

Die moderne Stanzerie

Ein Buch für die Praxis mit
Aufgaben und Lösungen

von

Eugen Kaczmarek
Ingenieur

Mit 30 Textabbildungen



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH

1923

Die moderne Stanzerie

Ein Buch für die Praxis mit
Aufgaben und Lösungen

von

Eugen Kaczmarek
Ingenieur

Mit 30 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1923

ISBN 978-3-662-40893-3 ISBN 978-3-662-41377-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-41377-7

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

Vorwort.

Die Schwierigkeiten in der Stanzerei, die dem Betriebsingenieur und Meister entgegentreten, sind so vielseitiger Natur, daß zur Erreichung eines guten Resultates in der Herstellung von Stanzteilen noch heute viel Probierarbeit geleistet wird.

Schon die Mannigfaltigkeit der Schnitt- und Ziehgebilde sowie die Art und Weise der Operationsfolge erfordern vom Fachmann oftmals viel Mühe, den kürzesten Fabrikationsgang festzulegen, weil diese Festlegung größtenteils auf Grund gefühlsmäßig angeeigneten Wissens geschieht.

Wissenschaftlich betrachtet ist das Stanzfach, weil es große Werkstattpraxis voraussetzt, ein zu wenig behandeltes Gebiet, und es ist deshalb zu verstehen, wenn die Ansichten vieler Fachleute in der Beurteilung einer wirtschaftlichen Fertigung weit auseinander gehen.

Die Anregungen, welche aus Fachkreisen kamen, gaben dem Verfasser Veranlassung, das vorliegende Buch herauszugeben, einerseits, um die Meinungsverschiedenheiten im Stanzfach zu überbrücken, andererseits, um dem weniger gewandten Fachmann Gelegenheit zu bieten, aus der behandelten Materie für sich praktischen Nutzen zu ziehen.

Alle aufgeführten Beispiele sind auf Grund jahrelangen systematischen Aufbaus von praktischen Werten entwickelt und von gutarbeitenden Werkzeugausführungen entnommen.

Berlin, den 19. Dezember 1922.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Die Entstehung der modernen Stanzerei und ihre wirtschaftliche Massen-	
fertigung	5
Beispiel I	15
Beispiel II	18
Beispiel III	20
Beispiel IV	21
Beispiel V	24
Beispiel VI	25
Beispiel VII	28
Normalien für Ziehwerkzeuge	31
Normalien für Schnittwerkzeuge	31
Schwerpunktbestimmung	33
Beispiel VIII. Schnitt mit Vorlocher	33
Spezialwerkzeuge	37
Der Maschinenpark	42
Pflege und Registrierung der Werkzeuge	47
Glüherei, Metallbrennerei und Beizerei	48
Organisation	49

Die Entstehung der modernen Stanzerei und ihre wirtschaftliche Massenfertigung.

Vor mehr als 20 Jahren erkannte die deutsche Industrie, daß man in der Mechanik ökonomischer wirtschaften müßte und schuf deshalb zwecks rentabler Massenfertigung aus diesem Fach Spezialgebiete. Durch diese Unterteilung der Mechanik entstanden die Dreherei, Fräserei, Bohrerei, Stanzerei mit Metallbrennerei und Werkzeugbau. Die Metallwarmpresserei und Spritzerei wurden erst in späterer Zeit den genannten Gruppen angegliedert. Die heranwachsende Generation wurde im Laufe der Jahre zu Spezialisten ausgebildet und man kann wohl sagen, daß die Stanzerei mit ihrem Werkzeugbau den größten Zuwachs erhalten hat. Alles was in früheren Jahren in Metall gegossen werden konnte, wurde gegossen und von den Mechanikern gedreht, gefräst, befeilt, gebohrt usw., ja sogar poliert und gelb lackiert, selbst wenn es das belangloseste Teil war, was je in Betracht kam. Man bezeichnete also zu damaliger Zeit keine Ware als Qualitätsarbeit, wenn sie nicht in der geschilderten Weise auf den Markt gebracht wurde. An der Entstehung der Stanzerei sowie an ihrer Weiterentwicklung bis zum heutigen Stand nimmt der Werkzeugbau den Hauptanteil und eine führende Stellung ein. Der Werkzeugmacher selbst ist aus dem Mechanikerfach hervorgegangen und jetzt ein zu fürchtender Rivale des Mechanikers geworden. Während der Mechaniker zur Herstellung seiner Apparate und sonstigen Instrumente Muster, Skizzen oder vorschriftsmäßige Zeichnungen vom Konstruktionsbüro erhielt, arbeitete der Werkzeugmacher seine Werkzeuge und Vorrichtungen für die fabrikatorische Herstellung der Einzelteile selbst aus und brachte viel Nutzbringendes für die wirtschaftliche Massenfertigung. Es ist zu verstehen, wenn der Werkzeugmacher infolge seines gefühlmäßig angeeigneten Wissens an Erfahrung reicher wurde als der Mechaniker und deshalb auch noch heute auf seine besonderen Erfahrungen im Schnitt- und Stanzenbau pocht. Anders dagegen ist es in der Anfertigung von Ziehwerkzeugen, denn hier ist man auf das sogenannte „Ausprobieren der Werkzeuge“ angewiesen und es mußten manchmal sehr hohe Beträge ausgeworfen werden, um an das Ziel zu gelangen. Damit, das Ziel erreicht zu haben, soll aber nicht gesagt sein, daß die Massenfertigung stets eine wirtschaftliche war. Fälle hat man erlebt,

6 Die Entstehung d. modernen Stanzerei u. ihre wirtschaftl. Massenfertigung.

wo gerade das Gegenteil zu verzeichnen war und die Schuld daran das schlechte Blech tragen mußte. Gegenbeweise sofort anzuführen war man nicht in der Lage und so war man gezwungen, ob man wollte oder nicht, da inzwischen noch der Teil dringend gebraucht wurde, recht unwirtschaftlich zu arbeiten. Um ein Zahlenbeispiel vor Augen zu führen, sei erwähnt, daß es vorgekommen ist, daß ein Teil, der bis zu seiner Vollendung 10 Operationen brauchte, einen Ausschuß bis über 10% pro Operation hatte, d. h. man war gezwungen, die Stückzahl um das Doppelte der in Auftrag gegebenen Anzahl zu erhöhen.

So beschämend dieses für den Betriebsfachmann auch klingt, an Mühe und Fleiß fehlte es nie, den Ausschuß herabzumindern. Diesem Übelstand Abhilfe zu schaffen, gab der Industrie zu denken. Man suchte Konstrukteure heranzubilden, zum Teil mit Erfolg, zum Teil kam man aus den gefühlmäßigen Konstruktionen der Werkzeuge nicht heraus. Obwohl man nun die Denkarbeit dem Konstruktionsbüro überließ, wurden die Unkosten wohl herabgemindert, aber die Probierarbeit mit Ziehwerkzeugen im wesentlichen nicht so unterbunden, wie man es anfänglich glaubte. Ein Vorteil, den man in den Konstruktionsbüros bisher erzielt hat, war der, daß man sich an gut arbeitende Werkzeuge hielt und durch Vergleiche in ähnlichen Fällen Werkzeuge mit Verbesserungen konstruierte. In dem jahrelangen systematischen Aufbauen von praktischen Werten sah man eine Vorbedingung zu einem modernen Betrieb und kam zu folgenden Grundsätzen:

Betrachtet man ein rundes, zu ziehendes Hohlgefäß im Anfangsstadium als Kreisring, dessen Außendurchmesser der Scheibendurchmesser und Innendurchmesser der Durchmesser des zu ziehenden Topfes ist und zeichnet man in dieses Gebilde einen beliebigen Zentriwinkel mit einer Winkelhalbierungslinie hinein, zieht ferner von den Schnittpunkten a und b Parallele zu der Winkelhalbierungslinie, so erhält man die sogenannten charakteristischen Dreiecke. Denkt man sich ferner die Parallelfäche zwischen den charakteristischen Dreiecken in Größe der jeweiligen Blechstärke, so stellen sich die dazugehörigen Dreieckflächen in einem ganz bestimmten Verhältnis zur Parallelfäche δ' ein, d. h. mit dem Größenverhältnis δ' wird auch das Dreieckpaar größer. In Abb. 1 ist ein solcher Kreisring in beschriebener Weise dargestellt. Versetzt man sich nun in die Lage, alle Dreieckflächen im Kreisring ausgeschnitten zu haben, so würde die Topfbildung durch einfaches Umbiegen von sämtlichen δ' . . . geschehen können, ganz gleichgültig, welche Materialstärke in Frage kommt. Die Höhe des geschlossenen Topfes wäre dann — h. Nun ist aus Abb. 1 weiter zu sehen, nachdem der Topf durch das Umbiegen sämtlicher δ' . . . gebildet ist, daß die charakteristischen Dreiecksflächen übrig bleiben. Diese Flächen werden durch den Ziehprozeß beseitigt und verlängern den Mantel des Topfes um ihr Volumen. Die Angriffsstelle für den Ziehvorgang des runden Gefäßes ist im Schwerpunkt s jedes Dreiecks, wo sich auch die Zieh-

kante des Ziehringes befindet. Mit dem Beginn des Ziehprozesses tritt gleichzeitig eine unvermeidliche Materialanstrengung (siehe Abb. 1,

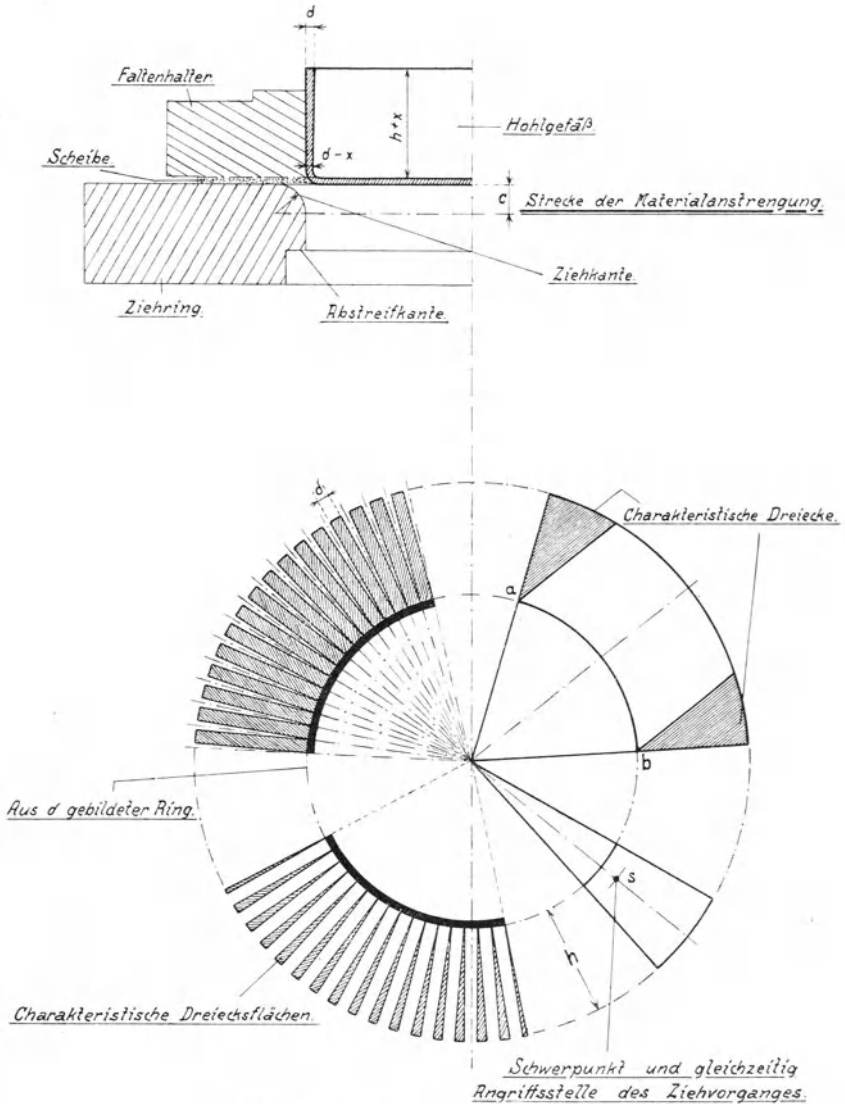


Abb. 1. Darstellung des Ziehvorganges.

Andeutung der Strecke c), d. h. eine Verkleinerung der Blechstärke ein. Letztere tritt 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.

Das Ergebnis der Materialanstrengung, das sich in den Grenzen von 5—10% bezogen auf δ bewegt, bildet sich hier bei der Umformung von Scheibe zum Hohlgefäß in führungslosem Zustande und wird durch den in den meisten Fällen unnötig hohen ausgeübten Faltenhalterdruck noch weiter unterstützt. Aus diesem Grunde stammen auch die verschiedenen Resultate, die man jeweilig vorgefunden hat. Es erklärt sich daher von selbst, daß es hochwichtig ist, eine Blechprüfung mit dem Erichsen-Apparat vorzunehmen, um die Güte des Materials festzustellen.

Ein besonders noch zu erwähnender Faktor ist die Bodenschwächung, die von dem Faltenhalterdruck ebenfalls abhängig ist und im Mittelpunkt des Gefäßbodens durch das Ziehen des Gefäßmantels in Erscheinung tritt. Einen Beweis hierfür zeigt die in Abb. 2 dargestellte Scheibe mit einem Lochdurchmesser von 38 mm. Die Bodenbeanspruchung wirkt sich hier in einem ovalen Loch aus und diese Eigenart steht mit der Längs- und Querfaser des Bleches in Verbindung.

Alles über runde Hohlgefäße bisher beschriebene und bildlich dargestellte findet bei rechteckigen oder sonstigen Profilgefäßen in ähnlicher Weise Anwendung; nur schwieriger ist hier, die Scheibenform zu bestimmen. In Abb. 3 sind nun zur besseren Erläuterung vier verschiedene Ansichten für rechteckige Profile dargestellt. Im Quadranten 1 würde demnach zur Herstellung eines solchen Gefäßes oder Kappe durch Ausschneiden rechtwinkliger Ecken und Hochbiegen der Seitenwände (sogen. Klapp-Prinzip) 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 aneinander gereiht, so erhält man eine Scheibe, woraus durch die Angabe des Radius $0,5 d$ die Mantelfläche $= D \cdot \pi \cdot h$ errechnet werden kann. Da nun der vierte Teil für jede Ecke in Frage kommt, berechnet sich der Flächeninhalt mit $\frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = x$;

für den übrigen Teil der Mantelfläche mit der Höhe h kommt, wie bereits erwähnt, das Klapp-Prinzip zur Anwendung. Nun ist aus der Behandlung der Topfbildung Abb. 1 bekannt, daß sich der Mantel um das Volumen der charakteristischen Dreieckflächen verlängert, also höher wird, als die Mantelfläche h sein soll. Um dieses zu verhindern, muß an der abgerundeten Ecke eine Formkorrektur vorgenommen werden, die soviel qmm nur aufweist, wie unbedingt erforderlich sind. In welcher Weise die Formgebung hinreichend genau genug zu geschehen hat, sei im Quadranten 3 angedeutet. Vom Mittelpunkt e ausgehend, sind Lote zu den rechtwinklig stehenden Mantelwänden gefällt und bilden somit einen rechten Winkel, der durch die Winkel-Halbierungslinie noch geteilt ist. Die dadurch entstandenen zwei Kreissektoren werden weiter durch das Ziehen zweier Strahlen nach den Punkten g und f von e aus wiederum halbiert und

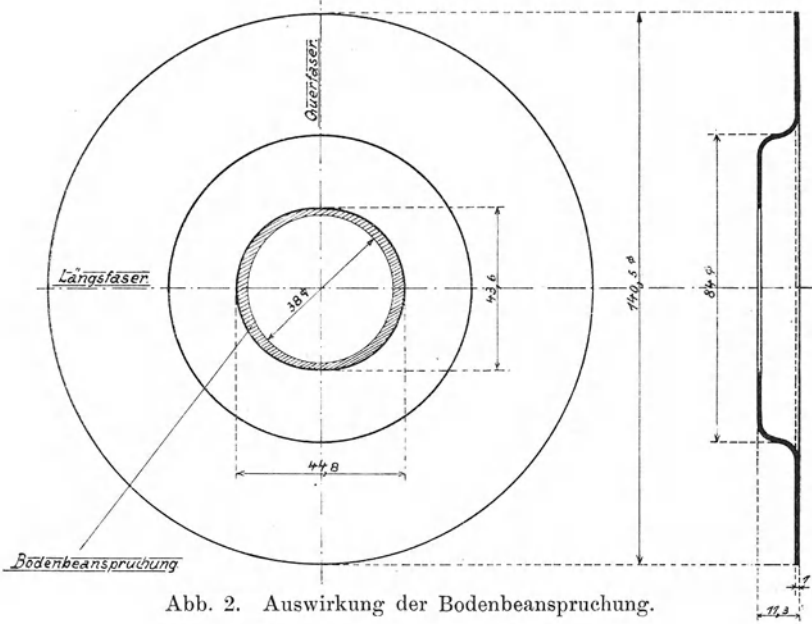


Abb. 2. Auswirkung der Bodenbeanspruchung.

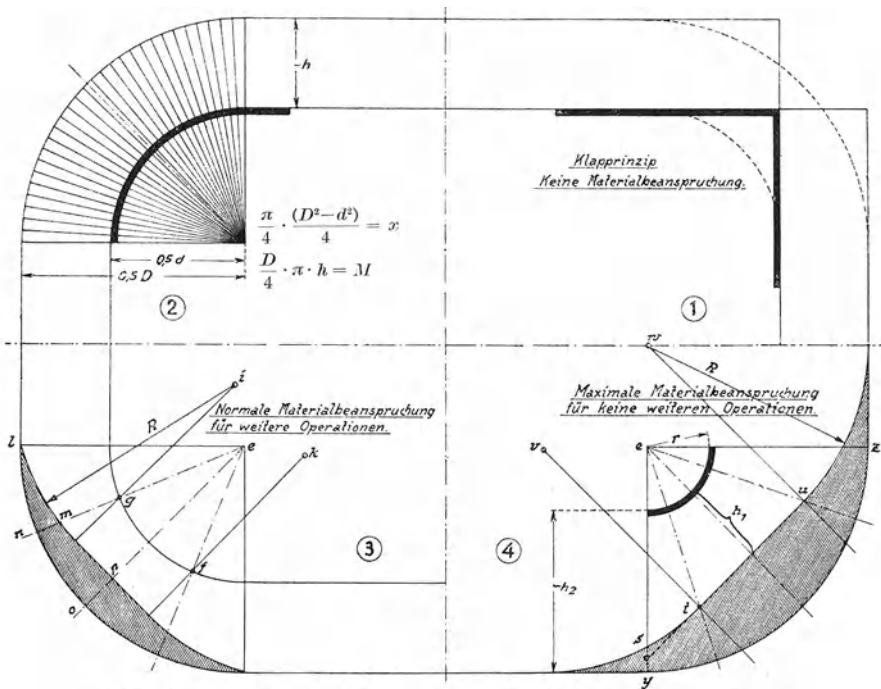


Abb. 3. Eckenkonstruktion nach Art der Materialbeanspruchung.

10 Die Entstehung d. modernen Stanzerei u. ihre wirtschaftl. Massenfertigung.

teilen den rechten Winkel in vier gleiche Teile. Erfahrungsgemäß beträgt aus der Differenz $\frac{\pi}{4} \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{4} - \frac{d}{4} \cdot \pi \cdot h = x - M$ der Inhalt des Dreieckes für $l m n = \frac{1}{6}(x - M)$ in qmm, woraus die Strecke $m n$ bestimmt werden kann; die Fläche $m n o p$ dagegen beträgt $\frac{2}{6}(x - M)$.

Werden nun durch die Schnittpunkte g und f , welche an der Ziehkante liegen, Parallele zur Winkelhalbierungslinie $e p$ gezogen, so erhält man, wenn die Entfernung $l e$ mittels Zirkel fixiert ist, durch Kreisbogensschlag 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, da vom Punkt i und k auch der Kreisbogensschlag im Abstände $e l$ erfolgt und diese Form ist so gewählt, daß weitere Operationen bei normaler Blechbeanspruchung folgen können. Es kommen nun aber 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.



Abb. 4. Station mit Selbstwähler und deren Schutzkappe.

Im Quadranten 4 ist als letzte Ansicht die wirtschaftliche Grenze für maximale Materialbeanspruchung (Blechwächung) konstruktiv durchgeführt. Auch hier ist man vom Mittelpunkt e ausgegangen, hat den rechten Winkel gebildet, die Halbierungslinie und den Ziehradius r eingezeichnet; hierauf folgte die Feststellung, wieviel qmm zur Mantel-

rundung gehören. Um sich zu vergewissern, ob die maximale Dehnungsfähigkeit des Materials (z. B. 15—18% für doppelt dekapiertes Eisenblech) nicht bedeutend überschritten wird, trägt man auf den Schenkel $e y$ 15% der Höhe h_2 (siehe 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. 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 $e y$ vom Punkte v und w aus Kreisbogen, so soll die Höhe h_1 nicht wesentlich überschritten werden, falls zu wenig qmm im Abschnitt der Winkelfläche vorhanden sein sollten (siehe Schraffur), weil sonst das Material in der Härte das Maximum überschreitet, unganzz wird und dadurch eine Unwirtschaftlichkeit in der Fertigung Platz greift.

Bei dieser Gelegenheit soll nicht unerwähnt bleiben, daß man gut tut, bei variablen Blechstärken, besonders bei doppelt dekapiertem Eisenblech die Ecken der Kappe nach dem Ziehprozeß warm anzu-

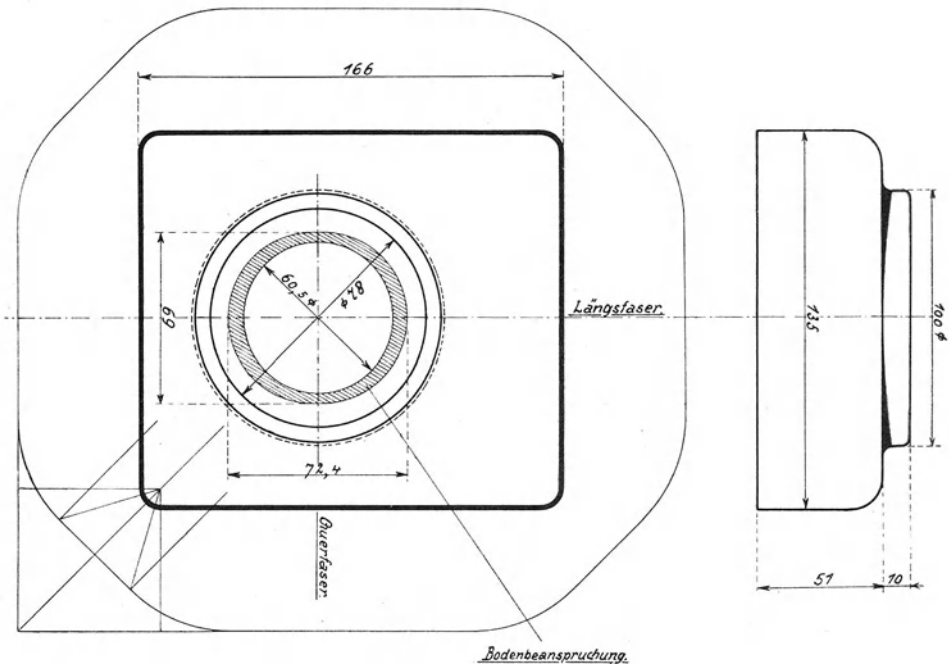


Abb. 4a. Schutzkappe.

blasen, weil gewöhnlich bei dieser Beanspruchung des Materials eine derartige Härte auftritt, die sich bei der weiteren Bearbeitung der Kappe (Kantenschliff) in Sprünge auswirkt, die sich durch die ganze Materialstärke erstrecken. Wie weit man bei guter Ausnutzung des Ziehprozesses gehen kann, beweist die in Abb. 4 dargestellte Kappe, welche aus einer Profilscheibe mit einem Loch von 60 mm \varnothing mit einer Ziehoperation fertiggestellt wird.

Für die wirtschaftliche Massenfertigung von Ziehteilen und deren Stufenfolge ist es in erster Linie nun wichtig, die Abrundungen der Ziehkante für Ziehringe und der der Ziehstempel in zweckentsprechender Weise zu wählen. Ebenso hängt auch die wirtschaftliche Fertigung der Ziehteile von der Wahl der Stufenfolge ab.

12 Die Entstehung d. modernen Stanzerei u. ihre wirtschaftl. Massenfertigung.

Aus Abb. 5 ist zu ersehen, wie die Stufenfolge mit und ohne Anwendung des Faltenhalters für rechteckige und runde Hohlgefäße zu geschehen hat. Vor allem sei darauf hingewiesen, daß keine zu kleine Abrundung der Ziehstempel gewählt wird, sondern diese in der Weise zu bestimmen, daß die eine Abrundung dort aufhört, wo die nächste Abrundung sich bilden soll. Unbedingt erforderlich ist es auch, daß das Luftloch im Ziehstempel auf keinen Fall vergessen werden darf. Was allgemein über Ziehstempel gesagt ist, muß auch für Ziehringe, insbesondere bei rechteckigen Ziehringen mit An-

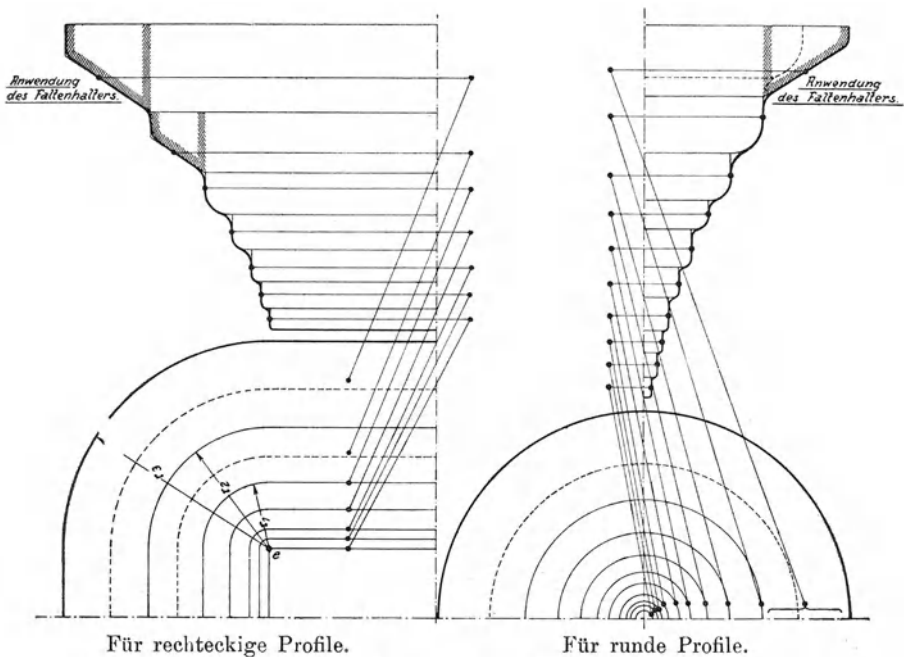


Abb. 5. Stufung runder und rechteckiger Profile und ihre Abrundungen.

wendung des Faltenhalters beachtet werden. Die Abrundung der Ziehfläche hat unbedingt vom Mittelpunkt der kleinsten Ziehroundung zu geschehen, da sonst bei anderer Anordnung das Material Falten bildet und reißt (siehe Fig. 5, Radius r_1 , r_2 , r_3). Die maßliche Bestimmung der Stufenfolge für die jeweiligen Ziehoperationen, sowie die Ziehkantenbestimmung der Ziehringe sei an Hand von aufgestellten Diagrammen mit anschließenden Zahlenbeispielen, die noch folgen, erläutert.

Die Anregung zu dieser Veröffentlichung gab der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit in Industrie und Handwerk, insbesondere die Herren Oberingenieure Drescher, Hegener und Luther.

Zunächst ist die Grundbedingung in einer modernen Stanzerei die Vornahme der Blechprüfung für Ziehzwecke. Der hierfür in Frage kommende Blechprüfungsapparat ist der Erichsen-Apparat. Dieser besteht, wie aus der Abb. 6 ersichtlich, aus einem Gußgestell mit Zugring und einem drehbaren Spiegel, in dem man den Ziehvorgang bis zur Bruchgrenze des Bleches genau beobachten kann. Auf der entgegengesetzten Seite des Spiegels befindet sich am Prüfungsapparat das Handrad mit einer mit einem Stiftring gekuppelten und ineinander schraubbaren Doppelspindel, welche sich im Gußgestell schrauben läßt, als Faltenhalter dient, und bei entkuppeltem Stiftring als Ziehstempel mit Kugelabrundung weiter wirkt. Die Güte des Bleches wird mit dem Erichsen-Apparat wie folgt festgestellt:

Das prüfende Material in einer Größe von 90 mal 90 mm zurechtgeschnitten, wird zwischen Ziehring und Faltenhalter gebracht und festgeklemmt, alsdann 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 mm ausgedrückt) für Ziehzwecke sich eignet oder nicht.

Dieses Diagramm ist in Abb. 7 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 dekapiertem Stanz- und Falzblech 8,4 mm Tiefung in Frage kommen. Da die Blechsorten aus den verschiedenen Hütten und ihrer Charge verschieden ausfallen, so sind Varianten in der Tiefung bis zu 10% zulässig, darüber hinaus sollte man vorsichtig sein, ehe man mit der Fertigung der Teile beginnt und erst Ziehproben machen.

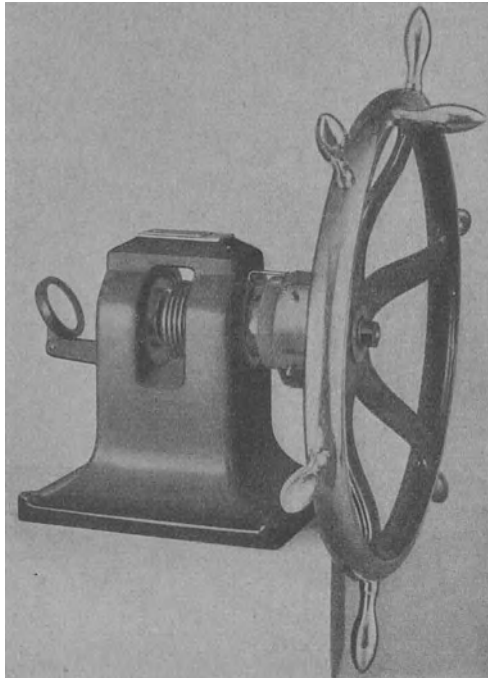


Abb. 6. Erichsen, Blechprüf-Apparat.

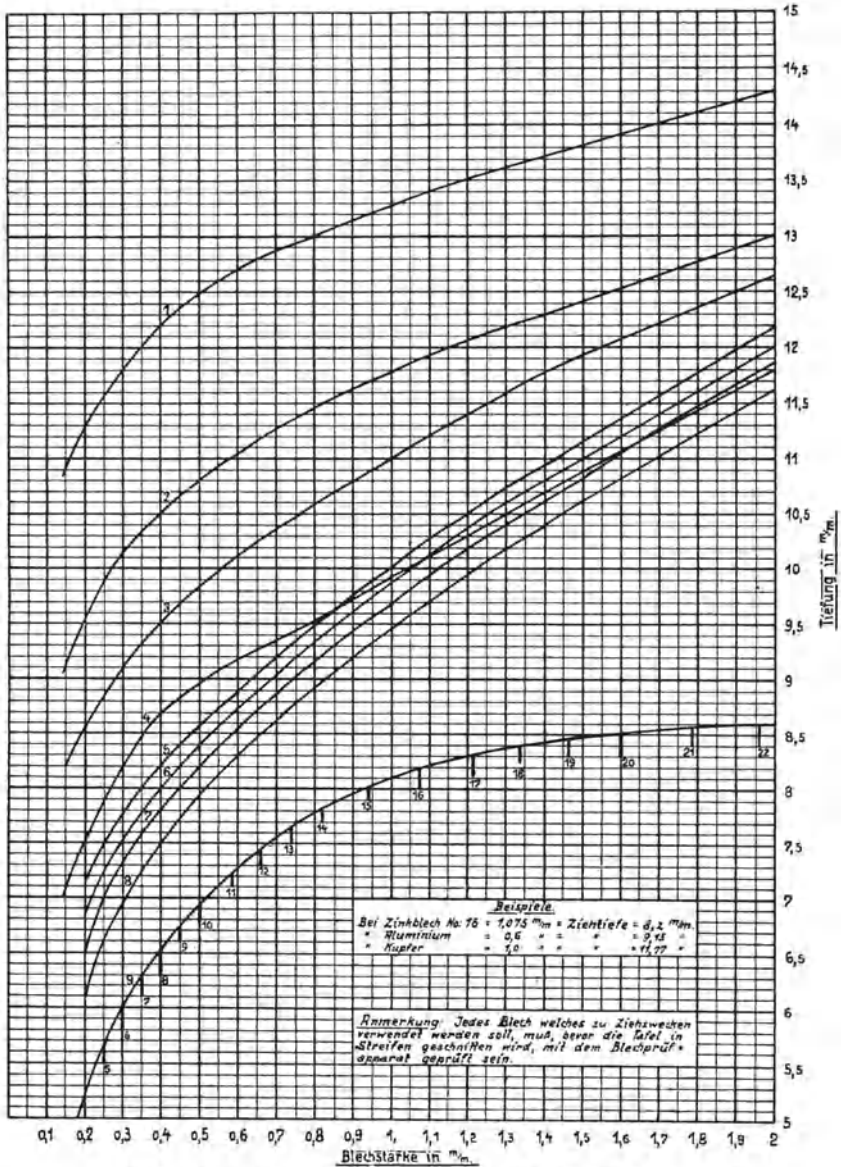


Abb. 7. Norm für gute handelsübliche Blechqualitäten, weich.

1. Messing-Druckblech.
2. Kupfer.
3. Bandeseisen, blank.
4. Aluminium.
5. S.M.Eisen-Tiefblech.
6. 2-mal dek. Stanz- und Falzblech.
7. 1-mal dek. Stanz- und Falzblech.
8. Falzblech (gewöhnlich) und Weißblech.
9. Zink (Nr. nach schlesischer Zinkblechlehre).

Zur Festlegung der erforderlichen Ziehoperationen bis zur endgültigen Fertigstellung von einfachen oder Profilkörpern gibt das Diagramm Abb. 8, unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Fertigung, Auskunft. Desgleichen das Diagramm Abb. 9 über die Ziehkantenbestimmung des Ziehringes für die erste Ziehoperation.

Jeder Fachmann, der viel mit der Stanzerei zu tun hat, wird zugeben müssen, daß es sehr schwer ist, Hohlkörper anzufertigen, wenn ähnliche Fälle in seinem Betrieb absolut nicht vorliegen. Unwillkürlich ist man gezwungen, an bereits gefertigte Gebilde zurückzudenken und fängt dann an, sein Gefühl sprechen zu lassen. Das vorliegende Diagramm soll nun den Fachmann entlasten und zu positiver Arbeit mit herangezogen werden.

Beispiel I.

	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5
Es sollen runde Gefäße von	157 mm Ø	125 mm Ø	93 mm Ø	51 mm Ø	10 mm Ø
mit einer Höhe von	100 " "	95 " "	90 " "	75 " "	45 " "
bei einer Blechstärke von	2,5 " "	2 " "	1 " "	0,5 " "	0,25 " "

aus doppelt dekapiertem Eisenblech hergestellt werden.

Welche Operationsgänge bis zur Fertigstellung müssen gewählt werden, wenn das Material normal angestrengt werden soll?

Lösung: Errechnet man die erforderlichen qmm, so erhält man für

Pos.	qmm ²	Ø mm	1 Zug lt. Tab.	gewählt	2 Zug lt. Tab.	gewählt	3 Zug lt. Tab.	gewählt	4 Zug	Anz. d. Op.
1	68682	296	178	178	148	157	—	—	—	2 Op.
2	49578	252	151	151	124	125	—	—	—	2 Op.
3	33088	206	124	124	94	93	—	—	—	2 Op.
4	21059	164	98	96	74	72	55	51	—	3 Op.
5	1492	44	27	27	20	19	15	14	10	4 Op.

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

Zur Ermittlung der Ziehradien aus dem Diagramm Abb. 9 ergeben sich folgende Werte:

$$\begin{aligned}
 \text{Pos. 1} & (296 - 178) \cdot 2 = 13,8 \text{ mm Radius} \\
 \text{" 2} & (252 - 151) \cdot 2 = 11,3 \text{ " " } \\
 \text{" 3} & (206 - 124) \cdot 2 = 7,2 \text{ " " } \\
 \text{" 4} & (164 - 98) \cdot 2 = 4,6 \text{ " " } \\
 \text{" 5} & (44 - 27) \cdot 2 = 1,8 \text{ " " }
 \end{aligned}$$

Zu der Lösung des Beispiels I sei zu bemerken, daß die Rechenweise wie man eine Oberfläche eines Hohlkörpers bestimmt, als allgemein voraussetzt. Zur Erläuterung des Diagramms Abb. 8 sei

16 Die Entstehung d. modernen Stanzerei u. ihre wirtschaftl. Massenfertigung.

hervorgehoben, daß es in zwei Systeme gegliedert ist, und zwar kann in dem einen Fall bei gegebener Scheibe (starke Linie) der kleinste

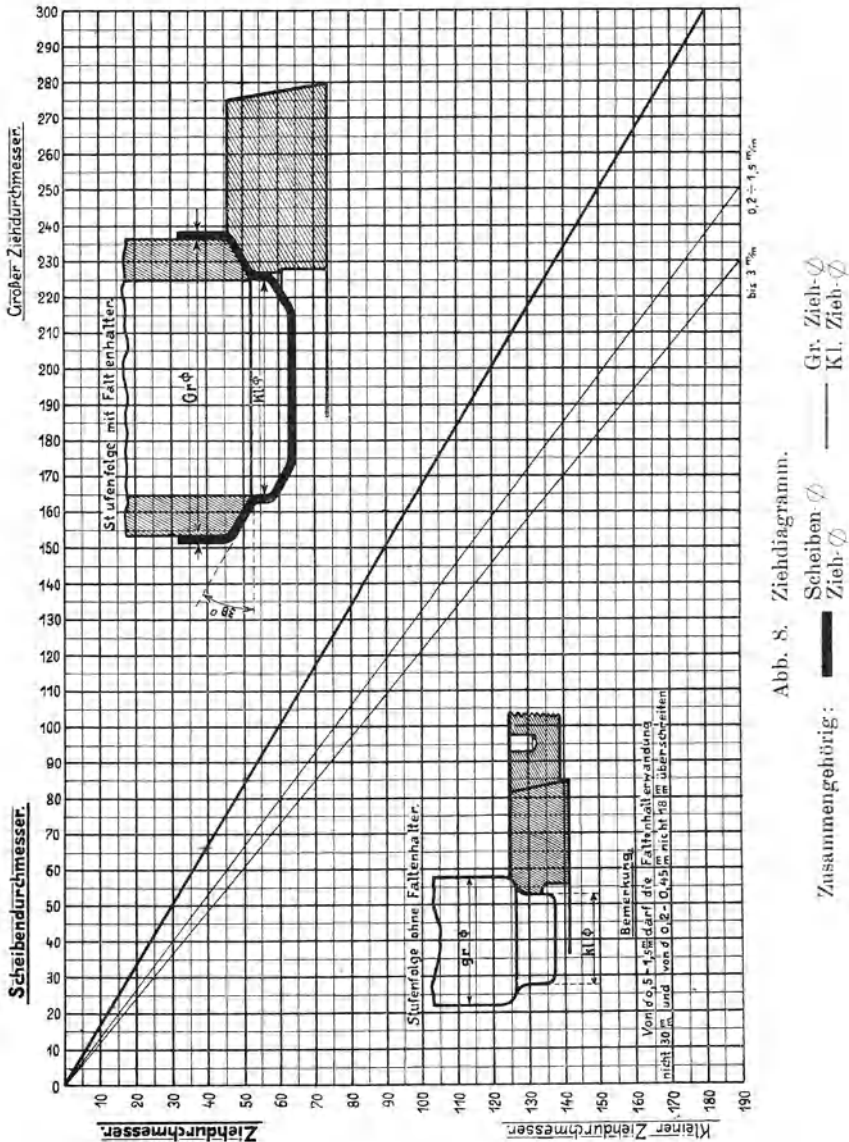
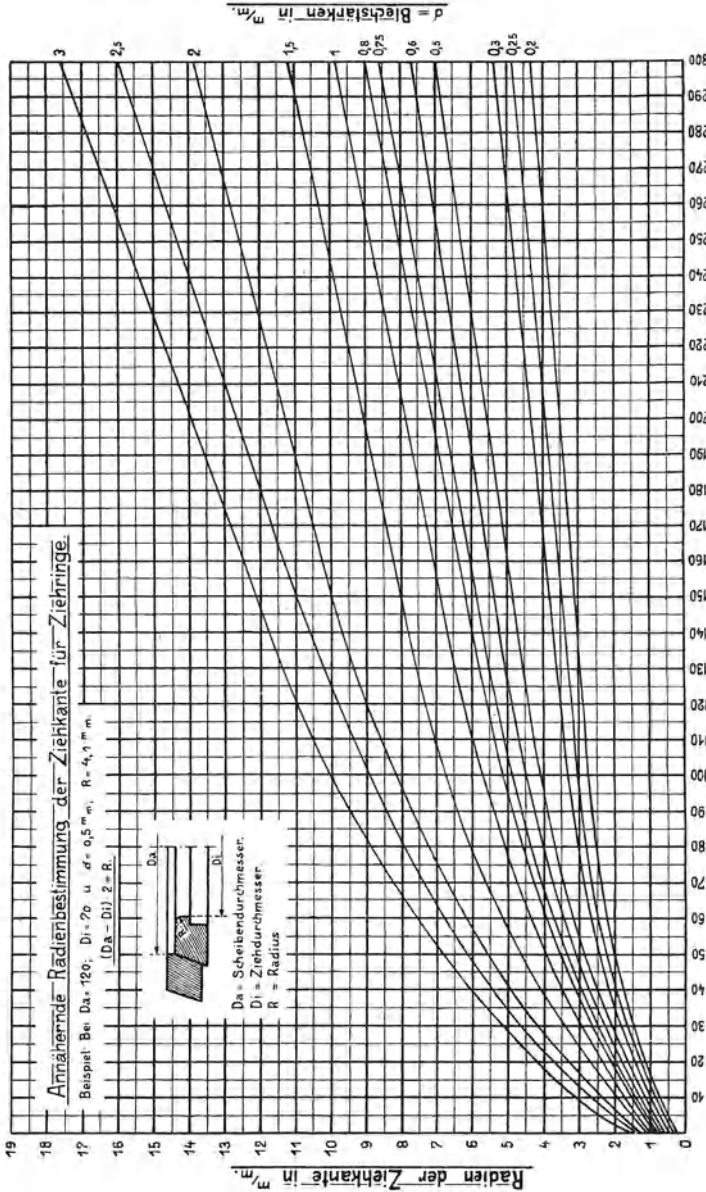


Abb. 8. Ziehdiagramm.

Ziehdurchmesser, im anderen Fall bei gegebenem großen Ziehdurchmesser die nächstfolgend kleinere Ziehstufe (siehe beide schwächere Linien) bestimmt werden. Eine Unterteilung in Blechstärken 0,2 bis

1,5 mm und bis 3 mm ist geschehen, aus Rücksichtnahme auf die Materialanstrengung.



$$\frac{(D_a - D_i) \cdot 2}{d} \text{ in } \frac{m}{m}$$

Abb. 9. Ziehkantendiagramm.
Bei rechteckigen Profilen wird nach der Eckenziehfläche der Ziehkantenradius bestimmt.

Aus der Lösung des Beispiels I, Pos. 1 ist zu ersehen, daß die Oberfläche 68682 mm beträgt und sich ein Scheibendurchmesser von

296 mm daraus ergibt. Sucht man nun im Diagramm den Scheibendurchmesser von 296 mm auf, so ergibt die zweite Koordinate einen Ziehdurchmesser für die erste Ziehoperation 178 mm. Das Ergebnis für den ersten Zug ist also laut Diagramm 178 mm und auch so gewählt. Für die weitere Stufung auf den Ziehdurchmesser von 157 mm bei 2,5 mm Materialstärke zu gelangen, suche man als erste Koordinate 178 mm auf und lese bei der zweiten 148 mm ab. Da nun nicht 148 mm, sondern 157 mm in Frage kommen, ist letztere Abmessung Bestimmung. Zu Pos. 2 trifft die Stufung ziemlich genau mit der gestellten Bedingung zusammen, dagegen in Pos. 3 ist sie ungünstiger und kann bei solch belangloser Differenz in Kauf genommen werden.

Etwas anders liegen die Verhältnisse in Pos. 4. Hier ist eine Korrektur sogar bei der ersten Ziehoperation vorgenommen und zwar mit der Begründung, daß man ca. 2%, auf jeden Fall unter 3% des laut Diagramm abgelesenen Wertes abweichen kann, d. h. wenn eine Veränderung des Hohlkörpers im Außen- und Innendurchmesser größere Toleranzen zuläßt. Wie weit man mit der Genauigkeit gehen kann, soll im nächsten Beispiel vor Augen geführt werden. Zu Pos. 5 ist eine ähnliche Korrektur vorgenommen wie in Pos. 3.

Beispiel II.

Es ist eine genaue kalibrierte Hülse mit Lötöse (siehe Abb. 10) bei normaler Materialanstrengung 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 und dann in allen ihren Abmessungen lehrhaltig 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 qmm sich eine Zugabe an qmm gestattet und ist auf einen Scheibendurchmesser von 22,5 mm gekommen. An Hand des Diagramms Abb. 8 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 \emptyset nicht auf 7,5 mm, sondern auf 8,2 mm \emptyset gegangen, weiter von 8,2 mm \emptyset auf 7,05 mm und hat, um endlich den vorgeschriebenen lichten Durchmesser 5,753 mm zu erreichen, einen Kalibrierzug von 6,82 mm eingeschaltet, d. h. man war gezwungen, vom Außendurchmesser etwa um 0,13 mm abzuweichen. In Abb. 10 ist der Entwicklungsgang des Klinkenkörpers (im Beispiel Hülse mit Lötöse genannt) eingehend veranschaulicht und möchte ich bei dieser Gelegenheit bemerken, daß bei peinlichst sauber ausgeführter Werkzeuge in der Fertigung dieser Ziehteile eine geringere Toleranz schwankend von 0,13 mm bis 0,08 mm nicht zu erreichen war.

Kommentar: Wenn gar zu harte Bedingungen in der wirtschaftlichen Fertigung von Ziehteilen gestellt werden, so legt man sich

unwillkürlich die Frage vor, ist eine solche Ausführung bei diesem Genauigkeitsgrad möglich oder nicht. Nach der bereits behandelten

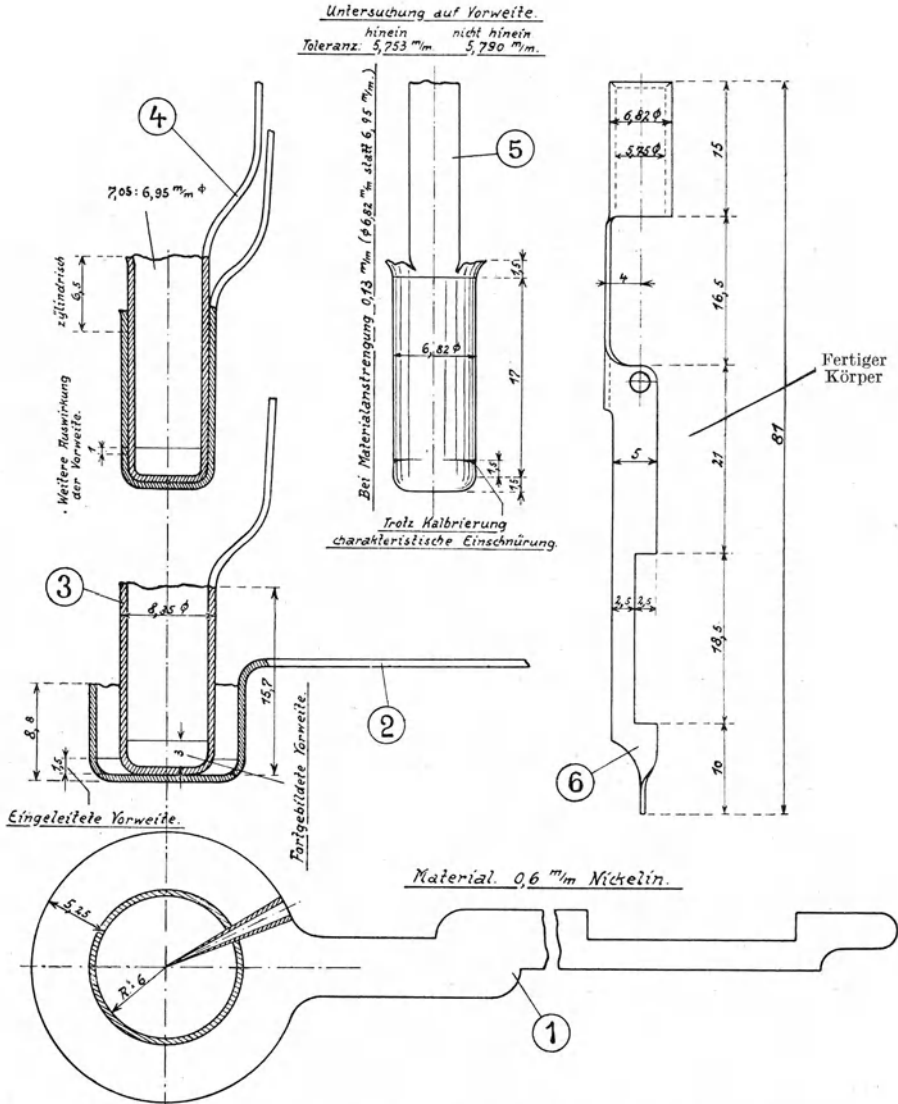


Abb. 10. Klinkenkörper aus einem Vielfachschrank einer Telephonzentrale.

Materie ist sie sehr zweifelhafter Natur und zwar aus Gründen der Materialanstrengung. Wie in Abb. 1 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 der Bodengegend am größten und auf der entgegengesetzten Seite am kleinsten sein muß (siehe Pos. 4). Ein Ausweg zur Verminderung der lichten Durchmesserdifferenzen könnte evtl. 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 bei dem heutigen Stand eine große Summe Geldes verschlingen würde, ohne etwas damit erreicht zu haben. Der größte Genauigkeitsgrad, den man bei der Massenfertigung dieser Klinkenkörper erzielt hat, 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 mm bis 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 zwecks wirtschaftlicher Fertigung die Vorweite beseitigt. Eine eigenartige Erscheinung, die in Pos. 5 mit einem Stern bezeichnet ist, sei noch besonders erwähnenswert, daß gerade beim Übergang vom Hülsenrand zum Lötöschwanz sich tiefe Einkerbungen bildeten, 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 Lötöschwanz eine taillenartige Einschnü-
 geben.

Beispiel III.

Für Spezialzwecke sind Hohlkörper mit fast scharfkantigen und abgerundeten Böden nach vorliegenden Abbildungen anzufertigen.

Wie groß ist die Scheibe und welche Ziehdurchmesser müssen gewählt werden, um diese Profile fertizustellen.

Lösung: Rechnet man die erforderlichen qmm für jedes Profil aus, so kommen für

	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3
und Scheiben-Ø	~ 1644 qmm	~ 1810 qmm	~ 4712 qmm
in Frage.	~ 46 "	~ 49 "	~ 78 "

Mit Hilfe des Ziehdurchmesser-Diagramms bestimmen sich die Zieh-Ø für

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

Um den Hülsenboden für Pos. 1 scharfkantig zu erhalten, ist es not-

wendig, die doppelte Materialstärke des Hülsenmantels (Boden nach oben) einzuziehen, dagegen für Pos. 2 käme nur die einmalige Materialstärke bei gleicher Ziehmanipulation in Frage, d. h. für

Pos. 1 Pos. 2 Pos. 3
 von 15 mm () von 13,5 mm ()
 auf 13 „ „ auf 12 „ „ kann auf 20 mm Ø
 gezogen werden. Für Pos. 2 und 3, um die Konizität der Hülsen zu erreichen, müssen die Ziehringe in entsprechender Weise konisch

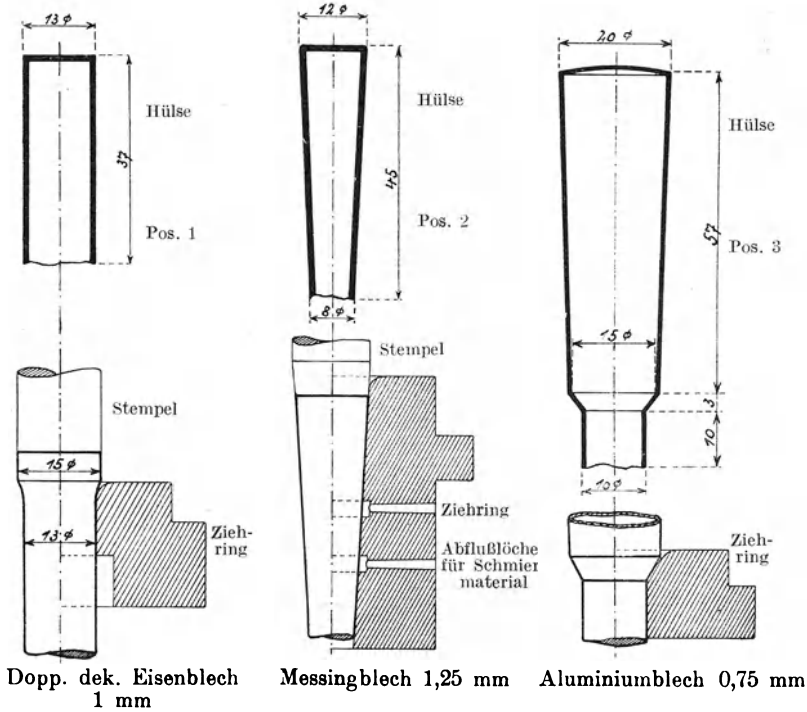


Abb. 11. Hohlkörper für Spezialzwecke.

ausgebildet sein und ist hierbei erforderlich, einen Ausweg für das Schmiermaterial innerhalb des Ziehringes zu schaffen. Dieses zu erreichen, dreht man je nach Länge des Körpers Nuten in den Zieh-ring und versieht dieselben mit mehreren kleineren Löchern, wodurch das Schmiermaterial bequem nach außen abfließen kann. Für die weitere Einschnürung Pos. 3 ist nur ein weiterer zylindrischer Zug für die Ziehoperation notwendig.

Beispiel IV.

In Abb. 12 sind drei Hohlkörper Pos. 1, 2 und 3 gegeben, welche herzustellen sind. Wie groß muß die Scheibe sein und welche Operationen kommen dafür in Frage?

22 Die Entstehung d. modernen Stanzeri u. ihre wirtschaftl. Massenfertigung.

Lösung: Für Pos. 1, die Scheibengröße zu bestimmen, kann ein recht praktischer Weg gewählt werden, der darin besteht, daß man die Gewichte des Hülsenmantels sowie Hülsenbodens errechnet, beides addiert und aus der Summe den Scheibendurchmesser bei 4 mm Materialstärke feststellt. Nimmt man als Mittelwert des Hülsenmantels die Stärke mit 0,7 mm an und sieht bei der Berechnung vom mittleren

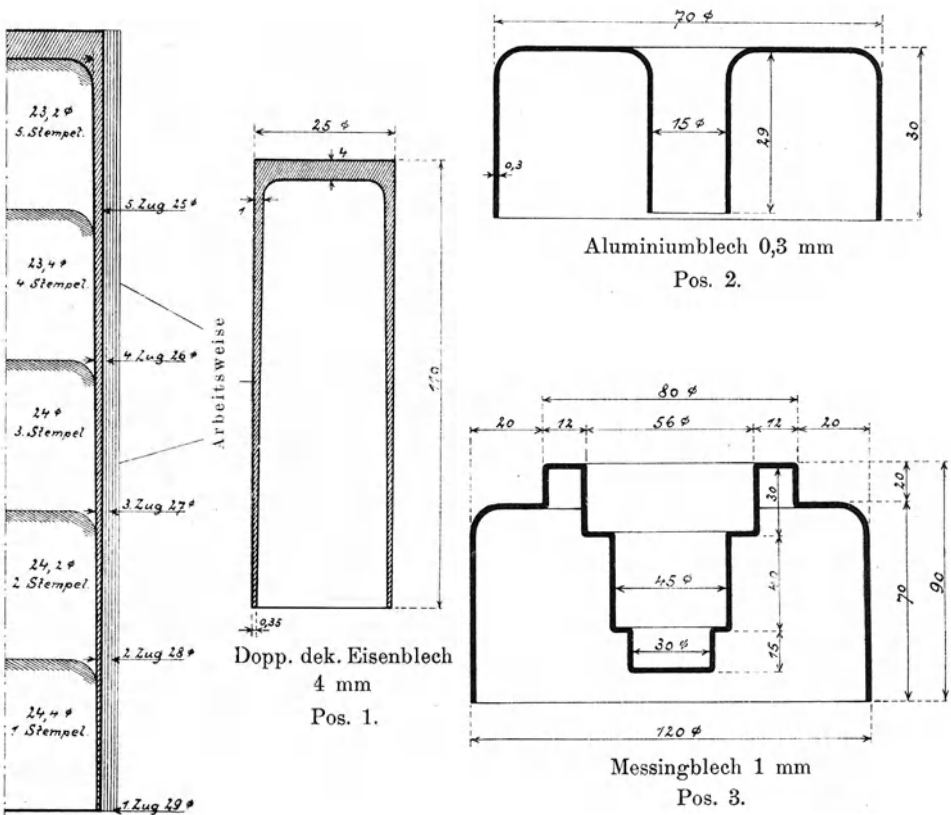


Abb. 12. Hohlkörper mit geraden Konturen.

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

Gesamtgewicht: $47,7 + 15,7 = 63,4$ g.

Hieraus der Scheibendurchmesser bestimmt folgt:

$$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \delta_1 \cdot \gamma = 63,4 \text{ und } D = \sqrt{\frac{4 \cdot 63,4}{\pi \cdot \delta_1 \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 63,4}{3,14 \cdot 0,04 \cdot 8}} = \sim 50 \text{ mm } \emptyset.$$

Die Praxis hat nun gelehrt, den Hülsenmantel bei der ersten Operation nur bis zu 25% δ anzustrengen, da dieses bei Durchschnittsblech ein Mittelwert ist; bei allen darauffolgenden Ziehoperationen dagegen kann mit der Materialschwächung bis zu 30% δ gegangen werden.

Da 4 mm doppelt dekapiertes Eisenblech für Ziehzwecke in vereinzelten Fällen vorkommt und außerdem, wie es hier zutrifft, kein großer Scheibendurchmesser in Frage kommt, so kann für die Bestimmung der Operationsgänge, das Ziehdurchmesser-Diagramm für 3 mm Materialstärke benutzt werden.

Laut Ziehdiagramm ergibt sich der erste Ziehdurchmesser mit 30 mm und wird bei zulässiger Materialschwächung auf 29 mm \emptyset gezogen:

Die zweckmäßigsten Operationsgänge sind wie folgt:

Scheiben 50 mm \emptyset 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 und wird durch Planierung beseitigt.

Pos. 2.

Die ermittelten qmm belaufen sich auf 12000 und ergibt eine Scheibengröße von \emptyset 124 mm. Unter dem Gesichtspunkt der wirtschaftlichen Fertigung ergeben sich folgende Operationsgänge:

Durchmesser	1	2	3	4	5	6	7
	74 mm \emptyset	55 mm \emptyset	42 mm \emptyset	32 mm \emptyset	23 mm \emptyset	17 mm \emptyset	15 mm \emptyset .

Jede Ziehstufe muß so tief erfolgen, daß so viel qmm darin enthalten sind, wie die Tülle plus Abstich es erfordert. Nach dem Abstich des 15 mm kleinen Bodens erfolgt das Ziehen des Mantels. Auch hier das Diagramm zur Hilfe genommen folgt

1. Zieh- \emptyset auf 74 mm;
2. Zieh- \emptyset auf 70 mm.

Pos. 3.

So kompliziert auch dieses Gebilde erscheint, so gibt das Diagramm für Ziehdurchmesser guten Aufschluß. Natürlich sind bei der Benutzung des Diagramms hier und dort einiges Überlegen notwendig, um sich dem Gebilde anzupassen und deshalb soll gezeigt werden, in welcher Weise man sich Abweichungen in den abgelesenen Stufen gestattet.

Erforderliche qmm sind 107727, daraus ergibt sich eine Scheibe von 371 mm Durchmesser.

24 Die Entstehung d. modernen Stanzerei u. ihre wirtschaftl. Massenfertigung.

Die abgelesenen Werte für die Stufung der Durchmesser sind:

	1	2	3	4	5	6	7	8
	223 mm Ø	170 mm Ø	128 mm Ø	97 mm Ø	73 mm Ø	55 mm Ø	42 mm Ø	25 mm Ø
gewählt	"	"	"	"	"	56 "	45 "	30 "

hierauf erfolgt durch Scharfschlagstanze die Stanzung des fertigen inneren Profils. Bei der nun erfolgten Einziehung der inneren Kontur waren 17251 qmm erforderlich, der Scheibendurchmesser hat sich von 371 mm auf 340 mm Ø verkleinert. Weitere Aufgabe ist es jetzt, den Ansatz von 80 mm Ø zu ziehen und dieses wird unter Zugrundelegung des veränderten Scheibendurchmessers von 340 mm erreicht, indem man die Ableswerte des Diagramms wie folgt gestaltet:

	Ø 1	Ø 2	Ø 3	Ø 4
	204 mm	152 mm	113 mm	82,5 mm
gewählt	200 "	150 "	110 "	80 "

Steht dem Betrieb eine Friktionspresse mit Falter zur Verfügung, so kann, nachdem der Ansatz von 80 mm Ø gebildet ist, durch kombinierte Stanze der Ansatz scharf gestanzt und der Mantel von 204 mm Ø vorgezogen werden.

Hierauf erfolgt das Fertigziehen des Mantels von 204 mm Ø auf 154 mm Ø und dann auf 120 mm Ø.

Beispiel V.

Verlangt wird, zwei Hohlkörper mit geschweiften Profilen nach Abb. 13 Pos. 1 und 2 herzustellen.

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

Lösung: Die Oberfläche des Hohlkörpers Pos. 1 beträgt 30360 qmm und ergibt einen Scheibendurchmesser von 197 mm.

Laut Ziehdiagramm ist man in der Lage, von einer Scheibe 197 mm Ø 118 mm Ø zu ziehen. Zweckmäßig ist es in diesem Falle, den Durchmesser von 152 mm zu wählen, um dann zur Ziehoperation für Halbkugel zu gelangen. Da auf Grund weiterer Ablesung das Ziehdiagramm von 152 mm auf 115 mm Ø hinweist, so ist die geringere Abweichung mit 110 mm Ø zulässig. 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 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 Profils. Um die Werkzeugkosten möglichst niedrig zu halten, können Ziehringe und Profilverstärker aus Gußeisen angefertigt werden, dagegen die Fertigstanze nicht.

Pos. 2.

Zulässig von 226 mm Scheibe ist 160 mm Ø zu ziehen und 165 mm Ø wird wegen Konturvorschrift gezogen. Durch Einsetzung des ersten

Faltenhalters zieht man auf 125 mm \varnothing und des zweiten Faltenhalters statt auf 95 mm \varnothing laut Diagramm, auf 90 mm \varnothing (siehe Anwendung im Gebilde). Hierauf erfolgt Fertigstanzung der Taillenkontur mit gleichzeitigem Hochzug für den 170 mm \varnothing . Den Rand von 170 mm

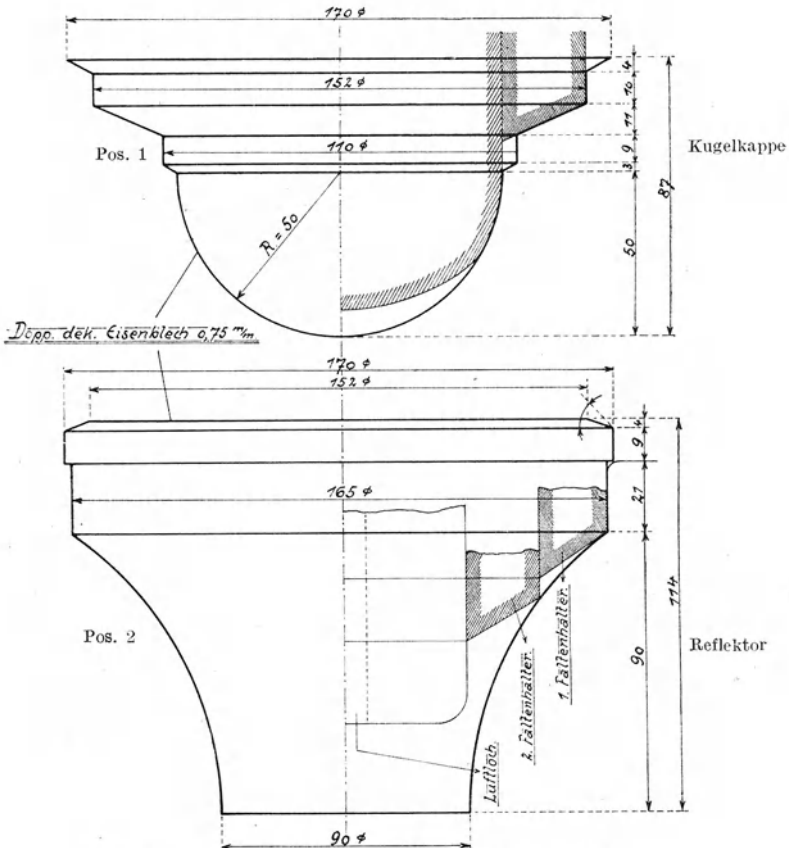


Abb. 13. Hohlkörper mit geschweiften Profilen.

nach innen auf 152 mm einzukippen, kann man durch Rollensieckung oder mittels Stanzung erreichen, d. h. im letzten Falle erst in 45 Gradstellung und dann in vorgeschriebener Gradstellung des Randes. Der Druck des Stempels hat dann vom kleinen Ansatz des 170 mm-Zylinders zu geschehen.

Beispiel VI.

Es ist eine rechteckige Aluminiumkappe, deren Seitenwände 0,75 mm und Bodenstärke 1 mm stark, ferner 86 mm hoch, 48 mm breit und 65 mm lang sein sollen, herzustellen. In zweiter Ausführung soll

die Kappe aber auch mit gleichmäßiger Wand- und Bodenstärke angefertigt werden. Die Innenabmessungen $48 \text{ mm} \cdot 65 \text{ mm} \cdot 86 \text{ mm}$ müssen bei einer Toleranz von $\pm 0,05 \text{ mm}$ eingehalten werden. Wie ist die Abwicklung der Kappe und welche Stufung der Operation ist vorzunehmen, um diese scharfkantig anzufertigen?

Lösung: Wie bereits in Abb. 3 dargestellt, kommt auch hier die Normalkonstruktion für rechteckige Profile zur Anwendung. In Abb. 14 ist die Abwicklung der Kappe das eine Mal mit ausziehender Gefäßwand, das andere Mal bei gleichbleibender Wandstärke veranschaulicht.

Um genau die Kontur der Scheibe zu bestimmen, ist aus der Differenz der Boden- und Wandstärke, die um 25% dünner ist als der Boden, zu folgern, daß die Höhe der Kappe, um 86 mm zu erreichen, auf $86 - (86 \cdot 0,4) = \sim 52 \text{ mm}$ verkleinert werden muß, weil durch die Schwächung des Gefäßmantels von 1 mm auf 0,75 mm die Kappenhöhe sich von 52 mm auf 86 mm verlängert. Unter diesem Gesichtswinkel die Konstruktion vorgenommen, ergibt sich ein Gebilde für die Abwicklung, siehe Pos. 1 und analog bei gleichbleibender Wandstärke Pos. 2. Bevor zur Feststellung der Ziehoperation geschritten wird, ist es notwendig, auf die Härtebeschaffenheit des Materials hinzuweisen. 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 auf Grund praktischer Versuche nur die Hälfte der Beanspruchung des Materials gegenüber runder Profile ergeben. Die Auswirkung der Härte in der Rundung kann daher nur so erklärt werden, daß die auftretenden Spannungen nach den Flächen hin sich allmählich verlaufen.

Die Festlegung der Operationsgänge für rechteckige Profile geschieht in der Weise, indem man alle vier Ecken aneinander reiht, um sich über die Scheibengröße ein Bild zu machen. Aus den Abmessungen Pos. 1 geht hervor, daß hier eine Einziehfläche von 52 mm in Frage kommt, auf Grund dessen die Scheibengröße von 104 mm (\emptyset) zu bemessen ist. Aus dem Ziehdiagramm mit Berücksichtigung der zweifachen kleineren Radiusbestimmung runder Profile kommt folgende Stufung der Operationsgänge zustande. Scheiben $\emptyset 104 \text{ mm}$ gezogen auf 62 mm \emptyset , Radius 31 mm, gewählt $31 : 2 = 15,5 \sim 16 \text{ mm}$; gewählter 16 mm Radius ergibt aber 32 mm Ziehdurchmesser.

Gezogen werden kann von	32 mm \emptyset	auf	$24 : 2 = 12 \text{ mm}$
"	"	"	24 mm \emptyset " $18 : 2 = 9 \text{ mm}$ (8)
"	"	"	18 mm \emptyset " $13 : 2 = 6,5 \text{ mm}$
"	"	"	13 mm \emptyset " $10 : 2 = 5 \text{ mm}$
"	"	"	10 mm \emptyset " $7 : 2 = 3,5 \text{ mm}$ (2,5)

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

Wie man sich bei runden Profilen in der Stufung der Operationsgänge Abweichungen vom Ziehdiagramm gestattet, so sind auch hier

in Pos. 1 Korrekturen vorgenommen, die aus der Erwägung von geringfügigen Maßänderungen (von 9 mm auf 8 mm und von 3,5 mm auf 2,5 mm) zu einer Veränderung berechtigen, weil dadurch ein

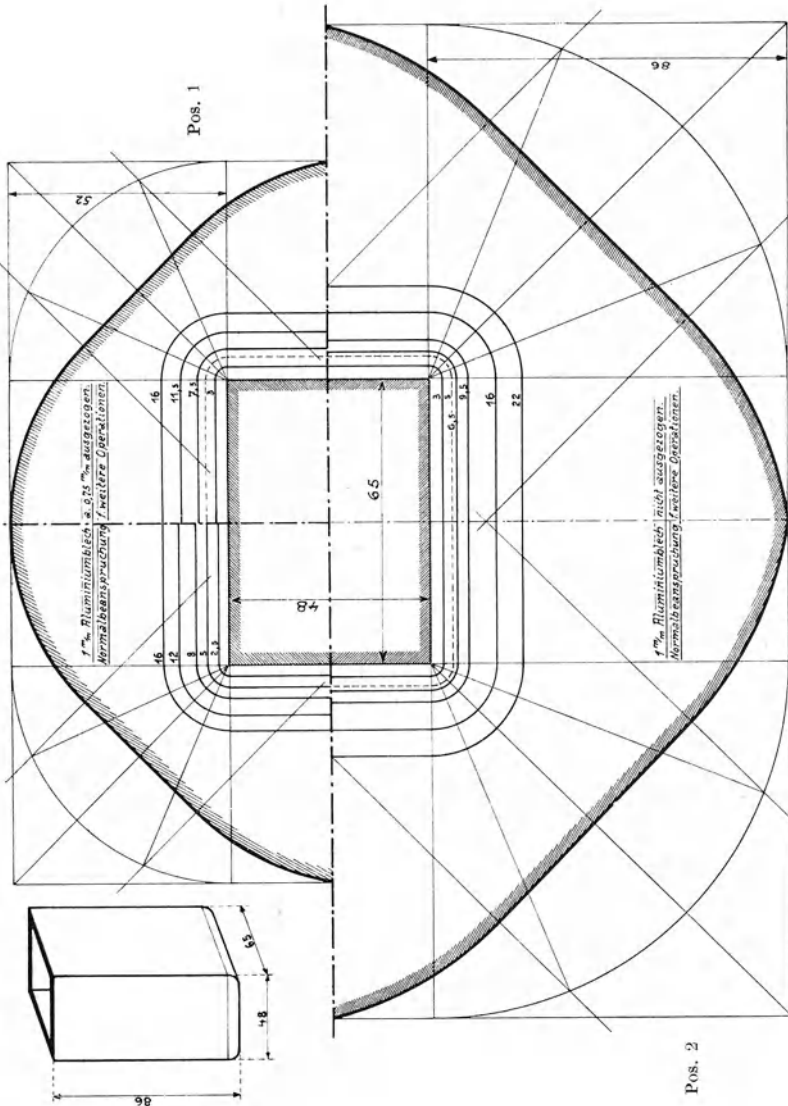


Abb. 14 Zwei Ausführungen eines eckigen Gefäßes aus Aluminium.

Operationsgang (6,5 mm) 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 Seiten-

wände kein großer Wert gelegt wird, so kann durch weitere kleine Maßänderungen, wie in Pos. 1 mit 16 mm, 11,5 mm, 7,5 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 Operationsgänge in Pos. 2 erfolgt. Auch hier kann eine Korrektur, um eine Ziehoperation zu sparen (siehe 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 vermehrt wie Pos. 1, außerdem sind größere und teure Werkzeuge wie erstere erforderlich; bei der Wahl von 1,25 mm Blech aber dagegen nicht.

Die Ziehkantenbestimmung wird unter dem Gesichtspunkte 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 $(D_a - D_i) \cdot 2 = (104 - 16) \cdot 2 = 176$ und bei einer Blechstärke von $\delta = 1$ mm die Notwendigkeit eines Ziehradius von 7,4 mm für den ganzen Ziehring.

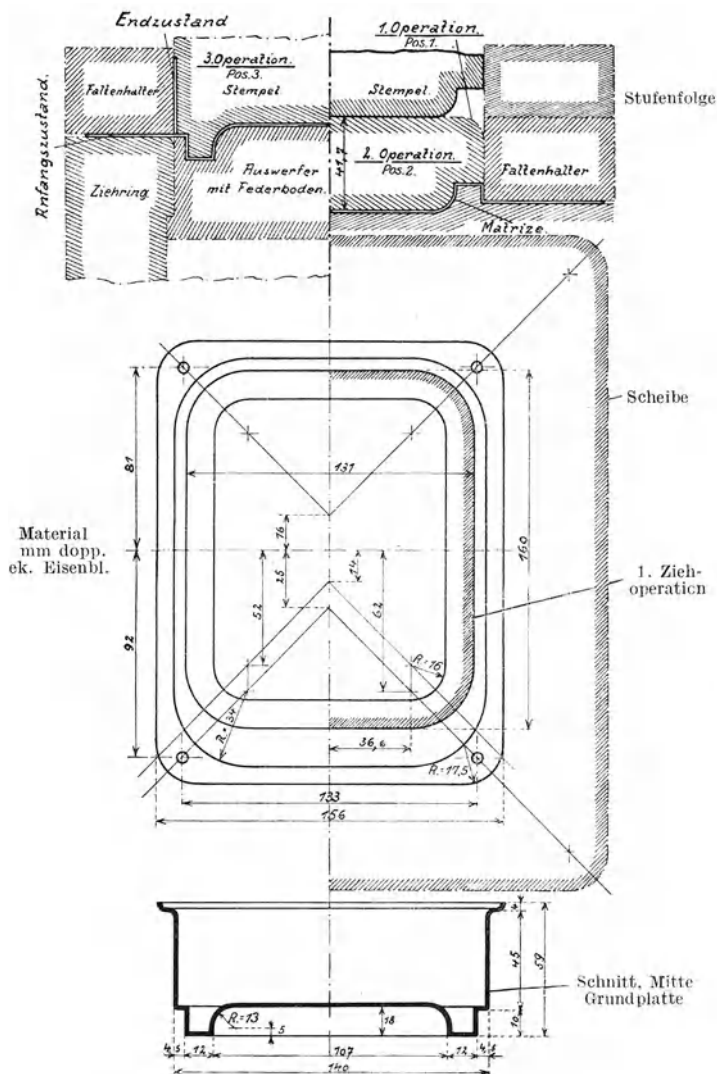
Beispiel VII.

Eine Blechgrundplatte aus 1 mm doppelt dekapiertem Eisenblech nach Abb. 15 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 bei solchen Gebilden der graphischen Darstellung und geschieht in der Weise, daß man die Mittelpunkte der Eckradien durch eine Linie verbindet und diese bis zum Fadenkreuz führt. Durch die exzentrische Lage des einen Eckradius wird man gezwungen, einen zweiten Strahl nach dessen Mittelpunkt zu ziehen, um den Punkt A festzulegen. Trägt man auf diesen gezogenen Linien die festgestellten Masse auf und schlägt am Endpunkt den erforderlichen Radius $17,5 + 4 \text{ mm} = 21,5 \text{ mm}$, so hat man damit die Ecken hinreichend genau genug fixiert; die Verbindungslinie zu den abgerundeten Ecken bilden die äußere Umrahmung der Scheibe.

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

diesem Ziehprozeß erfolgt durch Scharfschlagstanze die Stanzung aller scharfen Ecken. Als zweite Ziehoperation folgt die Eindrückung des Bodens (siehe Pos. 2). Hierbei muß darauf geachtet werden, falls an



den Ecken beim Scharfschlag eine größere Faltenbildung entsteht, daß die Ecken des Ziehstempels soweit abgerundet werden, bis die Faltenbildung gänzlich verschwindet. — Faltenbildung ist gleichbedeutend mit zuviel Materialvorhandensein.

30 Die Entstehung d. modernen Stanzerei u. ihre wirtschaftl. Massenfertigung.

Der letzte Ziehprozeß für den Mantel der Grundplatte ist in Pos. 3 charakterisiert. Das Werkzeug ist für eine Friktionspresse mit Faltenhalter vorgesehen, weil im letzten Moment, wo die richtige

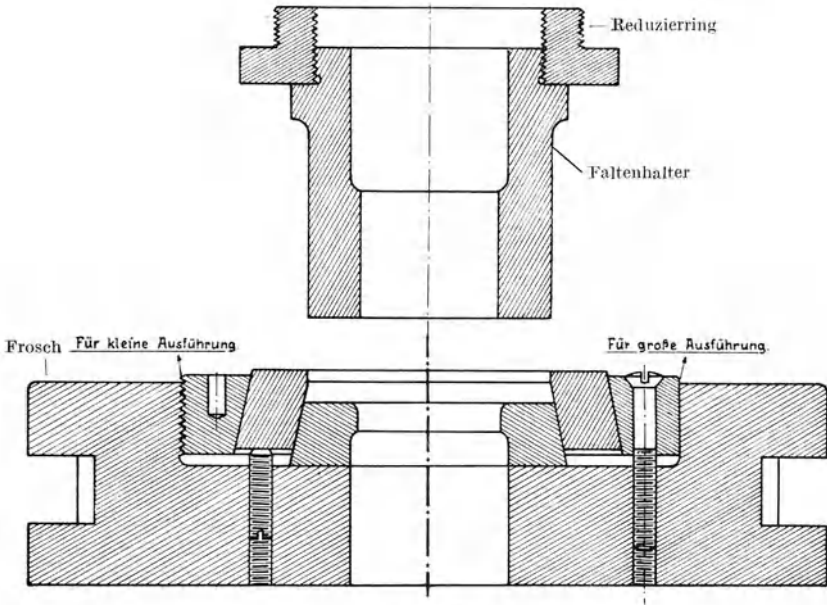
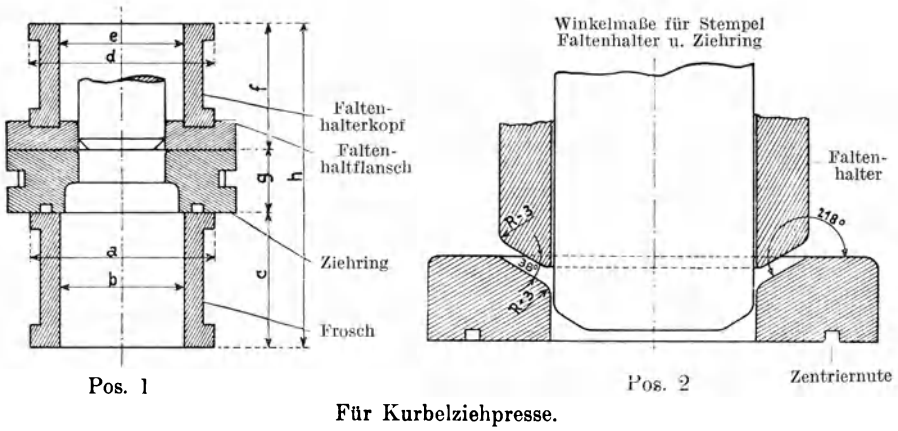


Abb. 16. Normalien für Ziehwerkzeuge.

Höhe des Mantels erreicht ist, noch ein letzter Regulieraufschlag für die ganze Kontur erfolgen soll. Nach dieser Ziehoperation erfolgt der Randabschnitt (Freischnitt) und Kröpfstanzung für den Rand.

Normalien für Ziehwerkzeuge.

Die wirtschaftliche Fertigung einer modernen Stanzerei setzt die Normalisierung ihrer Werkzeuge voraus. Dieses Grundprinzip gipfelt darin, nur einheitliche Werkzeuge zu schaffen, einerseits ein leichtes Einspannen der Werkzeuge zu ermöglichen, andererseits die Bestandteile des kompletten Werkzeuges in größerer Anzahl vorgearbeitet auf Lager zu legen und in Akkord zu vergeben. Abb. 16 zeigt, 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 Vielseitigkeit und Größe 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 präzisere Einspannung zu gewährleisten. Durch diese Anordnung kommen auch einheitliche Abmessungen für Zieh- und Faltenhalterringe in Frage, die ohne weiteres, wie bereits erwähnt, in größeren Mengen 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 doppelt dekapiertem Eisenblech erwiesen.

Pos. 3 zeigt eine komplette Werkzeuggarnitur in zwei Ausführungen für eine kombinierte Schnitt- und Ziehpresse, wobei der Schnitt- und Ziehring, sowie Faltenhalter, der gleichzeitig Schnittstempel ist, nur ausgewechselt werden braucht. Der Unterteil, Frosch genannt, wird auch in normalisierten Größen geführt, die bei kleinen und mittleren Fröschen mit Gewindespannring ausgebildet sind, bei größeren Werkzeugen dagegen die Befestigung des Spannringes mittels versenkter Schrauben geschieht. Den Faltenhalter fertigt man am vorteilhaftesten bei kleinen Ausführungen aus Gußstahl ungehärtet, bei mittleren und großen Werkzeugen aus S. M. Stahl und setzt dafür einen ungehärteten Gußstahlschuh an.

Normalien für Schnittwerkzeuge.

Frei-, Führungs- und Blockschnitt.

Ein besonderes Kapitel der modernen Stanzerei bildet die Anfertigung und Verwendung von Schnittwerkzeugen. Auch hierüber mußte man zwecks wirtschaftlicher Fertigung zur Normalisierung

dieser Werkzeuge schreiten und hat damit sehr gute Resultate erzielt. Zu den Freischnitten gehört in erster Linie der Plattenschnitt, der ein sehr beehrtes und unentbehrliches Werkzeug der Stanzerei ist (siehe Abb. 17). 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 10 verschiedene Rundschnittringe bei gleichen Außendurchmesser in einem Frosch unterbrachte. Den Stempel fertigt man am zweck-

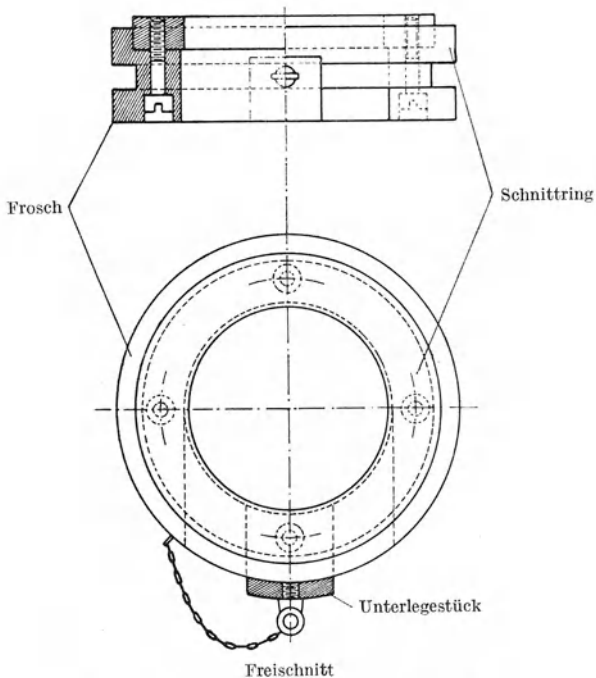


Abb. 17. Normalien für Plattenfreischnitte.

mäßigsten aus S. M. Stahl (ungehärtet) an, weil dadurch die Schnittkante desselben bei ihrer evtl. Verletzung wieder angehämmert und schnittfähig gemacht werden kann. Beide Teile, Stempel und Schnittring, hart zu machen, ist nicht ratsam, da der Verschleiß zu groß und das Werkzeug selbst sehr unwirtschaftlich arbeitet. Der Führungsschnitt, ob mit Vorlocher und Seitenschneider oder ohne, bedarf für die Normalisierung ein besonderes Interesse. Hier können die Schnittkästen ohne weiteres in verschiedenen Größen und Quanten, Stempelköpfe dagegen nur in weniger großen Mengen hergestellt werden. Ein Vorkommen, das überall in Stanzereien anzutreffen ist, bildet die Lockerung der Schnittstempel in Führungs- und Kopfplatte nach kurzem Gebrauch. Dieser Mißstand kann nur zwei Ur-

sachen haben, entweder bewegt sich der Schlitten der Presse nicht in lotrechter Richtung zur Aufspannplatte oder der Stempelzapfen ist nicht im Schwerpunkt der Schnittfläche. Wirken beide Übelstände zugleich, so ist der Werkzeugverbrauch ein sehr großer und verursacht große Unkosten.

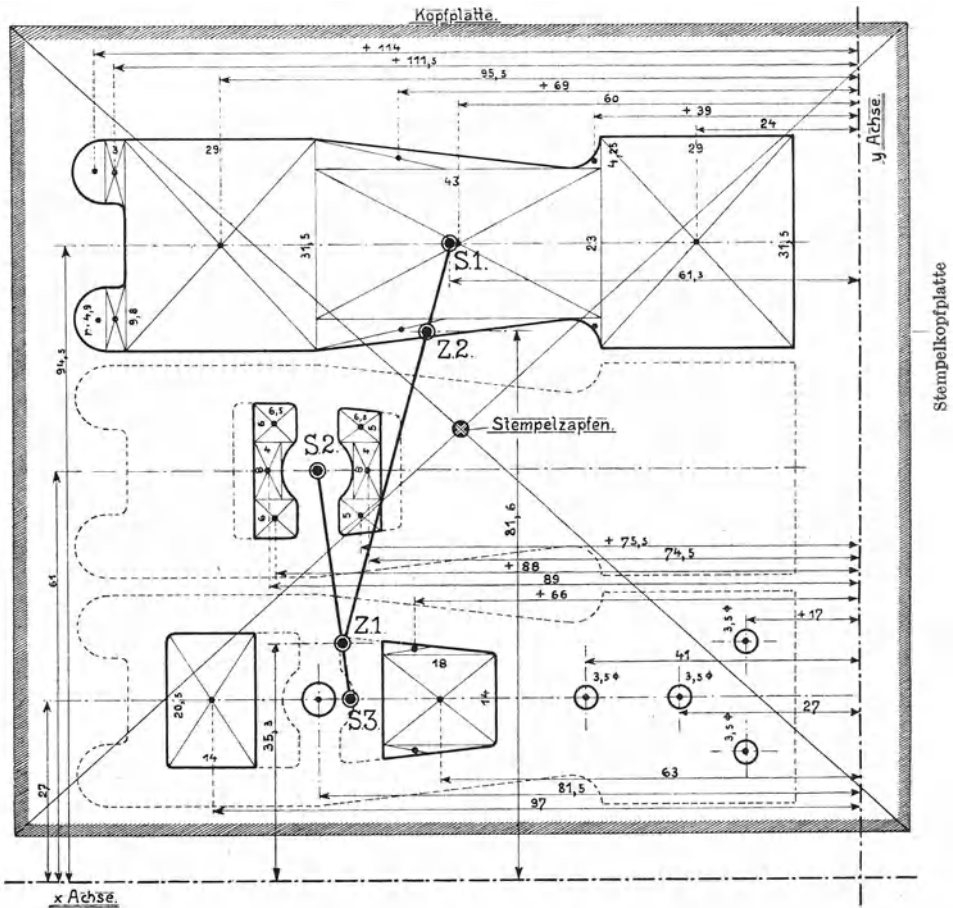
Schwerpunktbestimmung.

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 könnten, wenn an verschiedenen Stellen des Schnittwerkzeuges, wie z. B. an einem Schnitt mit Vorlocher und Seitenschneider oder auch ohne denselben exzentrische Drucke auftreten. Aus diesen Übelständen rekrutieren, wie schon bereits erwähnt, die Lockerungen der Schnittstempel in der Führungs- und Kopfplatte. Die Erklärungen, die über diesen Übelstand gebildet wurden, waren, daß die Presse in ihrer Schlittenführung nicht mehr einwandfrei sein kann und man fand sich mit diesem Argument eben ab. Eine Abhilfe und gleichzeitig den Schnitt, die Lebensdauer noch zu erhöhen, um ganz präzise zu schneiden, suchte man durch Anbringung von Führungssäulen zu beheben, aber ebenfalls ohne den vermuteten Erfolg. Eine Beweisführung dafür nun anzutreten, daß nicht immer die Maschine an dieser Misere schuld ist, sei in folgenden Beispielen dargetan:

Beispiel VIII. Schnitt mit Vorlocher.

Betrachtet man dieses Gebilde Abb. 18, so soll unter den stark ausgezogenen Flächen die Schnittstempel zu verstehen sein, dagegen die Fortsetzungen darüber hinaus die Durchbrüche in der Schnittplatte. Was unter x und y Achse gemeint ist, braucht wohl nicht weiter erst erläutert zu werden, sind die Koordinaten-Achsen, diese können durch die Kanten der Schnittplatte selbst ersetzt werden. Nun muß, um den Schwerpunkt von sämtlichen Schnittflächen zu erhalten, der Schwerpunkt jeder einzelnen Schnittfläche gesucht werden, je genauer dieser Punkt fixiert wird, desto besser für das Werkzeug. Allgemein kommen in den meisten Schnittgebilden symmetrische Konturen vor, so daß durch Ziehen der Mittellinie durch das Schnittgebilde die Rechenoperation zur Bestimmung des Abstandes von der x -Achse gespart werden kann. Jede geschweifte Kontur kann, so der Umstand es erlaubt, in Quadrate, Rechtecke, Dreiecke oder in Halbkreise zergliedert werden, aus denen die beiden ersteren durch Ziehen von Diagonalen im Schnittpunkt beim dritten $\frac{1}{3}$ Dreieckshöhe und beim Halbkreisgebilde $\frac{4 \cdot r}{3 \cdot \pi} = 0,4244 r$ der Schwerpunkt bestimmt ist. Unter Zugrundelegung dieses Gesichtspunktes sind die Gebilde in Abb. 18 zergliedert und die einzelnen Schwerpunkte markiert.

Trägt man die Abstände sämtlicher Schwerpunkte von der y-Achse, ferner in diesem Falle die Abstände der drei Symmetrielinien von der x-Achse maßlich ein, so folgt:



Die mit einem + versehenen Maße sind zweimal zu nehmen, da die Fläche zweimal vorkommt.

Abb. 18. Schwerpunktbestimmung für Schnitt und Vorlocher.

Schwerpunkt „S“ für den großen Ausschnitt

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

Schwerpunkt „S“ für den 2. Vorlocher
 S_2 abgemessen von der y-Achse aus mit $\sim 81,5$ mm
 (hinreichend genau genug)

Schwerpunkt „S“ für den 1. Vorlocher

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

Zur Fixierung der Schwerpunkte von der x-Achse aus dienen die Symmetrielinien als geometrisches Mittel und diese haben die Abstände laut Abmessung:

27 mm für den 1. Vorlocher
 61 " " " 2. " "
 94,5 " " " großen Ausschnitt.

Die Schwerpunkte S_1 und S_2 der Einzelgebilde sind bekannt. Sind F_1 und F_2 ihre Flächeninhalte in qmm ausgedrückt, so ist:

$$F_1 \cdot 27 + F_2 \cdot 61 = Z \cdot (F_1 + F_2) = 634,07 \cdot 27 + 207 \cdot 61 = Z \cdot (634,07 + 207)$$

$$Z_1 = \frac{29746,89}{841,07} = 35,3 \text{ mm}$$

d. h. der Schwerpunkt befindet sich auf der Verbindungslinie $S_1 - S_2$. Verfährt man in gleicher Art weiter, um den Schwerpunkt sämtlicher Schnittflächen zu finden, so folgt:

$$(F_1 + F_2) \cdot Z_1 + F_3 \cdot 94,5 = Z_2 \cdot (F_1 + F_2) + F_3$$

$$(634,07 + 207) \cdot 35,3 + 3030,95 \cdot 94,5 = Z_2 \cdot (634,07 + 207) + 3030,95$$

$$Z_2 = \frac{316114,546}{3872,02} = \sim 81,6 \text{ mm}$$

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. Nach Eintragung des Schwerpunktes für alle Schnittflächen gibt dieser Punkt auf jeden Fall zum Denken Anlaß. Würde nun eine Kopfplatte von ca. 120×135 mm zur Verwendung gelangen, so müßte der in der Mitte befindliche Stempelzapfen an markierter Stelle stehen. Stellt man sich von den Konturen, die bis zum markierten Punkte in Frage kommen, zu einer Schnittlinie zusammen, so ist auf der einen Seite der Platte eine Schnittlänge von $\sim 278,5$ mm, auf der anderen Seite eine von 218 mm vorhanden. Hieraus ergibt sich, falls der Teil aus 1 mm Eisenblech geschnitten werden soll, ein Schnittdruck von:

$$1 \cdot 278,5 \cdot 45 = 12532,5 \text{ kg und } 1 \cdot 218 \cdot 45 = 9810 \text{ kg}$$

wo unter 45 der Schnittdruck für Eisenblech per qmm zu verstehen ist. Zieht man aus beiden Werten die Differenz, so wirkt ein einseitiger Druck von $12532,5 - 9810 = 2722,5$ kg auf Führung und Kopfplatte; dieser exzentrische Druck würde sich bei Verwendung von stärkerem Material noch vergrößern. Die Schädlichkeit für das

Schnittwerkzeug möge hiermit erbracht sein und damit auch die ungleiche Beanspruchung des Pressenschlittens. Für die Dauer eines

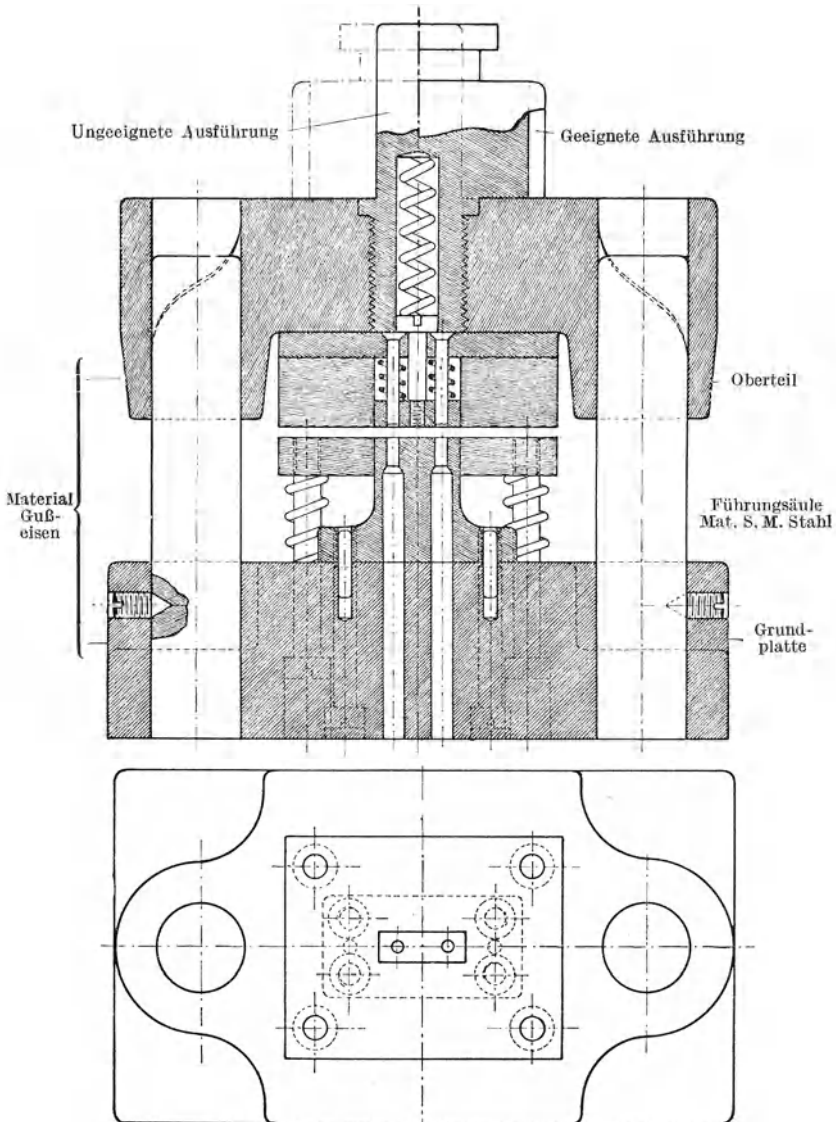


Abb. 19. Blockschnitt.

solchen Zustandes muß sich der Schlitten ohne weiteres ungleich abnutzen und die lotrechte Bahn desselben verändern. Hinzu kommt

wenn der exzentrische Druck, der vom Werkzeug gegen den Stößel wirkt, noch durch die schräge ausgelaufene Schlittenbewegung unterstützt wird, die Lebensdauer des Werkzeuges erheblich verkürzt.

Block oder kombinierter Schnitt.

Dieser Schnitt wird benutzt, wenn es sich um maßlich genaue Teile handelt, die engbegrenzten Toleranzen unterworfen sind. Aus diesem Grunde hat man dem Werkzeug auch extra Führungen gegeben, um irgend eine Abweichung beim Schneiden zu verhindern. In Abb. 19 ist ein solcher Schnitt dargestellt, woraus der Fachmann alles Wünschenswerte ersehen kann. Viele Betriebe geben dem Werkzeug einen zylindrischen Stempelzapfen, andere dagegen machen den Schnitt unabhängig von der Presse und rüsten denselben mit einem Kupplungszapfen aus. Ist das Schnittgebilde symmetrisch wie in diesem Falle, so ist auf jeden Fall der letztere, der zweckmäßige Zapfen, da bei einer weniger gutgeführten Stoßführung trotzdem genaue Teile geschnitten werden können. Kommt, wie aus Abb. 20 zu ersehen ist, ein Schnittgebilde mit ungleichmäßig verteilten Schnittflächen in Frage, so muß auch hier der Schwerpunkt ermittelt werden und dieser ist, wie ersichtlich, rechnerisch durchgeführt. Würde man den Stempelzapfen in der Mitte des Schnittgebildes setzen, so erfolgt bei einer Exzentrizität von 14,16 mm vom Schwerpunkte aus unter Zugrundelegung 1 mm Eisenblech für den Schnittteil ein seitlicher Überdruck von $8572,5 - 7132,5 = 1440$ kg. Diesem Überdruck können die Führungssäulen auf keinen Fall Stand halten und die Lebensdauer des Werkzeuges wird kurz bemessen sein.

Spezialwerkzeuge.

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, kann man nach doppelschnittigen Lochwerkzeugen. 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. Durch diese Art und Weise konnte der Schnittstempel Mitte Innenhülse eingestellt werden und der Schnittvorgang kam von der Mitte nach oben und zurück (erst halbe Exzenterbewegung), wie Mitte nach unten gehende Stoßelbewegung 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 zurückversetzt werden. Bei dem Werkzeug Abb. 21 kann jede Presse, soweit ihr Hub es zuläßt, benutzt werden, um doppelseitige Lochungen auszuführen. Die Eigenart des Werkzeuges besteht darin, daß der eine Schieber vertikal, der andere durch den

beweglichen Daumen des ersteren in horizontaler Richtung (Links-bewegung) 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 und die über den Daumen befindliche Schräge ihn in

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

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

$$S = \frac{319794}{3733,26} = 85,66 \text{ mm.}$$

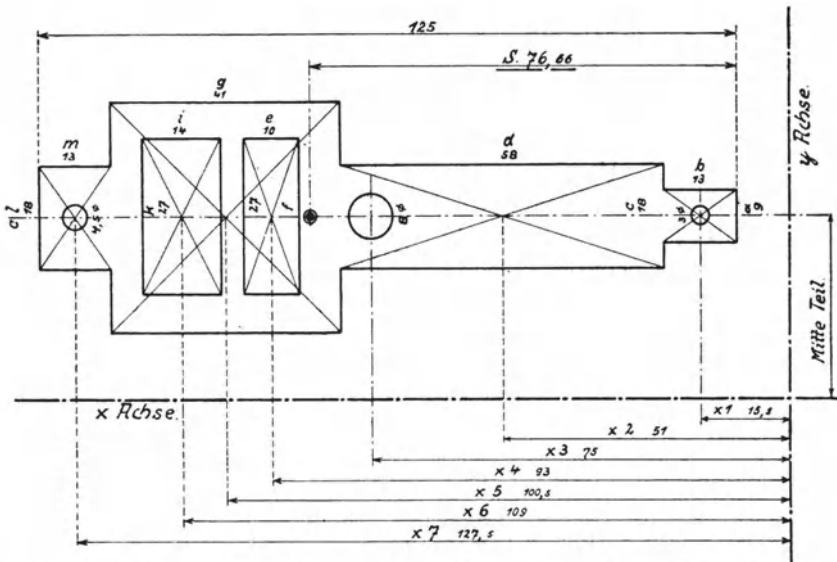


Abb. 20. Schwerpunktbestimmung eines Blockschnittes mit ungleichmäßig verteilten Schnittflächen.

die Mittelstellung zurückführt. Die Schnittplatten sind in Backenform ausgebildet, sind rechts und links vom beweglichen Schnittstempel angeordnet; beim Stumpfwerden der Schnittbacken sind diese deshalb nachschleifbar.

Wenigen wird es bekannt sein, daß an Friktionspressen geschnitten und gezogen werden kann. Aus diesem Grunde habe ich ein Motiv gewählt, bei dem das Vorgesagte zutrifft und in Abb. 22 als kombinierte Schnitt- und Prägestanze gezeigt wird. Mit diesem Werk-

zeugtyp werden Konturringen hergestellt, die maßlich innen und außen beschnitten sowie fertig gestanzt herauskommen. Die Arbeitsweise des Werkzeuges geht so vor sich, indem man eine Blechscheibe mit Loch zuschneidet und diese über den Führungszapfen des Ausstoßers legt. Die in Frage kommende Friktionspresse setzt ihren Falten-

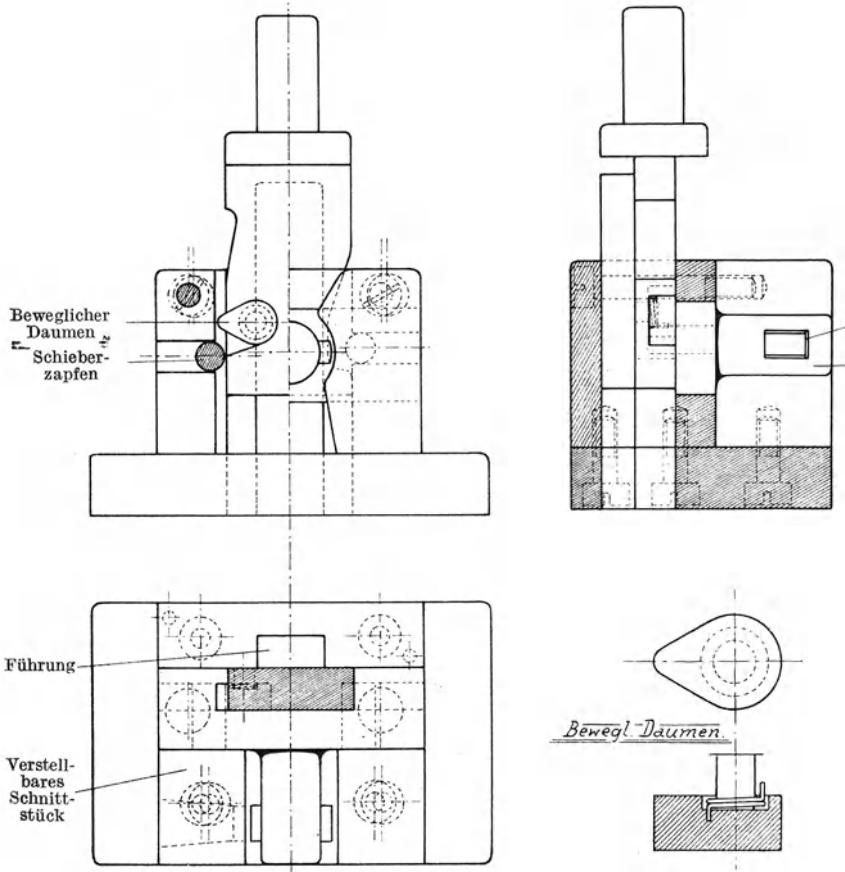


Abb. 21. Doppeltschnittiges Lochwerkzeug.

halter auf den Rand der Scheibe, der dann nachfolgende Stößel zieht bis zu einer bestimmten Tiefe die Kontur des Ringes vor, schneidet den äußeren Rand sowie den Boden aus, zieht aus dem ausgeschnittenen Boden des Ringes ein Stäbchen 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 im

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.

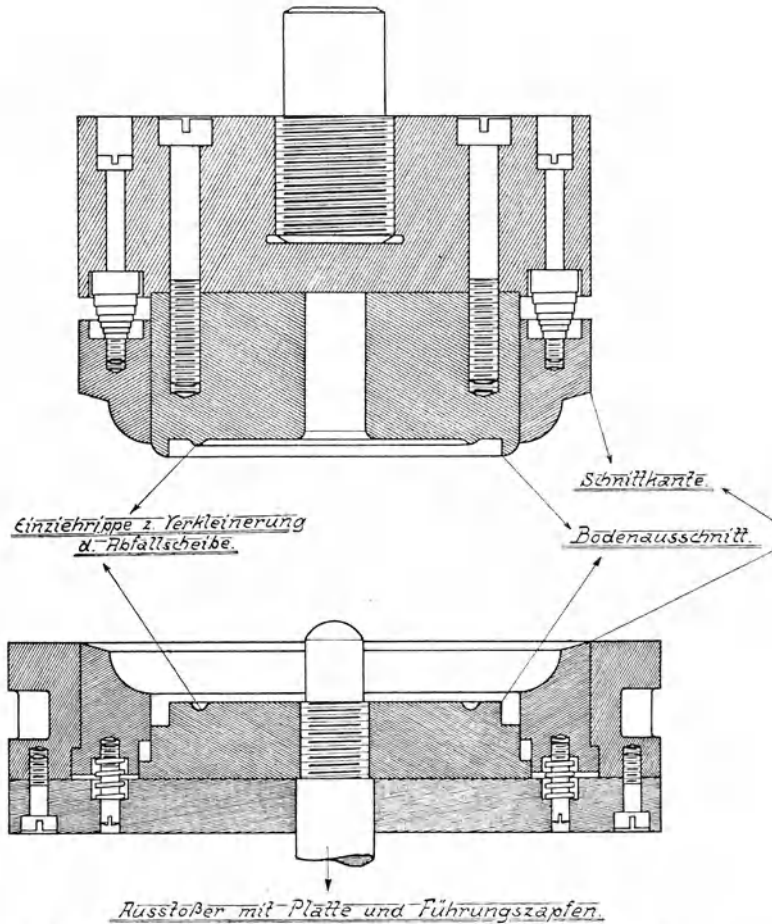


Abb. 22. Kombinierte Schnitt- und Prägestanze für Friktionspresse mit Faltenhalter.

In Ermangelung einer Schnitt- und Ziehpresse ist es möglich, durch das in Abb. 23 dargestellte kombinierte Ziehwerkzeug Hülsen von Streifenmaterial mit einer gewöhnlichen Exzenterpresse herzustellen. Der Schnittstempel, wie ersichtlich, ist gleichzeitig als Zieherring ausgebildet, worin der Auswerfer für die gezogene Hülse sich befindet. In dem Schnitttring ist der sogenannte Faltenhalter untergebracht, der bei dünnem Material durch Spiralfedern oder bei stärkerem Blech über 0,5 mm durch abgestimmte Stifte mit Gummi-

buffer statt der Spiralfedern nach oben gedrückt wird. Es empfiehlt sich hier, den Schnittring gut hart, dagegen den Schnittstempel nur halbhart zu machen, da sonst, wenn beide Schnittkanten (Ring und

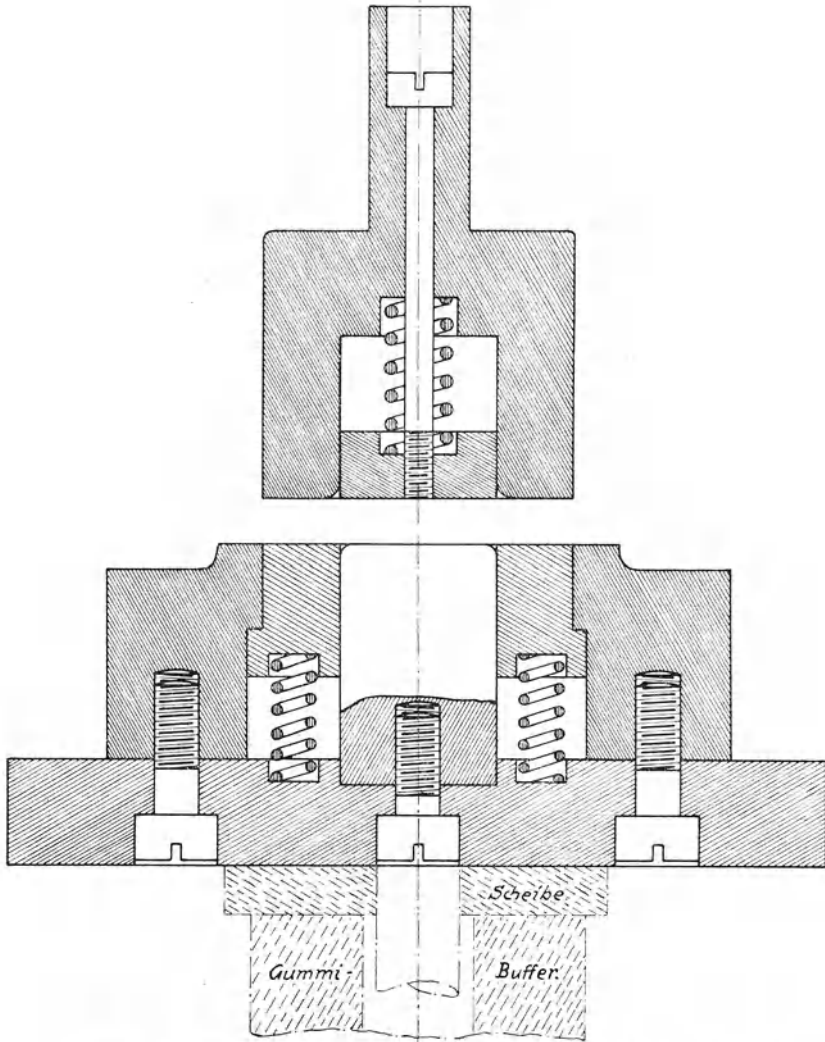


Abb. 23. Kombiniertes Schnitt- und Ziehwerkzeug für einfach wirkende Ziehpressen.

Stempel) 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.

Der Maschinenpark.

Von dem Bestand der Pressen sowie Aufstellung der verschiedenen Maschinenarten hängt die wirtschaftliche Fertigung der Teile ab, und deshalb sieht die moderne Stanzerei darauf, die herzustellenden Teile mit einer zweckentsprechenden, wirtschaftlich arbeitenden Maschine herzustellen. Ferner ist das Bestreben, Pressen zu benutzen, die auch bei geringerer Anzahl der Teile wirtschaftlich arbeiten müssen und gibt infolgedessen universell gebauten Maschinen den Vorzug.

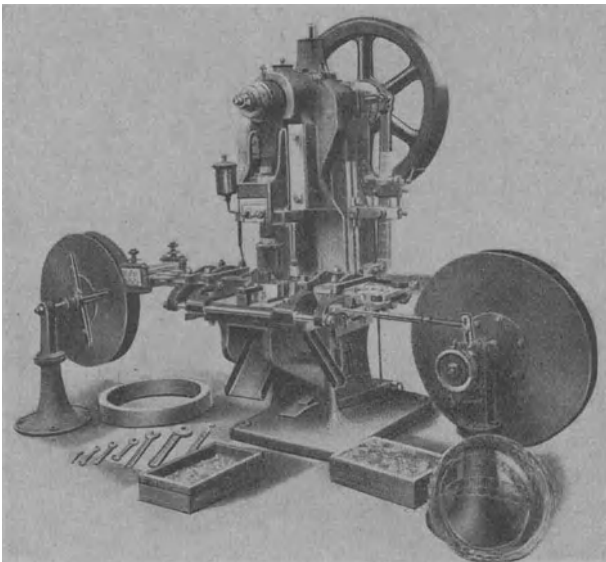


Abb. 24. Exzenterpresse mit Greiferzuführung.

Wie weit die Grenze gezogen werden kann, um möglichst 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. 24 ist eine Presse mit Greiferzuführung veranschaulicht, bei der Band- sowie Streifenmaterial ohne Schwierigkeiten verwendet werden kann. Der Vorzug hierbei ist noch der, daß die Presse bis zum Streifenende ununterbrochen arbeitet, eine Person zwei Maschinen bedienen kann und dadurch ca. 50% an Arbeitslöhnen erspart. Ferner dürfte in einer einigermaßen wirtschaftlich arbeitenden Stanzerei keine kombinierte Schnitt- und Ziehpresse fehlen, denn solche Maschine kann

so ergiebig ausgenutzt werden, daß sie in kurzer Zeit sich auch amortisiert hat. Kleine Hülsen z. B. können drei- oder fünffach mit einmal geschnitten oder gezogen, der Streifen- bzw. das Bandmaterial,

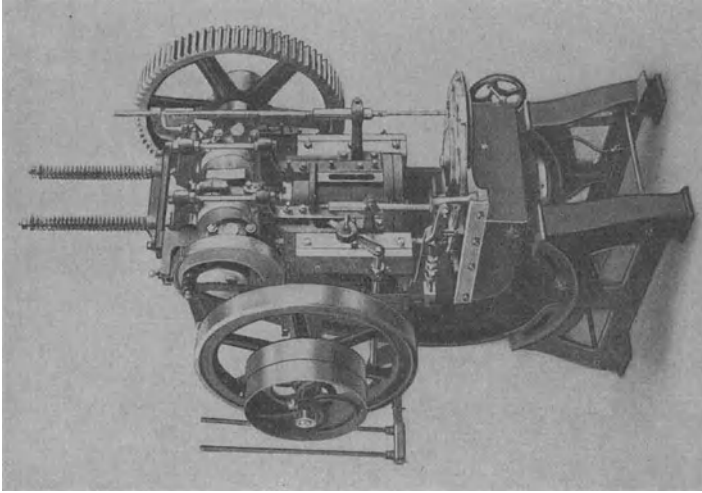


Abb. 26. Kombinierte Schnitt- und Ziehpresse mit Revolverteller.

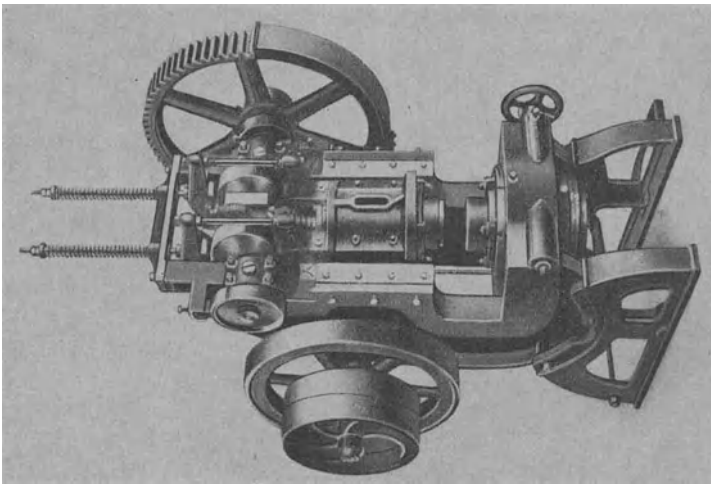


Abb. 25. Kombinierte Schnitt- und Ziehpresse.

wenn erforderlich, auch automatisch betätigt werden (siehe Abb. 25). Die gleiche Presse, Abb. 26, erhält man auch mit Revolverteller, so daß Hülsen, die weitere Ziehoperationen durchzumachen haben, insbesondere solche, bei denen laut Ziehdiagramm große Unterschiede

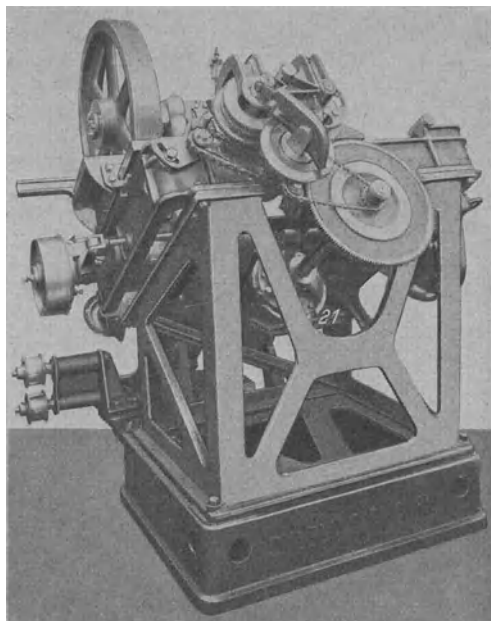


Abb. 27. Zick-Zackpresse. 1. Ansicht.

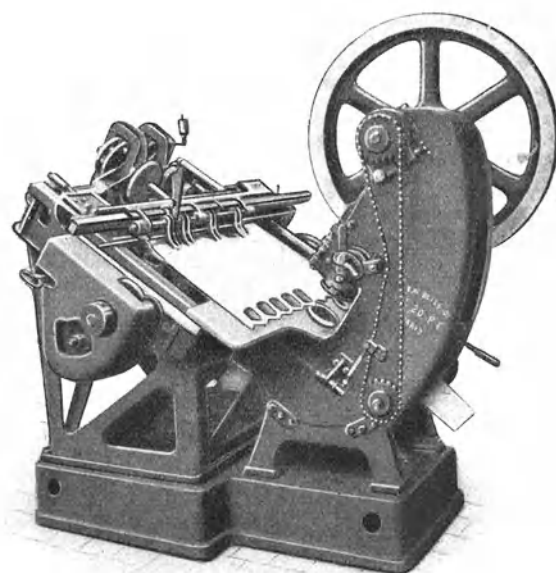
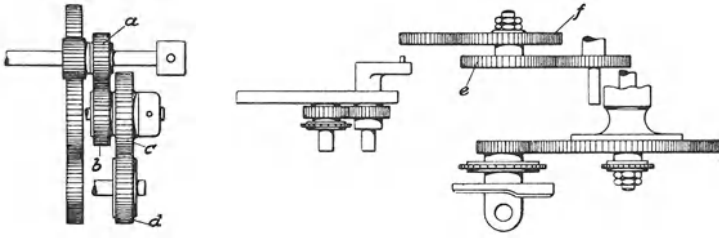


Abb. 28. Zick-Zackpresse. 2. Ansicht.



Scheib.-Ø	a	b	c	d	e	f	Maßtafel	Stück 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 · 6 · 9	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	56	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. 29. Zahnradsätze für Zick-Zackpresse.

von einer zur anderen Operation vorhanden sind, mit Faltenhalter halbautomatisch weitergezogen werden können. Eine besonders vervollkommnete Schnitt- und Ziehpresse ist die sogenannte „Zick-Zackpresse“, in Abb. 27 und Abb. 28 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, indem man zunächst das Blech mittels vier federnder Greifer am Schaltschlitten festklemmt,

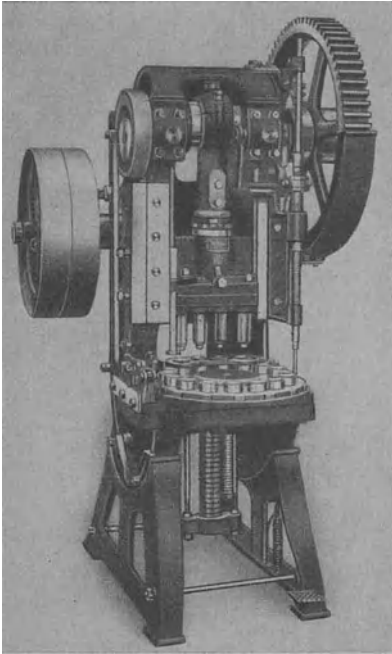


Abb. 30. Revolverpresse mit 4 Ziehstempeln.

dann durch Einschalten der Einrückstange die Mechanismen zum Arbeiten freigibt. Der Schlitten führt in einer durch die Wechselräder bestimmten, genauen Teilung das Blech zum kombinierten Werkzeug, dieses schneidet eine Reihe fertig, alsdann schaltet die Maschine



Abb. 30a. Stufenfolge eines Stanzteils, das hintereinander fertig gestellt wird.

automatisch die zweite Reihe für das Zwischenschneiden um, transportiert in genau der gleichen Teilung zurück; hierbei treten bis zur vollständigen Verarbeitung der Maßtafel die beiden seitlich vom Werkzeug angebrachten Abfallzerschneider in Tätigkeit. Nach Beendigung des zuletzt geschnittenen und gezogenen Teils wird der Transportschlitten automatisch in die Anfangsstellung zurückgeführt, wobei die Maschine zum Ruhestand selbsttätig ausrückt. Um die Zeit, während die Maschine arbeitet, gut auszunutzen, konnte eine Arbeiterin, die diese Presse bediente, eine zweite gleichen Typs ebenfalls bedienen. Aus ökonomischen Gründen die Maschine recht oft zu gebrauchen, habe ich Radsätze in Form einer Tabelle aufgestellt, die es ermöglichen, Scheiben von 45 mm bis 75 mm \varnothing bei minimalem Materialverbrauch

schneiden und ziehen zu können (siehe Abb. 29). Mit der Topfform ist in den meisten Fällen der Teil noch nicht fertig, und hängt die Anzahl der Voroperationen von den Schweifungen der Fertigung ab. Ist die Jahresproduktion eine hohe, oder handelt es sich um häufig im Jahr wiederkehrende Teile, so liegt die wirtschaftliche Herstellung in der Benutzung einer Revolverpresse. Die Abb. 30 zeigt eine derartige Maschine, woraus alles Wünschenswerte ersichtlich ist. Nun kann die wirtschaftliche Fertigung der Teile bis zur äußersten Grenze noch gesteigert werden und zwar so, indem man an der Maschine einen automatischen Zuführungsapparat für die Teile anbringt; es entsteht auf diese Art ein Vollautomat, und eine Person kann 4—6 Maschinen mühelos bedienen.

Pflege und Registrierung der Werkzeuge.

Alle vorhandenen Werkzeuge bedürfen einer besonderen Wartung und sind aus diesem Grunde an einem Ort (die Werkzeugausgabe) im gebrauchsfähigen Zustande untergebracht und registriert. Die Registrierung geschieht in Gruppennummern, woraus die Art des Werkzeuges charakterisiert ist. Eine praktische Numerierung der Werkzeuge sei als Beispiel durch folgende Aufstellung gegeben:

Freischnitte/Rundschnitte von	1 bis	1000	
Führungsschnitte „	1001	„	2000
Locher „	2001	„	3000
Stanzen „	3001	„	4000 (Operationen mit a, b etc. bezeichnen)
Ziehwerkzeuge „	4001	„	5000.

Die Aushändigung der Werkzeuge geschieht nur gegen Hinterlegung einer Werkzeugmarke des Einrichters für je ein Werkzeug, und ist dieser für die nicht sorgfältige Behandlung desselben verantwortlich. Der Verwalter der Werkzeugausgabe führt über jedes Werkzeug eine Karteikarte, die nach Zeichnungsnummern und evtl. Position geordnet ist und hat die Pflicht, auf der Rückseite der Karte seine Vermerke zu machen, welche Reparaturen erforderlich sind, um die Werkzeuge in den Ursprungszustand zu versetzen. Zu seinen Obliegenheiten gehört es ebenfalls, den Betrag der verursachten Kosten der Werkzeugreparatur, die schriftlich vom Werkzeugbau zu melden sind, mit Datum auf die Karte zu setzen, damit ein Überblick über die Reparaturkosten gewährleistet wird (siehe Schema der Karteikarte). Häufen sich die Reparaturkosten in kurzen Zeitabständen, so hat der Verwalter auch hier die Pflicht, Meldung an die Betriebsleitung zu machen, worauf eine genaue Untersuchung des Werkzeuges erfolgt. Kommen größere Mengen von Schnittteilen in Betracht, so bestimmt man aus dem Jahresbedarf die erforderlichen Parallelwerkzeuge. Die Wahl, wieviel derartige Werkzeuge bei einer Jahresproduktion herzustellen sind, kann aus folgenden Unterlagen annähernd festgelegt werden. Ein Durchschnittswerkzeug, wenn das Blech nicht gar zu

zunderhaltig ist, hält ca. 3—5000 Stück, auch manchmal darüber, aus und kann daher mit einer 15maligen Schärfung (Ausbrechung der Schnittkanten nicht mit einbegriffen) die durchschnittliche Lebensdauer des Werkzeuges gerechnet werden. Um bei kombinierten Werkzeugen, insbesondere mit komplizierten Konturen, wobei dieselben aus mehreren Teilen zusammengesetzt sind, nicht über zwei

Werkzeug-Karteikarte.

Zehg. S. 320

Vorderseite.

Datum	Stück	Gegenstand	Nr.	Datum	Stück	Gegenstand	Nr.
26. 8. 20	1	<i>Führungsschnitt</i>	981	20. 8. 20	1	<i>Stanze 1 Op.</i>	3001 a
26. 8. 20	1	" "	981a	22. 8. 20	1	" 2 "	3002 b
1. 9. 20	1	<i>Locher</i>	2001	22. 8. 20	1	" 3 "	3002 c
6. 9. 20	1	"	2502				

Rückseite.

Datum	Stück	Gegenstand	Nr.	Grund der Reparatur	Betrag
2. 2. 21	1	<i>Führungsschnitt</i>	981 a	<i>Schnittplatte ausgebr.</i>	320.—
13. 6. 21	1	<i>Locher</i>	2001	<i>Stempel neu</i>	286.—
22. 7. 21	1	<i>Stanze</i>	3002 c	<i>Kontur nacharbeiten</i>	600.—

Sa. 1206.—

Stück in der Werkzeugausgabe zu haben, läßt man das Werkzeug aus gutem Schnellschnittstahl anfertigen, und sind dadurch Schnittleistungen von 25—40 000 Stück und darüber erreicht worden.

Glüherei, Metallbrennerei und Beizerei.

Hand in Hand mit der Stanzerei arbeitet die Glüherei, Metallbrennerei und Beizerei, die die Teile so vorbereitet, daß sie für die

weiteren Operationsgänge zieh- und stanzfähig sind. Es würde zu weit führen, die einzelnen Details zu behandeln, nur möchte ich besonders darauf hinweisen, daß bei der Metallbrennerei und Beizerei die Abwässer besser ausgenutzt werden könnten, als es bisher in den Betrieben geschieht. Läßt man nämlich die säure- und kupferhaltigen Abwässer, ehe sie zur Kalkgrube für Säurevernichtung gelangen, über Eisenspäne fließen, so wird an den Eisenspänen das Kupfer niedergeschlagen, und es bildet sich schwefelsaures Kupfer (Kupferschlamm). Diese fast mühelose Gewinnung eines Kupferproduktes war schon in der Vorkriegszeit ertragreich, geschweige bei jetziger Zeit, wo die Betriebe erst recht aus wirtschaftlichen Gründen darauf sehen müßten, diese Gewinnung sich zu eigen zu machen.

Organisation.

So gut ein Betrieb mit neuzeitlichen Maschinen auch eingerichtet sein mag, letzten Endes hängt seine Wirtschaftlichkeit von der Betriebsorganisation ab. Vor- und Nachkalkulation vor allen Dingen müssen stets genaue Kalkulationswerte bringen, und das Büro für Arbeitsunterweisungen und Zeitstudien-Aufnahmen muß dem Betrieb derartige Erleichterungen schaffen, damit die Wirtschaftlichkeit bis auf das Höchste gewährleistet ist.

Hilfsbuch für Metalltechniker. Einführung in die neuzeitliche Metall- und Legierungskunde, erprobte Arbeitsverfahren und Vorschriften für die Werkstätten der Metalltechniker, Oberflächenveredelungsarbeiten und andere nebst wissenschaftlichen Erläuterungen. Von Chemiker **Georg Buchner**. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 14 Textabbildungen. Erscheint im Februar 1923.

Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung. Von Professor **Fr. W. Hülle** in Dortmund. In zwei Bänden. Erster Band: **Der Bau der Werkzeugmaschinen.** Vierte, vermehrte Auflage. Mit 360 Textabbildungen. Erscheint im Februar 1923. Zweiter Band: **Die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen.** Dritte, vermehrte Auflage. Mit 395 Textabbildungen. 1922. GZ. 3,6.

Die Werkzeugmaschinen, ihre neuzeitliche Durchbildung für wirtschaftliche Metallbearbeitung. Ein Lehrbuch. Von Professor **Fr. W. Hülle**, Dortmund. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 1020 Abbildungen im Text und auf Textblättern, sowie 15 Tafeln. Unveränderter Neudruck. In Vorbereitung.

Handbuch der Fräsertei. 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. Erscheint im März 1923.

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. 1922. GZ. 3,6; gebunden GZ. 6.

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. 1919. Gebunden GZ. 5.

Lehrgang der Härtetechnik. Von Dipl.-Ing. **Johann Schiefer**, Studienrat an den Staatl. Verein. Maschinenbauschulen und den Kursen für Härtetechnik an der Gewerbeförderungsanstalt für die Rheinprovinz und **E. Grün**, Fachlehrer der Kurse für Härtetechnik an der Gewerbeförderungsanstalt für die Rheinprovinz. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 192 Textfiguren. 1921. GZ. 4,8; gebunden GZ. 6,5.

Die Grundzahlen (GZ.) entsprechen den ungefähren Vorkriegspreisen und ergeben mit dem jeweiligen Entwertungsfaktor (Umrechnungsschlüssel) vervielfacht den Verkaufspreis. Über den zur Zeit geltenden Umrechnungsschlüssel geben alle Buchhandlungen sowie der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Schmieden und Pressen. Von **P. H. Schweißguth**, Direktor der Tep-
litzer Eisenwerke. Mit 236 Textabbildungen. 1923. GZ. 3.

Die Bearbeitung von Maschinenteilen nebst Tafel zur graphischen
Bestimmung der Arbeitszeit. Von **E. Hoeltje** in Hagen i. W. Zweite,
erweiterte Auflage. Mit 349 Textfiguren und einer Tafel. 1920. GZ. 4,5.

Werkstattbücher. Für Betriebsbeamte, Vor- und Facharbeiter. Heraus-
gegeben von **Eugen Simon**, Berlin.

Heft 1. Gewindeschneiden. Von Oberingenieur **Otto Müller**. Mit
151 Textfiguren. 7.—12. Tausend. 1922.

Heft 2. Meßtechnik. Von Betriebsingenieur Privatdozent Dr. **Max
Kurrein**, Berlin. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 166 Textfiguren.
In Vorbereitung.

Heft 3. Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten. Von
Ingenieur **Hans Frangenheim**. Mit 105 Textfiguren. 7.—12. Tausend.
1922.

Heft 4. Wechselräderberechnung für Drehbänke unter Be-
rücksichtigung der schwierigen Steigungen. Von Betriebsdirektor
Georg Knappe. Mit 13 Textfiguren und 6 Zahlentafeln. 1921.

Heft 5. Das Schleifen der Metalle. Von Dr.-Ing. **Bertold Bux-
baum**. Mit 71 Textfiguren. 1921.

Heft 6. Teilkopfarbeiten. Von Dr.-Ing. **W. Poekrandt**. Mit 23 Text-
figuren. 1921.

Heft 7. Härten und Vergüten. Teil I: Stahl und sein Verhalten.
Von Dipl.-Ing. **Eugen Simon**. Zweite Auflage. Mit 60 Figuren
im Text. Erscheint Ende Februar 1923.

Heft 8. Härten und Vergüten. Teil II: Die Praxis der Warm-
behandlung. Von Dipl.-Ing. **Eugen Simon**. Zweite, verbesserte
Auflage. Mit etwa 91 Figuren und 10 Zahlentafeln im Text.
Erscheint im Frühjahr 1923.

Heft 9. Rezepte für die Werkstatt. Von **Hugo Krause**, Ing.-
Chemiker. 1922.

Heft 10. Kupolofenbetrieb. Von **Carl Irresberger**. Mit 63 Figuren
und 5 Zahlentafeln im Text. 1922.

Heft 11. Freiformschmiede. Von **P. H. Schweißguth**. Erster Teil:
Technologie des Schmiedens. — Rohstoff der Schmiede. Mit 225 Text-
figuren. 1922.

Heft 12. Freiformschmiede. Von **P. H. Schweißguth**. Zweiter
Teil: Einrichtungen und Werkzeuge der Schmiede. Mit 128 Text-
figuren. 1922.

Heft 13. Die neueren Schweißverfahren. Von Dr.-Ing. **Paul
Schimpke**, Professor an der Staatlichen Gewerbeakademie, Chemnitz.
Mit 60 Figuren und 2 Zahlentafeln im Text. 1922.

Die Grundzahl jedes Heftes beträgt 1.

*Die Grundzahlen (GZ.) entsprechen den ungefähren Vorkriegspreisen und ergeben mit dem
jeweiligen Entwertungsfaktor (Umrechnungsschlüssel) vervielfacht den Verkaufspreis. Über
den zur Zeit geltenden Umrechnungsschlüssel geben alle Buchhandlungen sowie der Verlag
bereitwilligst Auskunft.*