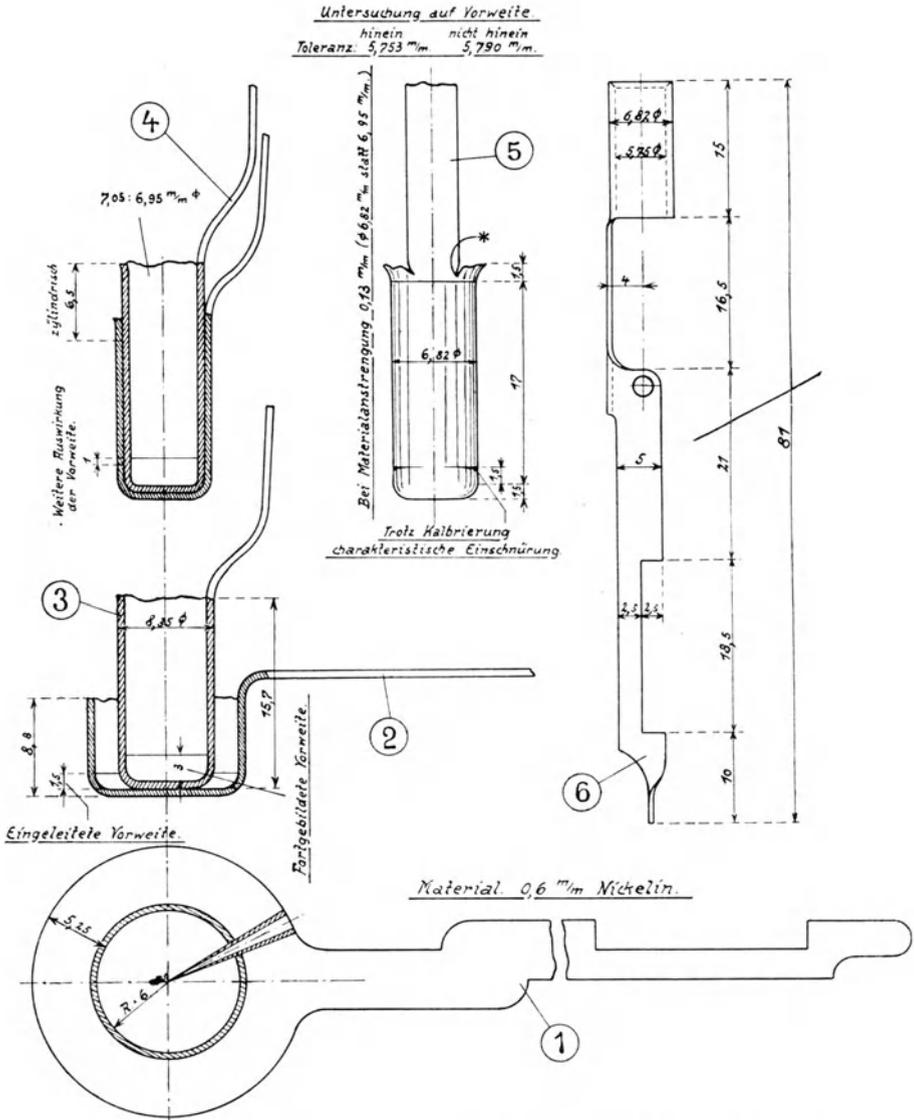
Um den Hülsenboden für Pos. 1 scharfkantig zu erhalten, ist die doppelte Materialstärke des Hülsenmantels (Boden nach oben) einzuziehen, da-



gegen käme für Pos. 2 nur die einfache Materialstärke bei gleichem Ziehprozeß in Frage, und zwar kann für

Pos. 1 von 15 mm auf 13 mm \varnothing Pos. 2 von 13,5 mm auf 12 mm \varnothing Pos. 3 auf 20 mm \varnothing

gezogen werden. Um für Pos. 2 und 3 die Hülsen konisch herzustellen, müssen die Ziehringe in entsprechender Weise angepaßt sein, und es ist hierbei notwendig, auch für das Schmiermaterial einen Ausweg innerhalb des Ziehringes zu schaffen. Aus der Abb. 77 Pos. 2 ist zu ersehen, daß im Ziehring Nuten eingedreht sind, von denen kleine Kanallöcher nach außen führen, die zum Abfluß für das Schmiermaterial dienen. Für die in Pos. 3 dargestellte Einschnürung ist nur ein weiterer zylindrischer Zug notwendig.



Beispiel IX.

Aufgabe:

Es ist eine genau kalibrierte Hülse mit Lötöse (s. Abb. 78) bei normaler Materialanstregung herzustellen, welche einen Außendurchmesser von genau 6,95 mm und einen Innendurchmesser von genau 5,75 mm haben soll. Die Höhe der Hülse muß bei abgefrästem Boden

15 mm betragen; die Hülse muß in allen ihren Abmessungen lehrenhaltig sein. Die Toleranz für den Innendurchmesser ist mit 5,753 mm hinein und 5,790 mm Kalibermaß nicht hinein begrenzt.

Lösung:

Bei der zu befolgenden Genauigkeit hat man nach Ausrechnung der erforderlichen Quadratmillimeter sich eine Zugabe gestattet und ist dabei auf einen Scheibendurchmesser von 22,5 mm gekommen. An Hand des Ziehdiagramms Abb. 45 ergibt sich der erste Ziehdurchmesser mit 13 mm, der zweite Ziehdurchmesser mit 10 mm. Um das Material möglichst zu schonen, ist man nach Ablesung des Diagramms von 10 mm Durchmesser nicht auf 7,5 mm, sondern auf 8,2 mm Durchmesser gegangen, weiter von 8,2 mm Durchmesser auf 7,5 mm Durchmesser und hat, um endlich den vorgeschriebenen lichten Durchmesser zu erreichen, einen Kaliberzug von 6,82 mm eingeschaltet, d. h. man war gezwungen, vom Außendurchmesser etwa um 0,13 mm abzuweichen. In Abb. 78 ist der Entwicklungsgang eingehend veranschaulicht.

Kommentar: Wenn zu schwere Bedingungen in der wirtschaftlichen Fertigung, besonders bei Ziehteilen gestellt werden, so taucht unwillkürlich die Frage auf, ob bei derartigem Genauigkeitsgrad überhaupt eine solche Ausführung möglich ist oder nicht. Nach der bereits behandelten Materie ist sie zweifelhafter Natur, weil bei jeder Formgebung des Materials eine Schwächung eintritt.

Wie in Abb. 40 schon dargestellt, tritt mit dem Beginn des Ziehprozesses eine ganz unvermeidliche Materialschwächung in der Nähe des Hülsenbodens ein und nimmt mit steigender Höhe des Hülsenmantels nur allmählich ab. Hieraus folgt, daß also der lichte Durchmesser der Hülse in der Nähe des Bodens am größten und auf der entgegengesetzten Seite am kleinsten sein muß (s. Abb. 78, Pos. 4). Ein Ausweg zur Verminderung der lichten Durchmesserunterschiede könnte eventuell noch so gefunden werden, indem man den Scheibendurchmesser in entsprechender Weise vergrößert. Dieser Weg würde aber zu einer großen Unwirtschaftlichkeit führen, weil erstens mehr Operationen und dadurch Zahlung unnötiger Löhne erforderlich wären, zweitens der Abfall des Materials bedeutend größer sein würde, ohne etwas damit erreicht zu haben. Der größte Genauigkeitsgrad, den man bei der Massenfertigung dieser Körper erzielte, endigte mit einer Vorweite von 0,13 mm, d. h. bei Abfräsung des Hülsenbodens mit einem Teil des Mantels war der lichte Durchmesser um 0,13—0,08 mm größer, als die gestellte Bedingung es verlangte. Weil nun diese Körper in Hartgummi eingepreßt wurden, hat man durch Einziehen einer kleinen Strecke des Hülsenmantels die Vorweite beseitigt.

Eine eigenartige Erscheinung, die in Pos. 5 mit einem Stern bezeichnet ist, sei noch erwähnt; es bildeten sich beim Übergang vom Hülsenrand zum Lötöschwanz tiefe Einkerbungen, die man anfänglich als Sprünge ansah. Die hierüber angestellte Untersuchung hat aber ergeben, daß diese Einkerbungen nicht als Sprünge des Materials zu betrachten sind, sondern lediglich von der Fächerbildung des

Hülsenmantels herrühren und dem Lötswanz eine tailenartige Einschnürung geben.

Beispiel X.

Aufgabe:

Ein Hohlkörper nach Abb. 79 ist gegeben, und es sollen der Scheibengröße und die Ziehdurchmesser sowie die Höhen für jede einzelne Ziehstufe mit ihrer Abrundung angegeben werden. Als Material soll 0,3 mm Aluminium Verwendung finden. Angegeben soll ferner werden, auf welche Art dieses dünne Material gegläht werden kann und wieviel Glühungen bis zur vollständigen Fertigstellung des Körpers erforderlich sind.

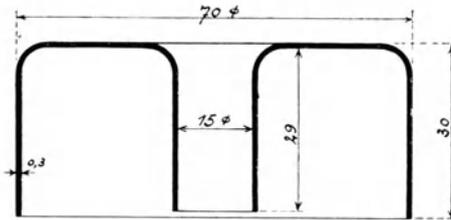


Abb. 79. Aluminiumhülse.

Lösung:

Die Scheibengröße wird wie folgt festgestellt:

$$70 \cdot \pi \cdot 31 \dots = 6820 \text{ mm}^2,$$

$$\frac{70^2 \cdot \pi}{4} - \frac{15,6^2 \cdot \pi}{4} = 3656,47 \text{ mm}^2,$$

$$15,6 \cdot \pi \cdot 29,5 \dots = 1045,5 \text{ mm}^2,$$

$$\frac{15,6^2 \cdot \pi}{4} \dots = 191,13 \text{ mm}^2$$

Summa: 11 713,07 mm²,
rund 12000 mm² inkl. Randabschnitt.

$$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} = 12000, \text{ daraus } D = 124 \text{ Durchmesser.}$$

Der Inhalt der Tülle, auf obige Art auch festgestellt, ist:

$$1590 \text{ mm}^2, \text{ daraus } D = 45 \text{ mm Durchmesser.}$$

Für Hohlkörper mit abgerundeter Kante kommt folgende Formel in Frage:

$$x = \sqrt{4D \cdot h + 2r \cdot \pi \cdot d + d^2} \quad \text{und} \quad h = \frac{x^2 - 2r \cdot \pi \cdot d - d^2}{4D}.$$

Durch das Bekanntsein des Scheibendurchmessers von 124 mm können die Ziehdurchmesser und die Abrundungen der Ziehkante festgelegt werden; diese sind für den

	1. Zug	2. Zug	3. Zug	4. Zug	5. Zug	6. Zug	7. Zug
Ziehdurchmesser	74 mm	55 mm	42 mm	32 mm	23 mm	17 mm	15 mm
Abrundung r	9,5	6,5	5	4,5	3	2	0,3
Höhe h	5	6,4	10,6	7	16,4	26,4	29,5

Aus der Berechnung des Flächeninhaltes des Tüllenmantels inkl. Ziehbodens ergeben sich 1637 mm², die einem Scheibendurchmesser von

46 mm entsprechen. Setzt man diesen Wert, um die Höhe = h für jede Operation zu bestimmen, in die vorliegende Gleichung ein, so erhält man von der letzten Ziehstufe angefangen Resultate bis zur vierten Operation, darüber hinaus können keine Werte für die Höhe zustande kommen, weil der Flächeninhalt für jeden Ziehdurchmessermantel größer ist, als der Flächeninhalt der Einziugscheibe.

$$h_7 = \frac{45^2 - 2 \cdot 0,3 \cdot \pi \cdot 14,4 - 14,4^2}{4 \cdot 15} = 30 + 0,3 = 30,3 \text{ mm};$$

$$h_8 = \frac{45^2 - 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 15 - 15^2}{4 \cdot 17} = 23,6 + 2 = 25,6 \text{ mm};$$

$$h_5 = \frac{45^2 - 2 \cdot 3 \cdot \pi \cdot 17 - 17^2}{4 \cdot 23} = 15,4 + 3 = 18,4 \text{ mm};$$

$$h_4 = \frac{45^2 - 2 \cdot 4,5 \cdot \pi \cdot 23 - 23^2}{4 \cdot 32} = 6,6 + 4,5 = 11,1 \text{ mm};$$

$$h_3 = \frac{85^2 - 2 \cdot 5 \cdot \pi \cdot 32 - 32^2}{4 \cdot 42} = 31,5 + 5 = 36,5 \text{ mm},$$

nur 10 mm hochziehen;

$$h_2 = \frac{85^2 - 2 \cdot 6,5 \cdot \pi \cdot 42 - 42^2}{4 \cdot 55} = 17 + 6 = 23 \text{ mm},$$

nur 8 mm hochziehen;

$$h_1 = \frac{85^2 - 2 \cdot 9,5 \cdot \pi \cdot 55 - 55^2}{4 \cdot 74} = 3,1 + 9,5 = 12,6 \text{ mm},$$

nur 5 mm hochziehen.

Da die Einzugscheibe für die ersten drei Operationen nicht ausreichend ist, so muß für den ersten Ziehdurchmesser eine Höhe angenommen werden, die eine Fortsetzung vom dritten zum vierten Zug bietet. Ist eine Höhe für den ersten Zug mit 12,6 bzw. 5 mm angenommen, so werden sich die darauf folgenden Höhenwerte wesentlich größer zeigen, wie zur Herstellung der Tülle benötigt wird. Aus diesem Grunde sucht man die ersten Ziehstufen so abzustimmen, daß sie sich in den Grenzen der vierten Stufe bewegen (im Beispiel korrigiert); die dadurch entstehende wellenartige Oberfläche der Tüllenscheibe wird bei jeder Operation mit planiert. Nach dem Abstich des 15 mm kleinen Bodens wird die Größe der sich verkleinerten Scheibe (durch den Tülleneinzug verursacht) festgestellt und der Außenmantel gezogen. In diesem Falle hat eine Veränderung der Scheibe von 124 mm auf 116 mm Durchmesser stattgefunden und ist mit dieser Abmessung zu rechnen. Von 116 mm Durchmesser kann man lt. Ziehdiagramm auf 70 mm ziehen, hier aber war der Prozentsatz an Ausschussteilen groß, weshalb ein Zwischenzug von 74 mm Durchmesser eingeschaltet wurde. Durch sechsmaliges Glühen, d. h. von der zweiten Operation ab, wurde nach jedem Ziehprozeß (ausgenommen den eingeschalteten Zug) geglüht, man beobachtete dabei sichtlich metallische Ausscheidungen, die das Material mit jedem weiteren Operationsgang spröder machten. Um

die Ziehtteile beim Glühen keinen Übertemperaturen auszusetzen, wurde 450°C für den Glühofen als die geeignetste Temperatur festgestellt. Die Teile wurden aus Sicherheitsgründen vor dem Glühen mit Öl bespritzt, diese Spritzer färben sich während der Glühdauer in kurzer Zeit ganz schwarz, sobald diese aber gänzlich verschwunden, ist der Zeitpunkt gekommen, um die Teile erkalten zu lassen. Damit auch der Ofen keine höhere Temperatur annimmt als 450° , wurde dieser mit einem Pyrometer versehen und gut abgestimmt.

Beispiel XI.

Aufgabe:

Aus welcher großen 1 mm starken Messingscheibe mit inkl. 3 mm Abstich des äußeren Mantels kann der in Abb. 80 dargestellte Hohlkörper hergestellt werden und wieviel Ziehoperationen werden bis zu seinem Endzustand benötigt?

Lösung:

Aus dem Flächeninhalt des ganzen Körpers wird die Ziehscheibe bestimmt; diese setzt sich zusammen aus:

kleinen Boden	$\frac{30^2 \cdot \pi}{4} = 706,85 \text{ mm}^2$	} Die Größe der Scheibe ermittelt sich aus: $\frac{D^2 \cdot \pi}{4} = 55498 \text{ mm}^2$. Daraus: $D = \sim 266 \text{ mm } \varnothing$ und folgende Ziehstufen:
kleinste Ziehstufe	$30 \cdot \pi \cdot 15 = 1413,50 \text{ mm}^2$	
kleinsten Kreisring	$\frac{45^2 \cdot \pi}{4} - \frac{30^2 \cdot \pi}{4} = 883,58 \text{ mm}^2$	
mittleren Ziehstufe	$45 \cdot \pi \cdot 40 = 5654,80 \text{ mm}^2$	
mittleren Kreisring	$\frac{56^2 \cdot \pi}{4} - \frac{45^2 \cdot \pi}{4} = 872,57 \text{ mm}^2$	
große Ziehstufe	$56 \cdot \pi \cdot 30 = 5277,90 \text{ mm}^2$	
große Kreisring	$\frac{80^2 \cdot \pi}{4} - \frac{56^2 \cdot \pi}{4} = 2563,55 \text{ mm}^2$	
Ansatz	$80 \cdot \pi \cdot 20 = 5026,60 \text{ mm}^2$	
Mantelring	$\frac{120^2 \cdot \pi}{4} - \frac{80^2 \cdot \pi}{4} = 6283, \text{—} \text{ mm}^2$	
Mantel	$120 \cdot \pi \cdot 73 = 27521, \text{—} \text{ mm}^2$	
	Summa: $55498, \text{—} \text{ mm}^2$	

Ziehdurchmesser: 160 mm 122 mm 92 mm 70 mm 55 mm 42 mm 30 mm
gewählt, — — — — 56 „ 45 „ 30 „

Nach sieben Ziehoperationen, wobei die letzten drei die kleinen Durchmesser, 56 mm, 45 mm und 30 mm ergeben, während die bei den anderen Ziehstufen erhaltenen wellenartigen Flächen durch Planierung geglättet werden, schließt sich der Scharfschlag an.

Der Scheibendurchmesser wird durch die Einziehung der Ziehstufen von 266 mm Durchmesser auf 234 mm Durchmesser verkleinert. Um den Ansatz von 80 mm zu ziehen, sind folgende Operationen notwendig:

Scheibendurchmesser	1. Zug	2. Zug	3. Zug
234 mm	140 mm	105 mm	80 mm

Durch das Einziehen des 80 mm großen Ansatzes wird wieder der Scheibendurchmesser verkleinert, und zwar auf ~ 222 mm. Es kommen demnach, um den 120 mm großen Mantel zu ziehen, als erster Ziehdurchmesser 133 mm und als letzter 120 mm in Frage. Steht dem Betrieb eine Friktionspresse mit Faltenhalter zur Verfügung, so kann, nachdem der Ansatz von 80 mm gebildet ist, durch eine kombinierte Stanze der Ansatz scharf geschlagen und der Mantel von 120 mm mit 133 mm Durchmesser vorgezogen werden.

Bemerkung: Der Flächeninhalt des Hohlkörpers im Beispiel IV Pos. 3 ist in der ersten Auflage dieses Werkes größer angegeben, ohne darauf hinzuweisen, daß aus dem Außenmantel noch ein breiter Ring hergestellt wurde, der in der gleichen Anzahl wie der Profilkörper im Jahre vorkam. Mit der Anfertigung des alleinigen Teiles schaltet ganz natürlich diese Operation aus.

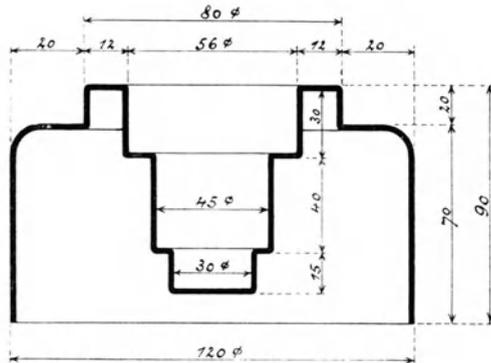


Abb. 80. Messingsockel.

Beispiel XII.

Aufgabe:

Verlangt wird, zwei Hohlkörper mit geschweiften Profilen nach Abb. 81, Pos. 1 und 2, herzustellen.

Wieviel Operationen sind bis zur Fertigstellung dieser Teile erforderlich, wenn Faltenhalter zur Anwendung kommen?

Lösung:

Rechnet man die Oberfläche des Hohlkörpers Pos. 1 aus, so beträgt diese 30360 mm², und diese entsprechen einem Scheibendurchmesser von 197 mm.

Laut Ziehdiagramm ist man in der Lage, von einem Scheibendurchmesser 197 mm auf 118 mm zu ziehen. Zweckmäßig ist es in diesem Falle, den Durchmesser von 152 mm zu wählen, weil er als erster zylindrischer Ansatz Gelegenheit bietet, durch Faltenhaltersetzung bei der nächsten Zieheroperation zur Halbkugelformung zu gelangen. Da auf Grund weiterer Ablesung des Ziehdiagrammes von 152 mm Durchmesser auf 115 mm Durchmesser gezogen werden kann, 100 mm Durchmesser aber für die Halbkugel in Frage kommt, so ist es bei Faltenhaltersetzung, wenn statt auf 115 mm auf 100 mm gegangen wird, nicht

nachteilig, weil bis zu einer vollständigen Faltenhalteraussnutzung 30 mm Wandstärke gehört. Der 110 mm große Ansatz wird mit der darauf folgenden Halbkugelformung mitgebildet. Die Anordnung, in welcher Weise der Ziehprozeß gedacht ist, ist durch Schraffur für Faltenhalter und Ziehstempel angedeutet. Die Konturabweichung des Ziehstempels von der vorgeschriebenen Form hat darin seine Begründung, daß bei

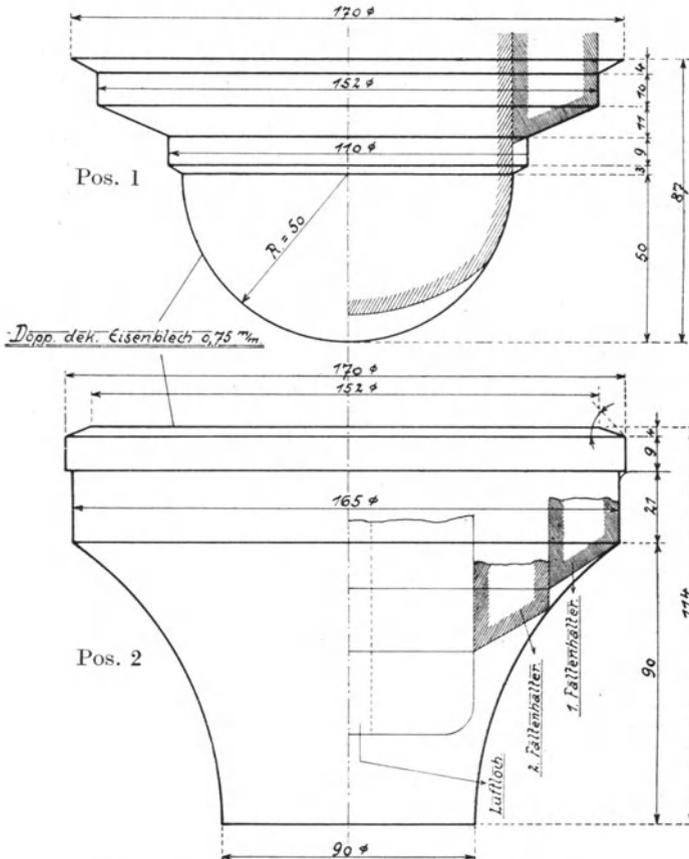


Abb. 81. Hohlkörper für elektrische Lampen.

allen kugelförmigen Gebilden sich Falten bilden, die durch Vorstanzung (alle scharfen Ecken erhalten Abrundungen) erst beseitigt werden müssen; dann erfolgt in der Nachschlagstanze die Fertigstellung des genauen Profiles. Um die Werkzeugkosten möglichst niedrig zu halten, können Ziehringe und Profilverstanzten aus Gußeisen angefertigt werden, dagegen Fertigstanzen nicht.

Pos. 2.

Die sich hier aus der Oberfläche des Körpers ergebene Scheibe ist 226 mm Durchmesser, und diese muß wegen der zu ziehenden Form

unter Benutzung des Ziehdiagrammes nicht auf ~ 136 mm, sondern auf 165 mm Durchmesser gezogen werden. Durch Einsetzung des ersten Faltenhalters zieht man auf 125 mm Durchmesser und mit dem zweiten Faltenhalter statt auf 95 mm Durchmesser lt. Diagramm auf 90 mm Durchmesser (s. Anwendung im Bild). Hierauf geschieht die Fertigstanzung der Taillenkontur mit gleichzeitigem Hochzug für den 170 mm Durchmesser. Den Mantel von 170 mm nach innen auf 152 mm einzukippen, wird durch Rollsieckung oder mittels Stanzung erreicht, d. h. im letzten Falle erst in 45 Gradstellung und dann in vorgeschriebener Gradstellung des Randes. Der Druck des Stempels wird dann vom kleinen Ansatz des 170 mm großen Mantels aufgenommen.

Zusatz: Sobald Hohlkörper ohne Boden vorkommen, wie z. B. nach Abb. 81, Pos. 2, so kann zwecks Materialersparnis aus dem Boden, der während der Fabrikation vom Körper noch nicht entfernt ist, das Material zur Vervollständigung der Körperform entnommen werden. Die Fertigstanz ist so auszubilden, daß sie vor dem Fertigschlag des Teiles den Ziehboden mit 84 mm Durchmesser ausschneidet und den Ausschnitt durch den Stempel auf 90 mm (normale Beanspruchung) aufweitet. Durch diesen Vorgang ist es noch möglich, mit einer kleineren Scheibe als 223 mm Durchmesser auszukommen, bei der die Ziehstufenhöhen in den Voroperationen niedriger gehalten werden müssen.

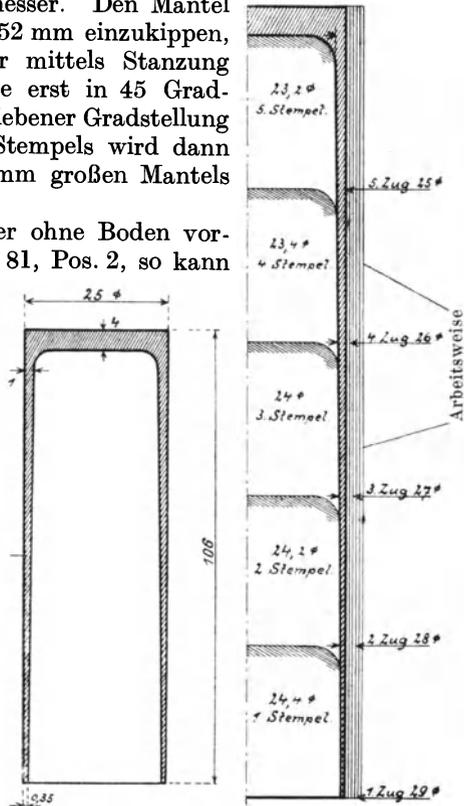


Abb. 82. Ungleichwandige Hülse. Ausführung I.

Beispiel XIII.

Aufgabe:

Es soll eine Hülse mit einem 4 mm starken Boden und einem 110 mm hohen Mantel, der in der Gegend des Bodens 1 mm und am Hülsenrand 0,35 mm Wandstärke hat, hergestellt werden (s. Abb. 82).

Wie groß muß die Scheibe sein, und welche Operationen kommen hierfür in Frage?

Lösung:

Die Scheibengröße zu finden, kann auf einem sehr praktischen Wege geschehen, der darin besteht, daß man die Gewichte des Hülsen-

mantels sowie des Hülsenbodens errechnet, beide addiert und aus der Summe den Scheibendurchmesser bei 4 mm Materialstärke feststellt.

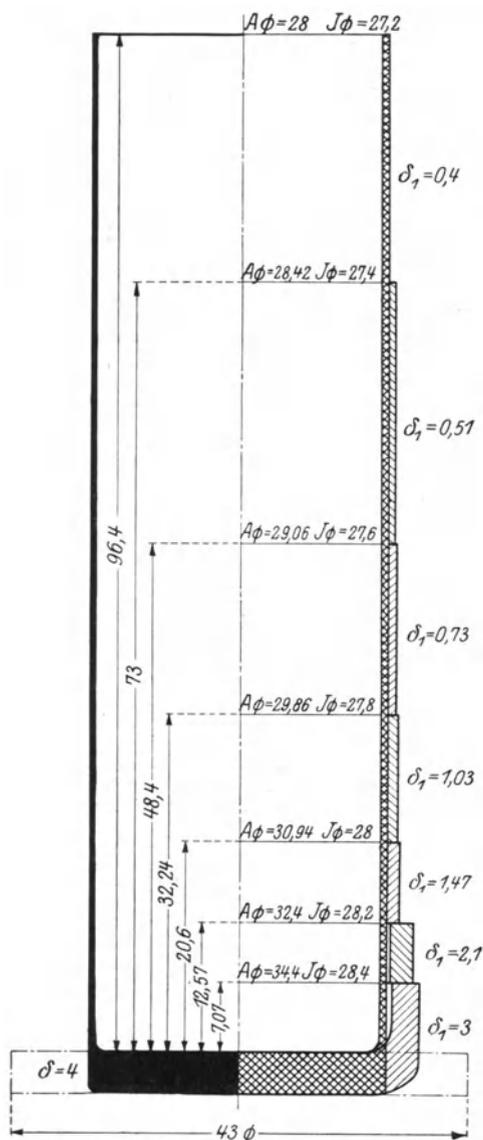


Abb. 83. Ungleichwandige Hülse.
Ausführung II.

es hier zutrifft, ein kleiner Scheibendurchmesser in Frage kommt, so kann für die Bestimmung der Operationsgänge das Ziehdurchmesserdiagramm auch für 4 mm Materialstärke benutzt werden.

Nimmt man als Mittelwert des Hülsenmantels 0,7 mm an und sieht bei der Berechnung vom mittleren Faden des Mantels ab, so ergibt sich, wenn für den Abstich der Hülse 2,5 mm angesetzt ist, ein Gewicht von $D \cdot \pi \cdot h \cdot \delta \cdot \gamma = G$;
 $2,5 \cdot 3,14 \cdot 10,85 \cdot 0,07 \cdot 7,8 = 47,7$ g und Hülsenbodengewicht $\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \delta_1 \cdot \gamma = G_1$;
 $\frac{2,5^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,4 \cdot 7,8 = 15,7$ g.

Gesamtgewicht:

$$47,5 + 15,7 = 63,4 \text{ g.}$$

Hieraus den Scheibendurchmesser ermittelt, folgt:

$$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \delta_1 \cdot \gamma = 63,4 \text{ und}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 63,4}{\pi \cdot \delta_1 \cdot \gamma}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 63,4}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 7,8}} \cong 50 \text{ mm}$$

Die Praxis hat nun gelehrt, den Hülsenmantel bei der ersten Ziehoperation bis 25% auf δ bezogen, anzustrengen (bei besonders weichem Material bis 40% möglich), da dies bei Durchschnittsblech ein Mittelwert ist; bei allen darauffolgenden Operationen dagegen kann die Materialschwächung bis zu 30% vorgenommen werden.

Da 4 mm doppelteka-piertes Eisenblech für Ziehzwecke in vereinzelt Fällen vorkommt und außerdem, wie

Laut Ziehdiagramm ergibt sich von einer Scheibe von 50 mm Durchmesser der erste Ziehdurchmesser mit 30 mm und wird bei zulässiger Materialschwächung auf 29 mm Durchmesser gezogen.

Die zweckmäßigsten Operationsgänge sind bei gutem Material wie folgt:

Scheibe 50 mm schneiden	Durchmesser des Ziehringes	Durchmesser des Stempels, Stelle +
1. Operation	29 mm	24,4 mm
2. „	28 „	24,2 „
3. „	27 „	24,0 „
4. „	26 „	23,4 „
5. „	25 „	23,2 „

Nach Beendigung der Ziehoperationen formt sich der Hülsenboden etwas rundlich, was durch Planierung beseitigt wird.

Beispiel XIV.

Aufgabe:

Es ist eine ungleichwandige Hülse 93 mm hoch nach Abb. 83 herzustellen, die Operationsgänge sind rechnerisch zu ermitteln und graphisch so darzustellen, daß Durchmesser, Wandstärke und Höhe für jeden Ziehvorgang ersichtlich ist. Als Material kommt doppelt dekapiertes Eisenblech von 4 mm in Frage.

Lösung:

Die Größe der Scheibe ergibt sich aus folgender Formel:

$$x = \sqrt{\frac{D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h}{\delta}} = \sqrt{\frac{28^2 \cdot 4 + 4 \cdot 27,6 \cdot 0,4 \cdot 93}{4}}$$

$$= \sqrt{1810,72} = 43 \text{ mm Durchmesser.}$$

Die Scheibe von 43 mm Durchmesser läßt sich lt. Diagramm in einem Ziehgang in eine Topfform von 26 mm Durchmesser ziehen, der kleiner als der Durchmesser der fertigen Hülse ist. Bestimmend für die Anzahl der Ziehgänge sind hier die von Operation zu Operation zu berücksichtigenden Materialschwächungen, welche bei der ersten Ziehstufe mit 25%, bei allen weiteren Operationen mit 30%, auf Materialstärke bezogen, veranschlagt werden können.

Rechnerisch die Operation festgelegt, folgt:

	Materialstärke		Materialschwächung
1. Operation	4 mm	bei 25 %	1 mm 3 mm
2. „	3 „	„ „ 30 %	0,9 „ 2,1 „
3. „	2,1 „	„ „ 30 %	0,63 „ 1,47 „
4. „	1,47 „	„ „ 30 %	0,44 „ 1,03 „
5. „	1,03 „	„ „ 30 %	0,30 „ 0,73 „
6. „	0,73 „	„ „ 30 %	0,219 „ 0,51 „
7. „	0,51 „	„ „ 30 %	0,153 „ 0,4 „

Der Scheibe nach kann der 28-mm-Hülsendurchmesser, wie bereits erwähnt, in einer Operation erledigt werden. In diesem Falle sind auf Grund der Materialschwächungen sieben Ziehgänge notwendig. Nimmt man für jeden Ziehgang beim Stempel 0,2 mm Spiel an, so

kommen für alle sieben Ziehstufen 1,2 mm in Betracht, um die der 27,2 mm große Hülsenstempeldurchmesser vergrößert werden muß. Die Außen- und Innendurchmesser für alle Ziehstufen sind:

	1. Zug	2. Zug	3. Zug	4. Zug	5. Zug	6. Zug	7. Zug
	mm						
Außendurchm.	34,4	32,4	30,94	29,86	29,06	28,42	28
Innendurchm.	28,4	28,2	28,0	27,8	27,6	27,4	27,2
bei Wandstärke	3	2,1	1,47	1,03	0,73	0,51	0,4

Aus diesen zusammengestellten Abmessungen kann die Ausrechnung der Höhe, d. h. mit der Umformung obiger Formel $h = \frac{x^2 \cdot \delta - D^2 \cdot \delta}{4D_1 \cdot \delta_1}$ für jeden Operationsgang erfolgen.

$$\begin{array}{ll}
 \text{1. Zug.} & \text{2. Zug.} \\
 h = \frac{43^2 \cdot 4 - 34,4^2 \cdot 4}{4 \cdot 31,4 \cdot 3} = 7,07 \text{ mm} & h = \frac{43^2 \cdot 4 - 32,4^2 \cdot 4}{4 \cdot 30,3 \cdot 2,1} = 12,57 \text{ m} \\
 \text{3. Zug.} & \text{4. Zug.} \\
 h = \frac{43^2 \cdot 4 - 30,94^2 \cdot 4}{4 \cdot 29,47 \cdot 1,47} = 20,6 \text{ mm} & h = \frac{43^2 \cdot 4 - 29,86^2 \cdot 4}{4 \cdot 28,83 \cdot 1,03} = 32,24 \text{ mm} \\
 \text{5. Zug.} & \text{6. Zug.} \\
 h = \frac{43^2 \cdot 4 - 29,06^2 \cdot 4}{4 \cdot 28,33 \cdot 0,73} = 48,4 \text{ mm} & h = \frac{43^2 \cdot 4 - 28,42^2 \cdot 4}{4 \cdot 27,91 \cdot 0,51} = 73 \text{ mm} \\
 \text{7. Zug.} & \\
 h = \frac{43^2 \cdot 4 - 28^2 \cdot 4}{4 \cdot 27,6 \cdot 0,4} = 96,4 \text{ mm.} &
 \end{array}$$

Die Höhe des Mantels in der siebenten Ziehstufe ist lt. Rechnung um 3,4 mm höher, als angenommen; sie ist dadurch entstanden, daß die Scheibengröße wegen eines geringen Unterschiedes nach oben auf 43 mm abgerundet wurde. Der Kraftaufwand beim Materialschwächerziehen ist besonders groß und bedingt nach vorliegenden Unterlagen schwerere Ziehpressen. Stehen dem Betriebe solche Pressen nicht zur Verfügung, so kann eine Lösung nur in der Vermehrung der Ziehgängeanzahl gefunden werden.

Beispiel XV.

Aufgabe:

Eine aus Messingblech zu fertige Doppelhülse nach Abb. 84 ist herzustellen.

Welche Scheibengröße und Materialstärke für beide Hülsenmäntel kommt in Frage und wie müssen sich die einzelnen Operationsgänge gestalten?

Lösung:

Aus dem Volumen der Hülse läßt sich der Scheibendurchmesser sowie die Stärke der beiden Hülsenmäntel im Anfangsstadium bestimmen; dieses geschieht auf folgende Art:

- a) Kleiner Zylinder = $\pi \cdot \text{mittl. Durchm.} \cdot \delta \cdot h = 3,14 \cdot 11,7 \cdot 0,3 \cdot 32 = 352,68 \text{ mm}^3$;
- b) Kegellansatz = $\pi \cdot \text{,,} \cdot \text{,,} \cdot \delta \cdot s = 3,14 \cdot 15,7 \cdot 0,3 \cdot 6,4 = 94,65 \text{ mm}^3$;
- c) großer Zylinder = $\pi \cdot \text{,,} \cdot \text{,,} \cdot \delta \cdot h_1 = 3,14 \cdot 19,7 \cdot 0,3 \cdot 60 = 1113,44 \text{ mm}^3$;
- d) innerer Boden = $\frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \delta = \frac{19,4^2 \cdot 3,14}{4} \cdot 0,3 = 88,53 \text{ mm}^3$.

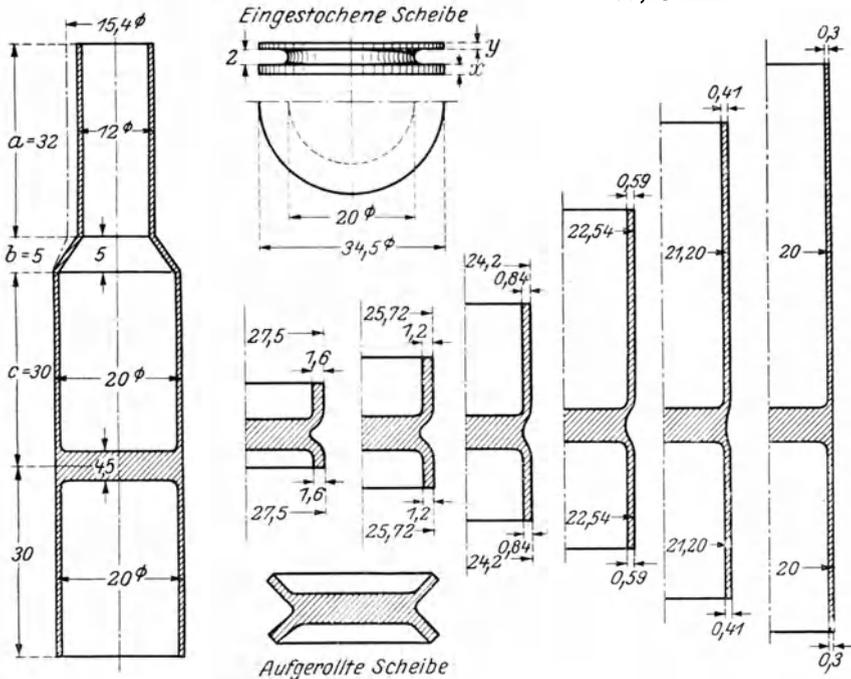


Abb. 84. Werdegang einer Doppelhülse.

Wird die Hülse vom inneren Boden aus in zwei Teile geteilt, so zerfällt sie in $a + b + 0,5 \cdot c = 352,68 + 94,65 + 0,5 \cdot 1113,44 = 1004,05 \text{ mm}^3$, und $0,5 \cdot c = 556,72 \text{ mm}^3$.

Da der Einstich von 2 mm bei einer 4,5 mm starken Scheibe angenommen ist, so verhält sich die eine Mantelscheibenstärke x zu der anderen y wie das eine Volumen $1004,05 \text{ mm}^3$ zu dem anderen Volumen $556,72 \text{ mm}^3$.

Hieraus bildet sich also folgende Proportion: $\frac{x}{y} = \frac{1004,05}{556,72}$.

Nun ist infolge des 2 mm angenommenen Scheibeneinstiches

$$x + y = 2,5 \quad \text{und} \quad y = 2,5 - x.$$

Werden diese Werte in obige Gleichung eingesetzt, so entsteht daraus

$$\frac{x}{2,5 - x} = \frac{1004,05}{556,72}; \quad x = \frac{(2,5 - x) \cdot 1004,5}{556,72} = \frac{2510,125 - 1004,05 x}{556,72}$$

$$556,72 + 1004,05 = 1560,77;$$

$$x = \frac{2510,125}{1560,77} = 1,6 \text{ mm} \quad \text{und} \quad y = 2,5 - 1,6 = 0,9 \text{ mm}.$$

Der Scheibendurchmesser errechnet sich aus:

$$\frac{D_y^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,9 - \frac{20^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,9 = 0,5 \cdot c = 556,72 \text{ mm}^3$$

oder
$$\frac{D_y^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,9 = 556,72 + \frac{20^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,9 \text{ mm}$$

$$D_y^2 \cdot \pi \cdot 0,9 = 4 \left(556,72 + \frac{20^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,9 \right);$$

$$D_y = 2 \sqrt{\frac{556,72 + \frac{20^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,9}{\pi \cdot 0,9}} = 34,5 \text{ mm}.$$

Bekannt sind nun:

Scheibendurchmesser mit	34,5 mm
Tiefe des Scheibeneinstiches	7,25 „
Breite des „	2 „
Mantelscheibenstärke x	1,6 „
„ y	0,9 „

Zunächst, ehe mit den Ziehoperationen begonnen wird, wird die eingestochene Scheibe durch Winkelrollen auf 45° zum Ziehen vorgebildet (s. Darstellung). Mittels zweiteiligen Ziehringes wird zuerst die eine und dann die andere Seite um die Hälfte der Einstichtiefe ohne Materialanstrengung hochgezogen. Als erster Ziehdurchmesser käme demnach 27,5 mm für beide Seiten in Frage. Wird die Regel der zulässigen Materialanstrengung auch hier angewendet, so ergeben sich folgende Ziehgänge:

	1	2	3	4	5	6	
Für Mantel- scheibe x	1,6 mm	1,2 mm	0,84 mm	0,59 mm	0,41 mm	0,3 mm	= Wand- stärken
Für Mantel- scheibe y	0,9 mm	— mm	0,84 mm	0,59 mm	0,41 mm	0,3 mm	= „
Zieh- durchmesser Da	27,5 mm	25,72 mm	24,20 mm	22,54 mm	21,20 mm	20 mm	= Außen- durchmesser
Zieh- durchmesser Di	24,3 mm	23,32 mm	22,34 mm	21,36 mm	20,38 mm	19,4 mm	= Innen- durchmesser

Wie die Wandstärken des Hülsenmantels ermittelt werden, ist aus dem vorhergehenden Beispiel zu entnehmen. Die Bestimmung der Ziehdurchmesser für jede Stufe geschieht auf folgende Art: Gehe von dem Endzustand der Hülse aus und lege den Außen- sowie Innendurchmesser fest (20 mm Durchmesser und 19,4 mm Durchmesser). Da der Anfangsdurchmesser mit 27,5 mm und der Stempeldurchmesser bei

$\delta_1 = 1,6 \text{ mm} = 24,3 \text{ mm}$ bekannt ist, so teile die Differenz zwischen großen und kleinen Stempeldurchmesser durch die Anzahl der Operationsgänge $- 1$; $\left(\frac{24,3 - 19,4}{6 - 1} = 0,98 \text{ mm}\right)$; der Quotient ist dann diejenige Zahl (0,98 mm), um die sich der Stempeldurchmesser bei jeder nächstfolgenden Ziehoperation vergrößert bzw. verkleinert ($19,4 + 0,98 = 20,38$). Die jeweiligen Außendurchmesser der Hülse werden in der Weise festgelegt, indem man zu dem in Betracht kommenden Ziehstempeldurchmesser zweimal die Materialstärke der betreffenden Operation addiert ($20,38 + 2 \cdot 0,41 = 21,20$).

Die Höhen für jede Ziehstufe werden errechnet aus:

x-Seite:

$$\begin{aligned} \text{Mittl. Durchmesser} \cdot \pi \cdot \delta \cdot h &= V \\ 19,7 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot h &= 1004,05 \text{ mm}^3 \\ h &= \frac{1004,05}{19,7 \cdot 3,14 \cdot 0,3} = 54,2 \text{ mm.} \end{aligned}$$

y-Seite:

$$\begin{aligned} \text{Mittl. Durchmesser} \cdot \pi \cdot \delta \cdot h &= V \text{ (Volumen)} \\ 19,7 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot h &= 556,72 \text{ mm} \\ h &= \frac{556,72}{19,7 \cdot 3,14 \cdot 0,3} = 30 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Nachdem auf beiden Seiten die Ränder der Doppelhülse auf Maß abgestochen sind, beginnen die Einschnüroperationen für den 12 mm Durchmesser. Bei praktischen Versuchen hat es sich nun herausgestellt, daß eine Hülse um $\frac{1}{5}$ ihres Außendurchmessers sich einziehen läßt, ohne daß dabei eine Deformation auftritt. Wird dies auf vorliegende Hülse angewendet, so kommen zwei Einziehoperationen in Frage, die erste von 20 mm auf 16 mm, gewählt 15,4 mm, und nach erfolgter Randglühung die zweite von 15,4 mm auf 12 mm Durchmesser.

Beispiel XVI.

Aufgabe:

Es ist eine rechteckige Aluminiumkappe, deren Seitenwände 0,75 mm und Bodenstärke 1 mm, ferner 86 mm hoch, 48 mm breit und 65 mm lang sein soll, herzustellen. In zweiter Ausführung soll die Kappe aber auch mit gleichmäßiger Wand- und Bodenstärke angefertigt werden. Die Innenabmessungen 48 mm · 65 mm · 86 mm müssen bei einer Toleranz von $\pm 0,05 \text{ mm}$ eingehalten werden (s. Abb. 85).

Wie ist die Abwicklung der Kappe und welche Stufung der Ziehoperationen ist vorzunehmen, um diese scharfkantig anzufertigen?

Lösung:

Wie bereits in Abb. 47 dargestellt, kommt auch hier die Normal-konstruktion für rechteckige Profile zur Anwendung. In Abb. 85 ist die Abwicklung der Kappe einmal mit ausziehender Gefäßwand und das andere Mal bei gleichbleibender Wandstärke veranschaulicht.

Um genau die Scheibenform zu bestimmen, ist aus der Differenz der Boden und Wandstärke, die 25—40% der Bodendimension ausmacht, zu folgern, daß, um die Höhe der Kappe von 86 mm zu erreichen,

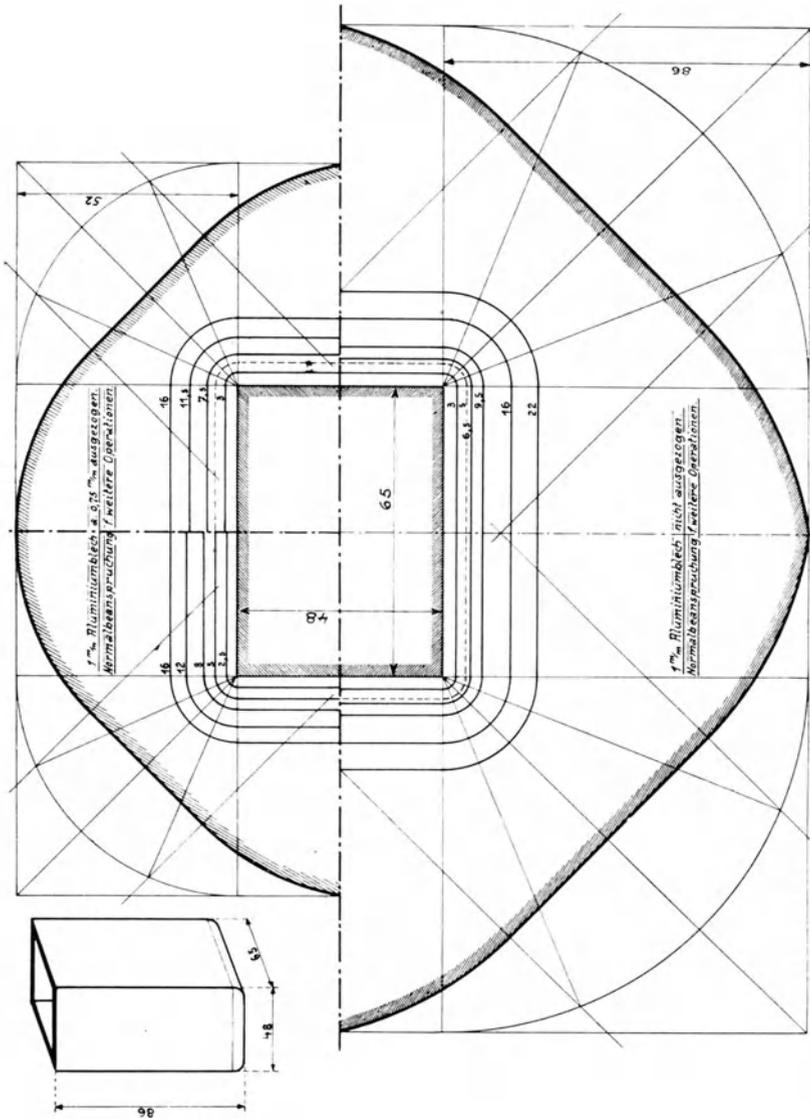


Abb. 85. Gegenüberstellung zweier Scheibenrößen für eine Aluminiumkappe.

auf $86 - (86 \cdot 0,4) = 52$ mm verkleinert werden muß, weil durch die Schwächung des Gefäßmantels unter Berücksichtigung von Toleranzblech die Kappenhöhe sich von 52 mm auf 86 mm verlängert. Wird die Konstruktion der Profilscheibe unter Berücksichtigung des geschilderten Vorganges vorgenommen, so ergibt sich ein Gebilde, wie

es in Pos. 1 und Pos. 2 dargestellt ist. Bevor man zur Feststellung der Ziehoperationen schreitet, ist es notwendig, sich über die Ziehfähigkeit des Materiales in den rechtwinkligen Ecken ein Bild zu machen. Beim Ziehen eines runden Gefäßes erreicht die Dichtigkeit des Materials durch die am Umfang des Mantels gleichmäßig verteilte und ausgezogene Fächerbildung eine gewisse Härte. Diese Härte tritt bei eckigen Profilen nicht in diesem Maße auf, sondern hat, wie praktische Versuche zeigen, nur die Hälfte der Beanspruchung des Materials gegenüber runden Profilen ergeben. Die Auswirkung der Härte in der Rundung kann daher nur so erklärt werden, daß die auftretenden Spannungen nach den Klappflächen hin sich allmählich verlaufen.

Die Festlegung der Ziehgänge für rechteckige Profile geschieht in der Weise, daß man alle vier Eckflächen aneinander reiht, um sich über die Scheibengröße zu orientieren. Aus den Abmessungen Pos. 1 geht hervor, daß hier eine Einziehfläche von 52 mm in Frage kommt, Grund dessen die Scheibengröße auf 104 mm Durchmesser zu bemessen ist. Aus dem Ziehdiagramm mit Berücksichtigung der zweifach kleineren Radiusbestimmung runder Profile kommt folgende Stufung der Ziehgänge zustande. Eine Scheibe von 104 mm Durchmesser läßt sich auf einen Ziehdurchmesser 62 mm, der einem Radius von 31 mm entspricht, ziehen; gewählt $31 : 2 = 15,5, 16$ mm.

Gezogen werden kann von	32 mm	Ø	auf	24 : 2 =	12 mm	
„	„	„	„	18 : 2 =	9	„ (8)
„	„	„	„	13 : 2 =	6,5	„
„	„	„	„	10 : 2 =	5	„
„	„	„	„	7 : 2 =	3,5	„ (2,5)

und von Radius 3,5 bzw. 2,5 auf 1 mm bzw. scharfkantig.

Wie bei runden Profilen in der Stufung der Ziehgänge kleine Abweichungen vom Ziehdiagramm gestattet sind, so sind auch in Pos. 1 Korrekturen vorgenommen, die aus der Erwägung von zulässigen Maßänderungen (von 9 mm auf 8 mm und von 3,5 mm auf 2,5 mm) berechneten, weil dadurch ein Operationsgang (6,5) in Fortfall kommt. Geht aus der Prüfung mit dem Erichsen-Apparat hervor, daß man es mit einem ziemlich guten Material zu tun hat, und ferner, daß auf die Stärke der Kappenseitenwände kein großer Wert gelegt wird, so kann durch weitere kleine Maßänderungen, wie in Pos. 1 mit 16 mm, 11,5 mm, 7,6 mm und 3 mm angedeutet, die Operation (5 mm) eliminiert werden; diese Veränderung stellt natürlich die allergrößte Beanspruchung dar und hat bei weniger gutem Material einen über normale Grenzen sich bewegenden Prozentsatz an Ausschussteilen gezeigt.

In gleicher Weise wie in Pos. 1 ist die Stufung der Ziehgänge in Pos. 2 erfolgt. Auch hier kann eine Korrektur, um eine Ziehoperation zu sparen (s. punktierte Linie), vorgenommen werden. Diese Gegenüberstellung Pos. 1 und Pos. 2 ist aus diesem Grunde gewählt, um zu zeigen, auf welche Art man größere Vorteile hat. Sieht man von der größten Materialbeanspruchung Pos. 1 ab, so ist die Anzahl der Ziehvorgänge in Pos. 2 um einen Ziehprozeß gegenüber Pos. 1 vermehrt, außerdem sind größere und teure Werkzeuge wie erstere erforderlich; bei der Wahl

von 1 mm bzw. 1,25 mm Blech dagegen nicht. Die Ziehkantenbestimmung wird dadurch vorgenommen, daß man von den Abrundungsecken ausgeht und die Ziehkante wie bei runden Profilen festlegt. Das Diagramm für Ziehkantenbestimmung besagt auf Grund der vorgeschriebenen Formel $(Da - Di) \cdot 2 = (104 - 16) \cdot 2 = 176$ und bei einer Blechstärke von $\delta = 1$ mm die Notwendigkeit eines Ziehradius von 7,4 mm für den ganzen Ziehring.

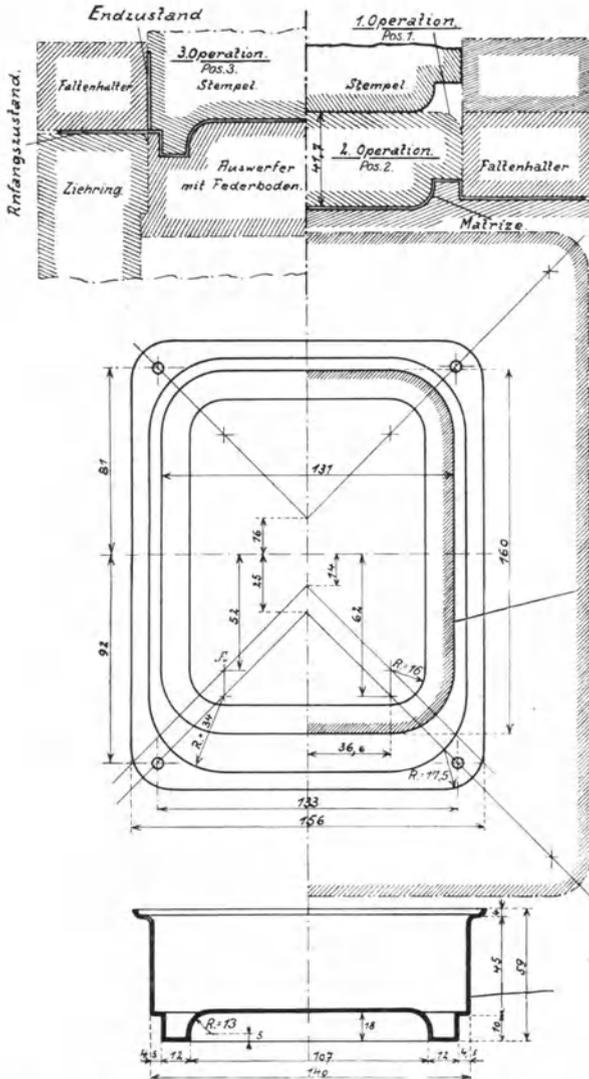


Abb. 86. Ziehvorgänge bei einer Blechgrundplatte.

punkte der Eckradien, die in der Flucht einer geraden Linie liegen, miteinander verbindet. Durch die exzentrische Lage eines Eckradius ist man gezwungen, vom Fadenkreuz aus einen zweiten Strahl nach dessen Mittelpunkt zu ziehen, um den Punkt A festzulegen. Auf alle gezogenen Linien sind nun die festgelegten Maße und die gestreckte

Beispiel XVII.

Aufgabe:

Eine Blechgrundplatte aus 1 mm doppeldekapiertem Eisenblech nach Abb. 86 ist anzufertigen. Auf welche Art wird die Form und Größe der Scheibe festgelegt und wie sind die Operationsgänge vorzunehmen, um das Profil fertigzustellen ?

Lösung:

Zur Bestimmung der Scheibenform und Größe bedient man sich der graphischen Darstellung; dies geschieht in der Weise, daß zunächst ein Fadenkreuz errichtet wird und alle Mittel-

Länge und Breite der Grundplatten aufzutragen. Die Verbindungslinie zu den Ecken bildet dann die äußere Umrahmung der Scheibe.

Um den kürzesten Fabrikationsweg der Grundplatte zu beschreiten, sind vorher einige Überlegungen notwendig. Stellt sich heraus, daß der Boden von $131 \cdot 160$ mm eingezogen werden kann, so ist damit der Anfang für sämtliche Ziehoperationen geschaffen (Pos. 1); im ungünstigsten Falle aber müßte ein genau zentrisch liegender Ziehgang eingeschaltet werden. Wie tief der Boden gezogen werden muß, ergibt die Summe $10 + 4,5 + 12 + 5 + \frac{13 \cdot \pi}{4} = 41,7$ mm mit 13 mm Boden-

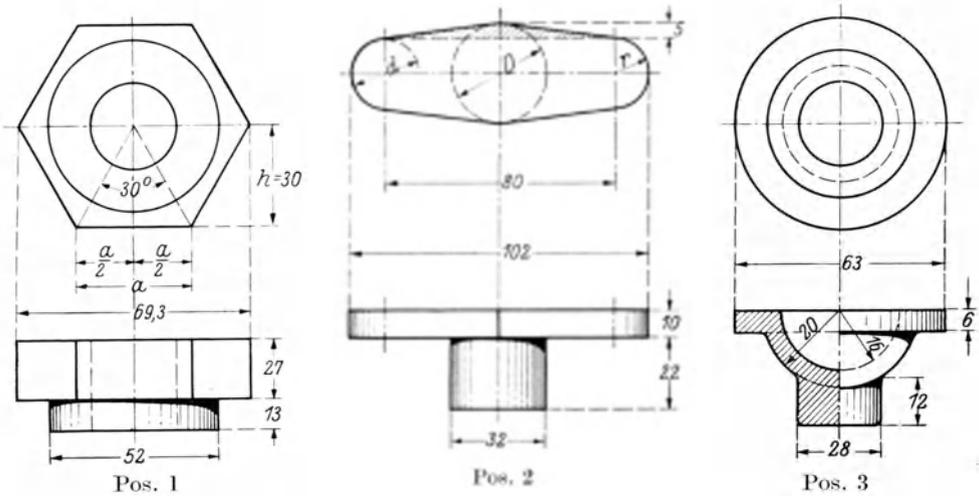


Abb. 87. Warmpreßteile für Preßmessing.

abrundungskante. Nach diesem ersten Ziehprozeß erfolgt durch Scharfschlagstanz die Stanzung aller scharfen Ecken. Als zweite Ziehoperation folgt die Eindrückung des Bodens (s. Pos. 2). Hierbei muß darauf geachtet werden, falls beim Scharfschlag an den Ecken eine größere Faltenbildung entsteht, daß die Ecken des Ziehstempels so weit abgeflacht werden müssen, bis die Faltenbildung gänzlich beseitigt ist. — Faltenbildung ist gleichbedeutend mit zuviel Materialvorhandensein.

Der letzte Ziehprozeß für den Mantel der Grundplatte ist in Pos. 3 ersichtlich. Das Werkzeug ist für eine Friktionspresse mit Faltenhalter sehr geeignet, weil im letzten Moment, wenn beim Ziehen des Mantels die richtige Höhe erreicht ist, noch ein letzter Regulieraufschlag für die ganze Kontur erfolgen kann. Nach dieser Ziehoperation erfolgt der Randabschnitt (Freischnitt) und die Kröpfstanzung für den Rand.

Beispiel XVIII.

Aufgabe:

Es sind drei verschiedene Warmpreßteile nach Abb. 87, Pos. 1, Pos. 2 und Pos. 3 aus Preßmessing herzustellen. Auf welche Art kann

die rechnerische Bestimmung des Rohlings, aus dem der Teil gepreßt werden soll, erfolgen?

Lösung:

Die ganze Warmpresserei, gleichgültig, ob Eisen, Messing, Kupfer oder Zink in Frage kommt, basiert auf der Volumenberechnung des betreffenden Preßteiles. Ist z. B. eine Sechskantmutter mit Ansatz und 39 mm SJ.-Gewinde gegeben, so preßt man das Loch aus Materialersparnis auch mit hinein.

Das Volumen der Sechskantmutter setzt sich zusammen aus:

$$\text{Volumen des Sechskantes: } V = 34,65 \cdot \sin 30^\circ \cdot h = 34,65 \cdot 0,5 \cdot h = \frac{a}{2} \cdot h$$

daraus

$$a = 34,65 \cdot 0,5 \cdot 2 = 34,65 \text{ mm}; \quad V = 34,65 \cdot 30 \cdot 3 \cdot 27 = 84172,5 \text{ mm}^3,$$

$$\text{ferner des Volumen des Ansatzes } V = \frac{52^2 \cdot \pi}{4} \cdot 13 = \frac{27608,36 \text{ mm}^3}{111780,86 \text{ mm}^3},$$

abzüglich des Volumen beider abgestumpften Kegel

$$\begin{aligned} V &= \left\{ (r^2 + r_1^2 + r \cdot r_1) \frac{\pi \cdot h}{3} \right\} \cdot 2 \\ &= \left\{ (16^2 + 12,5^2 + 16 \cdot 12,5) \cdot \frac{\pi \cdot 20}{3} \right\} \cdot 2 = 25638,93 \text{ mm}^3, \end{aligned}$$

$$\text{daraus folgt } 84172,5 + 27608,36 - 25638 = 86141,93 \text{ mm}^3.$$

Wird zum Pressen dieses Profils ein runder Querschnitt von 50 mm Durchmesser gewählt, so kann die Höhe h errechnet werden aus:

$$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = 86141,93; \quad h = \frac{86141,93}{\frac{D^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{86141,93}{\frac{50^2 \cdot \pi}{4}} = \sim 44 \text{ mm}.$$

Bei Nichtberücksichtigung der Lochpressung und einem 50 mm runden Querschnitt ergibt sich eine Höhe $h = \frac{111780,86}{1963,5} = \sim 57 \text{ mm}$, also ein Mehrverbrauch von $\sim 30\%$.

Pos. 2.

Um das Volumen dieses Flanschenteiles zu bestimmen, zergliedert man die Form des Teiles folgendermaßen:

Volumen des Flansches:

$$\left(\frac{(2 \cdot 11)^2 \cdot \pi}{8} \cdot 2 + 80 \cdot 5 + 80 \cdot 22 \right) \cdot 10 = (380 + 400 + 1760) \cdot 10 = 25401, - \text{ mm}^3,$$

$$\text{Volumen des Zylinders: } \dots \dots \dots \frac{32^2 \cdot \pi}{4} \cdot 22 = 17693, - \text{ mm}^3.$$

$$V = 25401 + 17693 = 43094 \text{ mm}^3.$$

Wird durch Annahme 30 mm Rundmessing zum Pressen des Teiles gewählt, so ergibt sich eine Höhe

$$h = \frac{43094,3}{\frac{30^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{43094,3}{706,85} = \sim 61 \text{ mm.}$$

Pos. 3.

Das Volumen bestimmt sich hier aus:

Inhalt der äußeren Halbkugel:

$$V = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3 \cdot 2} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 20^3}{3 \cdot 2} = 16754,7 \text{ mm}^3,$$

abzüglich der inneren Halbkugel:

$$V_1 = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3 \cdot 2} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 16^3}{3 \cdot 2} = 8578,4 \text{ mm}^3,$$

Inhalt des Flanschenringes:

$$V_2 = \frac{(D^2 - d^2)}{4} \cdot 6 = \frac{(63^2 - 40^2)}{4} \cdot 6 = 11163,6 \text{ mm}^3,$$

Inhalt des Zylinders:

$$V_3 = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot 12 = \frac{28^2 \cdot \pi}{4} \cdot 12 = 7389, - \text{ mm}^3.$$

Wird 27 mm Rundmessing zum Pressen des Teiles angenommen, so erhält der Rohling eine Höhe:

$$h = \frac{16754,7 - 8578,4 + 11163,6 + 7389}{\frac{27^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{26728,9}{572,55} = \sim 46,7 \text{ mm.}$$

Im vorliegenden Falle empfiehlt es sich, eine Vorpresseung nach vorstehender Abb. 88 vorzunehmen, weil die Materialwanderung über die scharfe Kante der Matrize (von Halbkugel zum Flanschenring) gehemmt und dadurch die Form des Körpers nicht einwandfrei ausgeprägt wird. Legt man einen Flanschendurchmesser von 60 mm zugrunde, so ergibt sich

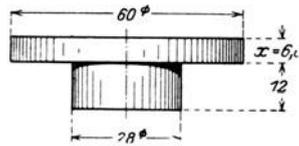


Abb. 88.

$$x = \frac{16754,7 - 8578,4 + 11163,6}{\frac{60^2 \cdot \pi}{4}} = \sim 6,85 \text{ mm.}$$

Nach dieser Operation erfolgt die Warmpressung der fertigen Form.

Beispiel XIX.

Aufgabe:

Gegeben sind die Fassonteile nach Abb. 89, Pos. 4, Pos. 5 und Pos. 6, die aus Messing warm gepreßt werden sollen. Welche Rohlinge

mit Angabe der Abmessungen sind für die Pressung die geeignetsten und was für eine Werkzeugart käme in Betracht?

Lösung:

Warmpreßteile mit zylindrischen Aushöhlungen preßt man am vorteilhaftesten in Traversenwerkzeugen. Die Anwendung einer Traverse kommt dort in Frage, wo sich parallele Öffnungen oder Durchbrüche im Preßkörper zeigen. Bei der Warmpressung wird oft der Prägestempel mit dem Teil sehr fest zusammengepreßt, so daß die Traverse stets als Abstreifmittel für das Warmpreßteil Anwendung finden muß.

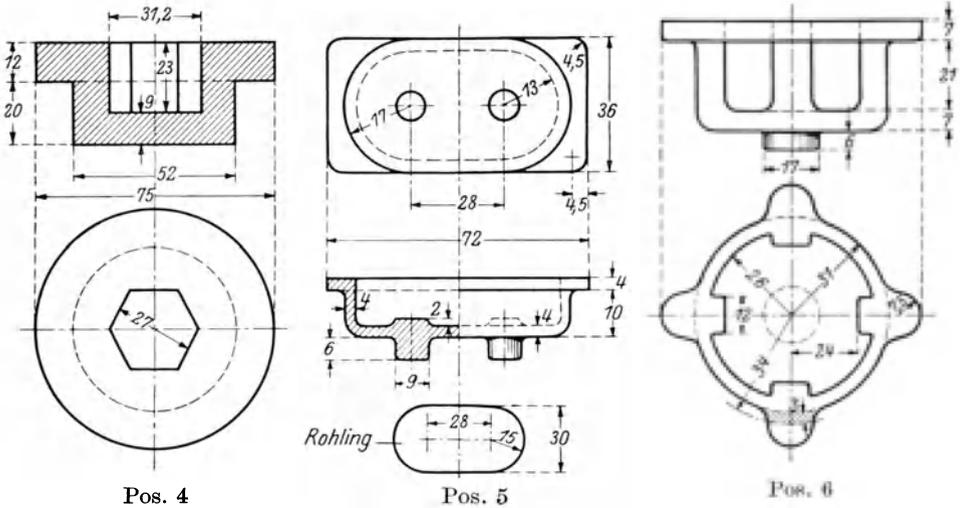


Abb. 89. Warmpreßteile für Preßmessing.

Pos. 4.

Zur Bestimmung des Körpervolumens zergliedere man den Körper in drei Teile, in den großen und kleinen Zylinder und den im Teil selbst eingeprägten Sechskant.

Es ergibt sich daraus:

$$\text{Großer Zylinder: } V = \frac{75^2 \cdot \pi}{4} \cdot 12 \dots = 53008,8 \text{ mm}^3,$$

$$\text{kleiner Zylinder: } V_1 = \frac{52^2 \cdot \pi}{4} \cdot 20 \dots = 42474,4 \text{ mm}^3,$$

$$\text{Sechskant: } V_2 = 15,6 \cdot 13,5 \cdot 3 \cdot 23 = 14531,4 \text{ mm}^3.$$

Soll zum Pressen des Teiles 50 mm Rundmessing Verwendung finden, dann ist die Höhe des ungepreßten Stückes:

$$h = \frac{53008,8 + 42474,4 - 14531,4}{\frac{50^2 \cdot \pi}{4}} = \sim 41,2 \text{ mm}.$$

Die Warmpressung des Teiles erfolgt in einer Operation.

Pos. 5.

Das Volumen dieses Körpers kommt wie folgt zustande:

Flansch: $\left(72 \cdot 36 - \frac{26^2 \cdot \pi}{4} - 28 \cdot 26\right) \cdot 4 = 5332,32 \text{ mm}^3,$

Mantel: $(30 \cdot \pi + 2 \cdot 28) \cdot 4 \cdot 10 \dots = 5609,60 \text{ mm}^3,$

Boden: $\left(\frac{34^2 \cdot \pi}{4} + 28 \cdot 36\right) \cdot 4 \dots = 7663,68 \text{ mm}^3,$

4 Augen: $\frac{9^2 \cdot \pi}{4} \cdot (6 + 2) \dots = 1017,76 \text{ mm}^3.$

$$V = 5332,32 + 5609,60 + 7663,68 + 1017,76 = 19623,36 \text{ mm}^3.$$

Die äußere Form des Preßteiles entspricht annäherungsweise einem ovalen Profil, deshalb ist es zweckentsprechend, einen Rohling von derartigem Querschnitt zu wählen. Wie aus der Abb. 89 Pos. 5 hervorgeht, ist ein solcher Querschnitt in Betracht gezogen, und es ergibt sich aus dem Volumen des Körpers und dem Flächeninhalt der ovalen Seite des Rohlings die Höhe

$$h = \frac{19623,36}{\frac{30^2 \cdot \pi}{4} + 28 \cdot 30} = \frac{19623,36}{1546,85} = 12,50 \text{ mm}.$$

Die Warmpressung des Teiles erfolgt in einer Operation.

Pos. 6.

Die Pressung von seitlich durchbrochenen Körpern bereitet dem Werkzeugkonstrukteur beim Entwurf des Werkzeuges mitunter große Schwierigkeiten. Es darf dabei eine Bedingung nicht übersehen werden, daß Messing, sofern es dieses Material betrifft, sich im warmen Zustande nicht allzusehr dehnen läßt, infolgedessen Bedacht zu nehmen ist, der Materialwanderung bei der Ausprägung einer teilweisen Form keine großen Wege zuzumuten.

Die Bestimmung der Größe des Volumens vom Teil Pos. 6 ist:

Kleines Auge: $\frac{17^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \dots = 1361,58 \text{ mm}^3,$

Boden: $\frac{62^2 \cdot \pi}{4} \cdot 7 \dots = 21133, \text{— mm}^3,$

4 Rumpfhalter: $4 \cdot 12 \cdot 7 \cdot 21 = 7056, \text{— mm}^3$

Kranz: $57 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 7 = 6267,5 \text{ mm}^3,$

4 Augenverlängerungen: $3 \cdot 7 \cdot 15 \cdot 4 = 1260, \text{— mm}^3,$

4 Halbaugen: $2 \cdot 15^2 \cdot \pi \cdot 7 = 2473,8 \text{ mm}^3.$

$$V \cdot 1361,8 + 21133 + 7056 + 6267,5 + 1260 + 2473,8 = 39551,88 \text{ mm}^3.$$

Wird zur Warmpressung des Teiles 50 mm Rundmessing genommen, so ist dazu eine Höhe von

$$h = \frac{39551,88}{\frac{50^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{39551,88}{1963,5} = \sim 20 \text{ mm}$$

erforderlich.

Die Form dieses Teiles erfordert eine unbedingte Vorpresseung, die so vorzunehmen ist, daß der Flansch mit seinen vier Augen und seiner Innenform auf 7 mm gut ausgeprägt wird. Bei dieser Vorpresseung ist an den Flansch eine Topfform von ca. 60 · 48 mm bei 28 mm Höhe mit angepreßt, damit bei der Fertigpressung des Körpers eine größere Materialwanderung vermieden wird.

Durch die an den Flansch angepreßte Topfform ergibt sich aber ein Boden von:

$$\begin{aligned} \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot x + \frac{(D^2 - d^2) \pi}{4} &= V - 6267,5 - 1260 - 2473,8 \text{ mm}^3 \\ &= \frac{2949,58 - \frac{(60^2 - 48^2) \pi}{4} \cdot 21}{\frac{60^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{8116,58}{2827,4} = \sim 2,8 \text{ mm}, \end{aligned}$$

der bei einer Erwärmung von 800° C sich sehr schnell abkühlt.

Um keine sofortige Erkaltung des Teilbodens, während das Teil in die Matrize gelegt wird, eintreten zu lassen, muß dem werdenden Fertigteil Übermaterial gegeben werden, hierzu würden 5 mm in diesem Falle genügen.

Nach diesen Erwägungen käme ein Mehrquantum an Material von $\frac{60^2 \cdot \pi}{4} \cdot 5 - 2,8 = 2827,43 \cdot 2,2 = 6220,34 \text{ mm}^3$ in Frage.

Bei genauer Ausrechnung des Volumens für den Teil ergab sich bei 50 mm Durchmesser für den Rohling eine Höhe von 20 mm, dieser Wert muß wegen des Übermaterials korrigiert werden und beträgt:

$$\frac{50^2 \cdot \pi}{4} \cdot x = 6220,34; \quad x = \frac{6220,34}{\frac{50^2 \cdot \pi}{4}} = \sim 3,16 \text{ mm mehr,}$$

also $20 + 3,16 = 23,16 \text{ mm Länge.}$

Zum Pressen dieses Körpers gehören drei Preßvorgänge.

Beispiel XX.

Aufgabe:

Für die nach Abb. 90, Pos. 7, Pos. 8, Pos. 9, aus Messing gegebenen Warmpreßteile sind die Abmessungen der Rohlinge zu bestimmen, ferner die Arbeitsweise, auf welche Art der Körper entsteht und was für Werkzeuge in Frage kommen.

Lösung:

Der Körper Pos. 7 hat für seine vorteilhafte Pressung ein aus Flachmaterial gebogenes Stück nötig, das annähernd der Form und dem Volumen des fertigen Körpers entsprechen muß.

Volumenbestimmung des Körpers:

$$\frac{(18^2 \cdot \pi \cdot 25)}{4} \cdot 2 + \frac{(18^2 \cdot \pi \cdot 15)}{4 \cdot 2} \cdot 2 = 6038 \text{ mm}^3,$$

$$\frac{32^2 \cdot \pi}{4} \cdot 22 - \frac{20^2 \cdot \pi}{4} \cdot 17 = 12532,73 \text{ mm}^3.$$

$$V = 6038 + 12352,73 = 18381,73 \text{ mm}^3.$$

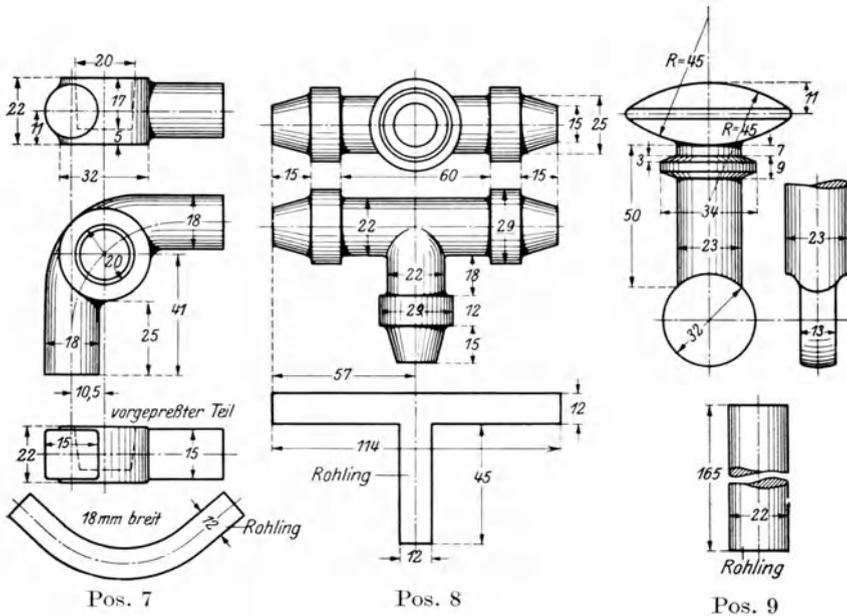


Abb. 90. Warmpreßteile für Preßmessing.

Um die passende Länge des Flachmaterials für den Teil zu ermitteln, suche durch Zirkelabgriff am mittleren Faden (s. punktierte Linie) des Körpers das Maß (in diesem Falle 86 mm) zu bestimmen. Wird durch Annahme 12 mm starkes Material gewählt, so ergibt sich die Breite des

Flachmaterials aus $12 \cdot 86 \cdot x = 18381,73$; $x = \frac{18381,73}{12 \cdot 86} = \sim 18 \text{ mm}$.

Vor allen Dingen sehe man darauf, bei allen Annahmen von Materialstärken handelsübliche Abmessungen einzusetzen, weil dadurch eine leichte Materialbeschaffung möglich ist.

Eine Vorpressung des Teiles empfiehlt sich, wenn das Äußere des Körpers ein gutes Aussehen haben soll.

Die Fertigpressung des Körpers erfolgt in einem Gesenk nach Abb. 62.

Pos. 8.

Von dem Profilmaterial zum Pressen des Warmpreßteiles hängt die äußere Beschaffenheit des gepreßten Körpers ab, und deshalb soll das Preßrohmaterial der Form des fertigen Stückes möglichst entsprechen. Im vorliegenden Falle ist als vorteilhaftes Preßprofil T-Profil zugrunde gelegt.

Das Volumen des Körpers ist:

3 abgestumpfte Kegel:

$$V = (r^2 + r_1 + r \cdot r_1) \frac{\pi \cdot h}{7} = (7,5^2 + 12,5^2 + 7,5 \cdot 12,5) \frac{\pi \cdot 15}{3} \cdot 3 \\ = 14430,5 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Gewindesätze:

$$\frac{29^2 \cdot \pi}{4} \cdot 12 \cdot 3 = 23778,72 \text{ mm}^3.$$

Zylindrischer „T“-Körper:

$$\frac{22^2 \cdot \pi}{4} \cdot 60 + 19 = 30030,27 \text{ mm}^2,$$

$$V_1 = 14430,5 + 23778,72 + 30030,27 = 68239,5 \text{ mm}^3.$$

Zur Festlegung des rohen Preßprofils denke man sich den Körper in einer geraden Form von 159 mm Länge und berechne auf Grund der Annahme von 12 mm starkem Flachmaterial die Breite desselben:

$$12 \cdot 159 \cdot x = 68239,5; \quad x = \frac{68239,5}{12 \cdot 159} = 35,76 \text{ mm}.$$

Da nicht Flachmaterial zur Anwendung kommen kann, sondern eine Form, die dem fertigen Teil annähernd entsprechen muß, so ist aus dem errechneten Flachmaterial ein „T“-förmiges Profil zu bilden mit einer langen Seite 114 · 12 mm, einer kurzen Seite 45 · 12 mm und einer Höhe von 35,76 mm.

Die einmalige Warmpressung erfolgt im Gesenk.

Pos. 9.

Preßgebilde in der vorliegenden Art nach Pos. 9 kommen in der Warmpresserei nicht selten vor und sind in der bisher dargestellten Form mit Froschwerkzeugen oder Gesenken mit ganzer Matrize nicht herzustellen. In solchen Fällen, wo beides versagt, werden Warmpreßwerkzeuge mit geteilter Matrize angewendet.

Das Volumen des Teiles Pos. 9 wird auf folgende Art rechnerisch ermittelt:

Linsenkopf:

$$V_1 = \pi \cdot h^2 \cdot \left(r - \frac{h}{3}\right) \cdot 2 = \pi \cdot 11^2 \cdot \left(45 - \frac{11}{3}\right) \cdot 2 = 31429,14 \text{ mm}^3,$$

Einschnürung:

$$V_2 = \frac{23^2 \cdot \pi \cdot 7}{4} = 415,47 \cdot 7 = 2908,29 \text{ mm}^3,$$

2 abgestumpfte Kegel:

$$V_3 = (r^2 + r_1^2 + r \cdot r_1) \frac{\pi \cdot h}{3} \cdot 2 = (17^2 + 11,5^2 + 17 \cdot 11,5) \cdot \frac{\pi \cdot 3}{3} \cdot 2 \\ = 3873,19 \text{ mm}^3,$$

34 mm Zylinder:

$$V_4 = \frac{34^2 \cdot \pi}{4} \cdot 3 = 907,92 \cdot 3 = 2723,79 \text{ mm}^3,$$

Zylindermittelteil:

$$V_5 = \frac{23^2 \cdot \pi}{4} \cdot 38 = 415,47 \cdot 38 = 15787,86 \text{ mm}^3,$$

angepreßtes Auge:

$$V_6 = \frac{32^2 \cdot \pi}{4} \cdot 13 = 804,24 \cdot 13 = 10455,12 \text{ mm}^3.$$

Für die Bestimmung der Größe und Form des Rohlings ist die Umwandlung des Linsenkopfes sowie des Stäbchens und des angepreßten Auges in einem Zylinder von 22 mm Durchmesser notwendig. Es ergibt sich für den Linsenkopf folgende Höhe:

für die Einschnürung:

$$\frac{22^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = 31429,14 \text{ mm}^3; \quad h = \frac{31429,14}{\frac{22^2 \cdot \pi}{4}} = 82,67 \text{ mm},$$

für die Einschnürung:

$$\frac{22^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = 2908,29 \text{ mm}^3; \quad h = \frac{31429,14}{\frac{22^2 \cdot 4}{4}} = 7,63 \text{ mm},$$

für 2 abgestumpfte Kegel:

$$\frac{22^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = 3873,19 \text{ mm}^3; \quad h = \frac{31429,14}{\frac{22^2 \cdot \pi}{4}} = 10,20 \text{ mm},$$

für 34 mm Zylinder:

$$\frac{22^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = 2723,79 \text{ mm}^3; \quad h = \frac{31429,14}{\frac{22^2 \cdot \pi}{4}} = 7,20 \text{ mm},$$

für zyl. Mittelteil:

$$\frac{22^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = 15787,86 \text{ mm}^3; \quad h = \frac{31429,14}{\frac{22^2 \cdot \pi}{4}} = 41,53 \text{ mm},$$

für angepreßtes Auge:

$$\frac{22^2 \cdot \pi}{4} \cdot h = 10455,12 \text{ mm}^3; \quad h = \frac{31429,14}{\frac{22^2 \cdot \pi}{4}} = 27,51 \text{ mm},$$

$$V = 31429,14^3 + 2908,29^3 + 3873,19^3 + 2723,79^3 + 15787,86^3 \\ + 10455,12^3 = 67177,39 \text{ mm}^3$$

und daraus

$$h = 82,67 + 7,63 + 10,20 + 7,20 + 41,53 + 27,51 = 176,74 \sim 177 \text{ mm}.$$

Der 22 mm große Durchmesser für den Rohling ist wegen der bei der Erwärmung auftretenden Vergrößerung und des leichteren Einführens in die Preßform gewählt.

Die Gesamtlänge des Rohlings bei 22 mm Durchmesser ist ~ 177 mm. Die Warmpressung geht so vor sich, daß man den Linsenkopf mit seiner Einschnürung und den 34 mm Zylinder zuerst anstaucht (Zylinder des Rohlings muß $82,67 + 7,63 + 10,20 + 7,20 = 107,7$ mm aus der geteilten Matrize herausstehen). In der zweiten Operation wird dann im Gesenk das Auge angepreßt.

Kalkulationen.

Errechnung der Anzahl der Teile im Streifen und Bestimmung der Streifenbreite.

Zur Berechnung der Streifenbreite muß die Teilbreite des Schnittteiles (in Schnittstellung) und die Materialstärke bekannt sein.

Ist z. B. R_b = Randbreite,
 T_l = Teillänge (in Schnittstellung),
 S_s = Seitenschneiderabschnitt,
 B_r = Streifenbreite,

so folgt: Mit Seitenschneider $(R_b + S_s) \cdot 2 + T_l = B_r$
 und ohne Seitenschneider $2R_b + T_l = B_r$.

Bei einem einfachwirkenden Scheibenschnitt mit Vorlocher, bei welchem der Scheibendurchmesser 15 mm und die Materialstärke 1,5 ist, folgt lt. Diagramm, Abb. 91, wenn der Schnitt ohne Seitenschneider arbeitet:

$$2 \cdot R_b + T_l = B_r = 2 \cdot 1,2 + 15 = 17,4 \text{ mm Breite.}$$

Die Abmessung für R_b findet man, wenn auf dem Materialdiagramm $\delta = 1,5$ mm (Materialstärke) aufgesucht wird, dann aufwärts bis zum Schnittpunkt der Kurve geht und von dort aus horizontal nach links den Wert für die Randbreite = 1,2 mm abliest. Ist ferner:

T_b = Teilbreite (in Schnittstellung),
 Z_m = Material zwischen zwei Ausschnitten,
 V_s = Vorschub,
 δ = Materialstärke,
 γ = Spez. Gewicht,
 L = Länge des Streifens,
 G = Gewicht,
 x = Anzahl der Teile im Streifen,

so folgt: $T_b + Z_m = V_s$.

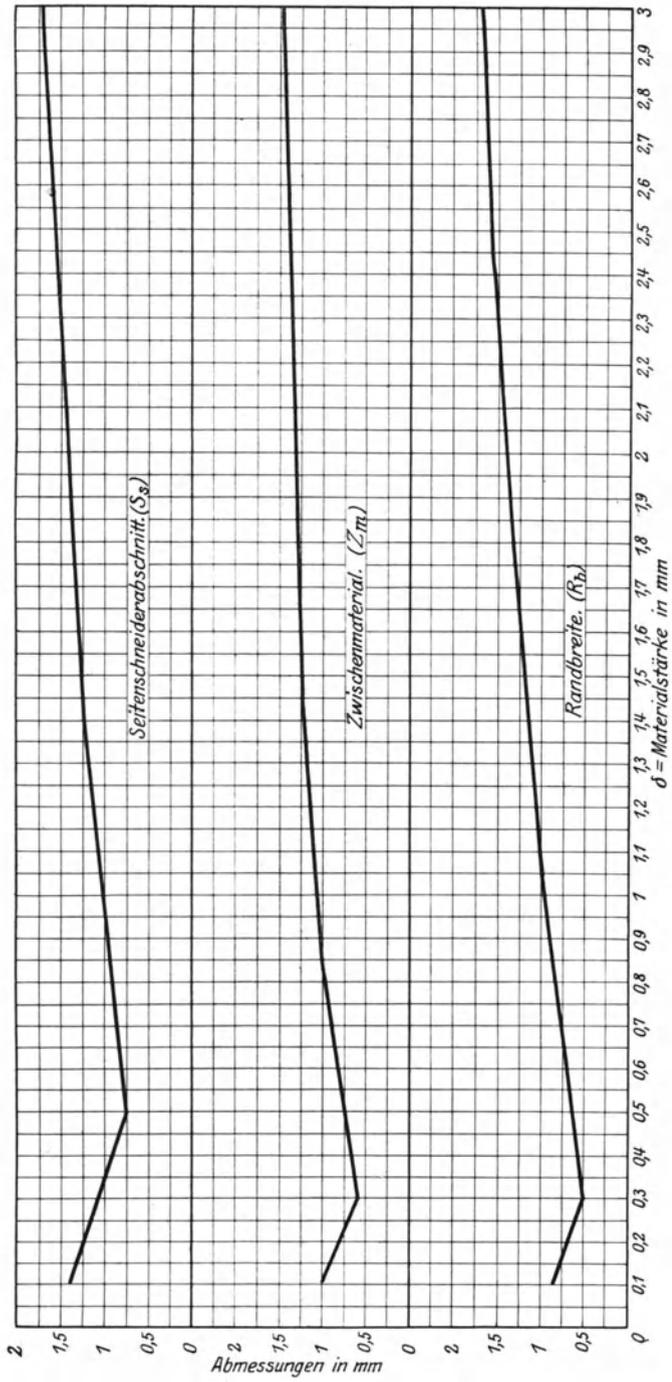


Abb. 91. Materialstreifen-Diagramm.

Im Ausnahmefalle, wenn ohne Zwischenmaterial Abscherung in Frage kommt, ist $T_b = V_s$

$$B_r \cdot (T_b + Z_m) \cdot x \cdot \delta \cdot \gamma = G$$

und Länge des Streifens $(T_b + Z_m) \cdot x \cdot \cdot \cdot = L$

$$x = \frac{L}{T_b + Z_m}$$

Sollen die Scheiben aus Messingblech 1,5 mm hergestellt werden, so kann eine Streifenlänge, da Messingtafeln in Größen von 800 · 1600 mm handelsüblich sind, von 800 mm angenommen werden, und die Anzahl der Schnittteile ermittelt sich unter Zuhilfenahme des Materialdiagrammes mit

$$x = \frac{L}{T_b + Z_m} = \frac{800}{15 + 1,25} = \sim 49 \text{ Stück pro Streifen.}$$

Die Abmessung für $Z_m =$ Zwischenmaterial zweier benachbarter Ausschnitte ist in derselben Weise wie R_b gefunden, und T_b ist als 15 mm Scheibendurchmesser bekannt. — Das Gewicht des Streifens ergibt sich aus

$$G = B_r (T_b + Z_m) \cdot x \cdot \delta \cdot \gamma = 17,4 \cdot (15 + 1,25) \cdot 49 \cdot 1,5 \cdot 8,7 \\ = 0,180 \text{ kg .}$$

Zu dem errechneten Gesamtgewicht sind 3% für Ausschussteile hinzuzurechnen, d. h. wenn der Teil keine weiteren Operationen durchzumachen hat. — Anders liegen die Verhältnisse, wenn obige Scheibe mit einem dreifach wirkenden Schnitt nach dem Blatt für Schnittanordnungen, Abb. 13, hergestellt werden soll. — Ist also die Scheibengröße ebenfalls mit 15 mm angenommen, so ist die Strecke „a“ = $2 \cdot 7,5 + 1,25 = 16,25$ mm und die Strecke „b“ = $7,5 + 0,62 = 8,1$ mm. Aus diesen beiden Größen kann die dritte Größe „c“ auf Grund des Pythagoräischen Lehrsatzes errechnet werden und ergibt:

$$c = \sqrt{a^2 - b^2} = \sqrt{16,25^2 - 8,1^2} = \sqrt{262,44 - 65,61} = 14 \text{ mm.}$$

Die Streifenbreite wird wie im vorangegangenen Beispiel in gleicher Weise ermittelt, und zwar $2 \cdot c + 2 \cdot 7,5 + 2 \cdot 1,2 = 2 \cdot 14 + 2 \cdot 7,5 + 2 \cdot 1,2 = 45,4$ mm Breite.

Da man es mit drei Schnittreihen zu tun hat, bei welchem die erste und die dritte Reihe gleiche Anzahl von Teilen im Streifen besitzen, während die mittlere Reihe sich um ein halbes Teil in der Längsrichtung verschiebt, so folgt, wenn die Streifenlänge mit 800 mm angenommen wird:

für Reihe 1 und 3 $x = \frac{2 L}{T_b + Z_m} = \frac{2 \cdot 800}{16,25} = \sim 98 \text{ Stück}$

und Reihe 2 $x = \frac{L - 7,5}{T_b + Z_m} = \frac{800 - 7,5}{16,25} = 48 \text{ Stück,}$

also eine Gesamtstückzahl von

$$98 + 48 = 146 \text{ Stück pro Streifen.}$$

Das Gewicht für den Streifen bei 800 mm Länge ist:

$B_r \cdot (T_b + Z_m) \cdot x \cdot \delta \cdot \gamma = 45,4 \cdot (15 + 1,25) \cdot 49 \cdot 1,5 \cdot 8,7 = 0,471 \text{ kg}$,
 zuzüglich 3 %, wenn der Teil keine weiteren Operationen mehr durchzu-
 machen hat.

Um die stündliche Stückleistung an der Exzenterpresse festzu-
 stellen, müssen folgende Unterlagen gegeben sein:

- H_b = Hübe der Presse pro Stunde,
- E_f = Einführen des Streifens in das Werkzeug,
- A_l = Auslauf des Streifens,
- U_a = Umdrehen des Streifens,
- x = Anzahl der Teile im Streifen,
- y = Anzahl der Streifen pro Stunde.

Durchschnitts-Handzeiten:

Einführen des Streifens 5 Sek. } Handzeiten sind abhängig von
 Auslauf des Streifens 2 „ } der Größe und Schwere des
 Umdrehen des Streifens 6 „ } Streifens

Bei einem einfachwirkenden Schnittwerkzeug ohne Vorlocher und
 einmaligem Streifendurchlauf ist:

$$\frac{H_b}{x + \frac{H_b \cdot (E_f + A_l)}{3600}} = y$$

und bei zweimaligem Streifendurchlauf ist:

$$x + \frac{H_b}{\frac{H_b \cdot (2E_f + 2A_l + U_a)}{3600}} = y.$$

Wenn der Schnitt mit einem Vorlocher versehen ist, ist statt x zu setzen
 $x + 1$.

Angenommen: Hübe der Presse 3600/stündlich und dreifach-
 wirkenden Schnitt, bei 146 Teile im Streifen (2 Reihen 49 und 1 Reihe
 48 Teile) folgt:

$$\frac{3600}{49 + \frac{3600 \cdot (5 + 2)}{3600}} = y = 64 \text{ Streifen.}$$

und $64 \cdot 146 = 9350$ Teile/stdl. abzüglich 15 % für Akkordbestimmung.

Für diejenigen Schnittteile, welche nicht fortlaufend hintereinander
 geschnitten werden können, wie es bei besonders dünnem Material,
 ferner bei kombinierten Schnitten oder auch bei großen Ausschnitten
 (Ronden usw.) vorkommt, bei denen also die Maschine von Fall zu
 Fall eingerückt werden muß, gilt, wenn:

$$\left. \begin{array}{l} E_f \text{ die Einführung des Streifens . . . 5 Sek. dauert} \\ E_s \text{ die Einschaltung der Maschine} \\ \quad \text{inkl. Schneiden des Teiles . . . 2 „ „} \\ V_z \text{ Vorschubzeit des Streifens . . . 0,5 „ „} \\ A_l \text{ Auslauf des Streifens 2 „ „} \end{array} \right\} y = \frac{H_b}{H_b \cdot (E_f + A_l + x \cdot V_z) + 3600}$$

Macht die Presse 3600 Hübe und sind 56 Teile im Streifen zu schneiden, so ist z. B.

$$y = \frac{3600}{56 + \frac{3600 \cdot (5 + 2 + 56 \cdot 0,5)}{3600}} = 40 \text{ Streifen}$$

und $40 \cdot 56 = 2240$ Stück pro Stunde (Stunde mit 60 Minuten gerechnet).

Schnitteile, die in Werkzeugen mit oder ohne selbsttätigen Auswerfer gelocht werden, kann die stündliche Stückzahl auf folgendem Wege ermittelt werden:

Wird

- E_f Einführen des Teiles in das Werkzeug mit 2 Sekunden,
 H_a Herausnehmen des Teiles aus dem Werkzeug mit 2 Sekunden,
 E_s Einschalten der Maschine inkl. Schneiden des Teiles mit 2 Sekunden veranschlagt, und bedeutet
 x Anzahl der gelochten Teile pro Stunde,

so kommen, wenn alle Handgriffe berücksichtigt werden,

$$x = \frac{3600}{E_f + H_a + E_s} = \frac{3600}{2,5 + 2 + 2} = 554 \text{ Stück stdl.}$$

in Frage.

Werden aber die gelochten Teile selbsttätig aus dem Werkzeug herausgeworfen, dann sind es:

$$x = \frac{3600}{E_f + E_s} = \frac{3600}{2,5 + 2} = 800 \text{ Stück stdl.}$$

Der Unterschied der stündlichen Leistung, der zwischen beiden Werkzeugen mit und ohne selbsttätigen Auswerfer vorhanden ist, beträgt 246 Stück mehr pro Stunde und bedeutet eine Ersparnis von rund 44 %. Trotz dieser stündlichen Mehrleistung, die der Locher mit selbsttätigem Auswerfer hat, können nicht alle Locher damit versehen werden, weil die Beschaffenheit des Schnittes hierfür ausschlaggebend ist.

Akkordpreise für Stanzteile festzusetzen, findet in der gleichen Weise statt wie bei Bestimmung des Zeitakkordes für Lochoperationen. Man zergliedert also den ganzen Fabrikationsprozeß der Stanzteile in Hand- und Maschinenzeiten und kann dazu folgende Formel:

$$x = \frac{3600}{E_f + E_s + H_a}$$

benutzen, wo unter

- x = Anzahl der gestanzten Teile pro Stunde,
 E_f = Einführen des Teiles in die Matrize,
 E_s = Einschalten der Maschine inkl. Stanzung,
 H_a = Herausnehmen des Teiles aus der Matrize,

zu verstehen ist.

Nimmt man die stündlichen Stößelspiele einer kleinen Friktionspresse mit $25 \cdot 60 = 1500$, pro Hub mit 2,4 Sekunden, Einschalten der Maschine mit 1 Sekunde plus 2,4 Sekunden Stößelspiel und H_a mit 2 Sekunden an, so ergibt sich nach obiger Formel eine stündliche Leistung von:

$$x = \frac{3600}{2 + 1 + 2,4 + 2} = 486 \text{ Teilen.}$$

Je nach der Größe und Schwere der Stanzteile finden zur Festsetzung des Zeitakkordes längere Beobachtungen der Handzeiten mit der Stoppuhr statt, weil durch dauerndes Hantieren des Arbeiters eine Ermüdung eintritt. Der dadurch entstehende Zeitmehraufwand muß in den Akkordpreis mit einkalkuliert werden.

Kalkulation.

Die Erledigung von Vorkalkulationen, besonders wenn sie sehr umfangreich und eilig sind, geschieht auf Grund von festgelegten Unterlagen.

Der Grundgedanke, der hier vorherrscht, ist der, daß man bestrebt ist, die sich hier anhäufenden Anfragen in kurzer Zeit und mit wenig Schreibarbeit zu überwältigen.

Als Unterlagen kommen für das Kalkulationsbureau in Frage:

Die Hand- und Maschinenzeiten, tabellarisch nach verschiedenen Teilen und Größen geordnet;
ferner

Einrichtzeiten der Maschinen und Anzahl der minutlichen Hübe derselben für:

	Blechscheren		Exzenterpresse		Schnitt- und Ziehpresse	
	Einrichtzeit	Hübe	Einrichtzeit	Hübe	Einrichtzeit	Hübe
gr.	20 Min.	30	15—18 Min.	50	40—60 Min.	40
mittl.	15 „	40	12—15 „	60	20—35 „	50
kl.	10 „	55	10—15 „	90	20—25 „	70

	Tellerpresse		Friktionspresse		Automat	
	Einrichtzeit	Hübe	Einrichtzeit	Hübe	Einrichtzeit	Hübe
gr.	40—50 Min.	40	30—40 Min.	12	60 Min.	50
mittl.	30—40 „	50	30 „	20	50 „	60
kl.	30—40 „	60	30 „	30	—	—

Ferner Werkzeugabbildungen zur Bestimmung der Werkzeugkosten, tabellarisch in Gattungen nach verschiedenen Teilen und Größen geordnet mit Angabe der effektiv gezahlten Löhne und der dazu verbrauchten Materialien.

Normalien und Lohnsätze der verschiedenen Klassen.

Aufgabe:

Wie hoch belaufen sich die Selbstkosten von 700000 Stück Sechskantmuttern mit 5,7 mm Loch ohne Gewinde, aus 3 mm Eisenblech hergestellt, wenn der Durchmesser des Sechskantes über den Kanten

gemessen 15,02 mm beträgt. Ferner sind die Herstellungskosten für die gleiche Anzahl Muttern in Messingausführung bekanntzugeben.

Lösung:

Unter Verwendung handelsüblicher Blechtafeln kann mit Berücksichtigung der üblichen Tafelgrößen (für Eisenblech 1000 · 2000 mm und Messingblech 800 · 1600 mm) der Materialverbrauch festgelegt werden.

Für die Feststellung des Materialverbrauches der Schnittteile ist das Werkzeug mit seiner Schnitthanordnung ausschlaggebend, und deshalb baut sich von diesem die ganze Kalkulation auf.

Werkzeugbestimmung.

Die durchschnittliche Lebensdauer eines Führungsschnittes beträgt, wenn Eisenblech in Frage kommt, $\sim 250\,000$ Schnittstück. Hieraus die Anzahl der Schnittstempel bei 700\,000 Stück errechnet, ergibt $\frac{700\,000}{250\,000} = 3$ Stück. Mit der Bestimmung eines dreifachwirkenden Führungsschnittes mit Vorlocher würde demnach die Werkzeugfrage gelöst sein.

Größenbestimmung des Schnittkastens.

Die Größe des Schnittkastens setzt sich zusammen aus der Breite des Schnittstreifens plus 2 mal einer Klauenspannfläche von 20 mm und 3 mal der Vorschublänge plus 40 mm für einen dreifachwirkenden Schnitt. Mit der Formel $2R_b + T_l = B_r$ wird nun die Schnittstreifenbreite festgelegt; diese beträgt, wenn der Schnittmusterstreifen nach Abb. 2a, unter Zuhilfenahme des Materialdiagrammes zur Anwendung kommt:

$$2 \cdot 1,75 + 2 \cdot 15,02 + 7,51 = 37,55 \sim 37,6 \text{ mm};$$

hierzu kommen noch 40 mm für die Schnittkastenbreite hinzu, also $37,6 + 40 = 77,6$ mm. Da die Teilbreite T_b mit 13 mm errechnet, der Vorschub „ V_s “ gleich der Teilbreite ist, so kommt für einen dreifachwirkenden Schnitt eine Schnittkastenlänge von $3 \cdot 13 + 40 = 79$ mm in Frage.

Nach den Schnittkastennormalien würde die Größe 4, 107 · 97 mm zu wählen sein.

Größenbestimmung des Stempelkopfes.

Rechnet man zu der ermittelten Schnittstreifenbreite für jede Seite zur Festhaltung der Schnittstempel noch je 10 mm hinzu, so ergibt sich eine Breite für den Stempelkopf von $37,6 + 20 = 57,6$ mm. Die Länge des Stempelkopfes kann entsprechend den angeordneten Schnittstempeln mit ihren Vorlochern etwas kürzer als der Schnittkasten gewählt werden und würde mit $3 \cdot 13 + 20 = 59$ mm groß genug bemessen sein. Nach den Stempelkopfnormen kann die Größe 2 = 57 · 57 mm als passend angesehen werden.

Die Ausführung des Werkzeuges für die eventuell gewünschten Messingmuttern ist in der gleichen Weise, wie für Eisenmuttern, festzulegen. Der Vorteil, der sich ergibt, ist, daß mit dem vorgesehenen Werkzeug statt 750000 Stück in Eisen 2250000 Stück in Messing geschnitten werden können.

Materialverbrauch (für 3 mm Messingblech).

Die Streifenbreite für Schnitteile wird, wie bereits bekannt, durch die Formel:

$$2 \cdot R_b + T_l = B_r,$$

in Worten: 2 mal Randbreite (nach Materialdiagramm) + Teillänge (bei dreifachwirkendem Schnitt 3 Abmessungen) = Streifenbreite bestimmt. Es folgt daraus:

$$2 \cdot 1,75 + 2 \cdot 15,02 + 7,51 = 37,55 \sim 37,6 \text{ mm.}$$

Bei der Teilbreite von 13 mm ergibt sich ein Vorschub von gleicher Größe, weil die Schnittanordnung nach Abb. 2a und Formel $T_b = V$, (Teilbreite = Vorschub) vorgesehen ist.

Die Anzahl der Teile im Streifen für eine Streifenreihe Teile wird durch die Formel $x = \frac{L}{T_b} = \text{Anzahl der Teile} = \frac{\text{Länge der Streifen}}{\text{Teilbreite}}$

ermittelt. Ist $L = 800$ mm gewählt, so folgt: $\frac{800}{13} = 61$ Stück. Bei zwei Reihen Schnitteile kommt aber je ein Teil weniger als 61 Stück der mittleren Reihe in Frage. Die Gesamtstückzahl per Streifen ist dann $61 + 2 \cdot 60 = 181$ Teile. Die Anzahl der Streifen für 700000 Stück ergibt sich aus:

$$\frac{\text{Anzahl der zu fertigenden Teile}}{\text{Anzahl der Teile in Streifen}} = \frac{700000}{181} = 3862 \text{ Streifen}$$

und die Anzahl der Messingtafeln für 1600 mm Länge.

$$\frac{\text{Länge der Tafel}}{\text{Streifenbreite}} = \text{Anzahl der Streifen per Tafel,}$$

also: $\frac{1600}{37,6} = 42$ Streifen und $42 \cdot 181 = 7602$ Stück per Tafel;

daraus die Anzahl der Tafel für 700000 Stück + 3% für Ausschuß:

$$\frac{721000}{7602} = 94,8 \text{ Tafeln bei } 800 \cdot 1600 \text{ mm Größe,}$$

woraus sich ein Gesamtgewicht von $94,8 \cdot 1600 \cdot 800 \cdot 3 \cdot 8,7 = 3169,078$ kg für Messing ergibt.

Das Nettogewicht der Sechskantenmuttern wird aus dem Volumen inkl. Abzug des Loches errechnet. Die Angabe des Gewichtes wird stets in der Kalkulation für 100 Teile bzw. 1000 Teile angegeben und beläuft sich bei 100 Stück auf:

$$\left(\frac{7,51 \cdot 6,5}{2} \cdot 6 \cdot 3 - \frac{5,7^2 \cdot \pi \cdot 3}{4} \right) \cdot 8,7 \cdot 100 = 0,320 \text{ kg}$$

und für 700000 Stück auf $7000 \cdot 0,320 = 2240$ kg Nettogewicht. Aus der Differenz des für die Fabrikation notwendigen Materialgewichtes und dem Nettogewicht der Teile ergibt sich der Abfall: dieser beträgt für alle Teile $3169,078 - 2240 = 929,078$ kg.

Kommt für Nutzmessing per Kilogramm $\sim 1,73$ M. und Abfallmessing per Kilogramm $0,80$ M. in Frage, so belaufen sich die Materialkosten per 100 Stück auf:

$$\text{Für Gesamtgewicht: } \frac{3169,078}{7000} = 0,452 \text{ kg} = 0,452 \cdot 1,73 = 0,78 \text{ M.},$$

$$\text{Nettogewicht: } \frac{2240}{7000} = 0,320 \text{ kg} \dots 0,77 - 0,096 = 0,764 \text{ M.},$$

$$\text{Abfall: } \frac{927,078}{7000} = 0,120 \text{ kg} = 0,132 \cdot 0,80 = 0,1056 \text{ M.}$$

Materialverbrauch für 3 mm Eisenblech
(bei Tafelgröße $1000 \cdot 2000$ mm.)

Die Streifenbreite ist bekannt und beträgt $\sim 37,6$ mm und die Anzahl der Schnittteile bei 1000 mm Streifenlänge ist:

$$x = \frac{L}{T_b} = \frac{1000}{13} = 76 \text{ Stück für mittlere Schnittteilreihe,}$$

dagegen für die beiden seitlichen Reihen je 1 Teil weniger.

Gesamtanzahl der Teile im Streifen: $76 + 2 \cdot 75 = 226$ Stück,

$$\text{Anzahl der Streifen: } \frac{700000}{226} = \sim 3098 \text{ Streifen.}$$

Streifen per Tafel und Anzahl der Schnittteile:

$$\frac{2000}{37,6} = 53 \text{ Stück und } 53 \cdot 226 = 11978 \text{ Stück.}$$

$$\text{Anzahl der Tafeln: } \frac{721000}{11978} = \sim 60,2 \text{ Stück bei } 1000 \cdot 2000 \text{ mm Größe,}$$

Gesamtgewicht: $60,2 \cdot 1000 \cdot 2000 \cdot 3 \cdot 7,8 = 2817,360$ kg.

Nettogewicht der Schnittteile für 100 Stück:

$$\left(\frac{7,51 \cdot 6,5}{2} \cdot 6 \cdot 3 - \frac{5,7^2 \cdot \pi}{4} \cdot 3 \right) \cdot 7,8 \cdot 100 = 0,283 \text{ kg.}$$

Nettogewicht für 700000 Teile: $7000 \cdot 0,283 = 1981$ kg.

Gesamtabfall: $2817,360 - 1981 = 836,360$ kg.

Bei einem Materialpreise per Kilogramm $= 0,23$ M. und Abfall-eisen per Kilogramm $0,05$ M. sind die Materialkosten per 100 Stück:

$$\text{Gesamtgewicht: } \frac{2817,360}{7000} = 0,404 \text{ kg} \dots 0,23 \cdot 0,404 = 0,092 \text{ M.},$$

Nettogewicht: $\frac{1981}{7000} = 0,283 \text{ kg} \dots 0,09 - 0,005 = 0,085 \text{ M.}$

Abfall: $\frac{836,360}{7000} = 0,120 \text{ kg} \dots 0,05 \cdot 0,120 = 0,006 \text{ M.}$

Stellt man nun den Materialverbrauch für Eisen und Messing sowie die Werkzeugkosten auf, so folgt:

Für Eisen:

Für die Fabrikation erforderliches Gewicht	Nettogewicht	Abfall
0,392 kg = 0,09 M.	0,283 kg = 0,085 M.	0,120 kg = 0,006 M.

Für Messing:

0,440 kg = 0,77 M.	0,320 kg = 0,674 M.	0,132 kg = 0,1056 M.
--------------------	---------------------	----------------------

Werkzeugkosten:

Schnittkastengröße Nr. 4 170 · 97 mm.

Arbeitslohn	1,20 M.
200 % Unkosten	2,40 „
Gußstahl	2,65 „
S. M.-Stahl	1,20 „
	<u>7,45 M.</u>

Stempelkopfggröße Nr. 2 57 · 57 mm.

Arbeitslohn	1,05 M.
200 % Unkosten	2,10 „
S. M.-Stahl	0,70 „
	<u>3,85 M.</u>

dazu die Werkzeugmacherlöhne zur Herstellung des fertigen Schnittes

$32,- + 200 \% = 32,- + 64,- = 96,- \text{ M.}$

Gesamtwerkzeugkosten: $7,45 + 3,85 + 96,- = 107,30 \text{ M.}$

Herstellungspreis der Muttern.

Wendet man folgende Hand- und Maschinenzeiten für die Blechschere an, wie:

Einführen der Blechtafel zum Schnittmesser	$E_f = 15 \text{ Sek.}$
Einschalten der Maschine inkl. Schneiden der Streifen	$E_s = 2 \text{ Sek.}$
Vorschubzeit der Tafel	$V_z = 2 \text{ Sek.}$
Auslauf (letzter Abschnitt)	$A_l = 7 \text{ Sek.}$

x die Anzahl der Streifen pro Tafel,

y_l die Anzahl der Tafeln,

H_b die Anzahl der Hübe/min.,

so folgt, wenn die Hübeanzahl der Schere 1800 beträgt:

$$x + \frac{H_b}{3600} = y_l = \frac{1800}{53 + \frac{1800 \cdot (15 + 2 + 53 \cdot 2)}{3600}}$$

$= 15,7 \text{ Tafeln}$

und Streifen: $15,7 \cdot 53 = \sim 832$ Stück, abzüglich 10% für Akkordbestimmung = $832 - 83 = 749$ Streifen/stdl. (für Eisenblech) und für Messingblech:

$$42 + \frac{1800 \cdot (15 + 2 + 42 \cdot 2)}{3600} = 19,4 \text{ Tafeln}$$

und Streifen: $19,4 \cdot 42 = 814$ Streifen, abzüglich 10% für Akkordbestimmung = $814 - 81 = 733$ Streifen/stdl.

Ist der Durchschnittsverdienst des betreffenden Arbeiters 0,43 M. pro Stunde, so ist der Akkordpreis

	Eisen:	Messing:
für 100 Streifen	$\frac{0,43}{749} \cdot 100 = 0,057 \text{ M.}$	$\frac{0,43}{733} \cdot 100 = 0,058 \text{ M.}$
für 100 Muttern	$\frac{0,057}{22600} \cdot 100 = 0,00025 \text{ M.}$	$\frac{0,058}{18100} \cdot 100 = 0,00032 \text{ M.}$

Zu diesen errechneten Akkordlöhnen kommt noch die Einrichtzeit der Schere verteilt auf 100 Muttern = $\frac{0,43 \cdot 20 \cdot 100}{60 \cdot 700000} = 0,00002 \text{ M.}$ hinzu und ergibt für

	Eisen:	Messing:
	$0,00025 + 0,00002 = 0,00027 \text{ M.};$	$0,00032 + 0,00002 = 0,00034 \text{ M.}$

Schneiden der Muttern auf der Exzenterpresse.

Kommen hier folgende Handzeiten in Frage:

$$\left. \begin{array}{l} E_f = 5 \text{ Sek.} \\ A_l = 7 \text{ Sek.} \\ H_b = 3600 \end{array} \right\} \text{ so folgt: } \frac{H_b}{(x+1) + \frac{H_b \cdot (E_f + A_l)}{3600}} = y$$

$$= \frac{3600}{(76+1) + \frac{3600(5+7)}{3600}} = 42,8 \text{ Streifen}$$

und Teile $42,8 \cdot 226 = 9672$ Stück abzüglich 10% für Akkordbestimmung, also $9672 - 967 = 8705$ Stück/stdl.

und für Messing:

$$\frac{3600}{(61+1) + \frac{3600 \cdot (5+7)}{3600}} = 52,1 \text{ Streifen} = 52,1 \cdot 181 = 9430 \text{ Muttern,}$$

abzüglich 10% für Akkordbestimmung, also $9430 - 943 = 8487$ Stück/stündlich.

Ist der Durchschnittsverdienst der Arbeiterin 0,30 M. pro Stunde, so ist der Akkordpreis

	Eisen:	Messing:
für 100 Teile:	$\frac{0,30 \cdot 100}{8705} = 0,0034 \text{ M.}$	$\frac{0,30 \cdot 100}{8487} = 0,0035 \text{ M.}$

Zu diesem Betrage kommt der Einrichtlohn mit 0,55 M. pro Stunde bei 15 Minuten Einspannzeit des Werkzeuges für je 8000 Eisenstück

$$\frac{700000}{8000} = \sim 90 \text{ mal und für je 24000 Messingstück } \frac{700000}{24000} = 30 \text{ mal,}$$

$$\text{verteilt auf 100 Teile } \frac{90 \cdot 0,55 \cdot 15 \cdot 100}{60 \cdot 700000} = 0,0018 \text{ bzw. } \frac{30 \cdot 0,55 \cdot 15 \cdot 100}{60 \cdot 700000}$$

= $\sim 0,0006$ M. noch hinzu, also:

$$0,05 + 0,0018 = 0,0518 \text{ M. u. } 0,05 + 0,0006 = 0,0506 \text{ M.}$$

Selbstkosten	Eisen	Messing
Einrichten der Schere	0,00002 M.	0,00002 M.
Zuschneiden	0,00025 „	0,00032 „
Einrichten der Presse	0,00180 „	0,00060 „
Schneiden der Teile	0,00340 „	0,00350 „
200% Unkosten	0,01094 „	0,01128 „
Material abzüglich Abfall	0,09200 „	0,78000 „
	Summa: 0.11841 M.	0,79572 M.

Hierzu die Werkzeugkosten, auf 100 Muttern verteilt, ergibt:

$$\frac{107,30 \cdot 100}{700000} = \sim 0,0153 \text{ M.} \quad \begin{array}{r} 0,11840 \text{ M.} \\ + 0,01530 \text{ „} \\ \hline 0,1337 \text{ M.} \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,79572 \text{ M.} \\ 0,01530 \text{ „} \\ \hline 0,81102 \text{ M.} \end{array}$$

$$\text{Gesamtobjekt: } 828,87 \text{ M.} \quad 5570,04 \text{ M.}$$

Betrachtet man eingehend die Zahlenwerte, so wird man feststellen müssen, daß die Löhne sehr gering zu den Materialkosten stehen. Bedingung ist daher, auf gute Ausnutzung des Materialstreifens zu sehen und danach das Werkzeug festzulegen.

Aufgabe:

Es sind die Selbstkosten von 20000 Stück 1,5 mm starken Bronzewinkel nach Abb. 16 zu melden.

Die Abmessungen der beiden gleichen Schenkel sollen 32 mm lang, 6,5 mm breit und die daran befindlichen Augen 5 mm breit und 5 mm hoch sein. Der Teil muß mit 4 Löchern à 3 mm Durchmesser in den Schenkeln und die Augen mit je 1,5 mm Loch versehen sein.

Lösung:

Durch Aufzeichnung 18 mm Vorschub und 45 mm Teilbreite ermittelt.

Werkzeug gewählt, Schnitt mit Vorlocher und 2 Seitenschneider.

Schnittkastengröße:

$$2 \cdot 1,1 + 45 + 2 \cdot 1,1 + 40 = 89,4 \text{ mm breit, Schnittkastenlänge } 90 \text{ mm,}$$

$$2 \cdot R_b + T_l + 2 \cdot S_s + \text{Spannfläche,}$$

Schnittkastengröße: 4 gewählt mit 107 · 97 mm,

Stempelkopfgröße: 45 + 20 = 65 mm breit und 60 mm lang gewählt,

Normaliengröße: 6 = 77 · 77 mm vorgesehen,

Werkzeugmacherlohn für Herstellung des fertigen Schnittes: 55 M.

Werkzeugkosten.

Arbeitslohn und Material für Schnittkasten Nr. 4	7,45 M.
Für Stempelkopf Nr. 6	5,50 „
Werkzeugmacherlohn 55,— + 200%	165,— „
	<u>177,95 M.</u>

auf 100 Schnitteile verrechnet:

$$\frac{177,95 \cdot 100}{20000} = 0,89 \text{ M.}$$

Materialverbrauch.

Streifenbreite: 49,4 mm, Tafelgröße: 800 · 1600 mm,
 Streifenlänge: 1600 mm gewählt (wegen der Winkelbiegung und
 Beachtung der Walzrichtung),
 Vorschub = 18 mm,

$$\frac{1600 - 24}{18} = 88 \text{ Stück pro Streifen und } \frac{800}{49,4} = 16 \text{ Streifen pro Tafel.}$$

Erforderliche Streifen bei 3% Ausschuß:

$$\frac{20000 + 600}{88} = \sim 234 \text{ Stück und Tafeln } \frac{20600}{16,88} = \sim 14,65 \text{ Stück,}$$

$$\text{Gewicht: } 14,65 \cdot 800 \cdot 1600 \cdot 1,5 \cdot 8,7 \dots = 243,776 \text{ kg,}$$

$$\text{Gewicht pro 100 Schnitteile: } \frac{243,776 \cdot 100}{20000} = 1,218 \text{ kg,}$$

$$\text{Nettogewicht von 100 Teilen} \dots = 0,504 \text{ kg,}$$

$$\text{Abfall von 100 Teilen: } 1,218 - 0,504 \dots = 0,714 \text{ kg,}$$

Preis pro 100 Teile: Nutzmaterial 2,— M. pro Kilogramm. Abfall
 0,90 M. pro Kilogramm.

$$\left. \begin{array}{l} 1,218 \cdot 2,00 = 2,436 \text{ M. für Streifenmaterial} \\ 0,504 \cdot 2,00 = 1,008 \text{ M. für Schnitteile} \\ 0,714 \cdot 0,90 = 0,64 \text{ M. für Abfall} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 2,436 - 0,64 = 1,794 \text{ M.} \\ \text{für 100 Teile.} \end{array}$$

Herstellungspreis der Schnitteile.

Handzeiten gewählt (für Blechscheren).

$$\left. \begin{array}{l} E_f = 12 \text{ Sek.} \\ E_s = 2 \text{ Sek.} \\ V_z = 1 \text{ Sek.} \\ A_l = 5 \text{ Sek.} \\ H_b = 2400/\text{stdl.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{2400}{16 + \frac{2400 \cdot (12 + 5 + 16 \cdot 1)}{3600}} = 63 \text{ Tafeln} \\ \text{und Streifen } 63 \cdot 16 = \sim 1008 \text{ Stück/stdl.,} \\ \text{abzüglich 10\% für Akkordbestimmung} \\ = 1008 - 100 = 908 \text{ Streifen stdl.} \end{array}$$

Akkordlohn mit 0,43 M. eingesetzt, folgt:

$$\frac{0,43 \cdot 100}{908} = \sim 0,047 \text{ M. für 100 Streifen,}$$

und

$$\frac{0,43 \cdot 100}{908 \cdot 88} = \sim 0,00054 \text{ M. für 100 Schnitteile.}$$

Hierzu kommt noch die Einrichtzeit von ~ 20 Minuten bei $0,43$ M.,
 pro Stunde verteilt auf 100 Stück $= \frac{0,43 \cdot 20 \cdot 100}{60 \cdot 20000} = 0,00072$ M.,
 also $0,00054 + 0,00072 = 0,00126$ M.

Schneiden der Teile auf der Exzenterpresse.

Handzeiten gewählt (für Exzenterpresse).

$$\begin{array}{l}
 E_f = 5 \text{ Sek.} \\
 A_t = 7 \text{ Sek.} \\
 H_b = 4000/\text{stdl.}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 \frac{4000}{(88 + 1) \cdot \frac{4000(5 + 7)}{3600}} = 39 \text{ Streifen} \\
 \text{und Teile } 39 \cdot 88 = 3432 \text{ Stück, abzüglich } 10\% \text{ für} \\
 \text{Akkordbestimmung,} \\
 \text{also: } 3432 - 343 = 3089 \text{ Stück/stdl.}
 \end{array}
 \right.$$

Akkordlohn mit $0,30$ M eingesetzt, folgt:

$$\frac{0,30 \cdot 100}{3089} = 0,009 \text{ M. für } 100 \text{ Teile,}$$

hierzu 15 Minuten Einrichtzeit bei stündlichem Lohn $0,55$ M. auf je
 8000 Stück $\frac{20000}{8000} = \sim 3$ mal, verteilt auf 100 Teile:

$$\frac{3 \cdot 0,55 \cdot 15 \cdot 100}{60 \cdot 20000} = \sim 0,002 \text{ M.,}$$

$$0,009 + 0,002 = 0,011 \text{ M. für } 100 \text{ Schnitteile.}$$

Augen hochbiegen (stanzen).

Handzeiten

$$\begin{array}{l}
 E_f = 2 \text{ Sek.} \\
 H_a = 1 \text{ Sek.} \\
 E_s = 2,5 \text{ Sek.} \\
 H_b = 4000/\text{stdl.}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 \text{Bei } \frac{4000}{2 + 1 + 2,5} = \sim 727 \text{ Stück/stdl. folgt} \\
 \text{Akkordlohn mit } 0,30 \text{ M. eingesetzt:} \\
 \frac{0,30 \cdot 100}{727} = 0,041 \text{ M. für } 100 \text{ Teile,}
 \end{array}
 \right.$$

zuzüglich 15 Minuten Einrichtzeit $\frac{3 \cdot 0,55 \cdot 15 \cdot 100}{60 \cdot 20000} = 0,002$ M., verteilt
 auf 100 Teile ergibt:

$$0,041 + 0,002 = 0,043 \text{ M.}$$

Selbstkosten.

Zuschneiden (Streifen)	0,00126	M.
Schneiden (Schnitteile)	0,01100	„
Augen winkelig stanzen	0,04300	„
Unkosten 200 %	0,11052	„
Material inkl. Abfallabrechnung . . .	1,43600	„
Werkzeugkosten	0,89000	„
Summa:	2,49178	M. (2,50 M.)

Gesamtojekt: $200 \cdot 2,50 = 500$ M.

Aufgabe:

Es ist eine Selbstkostenberechnung über 6000000 Hülsen mit 12 mm Durchmesser und 25 mm Höhe, desgleichen über 3000000 Hülsen mit 32 mm Durchmesser und 45 mm Höhe, Ausführung in 0,3 mm Messingblech, aufzustellen. Für Hülsenabstich sind 0,5 mm zuzugeben.

Die Anfertigung der Hülsen soll mit möglichst automatisch wirkenden Maschinen geschehen.

Lösung:

Die Lebensdauer eines Schnitt- und Ziehwerkzeuges mit viermaligem Auswechseln des Ziehringes beträgt ~ 750000 Teile, daraus die Anzahl der Schnittstempel ermittelt:

$$\frac{6000000}{750000} = 8 \text{ Stück.}$$

Bei ungleicher Anzahl runder Ausschnitte im Streifen ist stets der günstigste Materialverbrauch vorhanden, deshalb sind drei Schnitt- und Ziehwerkzeuge dreifachwirkend nach Abb. 55, für kleine Hülsen gewählt.

Wird das Zwischenmaterial zweier benachbarter Ausschnitte $Z_m = 0,6$ mm und Randbreiten (seitlich der Ausschnitte) $R_b = 0,5$ mm nach Diagramm gewählt, so ergibt sich eine Scheibengröße, wenn $D = 12$ mm und $h = 25$ mm bzw. $D_1 = 32$ mm und $h_1 = 45$ mm ist:

$$x = \sqrt{D^2 + 4D \cdot h} = \sqrt{12^2 + 4 \cdot 12 \cdot 25,5} = \sqrt{1368} = 37 \text{ mm } \varnothing,$$

$$x_1 = \sqrt{32^2 + 4 \cdot 32 \cdot 45,5} = \sqrt{6848} = 82,5 \text{ mm } \varnothing.$$

Für Hülsenabstich ist 0,5 mm zugegeben.

Die Streifenbreite, wenn $b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{37,6^2 - 18,8^2} = \sim 32,8$ mm ist, kann mit $2 \cdot 32,8 + 37 + 2 \cdot 0,5 = 103,6 \sim 104$ mm festgesetzt werden. Die Schnittkastenbreite bei 30 mm großer Spannklauefläche ist dann $104 + 2 \cdot 30 = 164 \sim 165$ mm und 165 mm Länge.

Für die große Hülse kommt kein Schnittkasten in Frage, sondern ein Frosch mit eingebauten Werkzeugbestandteilen, und zwar

$$\frac{3000000}{750000} = 4 \text{ komplette Werkzeuge.}$$

Streifenbreite: $82,5 + 2 \cdot 0,6 = 83,7 \sim 84$ mm,

Ziehgänge der kleinen Hülse: Von Scheibe 37 mm Durchmesser auf Topfdurchmesser 22,2 mm, dann auf 16,7 mm, 12,7 mm 12 mm Durchmesser.

Ziehgänge der großen Hülse: Von Scheibe 82,5 mm Durchmesser auf Topfdurchmesser 49,5 mm, dann auf 36 mm und 32 mm.

Werkzeugkosten für kleine Hülse.**Schnittkastenwerkzeug.**

Arbeitslohn und Material für Schnittkasten und Stempelkopf	60,— M.
Arbeitslohn für Fertigstellung des kompletten Werkzeuges	
65,00 + 200%	195,— ..
	<hr style="width: 100%;"/>
	255,— M.

Bei drei Werkzeugen $3 \cdot 255,— = 765$ M.

Hierzu kommen drei Satz Ziehwerkzeuge für 16,7 mm Durchmesser, 12,7 mm Durchmesser und 12 mm Durchmesser, bestehend aus Ziehstempel und Ziehring, passend für eine Revolverziehpresse mit automatischer Zuführung.

Die Kosten für 3 Satz Ziehwerkzeuge für die Revolvertellerpresse sind :

p. 3-Satz	Material	20,— M.	} für kl. Hülse
	Arbeitslohn	70,— „	
	200 % Unkosten	140,— „	
		<u>230,— M.</u>	

$$3 \cdot 230 = 690,— \text{ M.}$$

und die Gesamtkosten: $765,— + 690,— = 1455,— \text{ M.}$,

auf 100 Teile verteilt: $\frac{1455,— \cdot 100}{6000000} = 0,024 \text{ M.}$

Werkzeugkosten für große Hülse:

Frösche für Schnitt- und Ziehwerkzeuge vorhanden.

Für Werkzeug an Material	53,50 M.
an Arbeitslohn	37,— „
200 % Unkosten	74,— „
	<u>164,50 M. (165,— M.)</u>

$$4 \text{ Werkzeuge: } 4 \cdot 165,— = 660,— \text{ M.}$$

Die Kosten für 2 Satz Ziehwerkzeuge für die Revolvertellerpresse sind :

p. Satz	Material	24,— M.	} 130,— M.
	Arbeitslohn	35,— „	
	200 % Unkosten	70,— „	
		<u>129,— M.</u>	

$$2 \cdot 130,— = 260,— \text{ M.}$$

und die Gesamtkosten: $660,— + 260,— = 920,— \text{ M.}$,

auf 100 Teile verteilt: $\frac{920,— \cdot 100}{3000000} = 0,036 \text{ M.}$

Materialverbrauch.

Die Streifenbreite für die kleine Hülse ist 104 mm.

Die Bandlänge beim dreifachen Ausschnitt à 37 mm Durchmesser mit 2 Schnittreihen à 35 und Schnittreihe von 34 Teilen bei 0,6 mm Zwischenmaterial und 4 % an Ausschussteilen ist:

$$35 \cdot 37,6 = 1316 \text{ mm.}$$

Gewicht pro 100 Teile: $1316 \cdot 104 \cdot 0,3 \cdot 8,7 = 0,358 \text{ kg}$,

Nettogewicht von 100 Teilen: $\frac{37^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,3 \cdot 8,7 \cdot 100 = 0,280 \text{ kg}$,

Abfall von 100 Teilen: $0,358 - 0,280 = 0,078 \text{ kg}$.

Ist der Materialpreis für Ausmessung pro Kilogramm 1,80 M,

„ „ „ „ Abfall „ „ 0,80 M.,

so ergeben sich die Materialkosten wie folgt:

$$0,358 \cdot 1,80 = 0,645 \text{ M. und Abfall } 0,078 \cdot 0,80 = 0,062 \text{ M.}$$

und 100 Hülsen stellen sich auf:

$$0,645 - 0,062 = 0,573 \text{ M.}$$

Bei den großen Hülsen ist die Streifenbreite 84 mm. Wird als Zwischenmaterial zweier benachbarter Ausschnitte $Z_m = 0,6$ gewählt, und für Ausschuß 4 % angenommen, so ergibt sich eine Streifenlänge:

$$104 \cdot (82,5 + 0,6) = \sim 8,645 \text{ m.}$$

$$\text{Gewicht: } 84 \cdot 8645 \cdot 0,3 \cdot 8,7 = \sim 1,896 \text{ kg,}$$

$$\text{Nettogewicht: } \frac{82,5^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,3 \cdot 8,7 \cdot 100 = 1,395 \text{ kg,}$$

$$\text{Abfall: } 1,896 - 1,395 = 0,501 \text{ kg.}$$

Kommt ein Preis von 1,80 pro Kilogramm für Ausmessung und 0,80 M. für Abfallmessung in Frage, so belaufen sich die Materialkosten auf:

$$1,896 \cdot 1,80 = \sim 3,42 \text{ M. und } 0,501 \cdot 0,80 = 0,40 \text{ M.,}$$

also $3,42 - 0,40 = 3,02 \text{ M. für 100 große Hülsen.}$

Herstellungspreis der Zieheteile (für kleine Hülse).

Schnitt- und Ziehpresse mit Walzentransport gewählt. 3000 Hübe/stdl.

Unter der Voraussetzung, daß drei gleiche in Frage kommende Pressen dem Betrieb zur Verfügung stehen, die ohne weiteres von einer Arbeiterin bedient werden können, ist die stündliche Produktion $3000 \cdot 3 = 27000$ Stück. Akkordlohn mit 0,30 M. pro Stunde eingesetzt, folgt:

$$\frac{0,30 \cdot 100}{27000} = 0,0011 \text{ M. für 100 kleine Hülsen.}$$

Hält das Werkzeug durchschnittlich 8000 Stück bis zum nächsten Scharfschleifen aus, so kommen $\frac{6000000}{3 \cdot 8000} = 250$ mal Einspannen der Werkzeuge in Frage.

Bei einem Einrichtlohn von 0,55 M. pro Stunde und 250maligem Einspannen der Werkzeuge kommt zu dem Fertigungspreis von 100 Hülsen noch $\frac{250 \cdot 0,55 \cdot 100 \cdot 30}{6000000 \cdot 60} = 0,00115 \text{ M. hinzu, also}$

$$0,0011 + 0,00115 = 0,00225 \text{ M.}$$

Nach dem kombinierten Schneiden und Ziehen sind noch drei Ziehoperationen notwendig. Diese Ziehoperationen sollen auf drei Revolverpressen mit Zuführungsapparat vorgenommen werden, die nur von einer Arbeiterin zu bedienen sind.

Hubanzahl der Pressen 3600, abzüglich 15 % für Unterbrechungen im Ziehen der Hülsen = $3600 - 540 = 3060$ Stück/stdl. pro Presse. Akkordlohn mit 0,30 M. pro Stunde eingesetzt, folgt:

$$\frac{0,30 \cdot 100}{3 \cdot 3060} = \sim 0,0032 \text{ M.}$$

Ein Zug hält bei guter Härte ~ 250000 Hülsenziehungen aus und muß danach ausgeglüht und beim Härten kleiner geringelt werden. Es

würde demnach ein $\frac{3 \cdot 6000000}{250000} = 72$ maliges Einspannen der Werkzeuge erforderlich sein; dies ergibt, wenn ein Einrichtlohn für die Presse pro Stunde mit 0,55 M. eingesetzt wird, für 100 Hülsen

$$\frac{72 \cdot 0,55 \cdot 100 \cdot 30}{18000000 \cdot 60} = 0,0011 \text{ M.}$$

also: $0,0032 + 0,0011 = 0,0043 \text{ M.}$

Selbstkosten (für kleine Hülse).

Für kleine Hülse:

Arbeitslohn	0,00655 M.
200 % Unkosten	0,01310 „
Material abzüglich Abfall	0,57300 „
Werkzeugkosten	0,02400 „
Summa	0,61665 M. —,62 M.

Gesamtobjekt: $60000 \cdot 0,62 = 37200,- \text{ M.}$

Herstellungspreis (für große Hülse).

Schnitt- und Ziehpresse mit Walzentransport gewählt. 3000 Hübe/stdl.

Unter der Voraussetzung, daß auch hier drei gleiche Pressen zur Verfügung stehen und eine Arbeiterin sie gleichzeitig bedient, ist die stündliche Leistung:

$3000 \cdot 3 = 9000$ Stück, Akkordlohn mit 0,30 M. pro Stunde eingesetzt folgt: $\frac{0,30 \cdot 100}{9000} = 0,0033 \text{ M.}$

Nach je 24000 erledigte Stück erfolgt stets Scharfschliff des Werkzeuges, und es sind bei 3000000 Teilen $\frac{3000000}{24000} = \sim 125$ malige Werkzeugsinspannungen nötig. Bei einem Einrichterlohn von 0,55 M. pro Stunde und 125maligem Einspannen der Werkzeuge kommt zu dem Fertigungspreis von 100 Hülsen noch $\frac{125 \cdot 0,55 \cdot 100 \cdot 30}{3000000 \cdot 60} = 0,0011 \text{ M.}$ hinzu; dies

ergibt: $0,0033 + 0,0011 = 0,0044 \text{ M.}$

Unter den gleichen Voraussetzungen die Fertigung wie bei den kleinen Hülsen an Revolverpressen vorgenommen, folgt bei 0,30 M.

Stundenlohn der Arbeiterin ein Akkordpreis von $\frac{0,30 \cdot 100}{3 \cdot 3060} = 0,0032 \text{ M.}$

Das Ziehen von 3000000 Hülsen verursacht $\frac{3 \cdot 3000000}{250000} = 36$ malige Werkzeugeinspannung; dies ergibt, wenn der Einrichterlohn pro Stunde 0,55 M. beträgt, bei 0,5stündiger Einrichtdauer der Presse:

$$\frac{36 \cdot 0,55 \cdot 100 \cdot 30}{90000000 \cdot 60} = 0,00011 \text{ M., also inkl. Akkord:}$$

$0,0032 + 0,00011 = 0,00331 \text{ M.}$

Selbstkosten (für große Hülse).

Arbeitslohn	0,00771 M.
20 % Unkosten	0,01542 „
Material abzüglich Abfall	3,02000 „
Werkzeugkosten	0,03600 „
	<hr/>
	3,07913 M. = 3,08 M.

Gesamtobjekt: $30000 \cdot 3,08 = 92400,-$ M.

Aufgabe:

Wie hoch belaufen sich die Selbstkosten über 350000 Stück Lötösen aus 0,5 mm Messingblech nach Schnittmusterstreifen Abb. 10. Bei Abgabe der Kosten sind die Herstellungspreise der Teile und die Werkzeugkosten mit und ohne Zuschläge getrennt anzugeben.

Lösung:

Hat z. B. die Lötöse einen Hülsendurchmesser von 2 mm, eine Höhe von 2,5 mm inkl. Boden, einen Flansch von $R = 2$ mm mit einem Stäbchen 1,2 mm Länge, und sollen ferner die beiden Mittelpunkte für die Abrundungen 4,0 mm voneinander entfernt liegen, so kommt, wenn die beiden Randbreiten nach Diagramm 0,6 mm gewählt werden, folgende Streifenbreite in Betracht:

$$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} + d_1 \cdot \pi \cdot h + \pi \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{4} = \frac{x^2 \cdot \pi}{4}$$

$$\frac{1^2 \cdot \pi}{4} + 2 \cdot \pi \cdot 2,5 + \pi \cdot \frac{(4^2 - 2^2)}{4} = \sim 25,91 = 5,74 \text{ mm Durchmesser.}$$

Die Streifenbreite ergibt sich aus der Scheibengröße = 5,74 mm, der Entfernung der beiden Mittelpunkte für die Abrundung = 4,0 mm und der Stäbchenlänge von 1,2 mm + 2 · der Randbreite nach Diagramm = $2 \cdot 0,6 = 1,2$ mm, also:

$$5,74 + 4 + 1,2 + 2 \cdot 0,6 = 12,14 \text{ mm}$$

ohne Seitenschneider, und mit Seitenschneider bei 2 mm gewählten Abschnitt = 16 mm. Hat der erste Seitenschneider den Streifen auf 14 mm breit geschnitten, so ist die zweite Streifenbreite gleichbedeutend mit dem Scheibendurchmesser. Nach dem Ziehdiagramm kann von 14 mm auf 8,4 mm, ferner stufenweise auf 6,4 mm, 4,8 mm, 3,7 mm, 2,7 mm bis auf 2 mm Durchmesser gezogen werden. Um den Streifen bis zu seinem Ende gut auszunutzen, ist ein zweiter Seitenschneider im Werkzeug eingebaut.

Ist nun die erste Ziehoperation = 8,4 mm, die zweite 6,4 mm, so ergibt sich der Vorschub des Streifens aus $\frac{8,4 + 6,4}{2} + 2 \cdot 0,75 = 8,9$ mm, wo unter $2 \cdot 0,75$ das doppelte Zwischenmaterial wie bei Schnittteilen zu nehmen ist.

Werkzeugbestimmung.

Kommen sieben Operationen für die Herstellung der Lötöse in Frage, so ist die Länge des Schnittkastens $7 \cdot 8,9 + 40 = 102,3 \sim 105$ mm und die Breite $16 + 2 \cdot 30 = 76$ mm. Der Schnittkasten Nr. 4 ist nach den Normalien Seite 24 mit den Abmessungen $107 \cdot 97$ mm gewählt.

Stempelkopf.

Als passender Stempelkopf wird nach den Normalien Stempelgröße Nr. 4 mit den Abmessungen 57 · 100 mm genommen.

Werkzeugkosten.

Schnittkasten Nr. 4 107 · 97 mm mit Zuschlägen ohne Zuschlägen		
Arbeitslohn	1,20 M.	1,20 M.
200 % Unkosten	2,40 „	
Gußstahl	2,65 „	2,65 „
S. M.-Stahl	1,20 „	1,20 „
	<u>7,45 M.</u>	<u>5,05 M.</u>

Stempelkopf Nr. 4 = 57 · 100 mm mit Zuschlägen ohne Zuschlägen		
Arbeitslohn	1,45 M.	1,45 M.
200 % Unkosten	2,90 „	
S. M.-Stahl	1,30 „	1,30 „
	<u>5,65 M.</u>	<u>2,75 M.</u>

Die Werkzeugmacherlöhne zur Herstellung des fertigen Schnittes betragen 40,— + 200% Unkosten = 120,— M.

mit Zuschlägen ohne Zuschlägen		
Schnittkasten	7,45 M.	5,05 M.
Stempelkopf	5,65 „	2,75 „
Arbeitslohn + 200 %	120,— „	40,— „
	<u>133,10 M.</u>	<u>47,80 M.</u>

Die Werkzeugkosten auf 100 Teile verteilt ergeben:

$$\frac{133,10 \cdot 100}{350000} = \sim 0,38 \text{ M.} \quad \text{bzw.} \quad \frac{47,80 \cdot 100}{350000} = 0,137 \text{ M.}$$

Materialverbrauch.

(800 mm Streifenlänge gewählt).

$$\text{Anzahl der Teile im Streifen} \frac{800}{8,9} = 90 \text{ Teile und}$$

$$\text{Streifen pro Tafel bei} \frac{1600}{16} = 100 \text{ Teile,}$$

$$\begin{aligned} &\text{Anzahl der Streifen bei 4 \% an Anschlußteilen } 350000 + 14000 \\ &= 364000, \quad \frac{364000}{90} = 4044 \text{ Streifen,} \quad \text{Gewicht } 4044 \cdot 16 \cdot 0,5 \cdot 800 \\ &= 225,170 \text{ kg und Materialverbrauch für 100 Teile } \frac{225,170 \cdot 100}{350000} = 0,065 \text{ kg} \end{aligned}$$

Das Nettogewicht für 100 Teile ist:

$$\left(\frac{5,74^2 \cdot \pi}{4} + 4 \cdot 5,74 + 1 \cdot 1,2 + \frac{1^2 \cdot \pi}{4} + \frac{4^2 \cdot \pi}{8} \right) \cdot 0,5 \cdot 8,7 \cdot 100 \\ = \sim 0,030 \text{ kg,}$$

Abfall von 100 Teilen: 0,065 — 0,030 = 0,035 kg,

Preis für Nutzmessing 1,80 pro Kilogramm und Abfall 0,80 M.
 pro Kilogramm,
 Materialkosten für 100 Teile abzüglich Abfall:

$$0,065 \cdot 1,80 - 0,035 \cdot 0,80 = 0,089 \text{ M.}$$

Herstellungspreis.

Handzeiten gewählt (für Bleischere).

$$\left. \begin{array}{l} E_f = 10 \text{ Sek.} \\ E_s = 1,5 \text{ Sek.} \\ V_z = 0,5 \text{ Sek.} \\ A_l = 2,5 \text{ Sek.} \\ H_b = 3300/\text{stdl.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{3300}{100 + \frac{3300(10 + 2,5 + 100 \cdot 0,5)}{3600}} = 21 \text{ Tafeln} \\ \text{und Streifen: } 21 \cdot 100 = 2100 \text{ Streifen/stdl.} \\ \text{abzüglich } 10\% = 2100 - 210 = 1890 \text{ Streifen} \\ \text{für Akkord.} \end{array}$$

Akkordlohn mit —,43 M. eingesetzt, folgt:

$$\frac{0,43 \cdot 100}{1890} = \sim 0,023 \text{ M. für } 100 \text{ Streifen}$$

und

$$\frac{0,43 \cdot 100}{1890 \cdot 90} = \sim 0,00025 \text{ M. für } 100 \text{ Teile.}$$

Hierzu kommt noch die Einrichtzeit von 10 Minuten bei —,43 M. pro
 Stunde, verteilt auf 100 Teile = $\frac{0,43 \cdot 10 \cdot 100}{60 \cdot 350000} = \sim 0,000025 \text{ M.}$

insgesamt: $0,00025 + 0,000025 = 0,000275 \text{ M.}$

Teile fertigen an der Exzenterpresse.

Handzeiten gewählt (für Exzenterpresse).

$$\left. \begin{array}{l} E_f = 3 \text{ Sek.} \\ A_l = 2 \text{ Sek.} \\ V_z = 0,5 \text{ Sek.} \\ H_b = 3600/\text{stdl.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{360}{(90 + 6) + \frac{3600 \cdot (3 + 2 + (90 + 6) \cdot 0,5)}{3600}} = 24,17 \\ \text{Streifen} \end{array}$$

und Teile: $24,17 \cdot 90 = 2175$ Stück abzüglich 10% für Akkordbildung,
 also: $2175 - 217 = 1958$ Stück/stdl.

Akkordlohn mit 0,30 M. eingesetzt, folgt:

$$\frac{0,30 \cdot 100}{1958} = 0,0155 \text{ M. für } 100 \text{ Teile.}$$

Hierzu kommt 40mal 15 Minuten Einrichtzeit bei stündlichem Lohn
 von 0,55 M., verteilt auf 100 Teile = $\frac{40 \cdot 15 \cdot 0,55 \cdot 100}{60 \cdot 350000} = \sim 0,0016 \text{ M.}$

insgesamt: $0,0155 + 0,0016 = 0,0171 \text{ M.}$

Preismeldung.

	mit Zuschlägen	ohne Zuschlägen
Arbeitslohn	0,017375 M.	0,017375 M.
200 % Unkosten	0,032730 „	
Material abzüglich Abfall	0,089000 „	0,089000 „
Werkzeugkosten	0,380000 „	0,137000 „
	Summa: 0,519105 M.	0,243375 M.
	= 0,52 „	= 0,25 „

Gesamtobjekt: 1820,— M. bzw. 875,— M.

Aufgabe:

Wie hoch belaufen sich die Betriebskosten über 5000 Stück Messingwärmepreßteile nach Abb. 87, Pos. 1, wenn diese zweimal im Jahre in obiger Stückzahl in Auftrag gegeben werden?

Bei Abgabe des Stückpreises sollen:

1. Materialverbrauch,
2. der Brennstoffverbrauch,
3. die Werkzeugkosten bekanntgegeben werden.

Lösung:

Der Werkzeugverbrauch für Wärmepreßteile ist fast immer groß, er hängt von der Größe des erwärmten Rohlings und auch von der Teilform ab. Je größer die Wärmezuführung bei der Preßform durch den Rohling wird, desto schneller und in größerer Anzahl treten durch Materialspannungen hervorgerufene Sprünge auf, die die Lebensdauer des Werkzeuges wesentlich herabsetzen. Ebenso wird die Lebensdauer des Werkzeuges durch zu übermäßigen Preßdruck erheblich beeinträchtigt. Werden Gegenmaßnahmen, besonders für den letzten Fall, getroffen, so kann die Haltbarkeit der Werkzeugbestandteile bei Froschwerkzeugen mit 400—600 Preßstücken, zuweilen darüber, bei Traversenwerkzeugen und Gesenken, wenn sie in ihren Abmessungen nicht zu schwach dimensioniert sind, mit 1500—2000 Preßstücken und darüber veranschlagt werden.

Werkzeugbestimmung und deren Anfertigungskosten.

Gewählt: Froschwerkzeug, Frosch als vorhanden angenommen.

$$\text{Anzahl der Matrizeneinsatzringe} \frac{5000}{500} = 10 \text{ Stück.}$$

Der Verschleiß an Stempeln und Ausstoßer ist in diesem Falle gering.

Material ca. 76,000 kg pro kg 1,10 M. = 83,60 M.

Arbeitslohn 180 Std. à Std. 0,85 M. = 153,— M.

200% Unkosten (vom Arbeitslohn) 306,— M. Summa: 542,60 M.

Werkzeugkosten, auf 100 Preßteile verteilt, folgt:

$$\frac{542,60 \cdot 100}{5000} = 10,80 \quad 11,— \text{ M.}$$

Materialverbrauch.

Nach dem Rechenbeispiel auf Seite 102, Abb. 87, Pos. 1 ist Rundmaterial 50 mm und 44 mm lang festgelegt, wozu 2 mm für den Sägenschnitt hinzu kommt. Mit Berücksichtigung von 4 % an Ausschussteilen tritt für 100 Teile ein Verbrauch an Messing von

$$104 \cdot \frac{50^2 \cdot \pi}{4} \cdot 46 \cdot 8,7 = 81,722 \text{ kg}$$

und Abfall $104 \cdot \frac{50^2 \cdot \pi}{4} \cdot 2 \cdot 8,7 = 3,553 \text{ kg ein.}$

Nimmt man einen Preis für 1 kg 50 mm Rundmessing = 1,55 M. und Abfall pro Kilogramm = 0,80 M. an, so kommt für Nutzmessing $81,722 \cdot 1,55 = 126,67 \text{ M.}$ bzw. für Abfallmessing $3,553 \cdot 0,80 = 2,84 \text{ M.}$ in Frage.

$$\text{Materialkosten } 126,67 - 2,84 = 123,83 \text{ M.}$$

Fertigung der Teile.

Zuschneiden: 100 Stück 83 Minuten.

Stundenverdienst des Arbeiters mit 0,43 M. pro 50 Minuten = 1 Arbeitsstunde eingesetzt, folgt:

$$\frac{0,43 \cdot 83}{50} = 0,714 \text{ M.}$$

Warmpressen:

Wenn die Hübe der Presse 12/min. à 5 Sek. dauern

$$\left. \begin{array}{l} E_f = 6 \text{ Sek.} \\ E_s = 2 \text{ Sek.} \\ H_a = 6 \text{ Sek.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1 \text{ Minute} = 12 \text{ Hübe} \\ \text{und bei 50 Minuten} = 50 \cdot 12 = 600 \text{ Hübe in Frage} \\ \text{kommen, so ist die stündliche Leistung des Arbeiters} \\ \text{an der Friktionspresse: } \frac{600}{14 + 5} = 31,5 \text{ Teile.} \end{array}$$

Der Stundenverdienst des Arbeiters ist mit 0,43 M. eingesetzt, es folgt für 100 Teile: $\frac{0,43 \cdot 100}{31,5} =$ zuzüglich 30 % für vorkommende

Unterbrechungen $1,37 + 0,41 = 1,78 \text{ M.}$; hier hinzu kommt 16mal 30 Minuten Einrichtzeit pro Stunde 0,55 M. für 5000 Stück verteilt auf

$$100 \text{ Teile} = \frac{30 \cdot 16 \cdot 0,55 \cdot 100}{60 \cdot 5000} = \sim 0,09 \text{ M.}$$

insgesamt: $1,78 + 0,09 = 1,87 \text{ M.}$

Gasverbrauch:

Festgestellter stündlicher Gasverbrauch des Warmpreßofens 1 m^3 . Der Preis pro Kubikmeter = 0,10 M. angenommen, ergibt für 100 Teile $= \frac{1 \cdot 100}{31,5} = \sim 3,17 \text{ cm}^3$ à 0,10 M. = 0,32 M.

Selbstkosten.

Arbeitslohn	7,752 M.
Material abzüglich Abfall	123,830 „
Brennstoff	0,320 „
Werkzeugkosten	11,000 „

Summa 142,902 M.

Stückpreis	1,43 M.	
Materialverbrauch	4086,00 „	kg 50 mm Ø Messing
Gasverbrauch	158,5 cbm	
Werkzeugkosten	550,00 M.	

Aufgabe:

Es ist beabsichtigt, das Messingkniestück wie auf Seite 107, Abb. 90, Pos. 7 dargestellt, in größeren Mengen laufend warm pressen zu lassen. Als Anfangsproduktion sind zunächst 1000 Stück pro Woche in Aussicht genommen, die nach Ablauf von acht Wochen auf das 2,5fache gesteigert werden müßte.

Wie hoch würden sich für die höchst angesetzte Stückzahl die Selbstkosten stellen und wieviel passende Friktionspressen müßten vorgesehen werden?

Lösung:

Rechnet man für den auszuübenden Prägedruck des Warmpreßteiles pro Kubikmillimeter $\sim 4 - 5$ kg, so kommt eine Presse von 72000 bis 90000 kg Druck in Frage. Die in Frage kommende Presse würde mit 12 minutlichen Hüben zu veranschlagen sein, und es ergäbe an dieser für Gesenkpressung eine stündliche Produktion, wenn E_f mit 6 Sek., E_s mit 2 Sek., H_a mit 6 Sek. und die Zeit der Bärbewegung mit 5 Sek. bei 50 Minuten zugrunde gelegt wird,

$$\frac{50 \cdot 12}{14 + 5} = 31,5 \text{ Teile pro Maschine.}$$

Angenommen, es kämen 2 Arbeitsschichten à 8 Stunden in Frage, so brauchten zur Erledigung von 2500 Stück pro Woche

$$\frac{2,5 \cdot 1000}{2 \cdot 8 \cdot 31,5 \cdot 6} = \frac{2500}{3024} = \sim 1 \text{ Maschine,}$$

oder bei nur einer Schicht 2 Maschinen vorgesehen werden.

Für die Vorpressung des Teiles kämen genau soviel Maschinen wie bei der Fertigpressung des Teiles im Gesenk in Frage. Für das Vorbiegen des Rohlings aus Flachmaterial zum Vorpressen wäre nur eine kleine Friktionspresse von 15000 kg Druckleistung notwendig.

Materialverbrauch.

Nimmt man, wie aus dem Beispiel 20, Abb. 90, Pos. 7 ersichtlich ist, das festgelegte Material mit $12 \cdot 18 \cdot 86$ mm an und rechnet als Sägenschnitt zum Abschneiden der Flachstücke 1,5 mm dazu, so kommen bei inkl. 4% Ausschussteilen

für 100 Teile: $1,2 \cdot 1,8 \cdot (8,6 + 0,15) \cdot 100 \cdot 8,7 = 16,443$ kg + 4%, also:

$$16,443 + 0,650 = 17,093 \sim 17,100 \text{ kg}$$

und Abfall: $1,2 \cdot 1,8 \cdot 0,15 \cdot 100 \cdot 8,7 = 0,280$ kg

in Betracht.

Kostet Nutzmessing das Kilogramm = 1,50 und Abfall 0,80 M., dann sind die Materialkosten für 100 Teile = 25,43 M.

Fertigung der Teile.

Zuschneiden: 100 Stück 30 Minuten.

Stundenverdienst des Arbeiters mit 0,43 M., pro 50 Minuten = 1 Arbeitsstunde eingesetzt, folgt: $\frac{0,43 \cdot 30}{50} = 0,258$ M.

Vorbiegen:

Kommen folgende Hübe der Maschine und Handzeiten in Frage,

$H_b = 20/\text{minutl.} \dot{=} 3 \text{ Sek.}$	}	so ist die stündliche Leistung bei 50 Minuten,
$E_f = 2 \text{ Sek.}$		$\frac{50 \cdot 20}{5 + 3} = 125$ Stück und zu zahlender Lohn
$H_a = 1 \text{ Sek.}$		bei 0,43 pro Stunde für 100 Teile
$E_s = 2 \text{ Sek.}$		$\frac{0,43 \cdot 100}{125} = 0,344 \sim 0,35$ M.

Warmpressen:

Sind für Vor- und Fertigpressen folgende Unterlagen gegeben,

$H_b = 12/\text{minutl.} \dot{=} 5 \text{ Sek.}$	}	so folgt daraus $\frac{50 \cdot 12}{14 + 5} = 31,5$ Teile pro
$E_s = 6 \text{ Sek.}$		Stunde und für 100 Teile: Lohn bei
$E_s = 2 \text{ Sek.}$		0,43 M. pro Stunde = $\frac{0,43 \cdot 100}{31,5} = 1,37$
$H_a = 6 \text{ Sek.}$		zuzüglich 30 % für vorkommende Unter-
		brechungen.

insgesamt: $1,37 + 0,41 = 1,78$ M.

Legt man bei solchen unbestimmten Angaben eine 0,5jährige Produktion von 65000 Stück zugrunde, so würde sich bei je 400 Pressungen eine Auswechslung des Werkzeuges notwendig machen. Bei 0,5stündiger Einrichtzeit und 0,44 M. Lohn ergeben sich für 100 Teile:

$$\frac{65\,000}{400} = 162 \text{ Werkzeugauswechslungen}$$

und auf 100 Preßteile verteilt $\frac{162 \cdot 30 \cdot 0,55 \cdot 100}{60 \cdot 65\,000} = 0,068$ M., die zum

Lohn für die Warmpressung noch hinzukommen, also: $1,78 + 0,068 = 1,848 \sim 1,85$ M. Dieser Betrag kommt für die Vor- und Fertigpressung, also zweimal = $2 \cdot 1,85 = 3,70$ M. in Frage.

Gasverbrauch:

Festgelegter stündlicher Gasverbrauch der Warmpreßofen 1 m^3 .
Preis pro Kubikmeter = 0,10 M., für 100 Teile demnach:

$$\frac{1 \cdot 100}{31,5} = 3,17 \text{ m}^3 \cdot 0,10 = 0,32 \text{ M.}$$

Werkzeugbestimmung und Anfertigungskosten.

Gewählt sind an Werkzeugen:

Für Vorbiegen:

5 Winkelstanzen für 13—15000 Prägungen, dann Aufarbeitung der Werkzeuge.

Arbeitslohn	110,— M.
200 % Unkosten	220,— „
Material	66,— „
Summa	<u>396,— M.</u>

Für Vorpressen. Froschwerkzeug. Frosch als vorhanden angenommen.

Anzahl der Matrizen-Einsatzringe $\frac{65000}{600} = 108$ Stück und $\frac{1}{3} \cdot 108$
 = 36 Stück an Stempel und Ausstoßer.

Arbeitslohn	1713,50 M.
200% Unkosten	3427,— „
Material	643,— „
Summa	<u>5783,50 M.</u>

Für Fertigpressen:

Anzahl der Gesenke $\frac{65000}{2000} = 32$.

Arbeitslohn	13440,00 M.
200% Unkosten	26880,— „
Material	750,— „
Summa	<u>41070,— M.</u>

Gesamtwerkzeugkosten:

auf 100 Teile verteilt $\frac{47249,50}{65000} = 0,73$ M.**Selbstkosten.**

Arbeitslohn	4,308 M.
200 % Unkosten	8,616 „
Material abzüglich Abfall	25,430 „
Brennstoff (Gas)	0,320 „
Werkzeugkosten	0,730 „
	<u>39,404 M. ~ 39,5 M.</u>

Moderne Stanzereimaschinen, insbesondere Automaten.**Entfetterei, Glüherei, Beizerei und Metallbrennerei.**

Hand in Hand mit der Stanzerei arbeitet die Entfett-, Glüh-, Beiz- und Metallbrennerei, die die Teile so vorbereitet, daß sie wieder für weitere Operationsgänge zieh- und stanzfähig sind. Ein wichtiges Glied dieser Gruppe ist die Entfetterei, die sämtliche öligen Teile, ehe sie gegläht oder gebrannt werden, ölfrei macht. Man bedient sich hier einer Entfettungsanlage, sogenannten (Trichloräthylen)-Anlage, die den Vorteil hat, die Teile sehr schnell zu entfetten und Öl und Entfettungsflüssigkeit ohne wesentliche Verluste zurückzugewinnen. Ein besonderer Vorzug

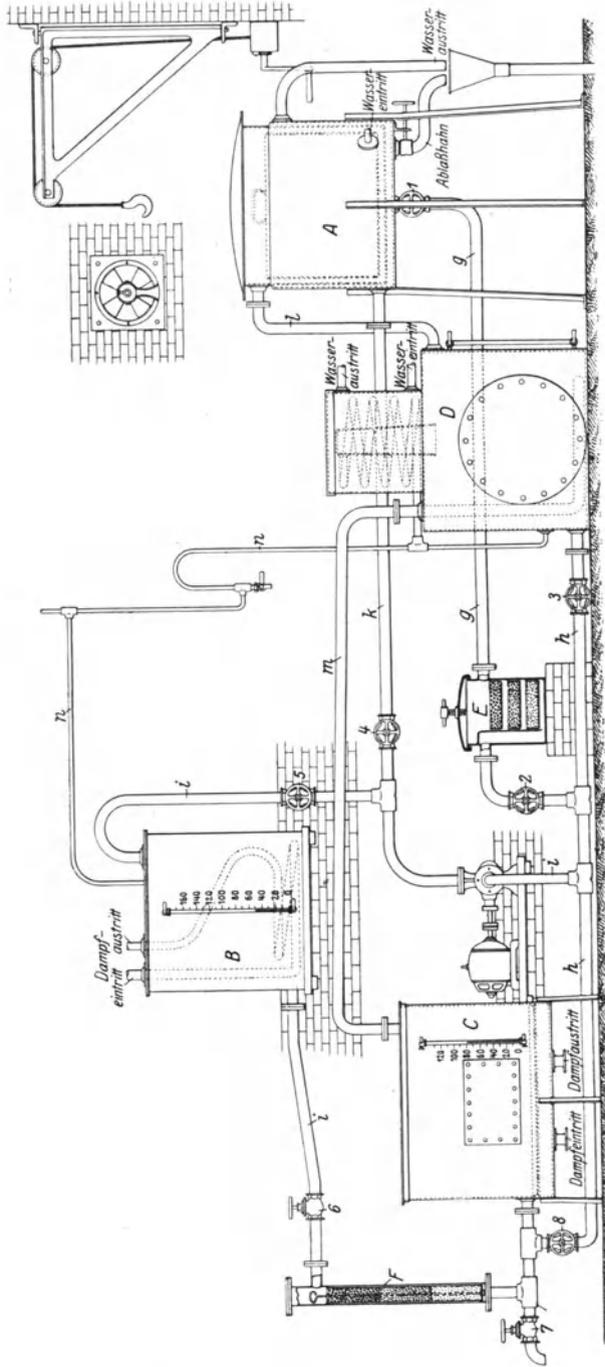


Abb. 92. „Triik-Waschanlage.“

dieses „Tri“-Entfettungsmittels gegenüber Benzin ist, daß es nicht feuergefährlich ist. In Abb. 92 wird eine Trianlage gezeigt, die in der Gefäßanordnung von der auf dem Markt erhältlichen abweicht. Man unterscheidet in der Anlage zunächst ganz allgemein das Wasch-, Destillier- und Sammelgefäß und die Förderpumpe, die reines sowohl

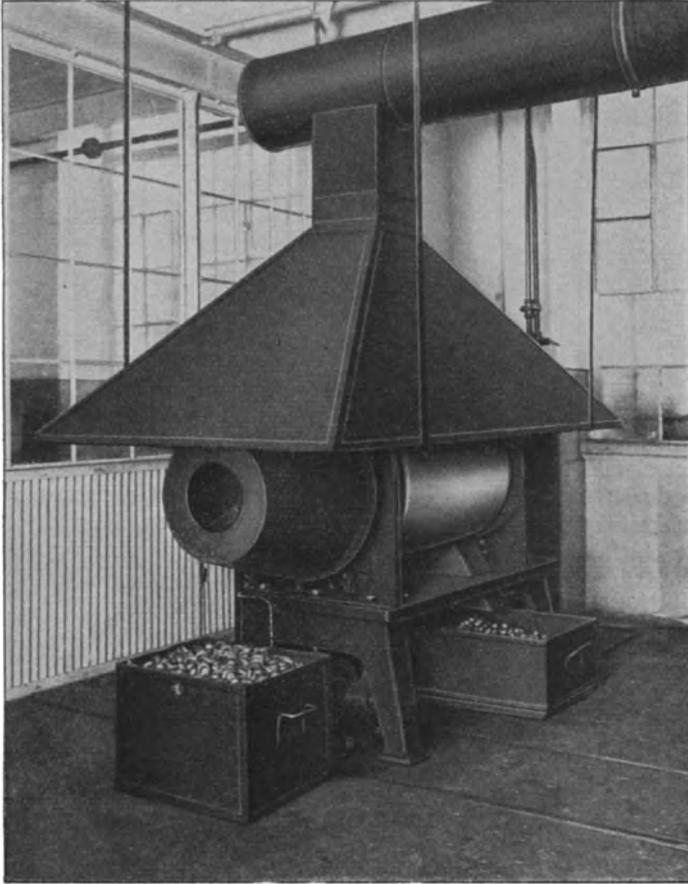


Abb. 93. Hüslenglühautomat.

wie schmutziges Tri nach ihrem Bestimmungsort befördert. Dieser Anlage sind ein Trivorwärmer und zwei Filter beigeordnet, damit dem gebrauchten Tri die größten Verunreinigungen vor dem Destilliergefäß entzogen werden. Das Trichloräthylen ist schwerer als Wasser und verdampft leichter als dieses (Siedepunkt 83°C). Es kann in einem offenen Waschgefäß gegen Verdampfung durch eine Wasserdecke geschützt werden. Ferner löst es alle öligen, harzigen Bestandteile, wozu auch Farbe usw. gehört, vollkommen auf, greift aber Zellstoff dabei

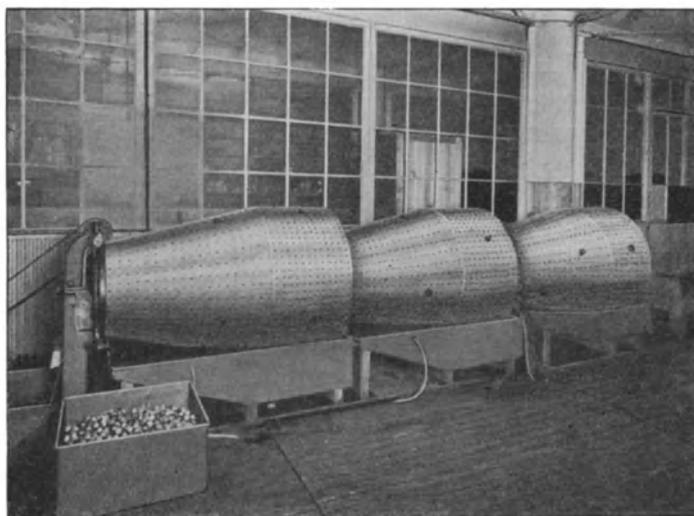


Abb. 94. Automatische Hülsenbeiztrommeln.

nicht an. Wegen des chloroformähnlichen Geruches, der auf den Arbeiter etwas betäubend wirkt, müssen die sich entwickelnden Dämpfe durch guten Abzug beseitigt werden. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit bei dem sonst großen Verbrauch an Trichloräthylen hat man der Entfettungsanlage eine Anlage zur Rückgewinnung des Ent-

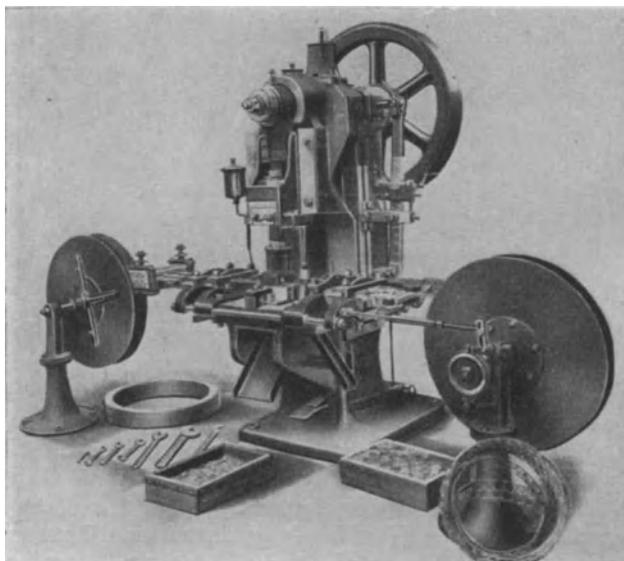


Abb. 95. Exzenterpresse mit Greiferzuführung.

fettungsmittels angeschlossen. Die Handhabung der Anlage ist einfach. Man öffnet das Waschgefäß durch einen Deckel, entnimmt aus ihm die darin übereinanderstehenden Siebe, die mit Entfettungsteilen zu füllen sind, und läßt sie mittels Schwenkkran in das Gefäß wieder hinein. Der Behälter wird hierauf wieder geschlossen und der Deckel durch Exzenterhebel festgedrückt. Der

Entfettungsprozeß spielt sich in dem gut abgeschlossenen Waschgefäß ab. Durch die Einlaßventile tritt das Tri in warmem Zustande, ca. 78° C vom Sammelbehälter gepumpt, in den Waschbehälter ein, berieselt die zu entfettenden Teile und wirkt kurze Zeit auf diese ein. Nach dem Schließen der Einlaßventile werden die Ablaßhähne geöffnet, damit das schmutzige Tri abfließen kann. Beim Abfluß des verunreinigten Tris passiert es zunächst einen Filter, wo die größten Verunreinigungen abgesondert werden, wird dann zum Vorwärmer (Temperatur ca. 40° C) hinauf gepumpt und fließt von dort wieder durch einen Filter zum Destilliergefäß. Da die Flüssigkeit im Vorwärmer eine Temperatur von ca. 40° C angenommen hat, ist für die vollständige Verdampfung des Tris im Destilliergefäß nur die Hälfte der Destillierzeit ohne Vorwärmer notwendig; diese Zeitersparnis kann zu produktiven Arbeiten ausgenutzt werden.

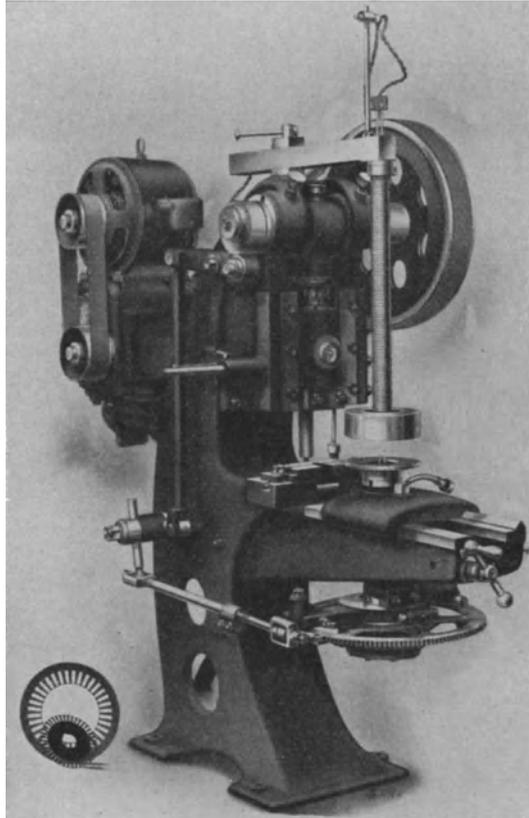


Abb. 96. Schnittpresse mit kreisförmiger Transportbewegung.

Die Glüherei muß zur Stanzerei in einem bestimmten Leistungsverhältnis eingestellt sein, zumal, wenn es gilt, große Massen von Teilen zu überwältigen. Man bedient sich außer den gewöhnlichen Öfen noch

solcher, die vollständig zunderfrei glühen, und ferner Glühautomaten, die speziell für Ziehtteile in Frage kommen. Ein solcher Glühautomat besteht im wesentlichen aus dem feststehenden, innen rund ausgemauerten und mit Gasdüsen versehenen Ofengestell, in dem während der Glühperiode eine gußeiserne Trommel mit eingegossener Schnecke rotiert. Die Steigung bzw. Länge der Schnecke ist so bemessen, daß bei einer Ofentemperatur von 800° C ihr Ablauf einer Zeit entspricht, die

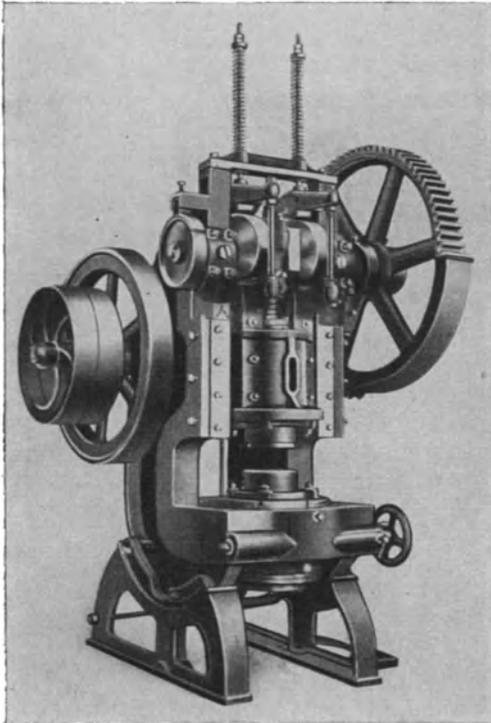


Abb. 97.
Kombinierte Schnitt- und Ziehpresse.

die Teile während der Ofendurchwanderung zum Glühendwerden gebrauchen. Die Trommel hat zwei Öffnungen, eine zu Anfang der Schnecke (auf der Stirnseite) und die andere am Auslauf derselben (an der Mantel-seite), welche als Ausfallöffnung für die geglühten Teile dient. Die rotierende Bewegung der Trommel geschieht auf Rollenlagern durch Zahnradgetriebe und Stufenscheiben, so daß die Glühdauer den zu glühenden Teilen angepaßt werden kann. Vor der Stirnseite der rotierenden Trommel ist noch ein Beschickungsraum angebracht, der das Zuführen von Teilen in bequemer Art zuläßt.

Die Beizerei und Brennerie ist fast in gleicher Weise in Anspruch genommen wie die Glüherei,

und deshalb ist sie gezwungen, vieles auf maschinelle Art zu erledigen. So z. B. wendet man zum schnelleren Beizen automatische Beiztrommeln an, die mit ihrem Unterteil in Bleiblech verkleideten Säure- und Wasserbehältern rotieren. Es sind dies in der Regel drei hintereinander auf einer sich drehenden Welle befestigte perforierte Beiztrommeln aus Aluminiumblech, in deren Innern je ein Schnecken-gang zum Weitertransportieren der zu beizenden Teile dient. Der Auslauf des einen Schnecken-ganges mündet in den Anfang des anderen, so daß die zu beizenden Teile von einem Behälter in den anderen gelangen. Bei dem gegenseitigen Scheuern der Teile in den Trommeln

wird der Beizprozeß verkürzt. Ein besonderer Hinweis sei hier noch gegeben, daß bei der Beizerei und Metallbrennerei die Abwässer besser ausgenutzt werden könnten, als es bisher in den Betrieben geschieht. Läßt man die säure- und kupferhaltigen Abwässer, ehe sie zur Kalkgrube gelangen, über Eisenspäne fließen, so wird an den Eisenspänen das Kupfer niedergeschlagen, und es bildet sich schwefelsaures Kupfer (Kupferschlamm). Wenn diese mühelose Gewinnung eines Kupferproduktes schon in der Vorkriegszeit als ertragreich galt, so müßten zu heutiger Zeit die Betriebe erst recht aus wirtschaftlichen Gründen darauf sehen, diese Gewinnung sich zu eigen zu machen.

Stanzereimaschinen.

Von dem Bestand der Pressen sowie deren Aufstellung hängt die wirtschaftliche Fertigung der Teile ab, deshalb sieht die moderne Stanzerei darauf, alle herzustellenden Teile mit zweckentsprechend wirtschaftlich arbeitenden Maschinen herzustellen. Dabei gilt das Bestreben, Pressen zu benutzen, die auch bei geringerer Anzahl der Teile wirtschaftlich arbeiten, gibt infolgedessen universell gebauten Maschinen den Vorzug. Wie weit die Grenze gezogen werden

kann, um automatisch arbeitende Maschinen zu verwenden, ersieht man aus einer gut organisatorisch geführten Vor- und Nachkalkulation. Ein sehr wesentlich zu beachtender Faktor ist die Verwendung von Streifen- oder Bandmaterial. Manche Stanzerei läßt das Streifenmaterial von Hand betätigen, obwohl es hierzu sehr wirtschaftlich arbeitende Maschinen mit selbsttätigem Zuführungsapparat gibt. In der Abb. 95 ist eine Presse mit Greiferzuführung veranschaulicht, worauf Band- und Streifenmaterial ohne Schwierigkeiten Verwendung finden kann. Der Vorzug hierbei ist der, daß die Presse bis zum Streifenende ununterbrochen arbeitet, daß eine Person zwei Maschinen bedienen kann und dadurch ca. 50% an Arbeitslöhnen erspart wird.

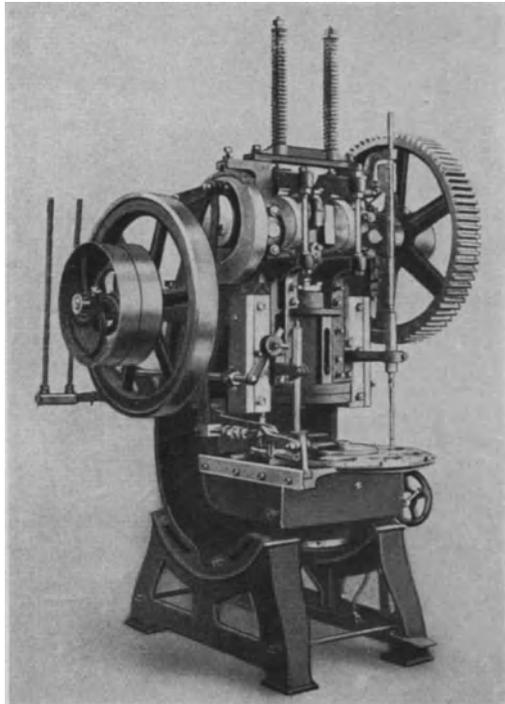


Abb. 98. Kombinierte Schnitt- und Ziehpresse mit Revolverteller.

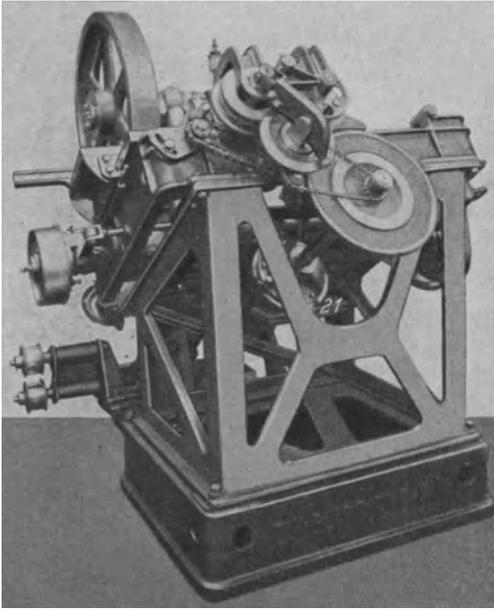


Abb. 99. Zick-Zackpresse.

lung in den zu schneidenden runden Blechen erreicht wird.

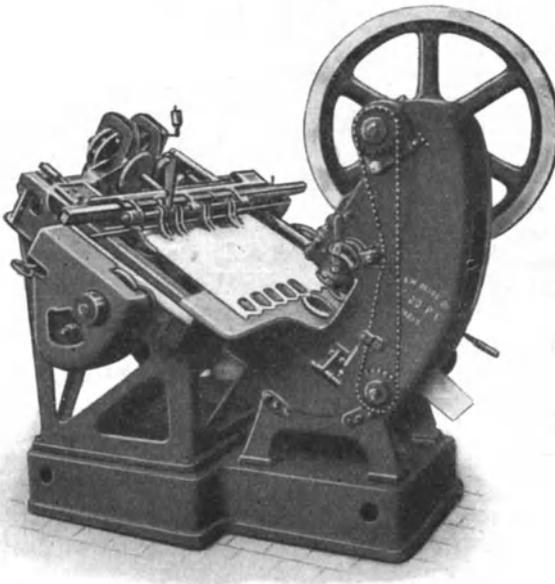
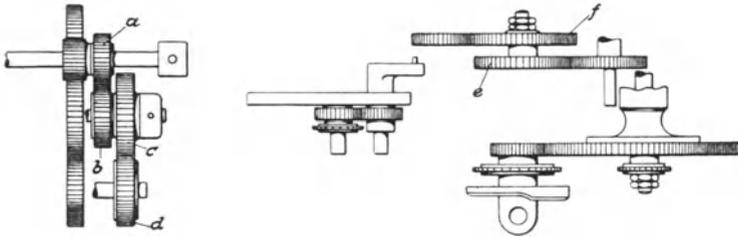


Abb. 100. Zick-Zackpresse.

Außer den automatisch arbeitenden Pressen mit geradliniger Materialtransportbewegung werden oft Maschinen mit kreisförmiger Materialtransportbewegung, wie z. B. zum Schneiden von größeren Stator- oder Ankerblechen für Elektromotoren oder Dynamomaschinen, benötigt. Diese Maschinen werden dort angewendet, wo Komplettschnitte wegen zu hoher Schnittdrücke nicht mehr anwendbar sind.

In Abb. 96 wird eine Presse mit kreisförmigem Materialtransport gezeigt, mit der bei Verwendung von harten und auswechselbaren Teilringen eine genaue Teil-

Der Antrieb der Maschine sowie Regulierung der Vorschubzeit für das zu schneidende Teil kann einmal vom Schwungrad der Maschine, ein anderes Mal durch das am Maschinenkörper anmontierte Rädervorgelege (Nortonkasten) erfolgen. Ein sehr beachtenswerter Vorteil dieser Presse ist, daß die Teildurchmessergrößen der zu lochenden Bleche durch Maschinenschlittenverstellung einstellbar sind und mehrere von einer Person bedient werden können.



Scheib. Ø	a	b	c	d	e	f	Maßtafel	Stek. p. Tafel
45	60	40	60	56	45	92	533 · 573	11 · 14
46	63	43	60	56	44	89	545 · 586	11 · 14
47	66	46	60	56	49	95	556 · 598	11 · 14
48	65	46	60	56	47	90	568 · 606	11 · 14
49	66	48	60	56	50	94	579 · 622	11 · 14
50	55	41	60	56	46	85	591 · 634	11 · 14
51	58	41	56	56	48	87	602 · 556	11 · 12
52	69	56	63	56	46	82	614 · 567	11 · 12
53	63	53	64	56	47	82	625 · 578	11 · 12
54	60	51	64	56	46	79	637 · 588	11 · 12
55	63	53	62	56	51	86	648 · 598	11 · 12
56	62	53	62	56	52	86	660 · 609	11 · 12
57	61	53	62	56	53	86	671 · 619	11 · 12
58	55	49	62	56	57	91	683 · 630	11 · 12
59	58	52	62	56	56	88	694 · 640	11 · 12
60	57	52	62	56	55	85	706 · 651	11 · 12
61	56	52	62	56	54	82	717 · 554	10 · 11
62	55	52	62	56	61	91	729 · 563	10 · 11
63	48	46	62	56	53	78	740 · 572	10 · 11
64	41	40	62	56	60	87	746 · 580	10 · 11
65	65	57	55	56	54	77	763 · 589	10 · 11
66	65	58	55	56	59	83	775 · 598	10 · 11
67	48	45	57	56	52	72	786 · 607	10 · 11
68	61	56	55	56	58	79	798 · 616	10 · 11
69	57	53	55	56	58	78	809 · 624	10 · 11
70	53	50	55	56	61	81	821 · 633	10 · 11
71	69	66	55	56	65	85	832 · 517	8 · 11
72	63	61	55	56	58	75	844 · 524	8 · 11
73	62	61	55	56	59	75	855 · 531	8 · 11
74	44	43	54	56	60	75	867 · 538	8 · 11
75	45	47	57	56	67	83	878 · 576	8 · 11

Abb. 101. Zahnradsätze für Zick-Zackpresse.

In einer einigermaßen wirtschaftlichen Stanzerei dürfte keine kombinierte Schnitt- und Ziehpresse fehlen, denn eine solche Maschine kann so ergiebig ausgenutzt werden, daß sie sich in kurzer Zeit amortisiert hat. Kleine Hülsen z. B. können drei- oder fünffach mit einmal geschnitten und zugleich gezogen, der Streifen bzw. das Bandmaterial, wenn erforderlich, auch automatisch betätigt werden (s. Abb. 97). Die gleiche

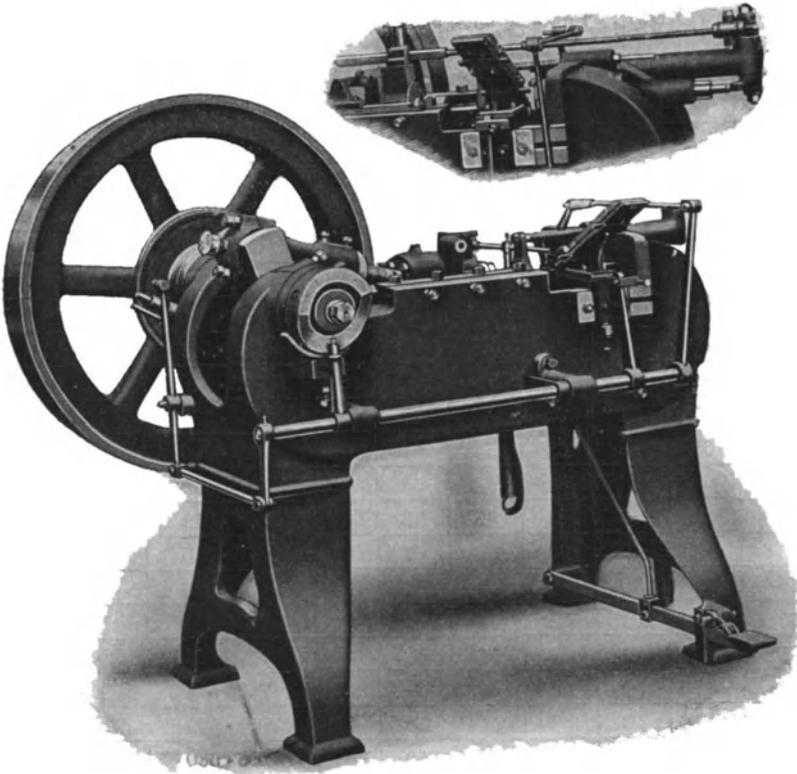


Abb. 102. Horizontale Ziehpresse mit Füllkanal.

Presse erhält man auch mit Revolverteller, so daß Hülsen, die weitere Ziehoperationen durchzumachen haben, insbesondere solche, bei denen Faltenhalteranwendung in Frage kommt, halbautomatisch weitergezogen werden können (s. Abb. 98).

Eine besonders vervollkommnete Schnitt- und Ziehpresse ist die „Zick-Zackpresse“, in Abb. 99 und Abb. 100 dargestellt. Bei dieser Maschine ist nur nötig, um wirtschaftlich zu arbeiten, Maßtafeln zu verwenden, weil dadurch das Material am günstigsten ausgenutzt wird. Die Arbeitsweise der Maschine geht so vor sich, daß man zunächst das Blech mittels vier federnder Greifer am Schaltschlitten festklemmt, dann durch Einschalten der Einrückstange die Mechanismen zum

Arbeiten frei gibt. Der Schlitten führt in einer durch die Wechselräder bestimmten, genauen Teilung das Blech zum kombinierten Werkzeug, dieses schneidet eine Reihe fertig, dann schaltet die Maschine automatisch für das Zwischenschneiden der zweiten Reihe um und transportiert den Schlitten in genau der gleichen Teilung zurück. Bei diesem Rücktransport des Schlittens treten bis zur vollständigen Verarbeitung der Maßtafel die beiden seitlich vom Werkzeug angebrachten Abfallzerschneider in Tätigkeit. Nach Beendigung des zuletzt geschnittenen und gezogenen Teiles wird der Transportschlitten automatisch in die Anfangsstellung zurückgeführt, wobei die Maschine zum Ruhestand selbsttätig ausrückt. Die Zeit, während die Maschine arbeitet, kann noch ausgenutzt werden, indem die Arbeiterin eine zweite solche Maschine bedient.

Um die Maschine ergiebig ausnutzen zu können, sind Radsätze in einer Tabelle aufgestellt, die es ermöglichen, Scheiben von 45—75 mm Durchmesser bei minimalem Materialverbrauch schneiden und ziehen zu können (s. Abb. 101).

Nicht alle gezogenen Hülsen können bei der ersten Ziehoperation ihren Bestimmungsdurchmesser erhalten, weil dieser stets von der Größe der Hülsenscheibe abhängig ist. Es tritt

häufig der Fall ein, daß Hülsen der ersten Ziehoperation in einer oder mehreren hintereinanderfolgenden Operationen kleiner gezogen werden müssen. Man bedient sich hierbei zwecks wirtschaftlicher Fertigung horizontaler Ziehpressen, die durch ihren Füllkanal und Greifschieber selbsttätig die Teile dem Ziehstempel zuführen, siehe Abb. 102. Bei dieser Maschine ist die Arbeiterin dauernd gezwungen, sich mit dem Füllen des Magazins zu beschäftigen, und ihre Arbeitsbehändigkeit hat gleichen Schritt mit der Schnelligkeit der arbeitenden Presse zu halten. Treten aber Hülsen zum Kleinerziehen in größeren Mengen auf, so wird die wirtschaftliche Fertigung bis auf das äußerste gesteigert, wenn die Maschine mit einem automatischen Zuführungsapparat ausgerüstet und somit zum Vollautomaten wird.

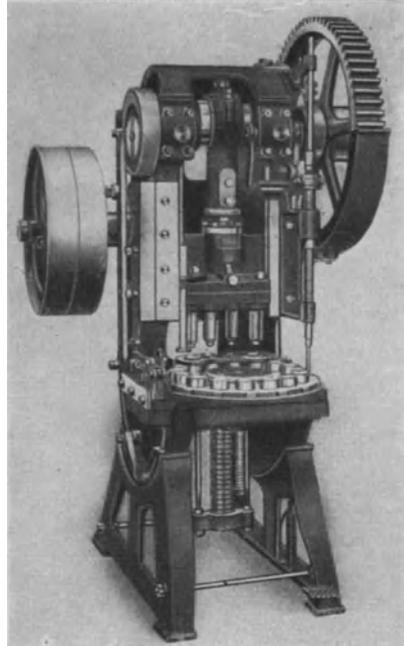
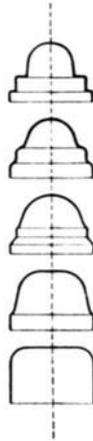


Abb. 103. Vierfach wirkende Revolverziehpressen.

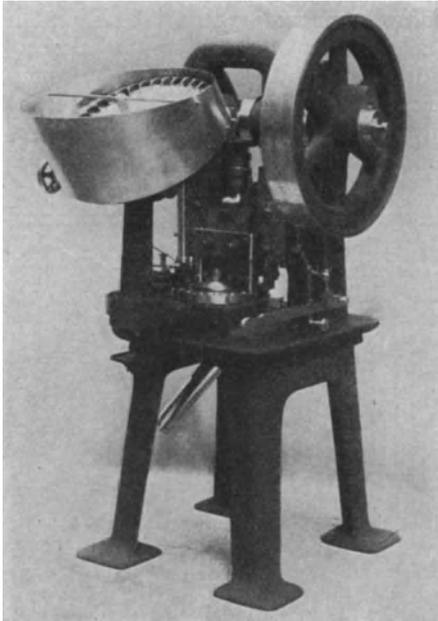


Abb. 104. Vollautomat für Schnitt- und Ziehenteile.

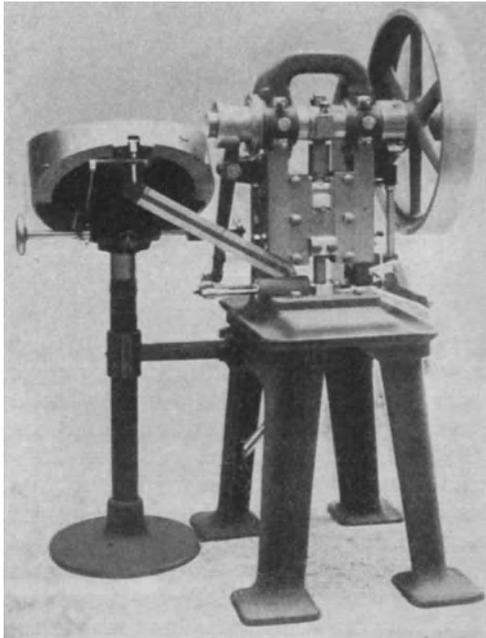


Abb. 105. Vollautomat zum Lochen von Teilen.

Haben Hülsen durch Vor- bzw. Nachziehen ihre Bestimmungsdurchmesser erhalten, so ist mit der Topfform des Teiles der Endzustand nicht immer erreicht. Kommen für Hülsenkörper solche mit geschweiften Konturen vor, so sind eine Anzahl von Stanzoperationen vorzunehmen, die mehr oder weniger von der Form des Teiles abhängen. Von der Jahresproduktion wiederkehrender Teile hängt die wirtschaftliche Herstellung auf einer Revolverpresse ab. In der Abb. 103 wird eine derartige Maschine gezeigt, bei der mit vier hintereinander folgenden Stanzvorgängen der Teil fertig hergestellt wird. Sie kann aber auch, wenn zwingende Gründe zur Steigerung der Produktion vorliegen, bis auf die höchst zu leistende Stückzahl gebracht werden, wenn man dieselbe mit einem automatischen Einführungsapparat ausrüstet.

Die bis auf das äußerste gesteigerte Produktion kann so weit gehen, daß die wirtschaftliche Fertigung der Teile sich nur bei Anwendung von Vollautomaten als rentabel zeigt. Die Arbeitsweise solcher Maschine ist folgende: Der schräg angeordnete Zuführungsapparat wird halbvoll mit Hülsen gefüllt, die hier in einer ganz bestimmten Lage geordnet und durch einen Füllkanal dem Revolverteller zugeführt werden.

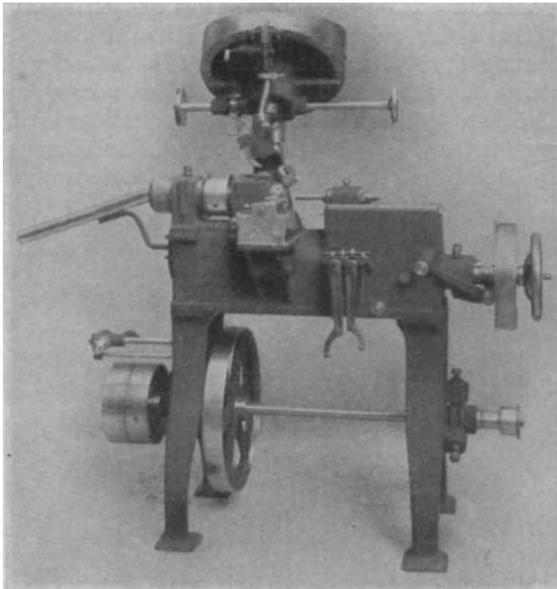


Abb. 106. Hülsenabstechautomat.

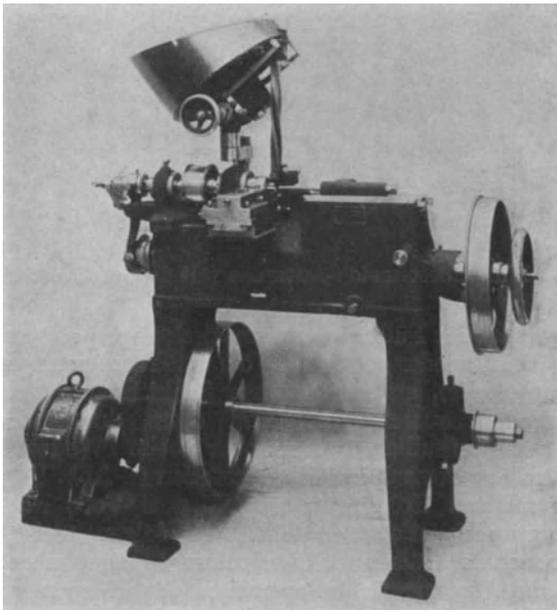


Abb. 107. Hülsenbeschneide-Automat.

Das Hülsenordnen in einer bestimmten Lage geschieht im Zuführungsapparat auf Grund der Schwerkraft des Hülsenbodens. Diese sinnreiche Ausnutzung der Schwerkraft der Hülse bewerkstelligt erst die Hülseneinbettung im rotierenden Transportteller, von wo aus die Hülse, wenn sie die höchste Stelle mit dem Transportteller erreicht hat, dem Füllkanal zugeführt wird. Ist die dauernde Zuführung von Teilen größer, als die Maschine verarbeiten kann, so wird unterhalb des Zu-

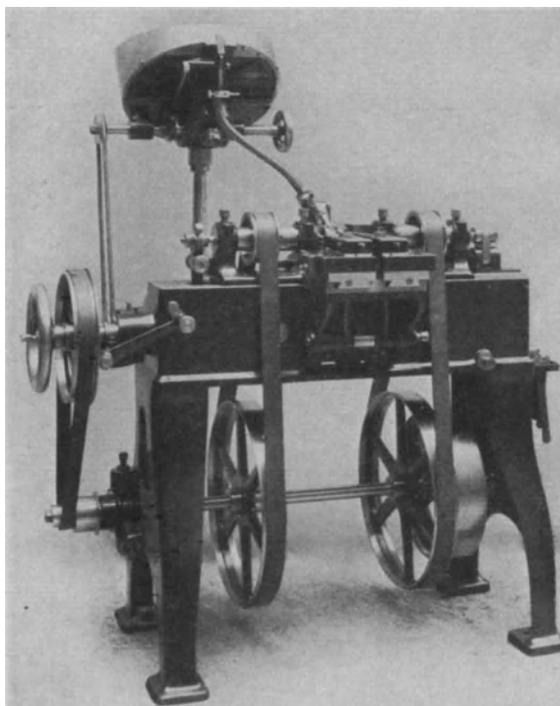


Abb. 108. Hülsenbeschneide-Automat mit Doppel-Abstechschlitten.

führungsapparates der Füllkanal automatisch abgesperrt und bei Bedarf auf dieselbe Weise wieder geöffnet. Vom Füllkanal gelangen die Hülsen in den Revolverteller, sie werden dem Schnittstempel zugeführt, der den Hülsenboden ausschneidet, und dann durch den am Maschinenschlitten befindlichen Ausstoßer beim Weitertransport des Revolvertellers aus demselben herausgestoßen (s. Abb. 104). Der Endzustand der meisten Hohlkörper ist mit dem Vor-, Nachziehen und Formstanzung noch nicht erreicht. Es folgen meist hinter den Stanzoperationen der Hülsen noch Auslochungen, Durchzüge ausgelochter Öffnungen und bis zur Schlußoperation des Körpers vieles andere mehr. Die Verwendbarkeit von Halb- und Vollautomaten für die zuletzt erwähnten Operationsgänge sind rein kalkulatorischer Art.

Durch eine Umgestaltung der Maschine, Abb. 105, vom Vollautomaten zur normalen Presse, die denkbar einfach vorzunehmen ist, tritt die Wirtschaftlichkeit der Maschine als Vollautomat mehr in den Vordergrund, als wenn sie als normale Presse arbeiten würde, bei der die Teile von der Arbeiterin zugeführt und entfernt werden müssen.

Hülsen, die fertiggezogen und -gestanzt sind, werden fast durchgängig auf Länge abgestochen. Dies kann genau so wie bei allen anderen

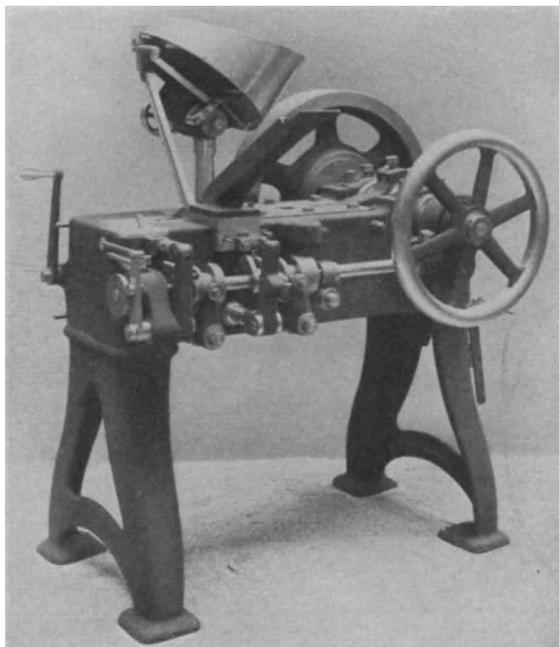


Abb. 109. Hülsenvernietmaschine, halbautomatisch wirkend.

Maschinen halb- oder ganzautomatisch erfolgen, nur ist dabei zu beurteilen, auf welche einfachste und praktische Weise der Abstich erfolgen soll. Die Abb. 106, 107 und 108 veranschaulichen Abstech- bzw. Hülsenbeschneidebänke, die als Halb- oder Vollautomaten arbeiten können, trotz ihrer einheitlichen Konstruktionsart aber Verschiedenheiten in der Arbeitsweise aufweisen. Vergleicht man Abb. 106 mit Abb. 107, so sieht man, daß die Zuführung der Hülse zur Spannpatrone bei beiden Maschinen auf gleiche Art geschieht, daß dagegen das Beschneiden des Hülsenrandes verschieden ausgeführt wird. Bei ersterer handelt es sich um einen in üblicher Weise durch den Abstechstahl vorgenommenen Abstich zylindrischer Hülsen, wobei die abgestochene Hülse durch eine neu zugeführte durch die ausgebohrte Spindel gedrückt wird und so in den Sammelkasten gelangt. Das Beschneiden des Hülsenrandes mit

der Maschine nach Abb. 107 beruht nicht auf Abstechen mittels Abstechstahles, sondern durch ein rotierendes Scheibenmesser, wie es z. B. bei Kreisscheren zu finden ist. Diese Beschneideart wird angewendet, um die Späneentwicklung, die der Abstechstahl während des Abstiches verursacht und zu häufigen Störungen der Maschine Anlaß gibt, zu vermeiden. Im Gegensatz zu der ersteren Maschine werden alle Hülsen in die Spannpatrone eingeführt und wieder herausgestoßen.

Wie aus der Abb. 108 hervorgeht, handelt es sich hier um eine Abstechmaschine mit zwei Abstechschlitten zur Aufnahme von zwei und

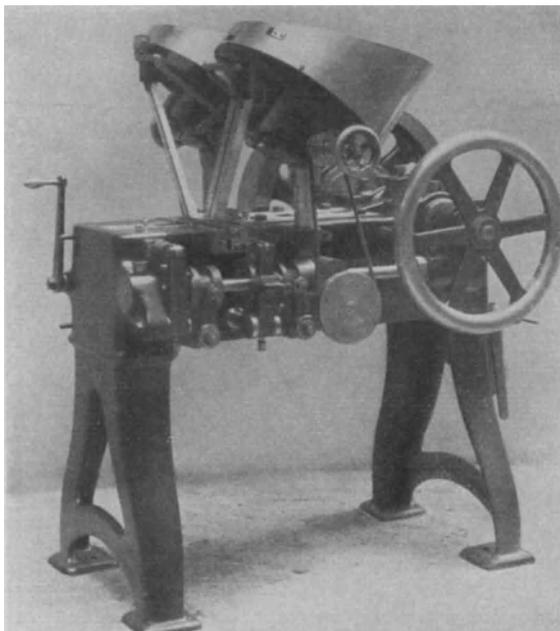


Abb. 110. Hülsenvernietmaschine, Vollautomat.

mehreren Abstechstählen. Damit sehr dünnwandige Hülsen, die besonders empfindlich in ihrer Einspannung sind, keine Deformationen erhalten, werden diese, bevor der Abstich der Hülse erfolgt, zwischen zwei dauernd rotierenden Dornen, d. h. dem Abstechdorn und dem Hülsenbodenmitnehmer gefaßt und nach Anzahl der Hülsenabstiche in kurzen hintereinanderfolgenden Intervallen abgestochen.

Bezeichnend für die immer moderner werdenden Herstellungsmethoden sind die Maschinen nach Abb. 109 und 110. Es sind dies Vernietmaschinen, die Messingnippel mit Hülsenkappen zusammen vernieten. Deutlich geht aus ihnen der stufenweise Entwicklungsgang hervor, wie man zuerst die Nippel automatisch und die

Hülse von Hand durch den Füllkanal zusammenführen ließ, während bei der zweiten Maschine beide Zuführungen, Nippel und Hülse, vollständig automatisch geschehen. Die Leistung der Maschine ist derart, daß stündlich 2500 Nietungen erfolgen können, was einer täglichen Produktion von ~ 20000 Teilen entspricht.

Eine besondere Gattung von Maschinen ist die für

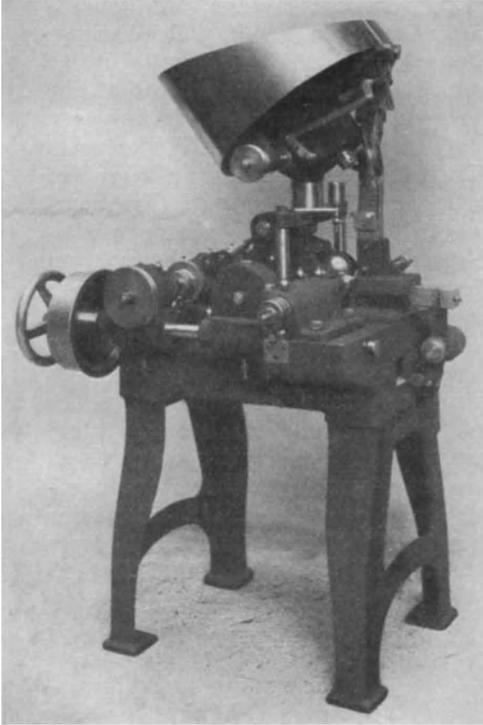


Abb. 111.
Gewindedrück-Automat für Hülsen.

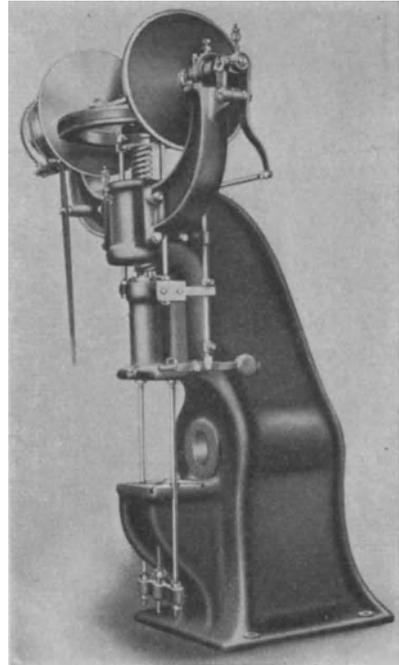


Abb. 112. Friktionspresse mit offenem Maschinenkörper für Warmpreßteile.

Hülsen eingerichtete Gewindedrück- oder Gewinderollmaschine (Abb. 111). Es können darauf verschiedene Größen von Gewindehülsen gerollt werden, und die Einstellbarkeit bei dieser ist die denkbar einfachste. Alle Bewegungen, die von der Maschine ausgeführt werden, sind zwangsläufig, weil, wenn die Wippengewinderolle zu drücken beginnt, die Abwälzung des Gewindes stets passen muß. Die Zubringung der Teile geschieht nach dem gleichen Prinzip wie bei den bereits geschilderten Maschinen. Des besseren Verständnisses sei darauf hingewiesen, daß der Gewindedrückdorn eine Linksdrehung ausführt, da bei fertiger Gewinderollung die Hülse sich durch den Abstreifer abschrauben lassen muß. Auch hier ist die Einstellung

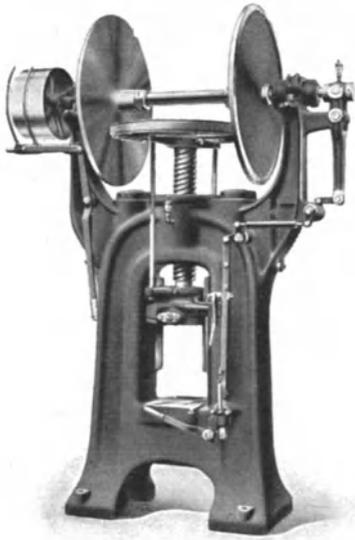


Abb. 113. Friktionspresse mit geschlossenem Maschinenkörper für Warmpreßteile.

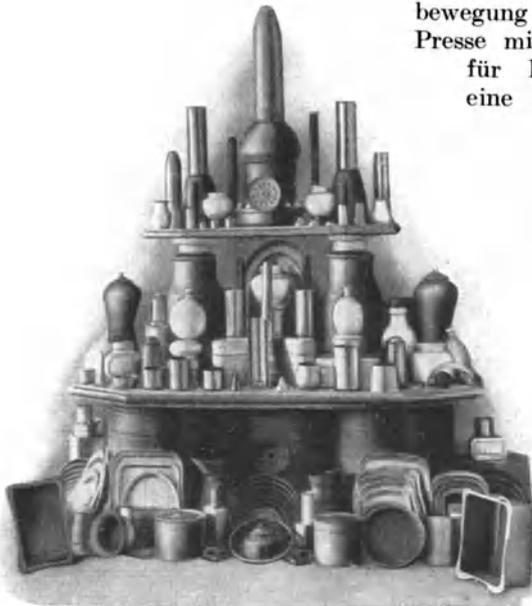


Abb. 114. Auslese von Ziehtteilen.

für geringe und gesteigerte Produktion durch halb- und durch vollautomatischen Betrieb leicht zu erreichen.

Die aus Metallguß in größerer Anzahl hergestellten Artikel haben sich in der Fabrikation als zu teuer erwiesen, und es mußten Mittel und Wege gefunden werden, um vorteilhafter zu fabrizieren. Der einzige offene Weg, der der Zukunft bessere Aussicht in bezug auf wirtschaftliche Fertigung bot, war das Warmpressen von Teilen in geeigneten Werkzeugen. Die Suche nach Maschinen mit großem Prägedruck ergab, daß die Friktionspressen, abgesehen von Spezialschmiedepressen, sich am besten zum Warmpressen eigneten. Nachdem man das erkannte, wurden sie zu verschiedenen Größen von 10000—90000 kg Druckleistung und darüber gebaut. Um keine zu große Leerlaufzeit in der Schlittenbewegung zu haben, rüstete man diese Pressen mit zwangsweisem Ausstoßer und einstellbarer Schlittenbewegung aus. Abb. 112 zeigt eine Presse mit offenem Maschinenkörper für kleine Preßteile, Abb. 113 eine solche mit geschlossenem

Maschinenkörper für größere Warmpreßteile. Das Einspannen der Preßwerkzeuge geschieht in der gleichen Weise wie bei Exzenterpressen; die Wirkungsweise der Maschine geht aus der Abbildung deutlich hervor.

Die Vielseitigkeit der Arbeiten einer modernen Stanzerei zeigt die in den Abb. 114, 115 und 116 dargestellte Auswahl von Musterteilen für Zieh-, Stanz- und Warmpreßoperationen.



Abb. 115. Warmpreßteile.

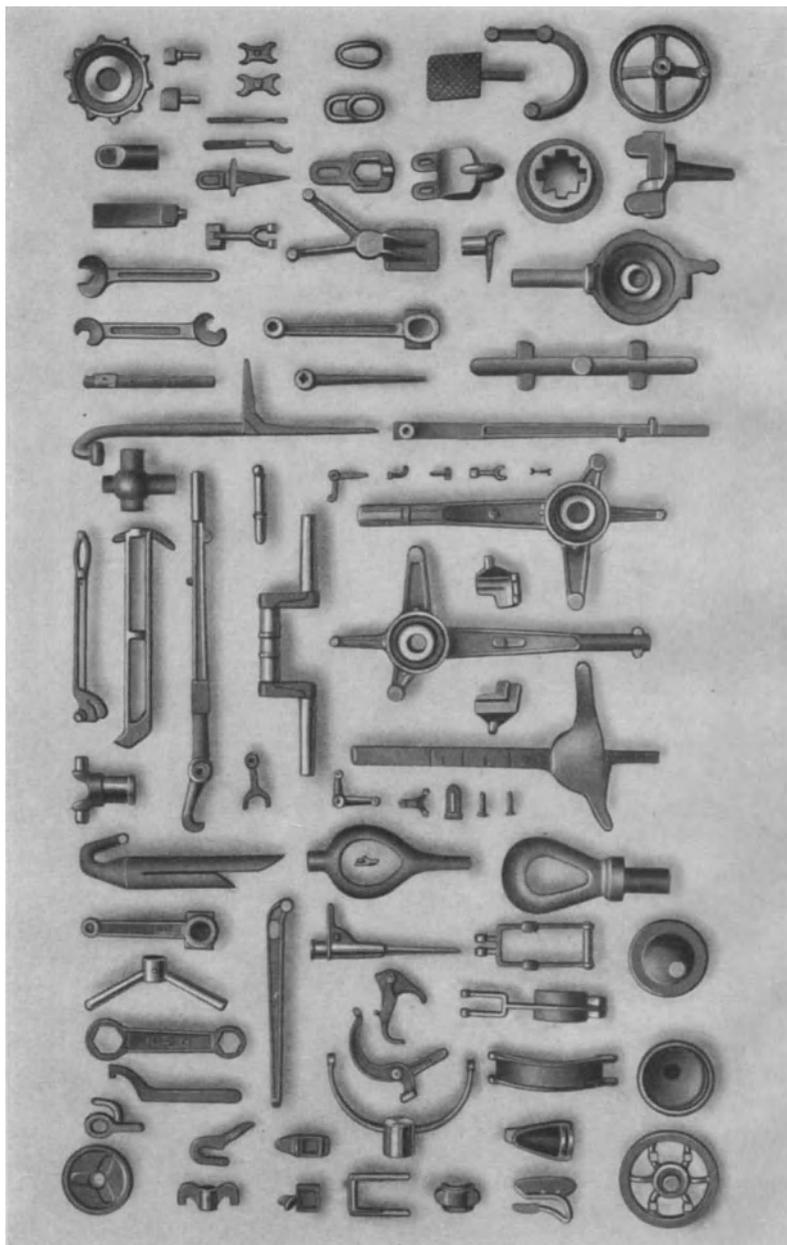


Abb. 116. In Gesenken gepreßte Teile.

Die Berechnung des Werkstoffverbrauches bei gestanzten, gezogenen und gedrehten Gegenständen im Bereich der Metallindustrie. Von Ing. **Leonhard Glück.**

Mit 125 Textabbildungen und 10 Zahlentafeln. (96 S.) 1923.

3.20 Goldmark; gebunden 4 Goldmark

Handbuch der Fräserei. Kurzgefaßtes Lehr- und Nachschlagebuch für den allgemeinen Gebrauch. Gemeinverständlich bearbeitet von **Emil Jurthe** und **Otto Mietzschke**, Ingenieure. Sechste, durchgesehene und vermehrte Auflage. Mit 351 Abbildungen, 42 Tabellen und einem Anhang über Konstruktion der gebräuchlichsten Zahnformen an Stirn-, Spiralzahn-, Schnecken- und Kegelrädern. (342 S.) 1923. Gebunden 11 Goldmark

Der Fräser als Rechner. Berechnungen an den Universal-Fräsmaschinen und -Teilköpfen in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von **E. Busch.** Mit 69 Textabbildungen und 14 Tabellen. (220 S.) 1922.

4.60 Goldmark; gebunden 6 Goldmark

Der Dreher als Rechner. Wechselräder-, Touren-, Zeit- und Konusberechnung in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von **E. Busch.** Mit 28 Textfiguren. (194 S.) 1919. Gebunden 6 Goldmark

Automaten. Die konstruktive Durchbildung, die Werkzeuge, die Arbeitsweise und der Betrieb der selbsttätigen Drehbänke. Ein Lehr- und Nachschlagebuch: Von Oberingenieur **Ph. Kelle**, Berlin. Mit 767 Figuren im Text und auf Tafeln sowie 34 Arbeitsplänen. (436 S.) 1921.

Gebunden 16.80 Goldmark

Die Dreherei und ihre Werkzeuge. Handbuch für Werkstatt, Büro und Schule. Von **Willy Hippler**, Betriebsdirektor. Dritte, umgearbeitete und erweiterte Auflage.

Erster Teil: **Wirtschaftliche Ausnutzung der Drehbank.** Mit 136 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. (266 S.) 1923. Geb. 13.50 Goldmark

Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik.

Von Prof. Dr.-Ing. **P. Schimpke**, Chemnitz und Oberingenieur **Hans A. Horn**, Oberfrohna i. Sa. Erster Band: Autogene Schweiß- und Schneidtechnik. Mit 111 Abbildungen und 3 Zahlentafeln. (141 S.) 1924.

Gebunden 6.90 Goldmark

Das autogene Schweißen und Schneiden mit Sauerstoff. Handbuch zum Studium zur Einrichtung und zum Betriebe von Sauerstoff-Metallbearbeitungsanlagen. Von Ing. **Felix Kagerer.** (Technische Praxis, Band I.) Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage. Mit 127 Abbildungen und 15 Tabellen. (278 S.) (Verlag von Julius Springer in Wien.) 1923.

3 Goldmark

Das Kupferschweißverfahren insbesondere bei Lokomotiv-Feuerbüchsen. Eine Anleitung. Von Regierungsbaurat **Adolf Bothe.** Mit 22 Textabbildungen. (62 S.) 1923.

2 Goldmark

Die Werkzeugmaschinen, ihre neuzeitliche Durchbildung für wirtschaftliche Metallbearbeitung. Ein Lehrbuch von Prof. **Fr. W. Hülle**, Oberlehrer an den Staatl. Vereinigten Maschinenbauschulen in Dortmund. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 1020 Abbildungen im Text und auf Textblättern, sowie 15 Tafeln. (619 S.) 1919. Unveränderter Neudruck. 1923. Gebunden 24 Goldmark

Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung. Von Prof. **Fr. W. Hülle**, Dortmund. In zwei Bänden.

Erster Band: **Der Bau der Werkzeugmaschinen.** Vierte, vermehrte Auflage. Mit 360 Textabbildungen. (188 S.) 1923. 3 Goldmark

Zweiter Band: **Die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen.** Dritte, vermehrte Auflage. Mit 395 Textabbildungen. (176 S.) 1922. 3.60 Goldmark

Die Rationalisierung im deutschen Werkzeugmaschinenbau. Dargestellt an der Entwicklung der Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin. Von Dr. **Fritz Wegeleben**. (179 S.) 1924. 6 Goldmark

Die Bearbeitung von Maschinenteilen nebst Tafel zur graphischen Bestimmung der Arbeitszeit. Von **E. Hoeltje**, Hagen i. W. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 349 Textfiguren und einer Tafel. (102 S.) 1920. 3 Goldmark

Über die Eingliederung der Normungsarbeit in die Organisation einer Maschinenfabrik. Von Dipl.-Ing. **Friedrich Meyenberg**, Berlin. (72 S.) 1924. 3.30 Goldmark

Technisches Hilfsbuch. Herausgegeben von **Schuchardt & Schütte**. Sechste Auflage. Mit 500 Abbildungen und 8 Tafeln. (490 S.) 1923. Gebunden 6.50 Goldmark

Werkstattstechnik. Zeitschrift für Fabrikbetrieb und Herstellungsverfahren. Herausgegeben von Dr.-Ing. **G. Schlesinger**, Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Vierteljährlich 6 Goldmark

Der praktische Maschinenbauer. Ein Lehrbuch für Lehrlinge und Gehilfen, ein Nachschlagebuch für den Meister. Herausgegeben von Dipl.-Ing. **H. Winkel**.

Erster Band: **Werkstattausbildung.** Von **August Laufer**, Meister der Württemb. Staatseisenbahn. Mit 100 Textfiguren. (214 S.) 1921. Gebunden 4 Goldmark

Zweiter Band: **Die wissenschaftliche Ausbildung.**

1. Teil: **Mathematik und Naturwissenschaft.** Bearbeitet von **R. Kramm, K. Ruegg** und **H. Winkel**. Mit 369 Textfiguren. (388 S.) 1923. Gebunden 7 Goldmark

2. Teil: **Fachzeichnen, Maschinenteile, Technologie.** Bearbeitet von **W. Bender, H. Frey, K. Gotthold** und **H. Guttwein**. Mit 887 Textfiguren. (420 S.) 1923. Gebunden 8 Goldmark

Dritter Band: **Kraftmaschinen, Elektrotechnik, Werkstatt-Förderwesen.** Bearbeitet von **W. Gruhl, H. Frey, R. Hänchen**. Mit etwa 350 Textabbildungen. Erscheint im Sommer 1925.

Der vierte Band wird die **Betriebsführung** behandeln.

Das technische Eisen. Konstitution und Eigenschaften. Von Prof. Dr.-Ing. **Paul Oberhoffer**, Aachen. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 610 Abbildungen und 20 Tabellen. (608 S.) 1925.
Gebunden 31.50 Goldmark

Schmieden und Pressen. Von **P. H. Schweißguth**, Direktor der Teplitzer Eisenwerke. Mit 236 Textabbildungen. (114 S.) 1923.
4 Goldmark

Schmiedehämmer. Ein Leitfaden für die Konstruktion und den Betrieb. Von Privatdozent Dr. techn. **Otto Fuchs**, Brünn. Mit 253 Textabbildungen. (158 S.) 1922.
6 Goldmark

Leitfaden für Gießereilaboratorien. Von Geh. Bergrat Prof. Dr.-Ing. e. h. **Bernhard Osann**, Clausthal. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 12 Abbildungen im Text. (68 S.) 1924.
2.70 Goldmark

Die Herstellung des Tempergusses und die Theorie des Glühfrischens nebst Abriß über die Anlage von Tempergießereien. Handbuch für den Praktiker und Studierenden. Von Dr.-Ing. **Engelbert Leber**. Mit 213 Abbildungen im Text und auf 13 Tafeln. (320 S.) 1919.
16 Goldmark

Mechanische Technologie der Metalle in Frage und Antwort. Von Prof. Dr.-Ing. **E. Sachsenberg**, Dresden. Mit zahlreichen Abbildungen. (225 S.) 1924.
6 Goldmark; gebunden 6.80 Goldmark

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure.

Band I: **Der Austauschbau und seine praktische Durchführung.** Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Dr.-Ing. **Otto Kienzle**. Mit 319 Textabbildungen und 24 Zahlentafeln. (328 S.) 1923.
Gebunden 8.50 Goldmark

Band II: **Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten.** Von Oberingenieur **Kurt Hegner**, Berlin. Erster Band. Systematische Einführung. Mit 107 Bildern. (198 S.) 1924.
Gebunden 14 Goldmark

Band III: **Spanabhebende Werkzeuge.** Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von **J. Reindl**. Mit etwa 450 Textabbildungen und 9 Tafeln.
Erscheint im Sommer 1925.

**Die Entwicklungsgrundzüge der industriellen span-
abhebenden Metallbearbeitungstechnik im 18. und
19. Jahrhundert.** Von Dr.-Ing. **Bertold Buxbaum.** (76 S.) 1920.

2.50 Goldmark

Moderne Metallkunde in Theorie und Praxis. Von Ober-
Ing. **J. Czochralski.** Mit 298 Textabbildungen. (305 S.) 1924.

Gebunden 12 Goldmark

Lagermetalle und ihre technologische Bewertung. Ein
Hand- und Hilfsbuch für den Betriebs-, Konstruktions- und Material-
prüfungingenieur. Von Ober-Ing. **J. Czochralski** und Dr.-Ing. **G. Welter.**
Zweite, verbesserte Auflage. Mit 135 Textabbildungen. (123 S.) 1924.

Gebunden 4.50 Goldmark

Hilfsbuch für Metalltechniker. Einführung in die neuzeit-
liche Metall- und Legierungskunde, erprobte Arbeitsverfahren und Vor-
schriften für die Werkstätten der Metalltechniker, Oberflächenveredelungs-
arbeiten u. a. nebst wissenschaftlichen Erläuterungen. Von **Georg Buchner,**
selbständiger öffentlicher Chemiker in München. Dritte, neubearbeitete
und erweiterte Auflage. Mit 14 Textabbildungen. (410 S.) 1922.

Gebunden 12 Goldmark

**Die Verfestigung der Metalle durch mechanische Be-
anspruchung.** Die bestehenden Hypothesen und ihre Diskussion.
Von Privatdozent Prof. Dr. **H. W. Fraenkel,** Frankfurt a. M. Mit 9 Text-
figuren und 2 Tafeln. (51 S.) 1920.

1.80 Goldmark

Lehrgang der Härtetechnik. Von Studienrat Dipl.-Ing. **Joh.
Schlefer** und Fachlehrer **E. Grün.** Zweite, vermehrte und verbesserte Auf-
lage. Mit 192 Textfiguren. (226 S.) 1921.

5 Goldmark; gebunden 6.70 Goldmark

Härte-Praxis. Von **Carl Scholz.** (42 S.) 1920.

1 Goldmark

Die Edelmstähle. Ihre metallurgischen Grundlagen. Von Dr.-Ing.
F. Rapatz, Düsseldorf. Mit 93 Abbildungen. (225 S.) 1925.

Gebunden 12 Goldmark

Die Werkzeugstähle und ihre Wärmebehandlung. Be-
rechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift „The heat treatment of tool
steel“ von **Harry Brearley,** Sheffield, von Dr.-Ing. **Rudolf Schäfer.**
Dritte, verbesserte Auflage. Mit 226 Textabbildungen. (334 S.) 1922.

Gebunden 12 Goldmark

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Allgemeine Betrachtungen über Aufbau einer modernen Stanzerei und ihre Werkzeugeinrichtungen	1
Technische Unterlagen	7
Werkzeuge und Normalien der verschiedenen Stanzgruppen	12
Führungsschnitte und ihre Wirkungsweise	12
Werkzeugkonstruktionen	15
Normalien für Ziehwerkzeuge	52
Aufgaben mit Lösungen über das Ziehen, Stanzen und Warmpressen	63
Kalkulationen	110
Berechnung der Anzahl der Teile im Streifen und Bestimmung der Streifenbreite	110
Moderne Stanzereimaschinen, insbesondere Automaten	135
Entfetterei, Glüherei, Beizelei und Metallbrennerei	135

Druckfehlerberichtigung.

Seite 60, 2. Zeile von unten, statt aufteilen lies ausfeilen.