

Praktische Stanzerie

Ein Buch für Betrieb und Büro
mit Aufgaben und Lösungen

Zweiter Band

Ziehen, Hohlstanzen, Pressen
Automatische Zuführungs-Vorrichtungen

Von

Eugen Kaczmarek

Oberingenieur

Mit 163 Textabbildungen



Berlin
Springer-Verlag
1942

ISBN-13:978-3-642-47203-9
DOI: 10.1007/978-3-642-47548-1

e-ISBN-13:978-3-642-47548-1

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright 1942 by Springer-Verlag OHG. in Berlin.
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1942**

Vorwort.

Der Grundgedanke dieses Buches ist, dem in der Praxis Stehenden eine möglichst umfassende Darstellung des Gesamtgebietes der neuzeitlichen Stanzereitechnik in knapper Form zu geben. War diese Technik früher fast ausschließlich nur auf Erfahrungen gegründet, wobei alle mit neuen Aufgaben eintretenden Schwierigkeiten durch immer wiederholte Versuche überwunden werden mußten, so hat die Entwicklung des letzten Jahrzehntes eine große wissenschaftliche Auswertung und Vertiefung gebracht, deren Ergebnisse heute die Grundlagen der Stanzereitechnik bilden. Im neuzeitlichen Betrieb wird jetzt mehr als früher sachgemäß berechnet, die Arbeitsverfahren werden planmäßig festgelegt und genormte Werkzeuge verwendet. Auch die Werkstoffkenntnis ist ein besonders wichtiger Faktor geworden.

Lange Erfahrung sowie zahlreiche Vorschläge aus Wissenschaft und Praxis haben mich veranlaßt, das behandelte Gebiet nach besonderen Gesichtspunkten abzugrenzen und den Stoff in zwei Teilen zu behandeln, um dabei den schon erreichten Fortschritten und der nach wie vor notwendigen Leistungssteigerung besser Rechnung tragen zu können.

Der erste Band behandelt das Schneiden und Stanzen von Flachteilen, die dazu erforderlichen Werkzeuge und Maschinen, zahlreiche Fertigungsbeispiele nach weniger bekannten Verfahren und einen technischen Nachschlageteil, der gerade dem Praktiker den Gebrauch des Buches und die rasche Beantwortung der auftretenden Fragen erleichtern soll.

Der Aufbau des zweiten Bandes entspricht dem des ersten; hier werden das Ziehen, Hohlstanzen, Pressen sowie die selbsttätigen Zuführungsvorrichtungen zur Automatisierung der Maschinen eingehend behandelt. Auch diesen Band beschließt wieder ein eigener technischer Nachschlageteil.

Der Zweck des Buches wäre erfüllt, wenn es dazu beitragen würde, die heute besonders notwendige Intensivierung der Arbeitsverfahren, die vollkommene Beherrschung des Werkstoffes und der gerade jetzt herantretenden vielfältigen Aufgaben zu fördern. Alle Anregungen und Hinweise aus der Fachwelt werde ich besonders begrüßen.

Berlin, im Oktober 1941.

E. Kaczmarek.

Inhaltsverzeichnis.

A. Einleitung.	Seite
Allgemeines über die Vorbedingungen im Ziehen von Hohlteilen	1
Werkstoffprüfung und -lagerung	1
Vorgang im Umformen der Scheibe zum Topf für metallische und nichtmetallische Werkstoffe	4
B. Hilfsmittel und Richtlinien in der Ziehtechnik.	
Scheibenermittlung für runde gleichwandige und ungleichwandige Hohlteile	9
Ermittlung der Scheibenform für eckige Hohlteile.	9
Richtlinien und Zusechnittsermittlung der Formscheibe für eckige Hohlteile	9
Vier Beispiele für die Ermittlung der Halbmesser R	10
Konstruktion der Scheibenform mit Scheibengegenüberstellungen	11
Ermittlung der Halbmesser zum Ziehen von Profilscheiben	18
Ziehbeanspruchung für metallische und nichtmetallische Werkstoffe	20
Aufbau des Ziehriingsatzes	22
Halbmesser der Ziehkante und Ziehspalt	23
Ausführung der Ziehkante für Metall	23
Niederhalter für ersten Zug bei starrer und elastischer Scheibenfesthaltung	24
Geeignete Schmiermittel und ihre Wirkung	25
Arbeitsleistungen im Ziehen	25
Richtlinien zur Herstellung von Hohlteilen	25
Ziehen nach Ziehstufendiagramm	26
Ziehen mit Ziehriingsatz	26
Anwendung der Ziehkante für den ersten Zug	26
Anwendung des Stufenziehens	26
Anwendung von Rückstoßzügen	27
Stufung im Streckziehen	27
Ziehen von keglichen Teilen	27
Ziehen von halbkugligen Teilen	27
Formgestaltung von bauchigen Teilen	28
Stabilisieren von Hohlteilwänden	28
Ziehen von eckigen Hohlteilen	28
Gewinderollen von Hohlteilen	28
Ziehstufenanwendung bei gegebenen Teilen	28
C. Bauteile der Ziehwerkzeuge.	
Erläuterungen für den Aufbau	55
Ziehringe nach AWF 5920	55
Einspannfrösche nach AWF 5910	56
Abstreifer für Züge nach AWF 5921	56
Auswerfer	56
Niederhalterköpfe nach AWF 5923	56
Niederhalterringe	56
Niederhalter für gestufte Züge nach AWF 5924	57
Züge ohne Niederhalter.	
Einfacher Zug ohne Niederhalter	57
Rückstoßzug für Zylinder	57
Rückstoßzug für konischen Mantel	58
Rückstoßzug mit Stanzenaufschlag	58

	Seite
Bodenrückstoßzug für anliegendem Doppelmantel	58
Bodenrückstoßzug für abstehendem Doppelmantel	59
Züge mit Niederhaltern.	
Zug mit Niederhalterplatte in Schnittkastenform	59
Zug mit federndem Niederhalter, Teil nach oben ziehend	60
Zug mit oberem Luftdruckniederhalter, Hohlteil nach unten ziehend	60
Zug mit Niederhalter, zwangsläufig oder elastisch zu steuern	62
Universelle Verwendung von Stufenzugniederhaltern	62
Verbundwerkzeuge.	
Schnittzug mit Federniederhalter für einfach wirkende Presse	63
Dreifach wirkender Schnittzug für einfach wirkende Presse	63
Schnittzug für doppelt wirkende Pressen	64
Dreifach wirkender Schnittzug für doppelwirkende Presse	65
Zugschnitt für doppelwirkende Presse	65
Zugschnitt für Sterngriff	66
Schnittzugschnitt	67
Bauchungszug mit Fullhilfsmittel	67
Vorrichtung für das Sicken	68
Doppelwirkender Rückstoßzug	68
D. Stanzen für Hohlteile.	
Erläuterungen für den Aufbau	69
Einfach wirkende Stanzen.	
Rohrwinkelstanze für einen Winkel	69
Rohrwinkelstanze für zwei Winkel	70
Formstanze für Nietkopf	70
Formstanze für Halbkugelform	70
Rückstoßzugstanze	71
Randrollstanze	71
Bördelstanze mit beweglichem Gegenhalter	72
Doppelt wirkende Stanzen.	
Hydraulische Bauchstanze	73
Schnittzugstanze	73
Schnittzugstanze für Reflektor	74
Schnittrollstanze	74
Stanzzug für eckige Grundplatte	75
Stanzzug für Schreibzeug	76
Verbundstreifen.	
Verbundstreifen für Lötösen	76
Verbundstreifen für Dosenöffner	77
Verbundstreifen für Stufennäpfchen	77
E. Preßspritzenverfahren.	
Behandlung des Preßspritzenvorganges	79
F. Das Warm-Kaltpressen.	
Erläuterungen über Werkzeuge, Preßteile und Arbeitsweisen	84
Froschgesenk	86
Vollgesenk	87
Traversengesenk	87
Gesenk mit geteilten Gesenkdruckflächen	88
G. Aufgaben und Lösungen.	
Aufgabe 1: Ziehbeanspruchung für metallische Werkstoffe	89
Aufgabe 2: Einen Klinskörper nach Toleranzmaßen herstellen	90
Aufgabe 3: Auf dem Streckziehwege Eisenhülsen herstellen	91
Aufgabe 4: Doppelhülse mit auf Teilmitte gezogenen Boden herstellen	93

	Seite
Aufgabe 5: Festlegung der Profilscheibe und Fertigungsgang für ein viereckiges Hohlteil	95
Aufgabe 6: Werkzeuge, Werkstoffbedarf und Zeitdauer eines dreieckigen Hohlteils festlegen	97
Aufgabe 7: Geeignetes Werkzeug für sich ändernde Mutter und Preßling vorsehen	104
Aufgabe 8: Festlegung des Aluminiumpreßlings und Angabe der Genkherstellung	105
Aufgabe 9: Für T-Formteil, Warmpreßdruck, Werkstoffverbrauch vorausbestimmen	106
H. Höchstleistungen mit Stanzereimaschinen.	
Betriebliche Übersicht	108
Verarbeitung gestapelter Teile	108
Zuführungsvorrichtungen	109
Zuführungsvorrichtung mit Bürstenrotor	109
Zuführungsvorrichtung mit Gleitbahnaufnahmen	110
Zuführungsvorrichtung mit Gleichrichtung im Zuführungskanal	111
Zuführungsvorrichtung mit Schöpfschnecke	112
Zuführungsvorrichtung mit Schaukeltopf	114
J. Anwendung von Zuführungsmittel und Vorrichtungen.	
Der Gebrauch von Zuführungskanälen	115
Zuführungsvorrichtung an Revolverpressen	115
Umwandlung eines Halb- in einen Vollautomaten	115
Zuführungsvorrichtung an der Abstechmaschine	116
Zuführungsvorrichtung für Beschneidemaschine	118
Halb- und Vollautomat für Hülsenvernietung	118
Gewindedrückautomat für Kreisbogengewinde	120
Pressenfolge für Serienfertigung	121
Zickzackautomat für Tafelverarbeitung	121
Blankglühofen mit fahrbarer Beschickung	124
Hülsenbeizautomat	125
K. Technischer Nachschlageteil (TN).	
Gleichungen für die Ziehpraxis	126
Ziehkantenhalbmesser für hohe Blechbeanspruchung	127
Einspannfrösche (Einspannplatten) und Ziehringe aus Stahl	128
Ziehringsatz	128
Ziehringe aus Hartmetall	129
Abstreifer für Züge	131
Niederhalterköpfe und -ringe für den ersten Zug	132
Niederhalterköpfe und -einsätze für Stufenzüge	133
Diagramme.	
Für Blechprüfung nach Erichsen	134
Für Einfluß des Blechhalterdruckes auf Oberflächendehnung	135
Für Ziehstufen normaler Bleche	136
Für Ziehstufen Wippla-Metall, Tiefziehblech	137
Für Ziehstufen Ziehblech, Kupferblech, Zinkblech	137
Für Ziehkanten	138
Für Ziehstufen eckiger Hohlteile	139
Maxima-Diagramm	139
Nomogramme für Formscheiben eckiger Hohlteile	140
Verschiedenes.	
Für das Ziehen nichtmetallischer Werkstoffe	143
Im Ziehen erprobte Schmiermittel	143
Formmaße Lasema	144
Formeltafel für eckige Hohlteile	145
Gestufte Manteldicken für Streckzüge	146
Gleichungen und Umformungen für Hohlteile	147

A. Einleitung.

Allgemeines über die Vorbedingungen im Ziehen von Hohlteilen.

Das Ziehen von Hohlteilen setzt eine gute Kenntnis der Werkstoffeigenschaften voraus. Nicht immer liegen günstige Eigenschaften vor, die zum Werkstoff erwünscht sind, z. B. große Zerreißfestigkeit, Weichheit, Dehnbarkeit. Man wird deshalb gezwungen, sich den Werkstoffverhltnissen werkzeugtechnisch anzupassen. Man darf den Werkstoff nur nach seinen technologischen Eigenschaften beanspruchen, weil sich bei jeder Überbeanspruchung der Arbeitsausschuß vergrößert. Besonders sollte man sich davor hüten, große Blechbeanspruchungen von einem Werkstoff auf einen anderen blindlings zu übertragen.

Werkstoffprüfung und -lagerung.

Im folgenden werden Prüfmethoden behandelt, wie sie in wirtschaftlich arbeitenden feinmechanischen Betrieben vorkommen und ihren Zweck erfüllen. Vorausgeschickt wird dabei, daß die Werkstoffprüfungen nur in dem Umfange vorzunehmen sind, wie das zur Herstellung der Erzeugnisse erforderlich ist.

In wenigen Fllen werden auch chemische Prüfverfahren bei Werkstoffen durchgeführt, um z. B. bei Stahlbestellungen die gegebenen Prozentsätze an Kohlenstoff, Mangan, Phosphor und Schwefel festzustellen, um damit Seigerungen durch Phosphid- und Sulphidbildung im Eisen zu hindern. Größerer Phosphorgehalt macht die Bleche spröde, ist aber wiederum erwünscht, wenn Schweiteile in Frage kommen. Der Kupfergehalt schwankt etwa von 0,1 % bis 0,25 % und gilt als Schutzmittel gegen Korrosion. Aber auch die Prüfung von Blechbezgen fällt in das Gebiet der chemischen Untersuchung, wenn nämlich festzustellen ist, wie hoch die Auflage sowie ihr Anhaften ist, und welchen Einfluß Wasser, Gase u. a. auf die Korrosion haben.

Physikalische Untersuchungen von Werkstoffen beschränken sich in der Regel darauf, Festigkeitseigenschaften zu ermitteln, wobei insbesondere Feinbleche einer besonderen Prüfung für die Stanzerei unterliegen. Sie erstreckt sich zunächst auf den Fall- und Doppelfallversuch nach DIN 1623 mit anschließender Tiefungsprfung nach Erichsen. Bei der Tiefung ist festzustellen, ob bei dieser Beanspruchung des Bleches eine Oberflächenrauheit durch Grobkorngefge auftritt, die für Zieheteile unerwünscht ist. Je feineres Gefgekorn bei größter Tiefung festgestellt wird, desto geeigneter wird das Blech bei seiner Verarbeitung im Ziehproze. Vorteilhaft ist eine Gefgebeurteilung nach der Normalskala von Erichsen, wobei Irrtümer in der Prüfung weitgehendst

vermieden werden können. Vergleichsweise sind die Gefügekor nbilder in die Gruppen: 1 = feinst, 2 = fein, 3 = grob, 4 = sehr grob unterteilt und aneinandergereiht, damit danach das Prüfstück bei Lupenbetrachtung

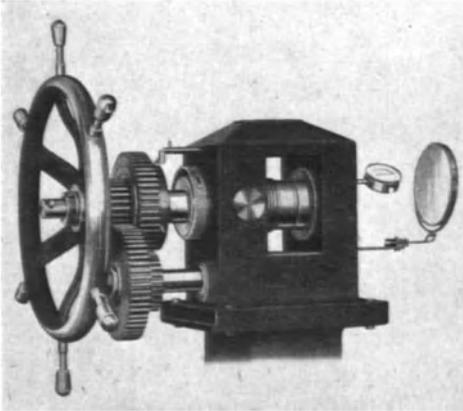


Abb. 1. Tiefungsmaschine (Erichsen).

korngößenmäßig der Skala gegenübergestellt und daraus Rückschlüsse gezogen werden können. Liegt z. B. die zu prüfende Korngröße etwa in der Mitte zwischen 2 (fein) und 3 (grob), dann hat sie eine Bezeichnung $\frac{1}{2}$ fein zu erhalten. Damit keine Bedenken entstehen, ist die Kornskala des Musters nach einem besonderen Prägeverfahren hergestellt, wonach eine Einheitlichkeit ihres Ausfalles in jeder Beziehung gewährleistet ist (s. Abb. 2).

Die Tiefung sowie der Durchmesser für die Bruchlochweitung und -dehnung werden in Millimetergrößen festgestellt. Die Lochweitung

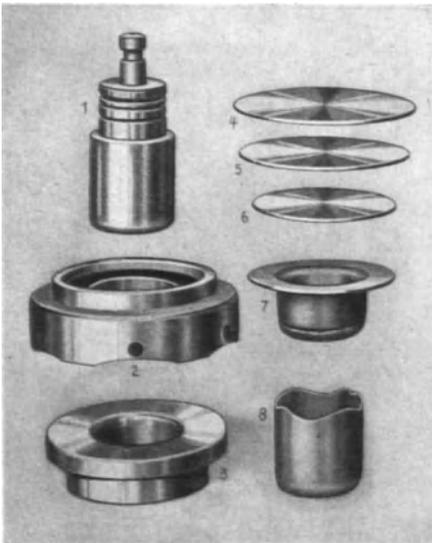


Abb. 1 a.

für 1. Zug mit Niederhalter.

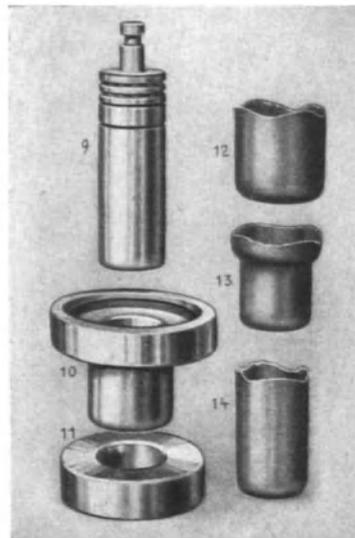


Abb. 1 b.

für Stufenzüge mit Topfhalter.

wird durch den Ziehvorgang so vorgenommen, daß man die Lochscheibe zentral einspannt, sie topfförmig durchzieht, bis der Lochrand anfängt,

Einrisse zu zeigen. Die Aufweitung des Loches ist in Prozenten durch folgende Gleichung auszudrücken:

$$\lambda = \frac{D_a - D_0}{D_0} \cdot 100;$$

hierin bedeuten

- D_a = aufgeweiteter Lochdurchmesser in mm,
- D_0 = ursprünglicher Lochdurchmesser in mm.

An der Aufweitung eines rund ausgeschnittenen Loches ist die Größe der Verformbarkeit des Werkstoffes zu erkennen; je weicher der Werkstoff ist, desto größer ist die Aufweitungsmöglichkeit, bei härterer Beschaffenheit wird sie kleiner.

In Abb. 3 wird ein Ziehprüfwerkzeug veranschaulicht, mit dem Lochaufweitungen vorgenommen werden können; die Abb. 4 bis 5 b zeigen Resultate von solchen Aufweitungen, hieraus ist ersichtlich, inwieweit Dehnungen bei Blechen vorkommen. Außer der Tiefungs- und Lochaufweitungsprüfung kann man auch mit dem Erichsenapparat Abb. 1 Hülsenziehversuche mit anschließendem Kleinerziehen der Hülsendurchmesser vornehmen, bei denen die Niederhalterdrücke während des Zieh-



Abb. 2. Normalkornskala DRP. mit Spezialmikroskop zur Korngrößenbeurteilung.

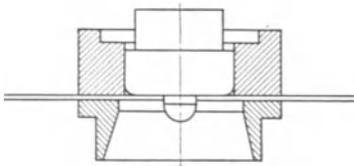


Abb. 3. Ziehwerkzeug.

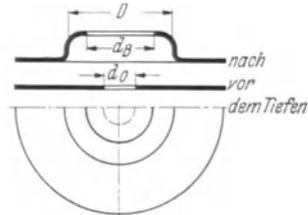


Abb. 4. Anfang und Ende der Tiefung.



Abb. 5. Stanzblech 55%.

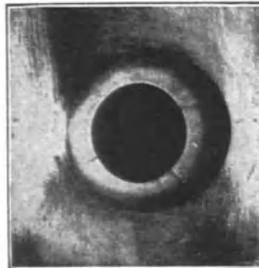


Abb. 5a. Tiefziehband 108%.
Tiefungsergebnisse.



Abb. 5b. V2a-Stahl 151%.

vorganges abgelesen werden können; es ist dies ein Verfahren, das der Herstellung von Teilen am weitgehendsten entspricht. Aus der Abb. 1 a

geht hervor, daß man durch größer werdende Scheibendurchmesser die Beanspruchung des Werkstoffes so weit steigern kann, bis die größte Hülsenhöhe ohne Einrisse erreicht ist. Hält der Werkstoff bei großem Ziehverhältnis $m = \frac{d}{D}$ das Bilden der Hülse aus, dann geschieht anschließend mit dem Werkzeugsatz Abb. 1 b das Kleinerziehen des Teiles ohne Warmbehandlung. Bleibt die Hülse bei dieser Verformung ohne Bruch, so ist dies ein Kennzeichen gut ziehbaren Werkstoffes, zeigen sich jedoch Einrisse, so besitzt er eine schlechtere Beschaffenheit. Im allgemeinen wird die Biegefähigkeit für Feinstbleche bis zu 0,5 mm Dicke festgestellt, es gilt hierfür die Biegezahl in Längs- und Querfaserrichtung sowie das Verhältnis der Biegezahlen zueinander

$$B_v = \frac{\text{Biegezahl in Richtung der Längsfaser}}{\text{Biegezahl in Richtung der Querfaser}} \cdot 100.$$

Sehr verschieden treten die Biegezahlen zu den Blechdicken auf, deshalb können nur gleiche Blechdicken zu Vergleichswerten herangezogen werden. Rückschlüsse läßt jedenfalls das Biegeverhältnis auf Glühung des Bleches zu, weil die Biegezahlen in kreuzweiser Biegebeanspruchung von der Korngefügeanordnung abhängig sind. Je näher man also im Biegeverhältnis der Zahl 100 kommt, desto besser gegläht ist das Blech anzusehen und umgekehrt, je weiter man sich von dieser Zahl entfernt.

Mit dem Beginn der Anlieferung von Blechen wird meistens der Fehler begangen, daß sie auf flache Bohlen abgeladen werden und in dieser Lage längere Zeit verbleiben. Man findet sie verstaubt in Lagerregalen untergebracht, beim Herausziehen werden sie dann durch viele Kratzer beschädigt; das tritt gerade bei weichem Metall und besonders bei Aluminiumblechen auf. Diese Oberflächenbeschädigungen der Bleche verursachen in der Regel größeren Arbeitsauschuß im Ziehen besonders infolge ihrer Kerbwirkungen. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, die Bleche stehend, im Winkel von 60° bis 70°, in Regalen lagern zu lassen und sie beim Herausziehen senkrecht zu halten; das ist eine Maßnahme, die sich zur Erhaltung ihrer Oberflächen sehr gut bewährt hat.

Vorgang im Umformen der Scheibe zum Topf für metallische und nichtmetallische Werkstoffe.

a) **Für metallischen Werkstoff.** Denkt man sich eine Hülse in den ebenen Zustand der Scheibe zurückgeführt, so stellt der innere Teil den Boden der Hülse und der äußere (Kreisring) den Hülsenmantel dar. Bezeichnet man nun die Werkstoffdicke der Hülse, die als Teilmaß auf den Umfang des Hülsenmantels abzutragen ist, mit δ und zieht durch diese Teilpunkte Halbmesser, deren Strecken von Bodenmitte bis zum Rand der Scheibe verlaufen, so kann zwischen je zwei Halbmessern ein Rechteck von δ -Breite und h' -Länge gebildet werden. Diesem Rechteck sind Dreiecke beigeordnet (charakteristische Dreiecke genannt), die bei ihrer Entfernung und durch rechtwinkliges Umbiegen mehrere im Kreisring befindliche Rechtecke sich zu einem geschlossenen Topf formen lassen; der Deutlichkeit wegen in Abb. 6 gezeigt. Zieht man

ferner, um es sich besser klarzumachen, durch a und b Mittellinien und von diesen Punkten aus Parallele, so erkennt man, daß zur Topfbildung die Flächen a , c , d und b , e , f herausgeschnitten werden müssen. In Wirklichkeit muß man sich a bis b gleich der Werkstoffdicke δ denken

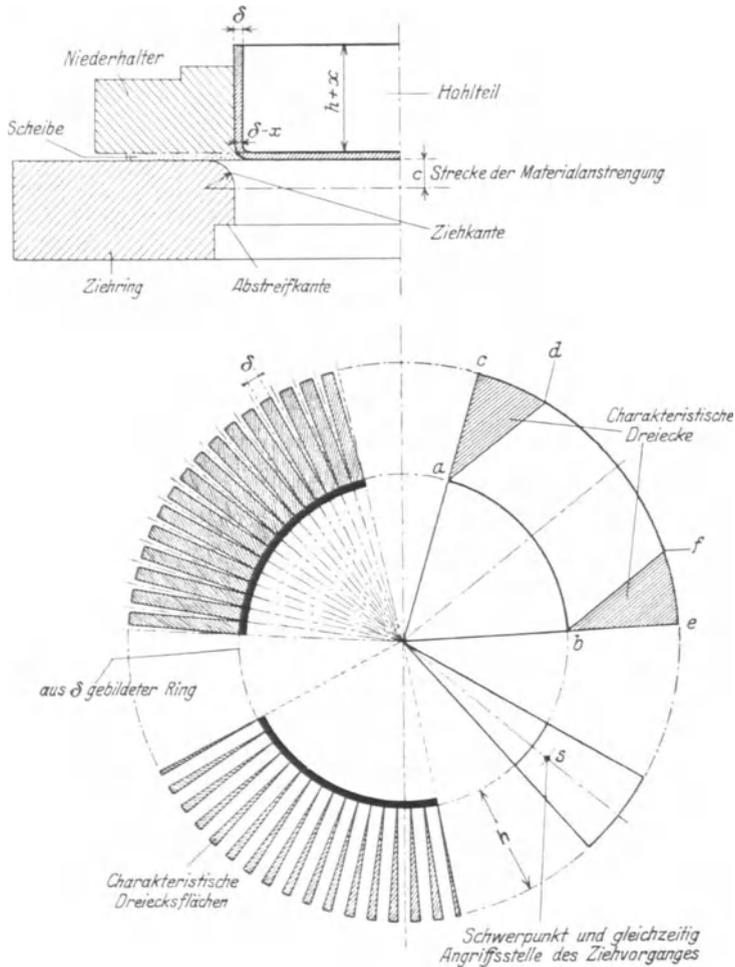


Abb. 6. Schema der Topfbildung.

und kann dann die auszuschneidenden Flächen a , c , d und b , e , f als Dreiecke betrachten, die in der Abbildung als charakteristische Dreiecke bezeichnet sind. Aus der Abb. 6 ist weiter zu ersehen, daß, nachdem der Topf durch das Umbiegen sämtlicher Rechtecke gebildet ist, die charakteristischen Dreiecke übrigbleiben. Diese Flächen werden durch den Ziehvorgang verlagert und verlängern den Hülsenmantel um den Betrag ihrer Inhalte. Die Angriffsstelle für das Ziehmoment liegt beim

Ausgleich der auftretenden Ziehkräfte theoretisch im Schwerpunkt eines jeden Zentriwinkeldreiecks, wo sich eigentlich die Ziehkante für den Ziehring befinden sollte. Bei maximaler Beanspruchung der Blechscheibe geht man aber darüber hinaus, nimmt geringfügige Werkstoffschwächungen in Kauf und verlegt deshalb die Lage der Ziehkante, gegenüber dem Schwerpunktabstand vom Scheibenrand gemessen, um etwa 20 vH näher an die Teilmitte. In der bildlichen Darstellung geht

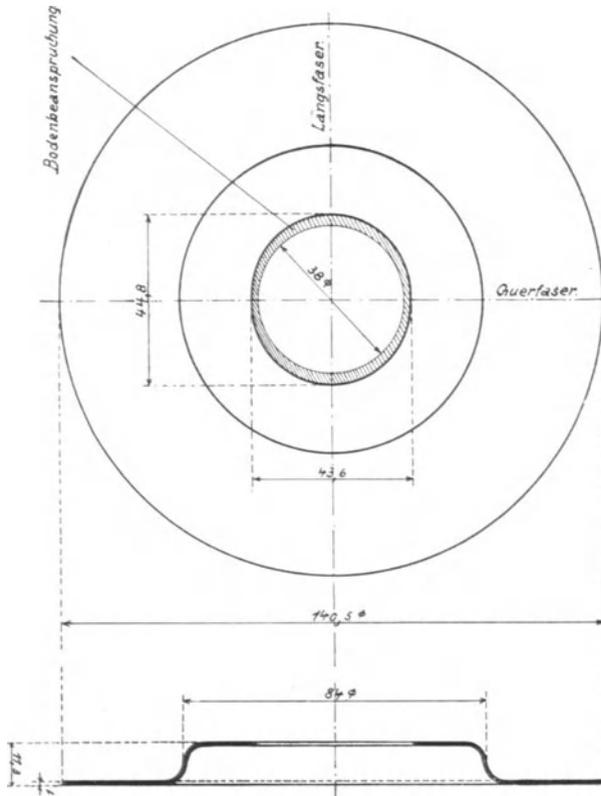


Abb. 7. Lochausweitung beim Ziehvorgang.

deutlich hervor (s. oberes Bild, Andeutung der Strecke c), in welcher Weise die Werkstoffschwächung auftritt. Letztere tritt bei scharfkantigem Ziehstempel, steigendem Ziehverhältnis und Flächenpressung der Scheibe durch den Niederhalter in Erscheinung. Außerdem muß bei großer Scheibeneinziehfläche und steter Verkleinerung derselben eine Randverdickung eintreten, die man durch den Niederhalterdruck zu verhindern sucht. Naturgemäß wird dadurch die Flächenpressung bei der Scheibe vergrößert und das Schwächen des Topfmantels begünstigt. Eine Verbesserung tritt ein, wenn der Niederhalter des ersten Zuges zur Mitte hin eine Vertiefung erhält und der Schwächung des Bleches

von etwa $0,05$ bis $0,1 \cdot \delta$ Rechnung getragen wird. Demnach ergeben sich auch die verschiedenen Manteldicken, die man jeweils bei Ziehteilen vorgefunden hat.

Eine ebenso wichtige Erscheinung ist die durch das Ziehen des Topfes hervorgerufene Bodenschwächung, die gleichfalls vom hohen Niederhalterdruck herkommt; der Beweis hierfür ist die in Abb. 7 vorgezogene Scheibe mit einem Lochdurchmesser von 38 mm. Die Bodenanstrengung wirkt sich in einem unrundern Loch aus und ist auf das Ausziehen der Längs- und Querscher des Bleches zurückzuführen. Bei der Anfertigung

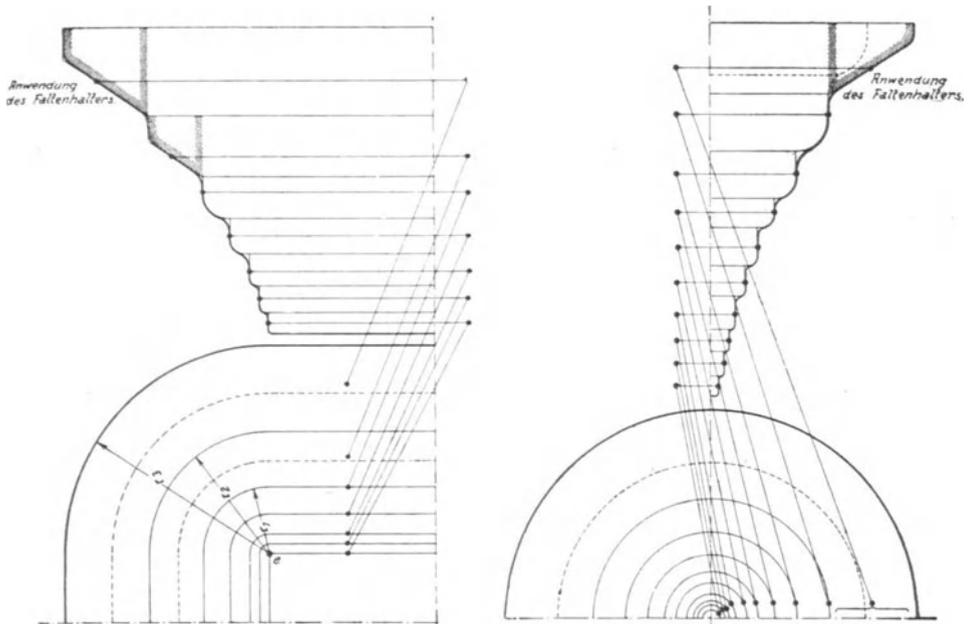


Abb. 8. Ziehstufenbild für Kantenabrundungen bei runden und eckigen Hohlteilen.

runder oder eckiger Ziehteile ist die Größe der Ziehkantenabrundung und die des Ziehstempels so einzurichten, daß die erstere (für ersten Zug) nach dem Ziehkantendiagramm Abb. 145, letztere (für Stufenzüge) nach Abb. 8 festzulegen ist; die Abrundung der Bodenkante hört dort auf, wo das Kleinerziehen des Teildurchmessers beginnt. Die Verkleinerung der Stufenfolge im Durchmesser geschieht entweder nach dem Ziehstufendiagramm Abb. 143 oder nach dem AWF-Ziehungssatz Abb. 135 (s. T. N.). Das Grundsätzliche über die Fortpflanzung der Abrundungen für Durchmesser-Verkleinerungen wird in Abb. 133 veranschaulicht, in der der zentrischen Lage der Teilecke eine besondere Beachtung zukommt, ohne deren Berücksichtigung mit Mißerfolgen im Ziehen gerechnet werden muß.

b) Für nichtmetallischen Werkstoff. Der Vorgang im Umformen von Scheiben aus nichtmetallischem Werkstoff ist ein ganz anderer. Das Wesentliche besteht darin, daß bei der Verformung kein Werkstoff-

fluß eintritt, sondern eine Verflechtung der geleimten Werkstoffasern; die zuerst von der zugeführten Werkzeugwärme bindungslos gemacht werden und darauf sich der Form des Werkzeuges anpassen. — Beim Ziehen verquetschen sie sich faltenähnlich und treten im leimgebundenen Zustande wieder auf. Besonders charakteristisch ist der beim Ziehen von Pappteilen hohe Ziehdruck, der besonders dann auftritt, wenn kein

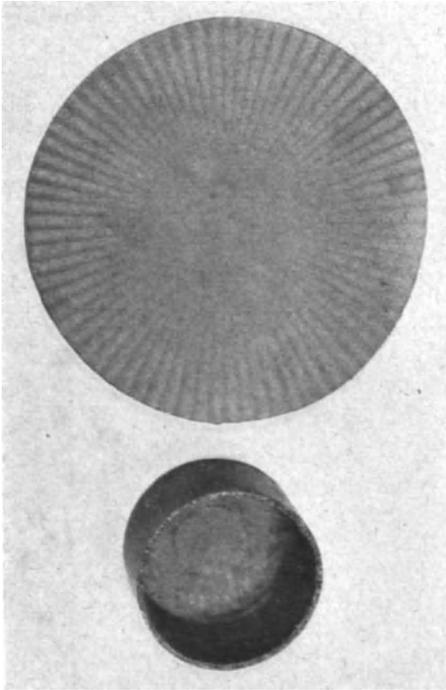


Abb. 9. Pappscheibe und -hülse.

geeignetes Schmiermittel verwendet wird. Daß zum Ziehen von Papphülsen ein hoher Ziehdruck erforderlich ist, liegt an dem Verhalten der Werkstoffteilchen, die sich durch gegenseitige Federung beeinflussen und schwer der zwangläufigen Umformung folgen. Der durch die Trägheit des Werkstoffes hervorgerufene Ziehdruck ist sehr groß und liegt an der nicht fließenwollenden Verformung des Werkstoffes, die keine Topfverkleinerung gestattet. Ein Verfahren, mit Hilfe dessen man 2 mm dicke Pappteile günstig ziehen kann, kommt in Abb. 9 zum Ausdruck. Hierbei wird die Scheibe von 132 mm \varnothing sternartig gestanzt, dann mit dem im „Technischen Nachschlageteil“ angegebenen Schmiermittel zu einem Topf 60 mm \varnothing mit 39 mm Höhe gezogen. Das sonst zulässige Ziehverhältnis, Scheiben- zu

Topfdurchmesser mit 100 : 60 ist hierbei wesentlich überschritten, ohne nennenswerten Arbeitsausschuß hervorzurufen. Ein Beweis, daß keine Werkstoffwanderung bei Pappe eintritt, kann bei der Bestimmung des Scheibendurchmessers an Hand der Gleichung

$$2R = \sqrt{(D^2 + 4 \cdot D \cdot h) \cdot 1,3}$$

nachgewiesen werden. Bei dünnen Pappteilen ist eine Sternstanzung zum Ziehen der Teile nicht erforderlich, nur ist darauf zu achten, daß das Werkzeugunterteil einer konstanten Wärme von etwa 120° ausgesetzt bleibt.

B. Hilfsmittel und Richtlinien in der Ziehtechnik.

Scheibenermittlung für runde gleichwandige und ungleichwandige Hohlteile.

Ein Weg zur Bestimmung der Scheibengröße besteht darin, für gleichwandige Hohlteile ihre Flächen, für ungleichwandige Teile die Rauminhalte festzulegen, woraus erst dann die Scheibendurchmesser ermittelt werden können. Gleichwandige Formhohlteile sind in Einzelabschnitte zu zerlegen, z. B. in Zylinder-, Kegel-, gerade oder gewölbte Flächen, deren summarische Inhalte einer Scheibenfläche entsprechen müssen. Bei ungleichwandigen Hohlteilen ist ebenso vorzugehen nur mit dem Unterschied, daß die einzelnen Rauminhalte ermittelt werden müssen, die man dem Gesamthalt der Scheibe gleichsetzt. Das kann aber auch bei vorhandenem Muster durch Wiegen geschehen, aus dessen

Gewicht die Scheibengröße $D = \sqrt{\frac{4 \cdot G_1}{\delta \cdot \pi \cdot \gamma}}$ zu ermitteln ist. Die zeichnerische Methode für die Bestimmung des Scheibendurchmessers erfolgt mit Hilfe der Guldinschen Regel: Schwerpunktdurchmesser mal π mal Größe der Seitenlänge bis Bodenmitte des Hohlteils; das Produkt hieraus ist dem Inhalt einer Scheibe gleichzusetzen.

Ermittlung der Scheibenform für eckige Hohlteile.

Für die Gestaltung der Scheibenform und Größe ist eine Berechnung des Flächeninhaltes des Hohlteils unerlässlich, dabei ist folgendes zu berücksichtigen:

1. verformbare und nichtverformbare Einzelflächen,
2. scharfkantige und abgerundete Hohlteilkanten,
 - a) bei zueinander gleichen Kantenabrundungen,
 - b) bei zueinander ungleichen Kantenabrundungen,
 - c) bei bedingter Schräge der Bodenkante für Niederhalter (Stufenzug),
3. bei Hohlteilen mit oder ohne Flansch.

Bei eckigen Hohlteilen hat man Unterschiede zwischen Ziehen mit gewölbten und mit geraden Seitenwänden zu machen. Die erste Ziehmethode kommt infolge Beanspruchung der Teilseitenwände mit weniger Arbeitsgängen aus, während beim Ziehen mit geraden Seitenwänden zuweilen ein Arbeitsgang mehr vorgesehen werden muß. Ferner sind die Werkzeugkosten für gewölbtes Ziehen groß; die Zuschnitte klein, während bei geraden Seitenwänden die Werkzeugkosten niedriger und die Zuschnitte größer sind; ersteres zeigt größere Vorteile.

Richtlinien und Zuschnittsermittlung der Formscheibe für eckige Hohlteile.

Allgemeines. Bei der Ermittlung der Zuschnittsform für eckige Hohlteile ist zunächst festzustellen, welche Abrundungen oder Abflachungen

die Kanten besitzen. Die zum Boden senkrecht stehenden Teilecken kann man sich zu einem runden Topf zusammengesetzt denken, aus dessen Abmessungen bei gegebener Gleichung (s. T. N. S. 147) der Scheibendurchmesser $2R$ oder Halbmesser R für den Zuschnitt errechnet werden kann; dieser Wert kann auch aus dem Nomogramm der Abb. 149 abgelesen werden. Nach dieser Feststellung ermittelt man die gestreckten Seitenwandhöhen H_s . In allen Fällen sind scharfe, abgerundete oder abgeflachte Bodenkanten zu berücksichtigen. Je nach der Beschaffenheit der Kantenform kommen verschiedene Gleichungen zur Anwendung. Ferner muß bei der Scheibenkonstruktion das „Klappprinzip“ (Umklappen der flachen Seiten des Hohlteils) oder das „Ausgleichprinzip“ (Vergrößerung des Halbmessers R und die entsprechende Verkleinerung der Seitenwandhöhe H_s) unterschieden werden, damit der Gesamtflächeninhalt des Hohlteils erhalten bleibt. Das Klappprinzip kann angewendet werden, wenn die Breite des Hohlteils abzüglich der Eckenabrundung größer als die Teilhöhe ist. Bei Hohlteilen, deren Höhe größer als die Breite ist, kommt das Ausgleichprinzip in Frage. Die endgültige Form erhält die Scheibe durch ausgleichende Kreisbögen, wie sie in den Konstruktionsbeispielen 1 bis 5 veranschaulicht sind. Sollten die konstruierten Scheiben von den ausprobierten Versuchsscheiben abweichen, so ist dies auf unnötig hohen Niederhalterdruck zurückzuführen; ebenfalls ist dies bei viereckigen Hohlteilen, die aus runden Scheiben gezogen werden, der Fall, da bei ihnen sehr große Werkstoffbeanspruchungen auftreten.

Vier Beispiele für die Ermittlung der Halbmesser R .

Fall 1: Hohlteil mit scharfen Bodenkanten (s. S. 147). Den aus 4 Ecken des Hohlteils gebildeten runden Topf zeigt Abb. 150 b. Für die Ermittlung des Scheibendurchmessers $2R$ bzw. Halbmessers R gilt die Gleichung in der mittleren Spalte auf S. 147.

Der errechnete und endgültige Halbmesser R gilt bei Anwendung des Klappprinzips. Beim Ausgleichprinzip hingegen wird der Halbmesser R auf R_1 vergrößert um den Betrag von $x = R_1 - R$;

$$R_1 = f \cdot 1,417 \sqrt{r \cdot h + r^2}$$

darin bedeutet „ r “ Ecken- mit gleichen Bodenkantenhalbmesser und „ h “ Höhe des Hohlteils von der Oberkante bis zum Beginn des Überganges zum Boden; „ f “ ist Berichtungsfaktor.

Die gestreckte Seitenhöhe H_s ist beim Klappprinzip gleich der Höhe des fertigen Hohlteils. Beim Ausgleichprinzip muß H_s um folgende Beträge verkleinert werden:

$$H_{sa} = \frac{0,196 \cdot (2 \cdot R_1)^2 - (2 \cdot R)^2}{a_s} \quad (\text{große Seite})$$

$$H_{sb} = \frac{0,196 \cdot (2 \cdot R_1)^2 - (2 \cdot R)^2}{b_s} \quad (\text{kleine Seite}),$$

darin bedeuten

a und b die geraden Seitenlängen des Teiles.

Fall 2: Hohlteil mit abgerundeten Bodenkanten, Eckenhalbmesser gleich Bodenkantenhalbmesser. Hierfür gelten sinngemäß die gleichen Überlegungen wie für Fall 1. Die Formeln für R und H_s sind aus der Tabelle 2 zu entnehmen. H_s ist in diesem Falle kleiner als die Höhe H des fertigen Teiles. Beim Ausgleichprinzip kann beim Ziehen eine außergewöhnlich hohe Werkstoffbeanspruchung auftreten, die sich für H_{s_a} und H_{s_b} durch Ausziehen der Blechdicke bis etwa 25 vH auswirkt.

Fall 3: Hohlteil mit abgerundeten Bodenkanten, Ecken- und Bodenkantenhalbmesser zueinander ungleich. Für die Ermittlung von R gelten die Gleichungen nach Nr. 3 (s. S. 147). Beim Ausgleichprinzip ist R um den Betrag $x_1 = f \cdot R$ bei gegebenem Größenverhältnis $i = \frac{r_e}{R}$ zu vergrößern. Hierin bedeuten

r_e = Eckenhalbmesser

r_b = Bodenkantenhalbmesser

R = Halbmesser der Scheibenecke.

Fall 4: Hohlteil mit abgeschrägter Bodenkante. Wenn Hohlteile nicht in einem Arbeitsgang sondern durch Stufenzüge herzustellen sind, werden Ziehschrägen für die Bodenkante erforderlich; hierfür gelten die Gleichungen Nr. 4.

Konstruktion der Scheibenform mit Scheibengegenüberstellungen.

Als erstes wird die Zusammensetzung der Teilecken zu einem runden Topf vorgenommen und bemaßt. Besitzt die Bodenkante des Teils (s. Abb. 14b) die gleiche Abrundung wie die des Eckenhalbmessers r_e , dann kommt der Fall „2a“, Topfform mit Halbkreisboden, in Frage; sind sie zueinander ungleich, so muß Fall „2b“ (s. S. 147) in Betracht gezogen werden.

Für den zutreffenden Fall ist die zugeordnete Gleichung (s. T. N. S. 147) oder die Nomogramme Abb. 149...150a zu benutzen. Nach Aufzeichnung des eckigen Teils im Grundriß ist der Eckenhalbmesser einzuzichnen und die gestreckte Länge der Teilhöhe H_s aufzutragen. Beim Ziehen der Tangente des Eckenhalbmessers ergibt sich für die Scheibenform das Entscheidende. Verlaufen die eingezeichneten Tangenten an den Teilseiten wesentlich niedriger als letztere hoch sind, dann ist eine Zusatzringfläche von $x_1 = 0,0785 \cdot R + 0,1 \cdot h$ zu bilden, die im umgerechneten Höhenmaß von jeder Wandseite mit Hilfe der Gleichung

$$H_{s_b} = \frac{0,196 \cdot (2 \cdot R_1)^2 - (2 \cdot R)^2}{b_s} \quad \text{bzw.} \quad H_{s_a} = \frac{0,196 \cdot (2 R_1)^2 - (2 R)^2}{a_s}$$

abgezogen werden muß. Je kleiner die Seitenbreite des Teiles ist, desto größer wird der Abschnitt, je größer die Breite wird, desto kleiner der Abschnitt. Von der Tangente des Eckenhalbmessers bis zu Beginn der Seitenwand sind Kreisbögen zu schlagen, die in Abschnitthöhe verlaufen (s. Abb. 10). Im anderen Falle (s. Abb. 11 und Abb. 15) ist der Eckenhalbmesser zu unterteilen, der vom ersten Drittel der Unterteilung einen

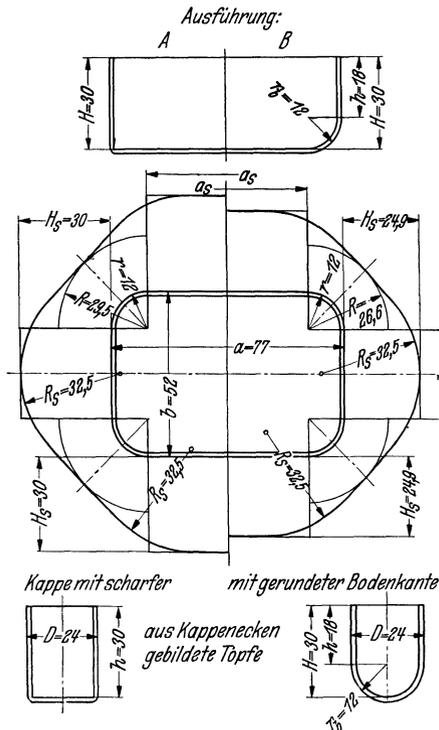


Abb. 10.

Gleichung für A-Ausführung

$$2 \cdot R = \sqrt{D^2 + 4 \cdot D \cdot h}$$

$$\text{rd } 59 = \sqrt{24^2 + 4 \cdot 24 \cdot 30}$$

$$R = \frac{59}{2} = 29,5 \text{ mm}$$

Scheibenlänge

$$L = a + 2 \cdot H_s = 77 + 2 \cdot 30 = 137 \text{ mm}$$

Scheibenbreite

$$L_1 = b + 2 \cdot H_s = 52 + 2 \cdot 30 = 112 \text{ mm}$$

Gleichung für B-Ausführung

$$2 \cdot R = \sqrt{8 \cdot r^2 + 4 \cdot D \cdot h}$$

$$\text{rd } 53,2 = \sqrt{8 \cdot 12^2 + 4 \cdot 24 \cdot 18}$$

$$R = \frac{53,2}{2} = 26,6 \text{ mm}$$

$$H_s = H - \left(2 \cdot r_b - \frac{2 \cdot r_b \cdot \pi}{4} \right)$$

$$= 30 - \left(2 \cdot 12 - \frac{2 \cdot 12 \cdot \pi}{4} \right)$$

$$= \text{rd } 24,9 \text{ mm}$$

$$L = 77 + 2 \cdot 24,9 = 126,8 \text{ mm}$$

$$L_1 = 52 \cdot 2 \cdot 24,9 = 101,8 \text{ mm}$$

Kreisbogenschlag erhält, der ebenfalls wie bildlich gezeigt verläuft. Hierbei entsteht in der Mitte des Kreisbogens eine Einbeulung, die dann einzutreten pflegt, wenn das Verhältnis zwischen Eckenhalbmesser und Teilhöhe groß ist. Bei einem Teil mit Flansch ist diese Breite in die gestreckte Teilhöhe und als Flächenzuwachs für die Eckenfläche

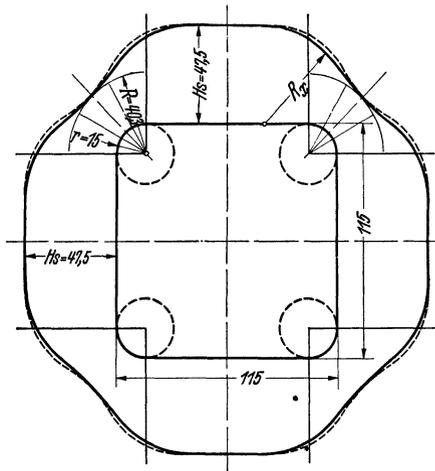


Abb. 11 a.

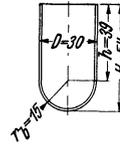


Abb. 11 b.

Hohlkörper $115 \times 115 \times 54$ mm.

Rechnerisch
Scheiben \varnothing für gedachten Topf

$$2R = \sqrt{8 \cdot r^2 + 4 \cdot D \cdot h}$$

$$80,5 = \sqrt{8 \cdot 15^2 + 4 \cdot 30 \cdot 39}$$

$$R = \frac{80,5}{2} = 40,3 \text{ mm}$$

Seitenhöhe mit Halbmesser der Bodenkante

$$H_s = h + r_b + \left(2r_b - \frac{2 \cdot r_b \cdot \pi}{4} \right)$$

$$60,4 = 39 + 15 + \left(2 \cdot 15 - \frac{2 \cdot 15 \cdot \pi}{4} \right)$$

Seitenhöhe ohne Halbmesser der Bodenkante

$$H_s = H - \left(2r_b - \frac{2 \cdot r_b \cdot \pi}{4} \right)$$

$$\text{rd } 47,5 = 54 - \left(2 \cdot 15 - \frac{2 \cdot 15 \cdot \pi}{4} \right)$$

Lösung
Gegeben:

r_s	r_b	h	D
15	15	39	30 mm

Aus Nomogramm I

$$R = 40,3 \text{ mm}$$

Aus Nomogramm II

$$H_s = 60,4 \text{ mm}$$

Anmerkung: Ist bei der kleinen Hohlteilseite die Breite „b“ größer als die Höhe „h“, dann kann für $x = 0$ gesetzt werden (sog. Klapp-Prinzip).

Es führen mehrere Zuschnittformen für die Scheibe bei gegebenem Hohlteil zum Ziel.

mit einzubeziehen. Nachstehend folgen Gegenüberstellungen von konstruierten und ausprobierten Formscheiben, bei denen man eine gute Formübereinstimmung feststellen kann; die punktierten Linien geben die konstruierten Formen an, die ausgezogenen Linien die Form der ausprobierten Scheiben.

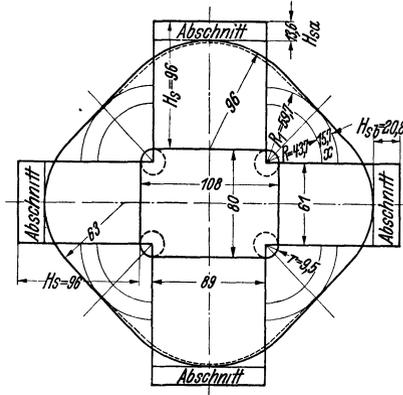


Abb 12 a.



Abb. 12 b.

Hohlkörper 108 × 80 × 100 mm,

Rechnerisch	Lösung	Graphisch
Scheiben \varnothing für gedachten Topf	Gegeben:	
$2R = \sqrt{8 \cdot r^2 + 4D \cdot h}$	Eckenhalmesser $r_e = r_b = 9,5$ mm	
$87,4 = \sqrt{8 \cdot 9,5^2 + 4 \cdot 19 \cdot 90,5}$	Hohlteilhöhe $h = 90,5$ mm	
$R = \frac{87,4}{2} = 43,7$ mm	und $H = 100$ mm	
Flächenzuwachsweite	Gedachter Topf \varnothing aus 4 Hohlteilecken	
$x = R_1 - R$	$D = 19$ mm	
$15,7 = 59,4 - 43,7$	Aus Nomogramm I	
sich ergebender Halbmesser	$R = 43,7$ mm	
$R_1 = f \cdot 1,417 \cdot \sqrt{r \cdot h + r^2}$	Aus Nomogramm II	
$59,4 = 1,36 \cdot 1,417 \cdot \sqrt{9,5 \cdot 90,5 + 9,5^2}$	$H_s = 104$ mm	
bei $i = \frac{r_e}{R} = 0,217$	Aus Nomogramm III	
Seitenhöhe mit Halbmesser der Bodenkante	$x = 1,36; \quad y = 0,67$	
$H_s = h + r_b + \left(2r_b - \frac{2r_b \cdot \pi}{4}\right)$	$R_1 = R \cdot x$	
$104 = 90,5 + 9,5 + \left(2 \cdot 9,5 - \frac{2 \cdot 9,5 \cdot \pi}{4}\right)$	$59,4 = 43,7 \cdot 1,36$	
Seitenhöhe ohne Halbmesser der Bodenkante	$H_{s,a} = y \cdot \frac{R^2}{a}$	
$H_s = H - \left(2r_b - \frac{2r_b \cdot \pi}{4}\right)$	$14,7 = 0,67 \cdot \frac{43,7^2}{89} = 14,3$ mm	
$96 = 100 - \left(2 \cdot 9,5 - \frac{2 \cdot 9,5 \cdot \pi}{4}\right)$	$H_{s,b} = 0,67 \cdot \frac{R^2}{6}$	
Höheabschnitt für „a“	$20,8 = 0,67 \cdot \frac{43,7^2}{61} = 20,8$ mm	
$H_{s,a} = \frac{0,196 [(2 \cdot R_1)^2 - (2R)^2]}{a}$	$14,3 = \frac{0,196 [(2 \cdot 59,4)^2 - (2 \cdot 43,7)^2]}{89}$	
und für „b“ $H_{s,b} = \frac{1269}{61} = 20,8$ mm		

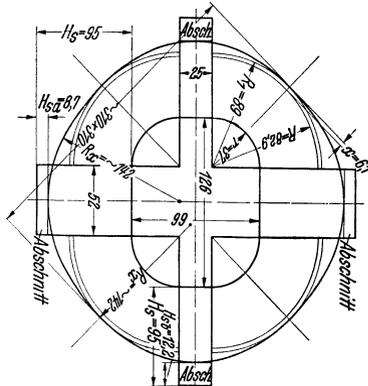


Abb. 13 a.

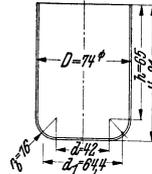


Abb. 13 b.

Hohlkörper 126 × 61 × 81 mm.

Rechnerisch
Scheiben \varnothing für gedachten Topf
$$2R = \sqrt{4D \cdot h + 2r_b \cdot \pi \cdot d_1 + d^2}$$
$$165,8 = \sqrt{4 \cdot 75 \cdot 65 + 2 \cdot 16 \cdot \pi \cdot 64,4 + 42^2}$$
$$R = \frac{165,8}{2} = 82,9 \text{ mm}$$

Flächenzuwachsweite
 $x = f \cdot R$ bei $i = \frac{r_e}{R} = 0,446$
 $x = 0,074 \cdot (82,9) = 6,1$

sich ergebender Halbmesser
 $R_1 = R + x = 82,9 + 6,1 = 89 \text{ mm}$
Seitenhöhe mit Halbmesser der Bodenkante
$$H_s = h + r_b + \left(2r_b - \frac{2r_b \cdot \pi}{4}\right) + \frac{d}{2}$$
$$110 = 65 + 16 + \left(2 \cdot 16 - \frac{2 \cdot 16 \cdot \pi}{4}\right) + \frac{42}{2}$$

Seitenhöhe ohne Halbmesser der Bodenkante
$$H_s = H - \left(2r_b - \frac{2r_b \cdot \pi}{4}\right) + \frac{d}{2}$$
$$95 = 81 - \left(2 \cdot 16 - \frac{2 \cdot 16 \cdot \pi}{4}\right) + \frac{42}{2}$$

Höheabschnitt für „a“
$$H_{s,a} = \frac{0,196 [(2R_1)^2 - (2R)^2]}{a'}$$
$$8,7 = \frac{0,196 [(2 \cdot 89)^2 - (2 \cdot 82,9)^2]}{52 + 42}$$

und für „b“
$$H_{s,b} = \frac{822,2}{25 + 42} = 12,2 \text{ mm}$$

Lösung Graphisch
Gegeben:

r_e	r_b	h	D
37	16	65	74 mm

Aus dem Nomogramm I
 $R = 82,9 \text{ mm}$

Aus dem Nomogramm II
 $H_s = 110 \text{ mm}$

Aus dem Nomogramm III
 $x = 1,075; \quad y = 0,12$
 $R_1 = R \cdot x = 82,9 \cdot 1,075 = 89 \text{ mm}$
 $H_{s,a} = y \cdot \frac{R^2}{a'} = 0,12 \cdot \frac{82,9^2}{52 + 42} = 8,7 \text{ mm}$
 $H_{s,b} = y \cdot \frac{R^2}{b'} = 0,12 \cdot \frac{82,9^2}{25 + 42} = 12,2 \text{ mm}$

a' ergibt sich aus
 $a' = a + d = 52 + 42 = 94 \text{ mm}$

und für
 $b' = b + d = 25 + 42 = 67 \text{ mm}$

D = Durchmesser des Eckentopfes
 r_b = Halbmesser der Bodenkante
 d_1 = Schwerpunktdurchmesser
 $D - 0,6 \cdot r_b$

d = Durchmesser der Bodenfläche des zusammengesetzten Topfes

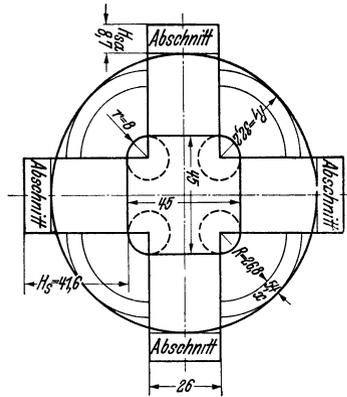


Abb 14 a.

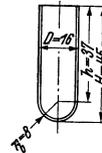


Abb. 14 b.

Hohlkörper 45 × 45 × 45 mm.

Rechnerisch
Scheiben \varnothing für gedachten Topf

$$2R = \sqrt{8r^2 + 4 \cdot D \cdot h}$$

$$53,7 = \sqrt{8 \cdot 8^2 + 4 \cdot 16 \cdot 37}$$

$$R = \frac{53,7}{2} = 26,8 \text{ mm}$$

Flächenzuwachsweite

$$x = R_1 - R$$

$$5,4 = 32,2 - 26,8$$

sich ergebender Halbmesser

$$R_1 = 1,21 \cdot 1,417 \cdot \sqrt{8 \cdot 37 + 8^2}$$

bei $i = \frac{r_e}{R} = rd \cdot 0,3$

Seitenhöhe mit Halbmesser der Bodenkante

$$H_s = h + r_b + \left(2r_b - \frac{2r_b \cdot \pi}{4} \right)$$

$$48,5 = 37 + 3 + \left(2 \cdot 8 - \frac{2 \cdot 8 \cdot \pi}{4} \right)$$

Seitenhöhe ohne Halbmesser der Bodenkante

$$H_s = H - \left(2r_b - \frac{2 \cdot r_b \cdot \pi}{4} \right)$$

$$41,6 = 45 - \left(2 \cdot 8 - \frac{2 \cdot 8 \cdot \pi}{4} \right)$$

Höheabschnitt für a und b gleich

$$H_{s,a} = H_{s,b} = \frac{0,196 [(2 \cdot R_1)^2 - (2R)^2]}{29}$$

Scheibenhalmesser für die zuziehende Scheibe 41,6 — 8,7 + 22,5 = 55,4 mm

Lösung

Gegeben:

r_e	r_b	h	D
8	8	37	16 mm

Aus dem Nomogramm I

$$R = 26,8 \text{ mm}$$

Aus dem Nomogramm II

$$H_s = 48,5 \text{ mm}$$

Aus dem Nomogramm III

$$x = 1,2; \quad y = 0,35$$

$$R_1 = R \cdot x = 26,8 \cdot 1,2 = 32,2 \text{ mm}$$

$$H_{s,a} = H_{s,b} = y \cdot \frac{R^2}{a}$$

$$H_{s,a} = \frac{26,8^2}{29} = 8,7 \text{ mm}$$

Anmerkung:

Bei quadratischer Grundfläche des Hohlteils ist die Zuschnittsscheibe kreisrund; man kommt in der Regel mit $0,8 \cdot D$ des ermittelten Scheiben \varnothing aus.

$$8,7 = \frac{0,196 [(2 \cdot 22,2)^2 - (2 \cdot 26,8)^2]}{29}$$

Ermittlung der Halbmesser zum Ziehen von Profilscheiben; Hohlteilseiten mit vorgezogener Wölbung.

Der erste Halbmesser zum Ziehen von Scheibenecken ist:

für Tiefziehblech $0,32 \cdot R$	für Durchschnittsblech $0,4 \cdot R$	für mindergutes Blech $0,48 \cdot R_1$
-------------------------------------	---	---

und die Stufensprünge der Folgezüge rd $0,6 \cdot r$; hierbei bleibt bei allen Ziehvorstufen der erste Eckenhalbmesser $0,32 \cdots 0,48 R$ in seiner Größe bestehen. Nach Abb. 16 kommt für den ersten Zug der Eckenhalbmesser $r_2 = 0,32 \cdot R = 0,32 \cdot 114,5 = 36,6$ mm, für den zweiten Zug r_1 im Abstand von $0,6 \cdot 36,6 = 22$ mm, auch in Größe 36,6 mm, und für den Fertigzug der bedingte Halbmesser $r_0 = 20$ mm in Frage. Die Seitenwölbung R_s (für kleine Hohlteilseite b_s), von Mitte bis Mitte Eckenhalbmesser gemessen, ist für den ersten Zug $R_s = 1,25 \cdot b$, demnach $1,25 \cdot 200 = 250$ mm, und für den zweiten Zug und die darauffolgenden Züge

$$R_s = \frac{s^2 + 4h^2}{8 \cdot h};$$

s = Sehnenlänge, h = Bogenhöhe, wobei sich die jeweiligen Bogenhöhen in der Mehrzahl der Züge aus

$$\mathcal{S} = \frac{h}{m-1}$$

ergeben; m = Anzahl der Züge, \mathcal{S} = Stufensprung.

Nach Abb. 16 ergibt sich mit obigem Eckenhalbmesser 250 mm eine Bogenhöhe rd 33 mm. Die Sehnenlänge für die kleine gewölbte Seite ist 183 mm, mit dessen Hilfe sich

$$R_{s_1} = \frac{s^2 + 4h^2}{8 \cdot h} = \frac{183^2 + 4 \cdot 16,5^2}{8 \cdot 16,5} = 262 \text{ mm}$$

ergibt und

$$\mathcal{S} = \frac{h}{m-1} = \frac{33}{3-1} = 16,5 \text{ mm}$$

zustande kommt.

Ermittlung des Durchmessers zum Ziehen von Profilscheiben.

Die Seitenwölbung R_{as} (für große Hohlteilseite as) von Mitte bis Mitte Eckenhalbmesser gemessen, ist

$$R_{as} = \frac{as \cdot R_s}{b_s},$$

weitere Halbmesser ergeben sich ebenfalls aus obiger Gleichung.

Nach Abb. 16 wird

$$R_{as} = \frac{as \cdot R_s}{b_s} = \frac{210 \cdot 250}{160} = 328 \text{ mm},$$

der Stufensprung

$$\mathcal{S} = \frac{h}{m-1} = \frac{37}{3-1} = 18,5 \text{ mm}$$

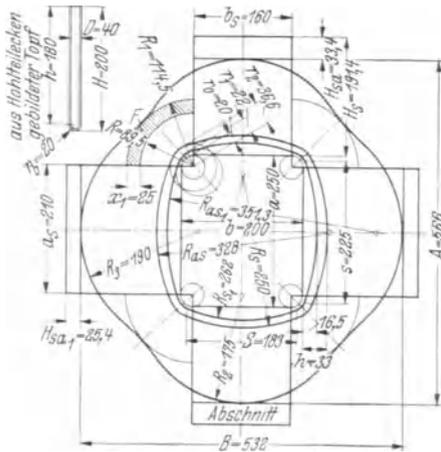


Abb 16.

Abmessungen des Hohlteils:

Länge $a = 250$ mm; Breite $b = 200$ mm; Höhe $H = 200$ mm;
 Flache Seiten $a_s = 210$ mm; $b_s = 160$ mm; Eckenradius $r_E = 20$ mm;
 Bodenkante $r_b = 20$ mm

Sektorradius:

$$2R = \sqrt{8 \cdot r^2 + 4 \cdot D \cdot h} = \sqrt{8 \cdot 20^2 + 4 \cdot 40 \cdot 180} = 179 \text{ mm}$$

$$R = \frac{x}{2} = \frac{179}{2} = 89,5 \text{ mm}$$

$$R_1 = 1,28 \cdot 1,417 \cdot \sqrt{10 \cdot 180 + 10^2} = 114,5 \text{ mm} \quad \text{bei} \quad i = \frac{20}{89,5} = 0,225$$

Zusatzringbreite:

$$x = 114,5 - 89,5 = 25 \text{ mm}$$

Zusatzringfläche:

$$F = 0,196 [(2 \cdot 114,5)^2 - (2 \cdot 89,5)^2] = 5346 \text{ mm}^2$$

Gestreckte Hohlteilhöhe:

$$H_s = H - \left(2r_b - \frac{2 \cdot r_b \cdot \pi}{4} \right) = 200 - \left(2 \cdot 20 - \frac{2 \cdot 20 \cdot \pi}{4} \right) = 191,4 \text{ mm}$$

Abschnitte der Seitenflächen:

$$H_{sb} = \frac{F}{b_s} = \frac{5346}{160} = 33,4 \text{ mm} \quad H_{sa} = \frac{5346}{210} = 25,4 \text{ mm}$$

und die zweite Seitenwölbung

$$R_{as_1} = \frac{s^2 + 4h^2}{8 \cdot h} = \frac{225^2 + 4 \cdot 18,5^2}{8 \cdot 18,5} = 351,3 \text{ mm.}$$

Die Kreisbogenschläge R_2 und R_3 für den Umfang der Formscheibe werden zeichnerisch so groß gewählt, daß sie an den Abschnittseiten as und bs tangieren und in der Nähe der Winkelhalbierungslinie der Teilecke enden. Die Formscheiben nach Abb. 11 bis 15 und eine Anzahl andere, die in der gleichen Weise ermittelt wurden, haben eine überraschend gute Deckung mit den ausprobierten Scheiben ergeben.

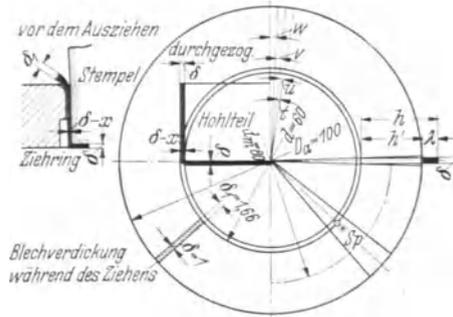


Abb. 17

$$\text{Ziehverhältnis: } m = \frac{d}{D} = \frac{60}{100} = 0,6; \quad \delta = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Schnittkraft: } P = U \cdot \delta \cdot k_s; \quad \text{Schnittarbeit: } A = \frac{P \cdot x \cdot \delta}{1000}$$

$$\text{Topfhöhe: } \frac{x^2 - D^2}{4 \cdot D} = h$$

Verlängerung λ der Kreisringhöhe von h' auf h

Verdickung der Scheibe während ihres Einziehens von δ auf δ_1

Größe des Ziehkantenhalbmessers

$$(D_a - D_i) \cdot 2 = (f) r \quad \text{oder} \quad r = 0,8 \cdot \sqrt{(D_e - D_i) \cdot \delta}$$

Ziehkraft: $P_z = d \cdot \pi \cdot \delta \cdot n \cdot K_z$; Verlängerung: $\lambda = h - h'$

Zieharbeit: ohne Niederhalter $A = P_z \cdot x \cdot h$

$$\text{Ziehweg: } h = \frac{D_m \cdot \pi \cdot h'}{d \cdot \pi \cdot 1000} \text{ in m}$$

Zieharbeit: mit Niederhalter $A = (P_z \cdot x + P_n) \cdot h$

$$\text{Spez. Niederhalterdruck } p_s = \frac{0 \cdot p}{F} \text{ in kg/cm}^2$$

Ziehbeanspruchung für metallische und nichtmetallische Werkstoffe.

Unter Ziehbeanspruchung wird das Größenverhältnis des Scheibendurchmessers zum Topfdurchmesser, bei eckigen Hohlteilen die Größe des Eckenhalbmessers zu der der Hohlteilecke verstanden und durch den Quotienten $m = \frac{d}{D}$ bzw. $\frac{r}{R}$ ausgedrückt; für die darauffolgenden

Kleinerzüge gilt $m_1 = \frac{d_1}{d}$ bzw. $m_1 = \frac{r_1}{r}$, bei denen d_1 der kleine und d der größere Durch- bzw. Halbmesser für die Teilecke bedeutet. Hiernach wird beurteilt, ob die Teilform mit oder ohne Ziehstufenniederhalter zu ziehen ist. Bei normaler Ziehbeanspruchung des Werkstoffes verlängert sich die Ringbreite h' zur Topfhöhe (s. Abb. 17) um λ mm. Dabei tritt beim Einziehen der Ringfläche eine Randverdickung der Scheibe ein, die sich über die Ziehkante $\frac{r \cdot \pi}{2}$ auf das ursprüngliche Maß zurückbildet. Um den Niederhalterdruck nicht unnötig zu vergrößern, kann die Niederhalterfläche, der Randverdickung der Scheibe Rechnung

tragend, zur Mitte hin vertieft werden. Da bei feststehendem Stempeldurchmesser und größer werdender Scheibe die Zusammen-drückung der in Abb. 17 dargestellten Keilflächen t bis w zunimmt, so muß auch die Ziehkraft entsprechend stetig größer werden. Hiernach ist also die Ziehkraft nicht allein von dem Stempeldurchmesser abhängig, sondern wird durch das Ziehverhältnis $m = \frac{d}{D}$ wesentlich beeinflusst; sie ist durch das Eintreten der Scheibenverkleinerung mit einem Korrektionsfaktor zu berichtigen.

Die Ziehkraft ergibt sich aus: $P_z = d \cdot \pi \cdot \delta \cdot n \cdot K_z$, darin bedeuten P_z = Ziehkraft in kg, d = Stempeldurchmesser in mm, n = Korrektionsfaktor, δ = Blechdicke und K_z = Zerreißfestigkeit des Werkstoffes in kg/mm².

Für das Ziehverhältnis m sind im TN auf S. 126 Korrektionsfaktoren gegeben, um die Effektivkraft und die zu leistende Arbeit ermitteln zu können. Die Beanspruchung beim Stufenziehen hängt von den technologischen Eigenschaften des Werkstoffes ab, wenn auch die Teilverformung weitgehendst durch Schmiermittel verbessert werden kann; sie gebieten für beides eine Ziehgrenze. Diese wird bei feinkörnigem Werkstoff höher und bei grobkörnigem Werkstoffgefüge niedriger festzustellen sein. Für stufenweises Kleinerziehen der Teile ist eine Wahl in Niederhalterausführungen zu treffen, um sie entweder mit Zieh-schrägen oder Abrundungen zu versehen; über die Anwendung muß von Fall zu Fall entschieden werden.

Ohne Warmbehandlung der Teile kommt man nicht immer aus, besonders bei solchen, die mehrere Ziehgänge durchzumachen haben. Aus diesem Grunde wird versucht, die Werkstoffdehnung so wenig wie möglich in Anspruch zu nehmen, um auf diese Weise Warmbehandlungen weitgehendst einzuschränken.

Beim Ziehen eckiger Teile tritt die größte Werkstoffbeanspruchung in den Eckenflächen der Formscheibe auf. Diese ist nach dem Ziehverhältnis $m = \frac{r_0}{R}$ zu beurteilen und ergibt sich aus $0,32 \cdot R = r$; im übrigen geben hier die Ziehstufendiagramme (Abb. 147 und Abb. 148) Aufschluß. Letzteres besitzt Höchstwerte der Blechbeanspruchungen, über die man nicht hinausgehen darf, wenn großer Arbeitsausschuß vermieden werden soll. Das Ziehverhältnis ist gegenüber runden Hohlteilen merklich größer und liegt an den auftretenden Spannungen in den Teilecken, die in Richtung der geraden Seitenwände allmählich verlaufen.

Der Stufensprung ermittelt sich aus $\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{R}{r}}$, wobei „ z “ Anzahl der Ziehstufen, „ R “ Größt- und „ r “ Kleinsthalbmesser der zu ziehenden Eckenfläche bedeuten.

Bei nichtmetallischem Werkstoff ist die Behandlung gegenüber dem metallischen insofern anders vorzunehmen, als er im erwärmten Zustande verformt wird. Je nach Art des Werkstoffes kommt für ihn noch eine Anfeuchtung, Tränkung oder Bepuderung in Frage. Die Größe

des Ziehverhältnisses ist vom angewandten elastisch machenden Mittel und einem weiteren, das die Zurückbildung in die anfängliche Form verhindert, abhängig. Unter ihnen ist Hartgummi ein Werkstoff, der erwärmt zu verformen und nach der Gestaltung abgekühlt werden muß, besonders zu erwähnen.

Aufbau des Ziehriingsatzes.

Beim Aufbau des Ziehriingsatzes tritt eine merkliche Zusammenfassung der am häufigsten verwendeten Ziehdurchmesser ein, die die Anzahl der Ringe von 2 mm \varnothing bis 400 mm \varnothing auf das Äußerste beschränkt. Durch die geometrische Reihe

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{D}{d}} = \sqrt[z-1]{\frac{400}{4}} = 1,25$$

wurde bei normaler Blechbeanspruchung ein Normalsatz von 24 Ringen für ausreichend gehalten. Hierdurch ergab sich bei Ziehteilen, die mehrere Arbeitsgänge durchmachen mußten, der Vorteil einer besseren Ausnutzung der Werkstoffdehnung, wobei Wärmebehandlungen eingeschränkt werden konnten. Der leitende Gedanke dabei war, eine Vereinheitlichung der Werkzeuge und Herabminderung ihres Bedarfs zu erreichen, was guten Erfolg hatte.

Das Wertvolle des Ziehriingsatzes besteht darin,

1. bei Bestellungen sofort Ziehteile herstellen zu können,
2. zu investierendes Werkzeugkapital und Reparaturkosten zu beschränken,
3. teuren Werkzeugstahl erheblich zu verringern,
4. die Fußbodenbelastung im Werkzeuglager und den Lagerraum zu verkleinern.

Der Grundsatz für die Wahl der Ziehdurchmesser soll stets der sein, von der gegebenen Ziehringreihe nicht abzugehen. Würde sich z. B. in einem Fall die Notwendigkeit ergeben, von der Zahlenreihe abzuweichen, so wäre nur ein Maßzug anzufertigen, während die Stufenzüge für die

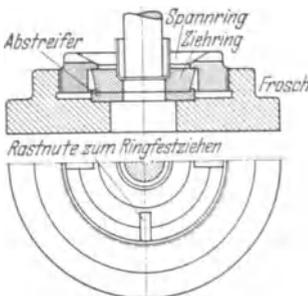


Abb. 18. Ziehring zweiseitig verwendbar.

Vorentwicklung des Teils verwendet werden können. Durch die Vereinheitlichung der Ziehringe sind für die im Betrieb vorkommenden Bleche passende Ziehstempel und, soweit es zugänglich ist, von zwei Seiten benutzbare Ziehringe anzufertigen. Bis zu Nr. 13 des AWF-Ziehriingsatzes (Abb. 135) kann die untere Freidrehung des Ziehringes auf den nächstgrößeren Ziehdurchmesser gebracht werden. Dadurch wird zum Kleinerziehen des Teils eine Zentrierung geschaffen, die anschließend eine Ziehkante besitzen muß (s. Abb. 18). Je nach der Verwendungsart

des Ziehringes werden zum Abstreifen der Teile vom Ziehstempel Abstreifer notwendig sein (s. Abb. 18 oder Abb. 138).

Halbmesser der Ziehkante und Ziehspalt.

Für die Erreichung eines großen Ziehverhältnisses oder Höchstbeanspruchung des Werkstoffes, die durch abnormale Stufensprünge hervorgerufen wird, spielt Halbmesser und Form der Ziehkante eine große Rolle. Diesem Halbmesser fällt die Aufgabe zu, die einzuziehende Ringfläche h' (Abb. 17) über den Ziehkantenweg $\frac{r \cdot \pi}{2}$ zu einem Topf umzuformen. Der Halbmesser für die Ziehkante wird ermittelt aus

$$r = 0,8 \cdot \sqrt{(D_a - D_i) \cdot \delta};$$

er kann aber auch mit Hilfe des Ziehkantendiagramms und der Formel $(D_a - D_i) \cdot 2 = (f)r$ festgelegt werden. In beiden Fällen bedeuten:

- D_a = Scheibendurchmesser in mm
- D_i = Topfdurchmesser in mm
- δ = Blechdicke in mm
- r = Ziehkantenhalbmesser in mm.

Der Halbmesser der Ziehkante mündet beim Ziehzyylinder des Ziehringes, der nach der Dicke des Werkstoffes gerechnet, zweimal größer ist als der Ziehstempel. Für besonders große Ziehleistungen wird zwischen Stempel und Ziehringdurchmesser noch ein größerer Zwischenraum von etwa $0,2 \cdot \delta$ vorgesehen, den man als Ziehspalt bezeichnet. Er wird für vorzuziehende Teile vorgesehen, bei denen es weniger auf Maßhaltigkeit als auf Erreichung einer großen Höhe ankommt. Der Ziehzyylinder ist möglichst kurz zu halten, damit die auftretende Wärme beim Ziehen schneller zurückgeht.

Ausführung der Ziehkante für Metall. Man unterscheidet drei verschiedene Ziehkanten:

1. Ziehkante mit 90° Sektorhalbmesser für normale Werkstoffbeanspruchung,
2. Konkavziehkante mit 180° Halbmessergröße für Höchstbeanspruchung des Werkstoffes, die bei über 0,3 mm Blechdicke Anwendung findet,
3. Konvexziehkante mit 180° Halbmessergröße für Höchstbeanspruchung des Werkstoffes, die bei einer Blechdicke unter 0,3 mm Anwendung findet.

Die unter 1 aufgeführte Ziehkante ist allgemein bekannt, die Ausführung 2 und 3 dagegen weniger, sie werden besonders dann bevorzugt, wenn hohe Kalottenteile in einem Ziehgang gezogen werden sollen. Diese beiden Ziehkanten verhindern das Auftreten von Randfalten und ermöglichen zugleich das Ziehen hoher Teile. Der Ziehweg bei diesen Ziehkanten ist doppelt so groß als bei den üblichen mit 90° großem Halbmesser, deshalb ist es möglich, mit ganz geringen Niederhalterdruck auszukommen. Durch die wulstförmige Ausbildung des Ziehkantenbogens (s. Abb. 132) verhält sich die Scheibe wie mit einer Rippe versteift, die eine Faltenbildung beim Ziehen fast unmöglich macht.

Ausführung der Ziehkante für Aluminium. Der Ziehvorgang bei Aluminiumteilen weicht von den metallischen Werkstoffen etwas ab.

Nach Ziehversuchen mit Aluminium und Aluminiumlegierungen sind die Ziehkanten etwa 10 vH bis 12 vH größer zu wählen als die sonst in Betracht kommenden. Ziehteile aus Metall und Aluminium in einem Werkzeug herzustellen, ist nicht ratsam, weil sich bei Metallteilen an der vergrößerten Ziehkante Falten bilden, die große Neigung zum Aufreißen zeigen. Der Grund für die Einrichtung einer größeren Ziehkante bei Aluminium gegenüber anderen Metallen liegt in der niedrigen Festigkeit und Bruchdehnung des Aluminiums.

Niederhalter für ersten Zug bei starrer und elastischer Scheibefesthaltung.

Die Aufgabe der Niederhalter besteht darin, als Faltenvermeider bei Scheiben und Topfverkleinerungen aufzutreten. Mit ihnen ist man in der Lage, große Zieharbeiten zu bewältigen, die bis an die Grenze der Ausnutzbarkeit des Werkstoffes heranreichen. Zum Ziehen des ersten Teiles ist er als Flanschring ausgebildet und sorgt bei angemessenem Druck auf die Scheibe, die er auch auszuschneiden vermag, daß sie faltenlos geformt wird. Bei stufenweisem Kleinerziehen der Teile hat er eine rohrähnliche Form (der Teilhöhe angepaßt) und tritt hier ebenfalls als Faltenvermeider oder Flächenglätter auf. Runde Niederhalter rüste man mit Einsatzstücken aus (s. Abb. 55), wodurch Durchmesserunterschiede von etwa ± 5 mm überbrückt werden können. Der Niederhalterdruck, der faltenloses Ziehen voraussetzt, soll äußerst niedrig gehalten sein, damit die Blechdicke an allen Stellen des Teils erhalten bleibt. Diese Druckeinstellung hat den Vorteil, daß man die Werkstoffdehnung sparsam verausgabt, die andererseits zur Einsparung von Warmbehandlungen der Teile führt. Bei zwangsläufig gesteuerten Niederhaltern mit starrer Festhaltung wird nicht immer Druckgleichheit zu erreichen sein, wenn Dickenunterschiede bei Tafeln auftreten. Der Vorzug ist elastisch wirkenden Niederhaltern zu geben, da diese durch ihr Luftdruckkissen einen Ausgleich schaffen. Eine weitere Annehmlichkeit ist die, den Niederhalterdruck nach dem Manometer einstellen zu können, der in das ausprobierte Werkzeug eingeschlagen wird.

Für den elastisch gesteuerten Niederhalterdruck gilt folgende Gleichung: $P_n = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot p$, darin ist $\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$ der Flächeninhalt des Preßkolbens in cm^2 und p die spez. Flächenpressung in kg/cm^2 , die sich bei jedem ziehbaren Werkstoff ändert. Der Einfluß, den der Niederhalterdruck auf die Oberflächendehnung hat, wird im Diagramm der Abb. 146 gezeigt, das einer Dissertation von Fischer (Stuttgart 1927) entnommen ist. Hiernach ist die Oberflächendehnung in Abhängigkeit des spez. Niederhalterdruckes je kg/cm^2 vorgenommen, wobei auf der Ordinate die Dehnungen in Prozent und auf der Abszisse die Belastungsdrucke aufgetragen sind. Der Kurvenabschnitt vom Beginn der Kurve bis zum ersten Punktzeichen ist das Gebiet des Faltenbildungsbereiches, von dort an aufwärts beginnt die Faltenlosigkeit des Ziehteiles. Aus dem Diagramm geht hervor, daß mit etwa 12 kg/cm^2 ein faltenloses Teil gezogen werden kann, der Werkstoff darüber hinaus

aber auch eine höhere Beanspruchung ohne zu reißen bis 46,3 kg/cm² aushält.

Geeignete Schmiermittel und ihre Wirkung.

Versuche mit Schmiermitteln für gute Ziehleistungen ergaben ein erfreuliches Resultat. Hierbei kamen Seifenwasser und Ölsorten für verschiedene Bleche bei steigendem Ziehverhältnis $m = \frac{d}{D}$ zur Verwendung.

Bei allen Versuchen wurde festgestellt, daß Seifenwasser die Tendenz hat, die einzuziehende Scheibe fester als Öl zu halten. Daraus geht hervor, daß für eine große Scheibefesthaltung Seifenwasser und für eine geringere Öl zu verwenden ist (Schmiermittel s. S. 145).

Arbeitsleistungen im Ziehen.

Die erforderliche Kraft des Ziehens setzt sich zusammen aus Zieh- und Niederhalterdruck, die zu leistende Arbeit aus beiden mal Arbeitsweg (Höhe des Ziehteils); dieser ist mit einem Faktor zu korrigieren, um die Effektivkraft zu erhalten. Die zu leistende Arbeit ohne Niederhalterdruck wird ermittelt aus

$$A = x \cdot P_z \cdot h^*$$

der Niederhalterdruck

$$P_n = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot p^*$$

und die zu leistende Arbeit mit Niederhalter

$$A = (x \cdot P_z + P_n) \cdot p^* ;$$

hierin bedeuten

A = zu leistende Arbeit in m kg

P_z = Ziehkraft in kg

h = Höhe des Ziehteils in m

P_n = Niederhalterdruck in kg

$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$ = Fläche des Niederhalters in cm²

p = Flächenpressung in kg/cm²

x = Korrektionsfaktor (in Abhängigkeit vom Ziehverhältnis

$$m = \frac{d}{D} .$$

Richtlinien zur Herstellung von Hohlteilen.

Für die Entwicklungsgänge der Hohlteile kommen verschiedene Arbeitsverfahren des Ziehens in Frage, man gibt diesen folgende Auslegungen:

Ziehen mittels Zug ist Umformen von flachen Teilen in Hohlteile durch Ziehring und Stempel und nötigenfalls unter Verwendung von Niederhaltern, wobei eine mehr oder weniger erhebliche Werkstoffwanderung eintritt.

Durchziehen mittels Durchzug ist Umformen eines Ausschnittes derart, daß sich durch Druck auf den Schnitttrand ein Mantel bildet.

* Siehe Taschenbuch Schuler 1937, S. 57.

Ausziehen von Hohlteilen ist ein Weiterverformen (Strecken der Mantelfläche) durch Ziehring und Stempel unter Verringerung der Wanddicke.

Streckziehen ist Umformen von flachen Teilen in beliebige Formen mittels Formwerkzeug auf der Streckziehpresse.

Drücken mittels Drückwerkzeug ist Umformen von Teilen aus Blech unter Umlauf mittels Formfutters und Drückwerkzeugen, wobei der Werkstoff teils gestaucht, teils gestreckt wird. Hierbei können umlaufen:

- a) das Formfutter,
- b) die Druckwerkzeuge,
- c) das Formfutter samt Werkstück und Druckwerkzeugen gegenläufig.

Das Ziehen der Teile hängt vom Feinkorngefüge des Bleches, der Ziehkantengröße, dem Ziehverhältnis, der Ziehgeschwindigkeit und dem Schmiermittel ab.

Ziehen nach Ziehstufendiagramm.

Zylindrische Teile (s. Abb. 19...36) können nach Ziehstufendiagramm Abb. 145 gezogen werden, setzen aber für den Einzweck immer neue Werkzeuge voraus, was beim Ziehringsatz nicht erforderlich ist.

Ziehen mit Ziehringsatz.

Sehr vorteilhaft ist das Ziehen zylindrischer Hohlteile mit dem aus 24 Ziehringen bestehenden Ziehringsatz, der einen Ziehbereich von 2 mm \varnothing bis 400 mm \varnothing beherrscht; bei Benutzung dieses Ziehringsatzes, der nach der geometrischen Reihe aufgestellt ist, fallen Neuanfertigungen von Ziehwerkzeugen fort. Wird aus zwingendem Grunde von dieser Reihe abgewichen, so ist unter gewissen Bedingungen nur ein neues Werkzeug (Fertigzug) herzustellen, das für andere Zwecke mit herangezogen werden kann.

Anwendung der Ziehkante für den ersten Zug.

Soweit es sich um das Ziehen zylindrischer oder Kegelhohlteilen handelt, ist die Ziehkantengröße für den ersten Zug nach dem Ziehkantendiagramm Abb. 145 festzulegen.

Bei halbkugligen Hohlteilen für Blechdicken über 0,3 mm wende man Konkavziehkanten nach Abb. 132, und unter 0,3 mm Blechdicken die Konvexziehkanten ebenfalls nach Abb. 132 an, weil mit ihnen große Ziehhöhen zu erreichen sind.

Anwendung des Stufenziehens.

Für das gestufte Ziehen nach Diagramm oder Ziehringsatz sind geeignete Abrundungen bei Ziehring und Ziehstempel (s. Abb. 8 und Abb. 133) vorzunehmen. Hierbei ist bei runden Teilen darauf zu sehen, daß die Rundung an der Bodenkante des Teils dort aufhört, wo beim nächstfolgenden Zug die Fortsetzung für die Durchmesserverkleinerung stattfindet.

Bei eckigen Hohlteilen wird an Stelle der Rundung eine schräge Ziehfläche im Winkel von 38° vorgesehen. Diese Schrägen des Niederhalters besitzen an den Übergangsstellen der Seitenwände wie auch nach der Bodenseite hin gute Abrundungen. Für das stufenweise Verkleinern der Teile ist das zum Werkstoff geeignete Ziehstufendiagramm zu verwenden (s. TN).

Anwendung von Rückstoßzügen.

Hierunter ist das zylindrische oder konische Einziehen von Mantelflächen, wie es bei Gewehrpatronen gemacht wird, zu verstehen. Mit Rückstoßziehen wird aber auch das umgekehrte Ziehen bzw. Eindrücken eines Teilbodens zur Bildung eines Doppelmantels (s. Abb. 50) verstanden; er ist abstehend bis $0,5 \cdot D$ vom Außendurchmesser oder an diesen anliegend (s. Abb. 24) auszuführen.

Im ersten Fall kann man zylindrische oder konische Durchmesser-Verkleinerungen (Stempel setzt auf den Hülsenboden auf) bis 20 vH des Durchmessers rückstoßziehen, ohne auf die Wanddicke Rücksicht zu nehmen; Voraussetzung ist eine vorherige Warmbehandlung des Teils.

Im zweiten Fall können anliegende Hülsenmäntel rückstoßgezogen werden, wenn dem Stoßstempel etwa 0,2 mm Luftspiel gegeben wird.

Stufung im Streckziehen.

Hierzu kommen weiche Werkstoffe mit möglichst großer Dehnung in Frage. Das gesetzmäßige Ziehen besteht darin, im ersten Ziehgang rd 25 vH und bei den darauffolgenden Zügen rd 30 vH der Manteldicke auszustrecken. Die Anzahl der Mantelausstreckungen, die mit den Verkleinerungen der Teildurchmesser einhergehen, sind aus der Zahlentafel (TN S. 148) zu entnehmen, hierzu gilt folgende Regel: Teile die Differenz zwischen erstem und letztem Ziehdurchmesser (innen gemessen) durch die Anzahl der Ziehstufen minus 1, dann ergibt der Quotient den Wert, um den der Stempeldurchmesser von Stufe zu Stufe verkleinert werden muß (s. Beispiel S. 60).

Ziehen von keglichen Teilen.

Das Ziehen von konischen Teilen erfordert stets eine große Anzahl von Ziehstufen, bis man die Fertigform erreicht hat; demzufolge sind konische Ziehteile immer teuer. Im erhöhten Maße tritt eine Vermehrung der Zwischenstufen ein, je flacher das Kegelteil geformt ist. Hieraus ist vorstellbar, daß die Ziehstufen zum Vorziehen des Teiles niedrig ausfallen müssen, um die Kegelform zu erlangen; die Fertigform ist dann in einer Formstanze auszuschlagen.

Ziehen von halbkugligen Teilen.

Für das Ziehen von halbkugligen Teilen wird je nach Dicke des Werkstoffes die Konkav-Ziehkante bevorzugt, weil man Faltenbildungen bei zylindrisch abweichender Form verhindern und große Ziehhöhen erreichen kann. Besonders der Formverlauf der Halbkugel trägt dazu bei, parabelförmige Falten zu bilden, die aber mit erwähnter Ziehkante unmerklich auftreten. Für Halbkugelteile über 100 mm \varnothing ist es vor-

teilhaft, sie beim Vorziehen auf $\frac{2}{3}$ Höhe abzuflachen und die Fertigform in einer Fertigstanze auszuschlagen.

Formgestaltung von bauchigen Teilen.

Hohlteilformen, die im Ziehen der Vorform nicht der fertigen ähnlich gebracht werden können, sind mit Füllstoffen, entweder Wasser, Stahlkugeln, Gummi oder Düdensand, von innen nach außen hin auszuformen; der Unterstempel ist dann mehrteilig auszuführen (s. Abb. 30 bis 33). Für das Gummiausformen bedient man sich einer Qualität von vierfacher Dehnung und einer Härte von etwa 50 Shore.

Stabilisieren von Hohlteilwänden.

Die Widerstandsfähigkeit bei Hohlteilen wird mit zunehmender Rippenanzahl und -höhe vergrößert. Dieses zeigt sich — besonders bei Exerzierpatronen, dünnwandigen Dosenböden oder sonstigen Tragflächen, die gewisse Drucke auszuhalten haben. Auch die Seitenwände der Hohlteile versieht man mit Rippenwulsten, um sie zu stabilisieren, die häufig nach dem Sickverfahren vorgenommen werden. Die Sickenrollen führe man nicht scharfkantig aus, weil die Gefahr für eine Abscherung der Wulst besteht.

Ziehen von eckigen Hohlteilen.

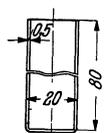
Das Ziehen eckiger Hohlteile mit innen scharfer, gerundeter oder abgeflachter Bodenkante ist, wenn man vom Beschneiden des Mantelrandes absieht, nur auf Grund konstruierter oder ausprobiert Scheiben einwandfrei; ein anderes Vorgehen führt unweigerlich zu großem Arbeitsausschuß. Für die Formgestaltung der Scheibe beachte man die auf S. 147 gegebenen Formeln, die Beispiele Abb. 11...15 zum Errechnen der Werte, oder die hierfür vorgesehenen Nomogramme im Technischen Nachschlageteil. Den Nomogrammen für Ermittlung der Werte gebe man den Vorzug, da umfangreiche Rechenarbeit nicht erforderlich ist; je genauer hier die Leitlinien gezogen werden, desto genauer ergibt sich die Scheibenform.

Gewinderollen von Hohlteilen.

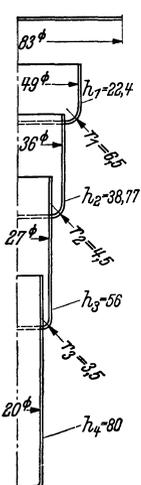
Für das Rollen von Kreisbogengewinden an Lampensockeln, -fassungen oder an sonstigen Gewindehülsen kommt für das Ziehen der Hülse der mittlere Gewindedurchmesser in Frage. Bei der Gewinدهerstellung führt der Gewindedorn eine Linksdrehung aus, damit die Hülse nach vollzogener Rollung vom Dorn sich abschrauben läßt. Die Gewindegegenrolle läuft vom Hülsendorn durch Zahnräder mit einem Übersetzungsverhältnis 1 : 3 angetrieben in einer Wippe, die automatisch gesteuert wird. Eine automatisch arbeitende Gewinderollmaschine ist in Abb. 127 veranschaulicht.

Ziehstufenanwendung bei gegebenen Teilen.

Dem Ziehstufenaufbau liegt das Ziehverhältnis $m = \frac{d}{D}$ für den ersten Zug und für darauffolgende Stufenzüge $m_1 = \frac{d_1}{d}$ zugrunde; Dia-

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Messingblech	Zu ermittelnder Scheibendurchmesser	Zu ermittelnde Hohlteilhöhe
 <p>Abb. 19.</p>	$2R = \sqrt{D^2 + 4 \cdot D \cdot h}$ $83 = \sqrt{20^2 + 4 \cdot 20 \cdot 80}$	$h = \frac{x^2 - D^2}{4 \cdot D}$ $h_1 = \frac{83^2 - 49^2}{4 \cdot 49} = \text{rd. } 22,4 \text{ mm}$ $h_2 = \frac{83^2 - 36^2}{4 \cdot 36} = \text{rd. } 38,77 \text{ ,,}$ $h_3 = \frac{83^2 - 27^2}{4 \cdot 27} = \text{rd. } 56 \text{ ,,}$

Entwicklung des Hohlteils



$$r = \frac{D - d}{2}$$

$$r_1 = \frac{49 - 36}{2} = 6,5$$

Nach dem Ziehstufendiagramm

Scheiben Ø 83 mm	Arbeitsgänge			
	1	2	3	4
	83 / 49	49 / 36	36 / 27	27 / 20
Korrektur	—	—	—	—

$$m = \frac{d}{D} = \sim 60 \quad m_1 = \frac{d_1}{d} = \sim 0,75$$

Zu beachten:
 Hiernach sind für alle 4 Arbeitsgänge neue Ziehwerkzeuge anzufertigen.

Nach dem Ziehriingsatz*

Nr.	15	14	13	12	11
Schb. Ø	bis 90	bis 73	—	—	—
Zieh Ø	50	40	31,5	25	20
r	6,5	5	4,25	3,25	—

Zu beachten:
 Bei vorhandenem Ziehriingsatz sind keine Werkzeuge anzufertigen. Fertigung der Teile kann sofort nach Auftragserteilung beginnen.

Der Scheibendurchmesser 83 mm liegt zwischen Nr. 14 u. 15, hat einen ungünstigen Ø; 5 Arbeitsgänge sind erforderlich und trotzdem große Ersparnisse vorhanden.
 * Siehe S. 128 TN.

gramm hierfür s. TN. Vor Beginn des Ziehens ist die Scheibengröße zu ermitteln, von der aus die Stufenzüge zu bestimmen sind; sie können auch nach dem Ziehriingsatz oder diagrammäßig festgelegt werden. Bei der Ziehstufenbestimmung versucht man mit möglichst wenigen Warmbehandlungen auszukommen. Dieses geschieht in der Weise, daß man bei den Ziehstufen die Beanspruchung des Werkstoffes gleichmäßig vorsieht. Das geschulte Auge verfolgt beim Ziehen das Aussehen der Teiloberfläche von Ziehstufe zu Ziehstufe und erkennt an der Rauheit derselben die Grenze im Nichtweiterziehen. Ist diese Grenze erreicht, dann empfiehlt es sich, die Teile in AEG-Öfen einer Warmbehandlung zu unterziehen, worin keine Zunderbildung auftritt; Beizen und Trocknen

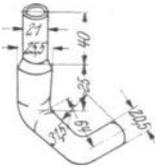
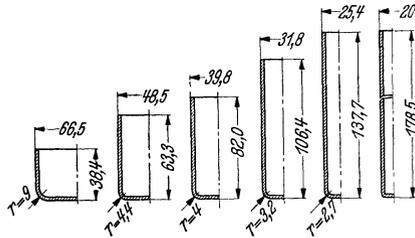
Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Messingblech	Zu ermittelnder Scheibendurchmesser	Zu ermittelnde Hohlteilhöhen
	$D_m = \frac{20 + 25,4}{2} = 22,7 \text{ mm}$ $L = 122 \text{ mm}; L_1 = 44 \text{ mm}$ $J = D_m \cdot \pi \cdot L + D_m \cdot \pi \cdot L_1$ $22,7 \cdot \pi \cdot 122 + 21 \cdot \pi \cdot 44$ $\cong 11500 \text{ mm}^2$ $\frac{D^2 \cdot \pi}{4} = 11500; D = 121 \text{ mm}$ $\delta = 1,5 \text{ mm}$	$h = \frac{x^2 - D^2}{4 \cdot D}$ $h_1 = \frac{121^2 - 66,5^2}{4 \cdot 66,5} = 38,4 \text{ mm}$ $h_2 = \frac{121^2 - 48,5^2}{4 \cdot 48,5} = 63,3 \text{ ,,}$ $h_3 = \frac{121^2 - 39,8^2}{4 \cdot 39,8} = 82 \text{ ,,}$ $h_4 = \frac{121^2 - 31,8^2}{4 \cdot 31,8} = 106,4 \text{ ,,}$ $h_5 = \frac{121^2 - 25,4^2}{4 \cdot 25,9} = 137,7 \text{ ,,}$ $h_6 = \frac{121^2 - 20^2}{4 \cdot 20} = 178,5 \text{ ,,}$

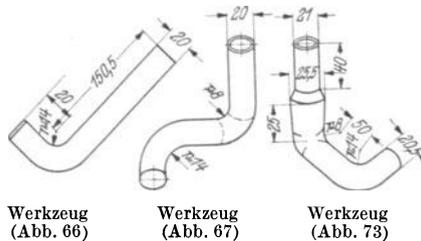
Abb. 20.

Entwicklungsgang des Hohlteils.

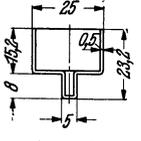
$$r = \frac{D - d}{2} = \frac{66,5 - 48,5}{2} = 9 \text{ mm}$$



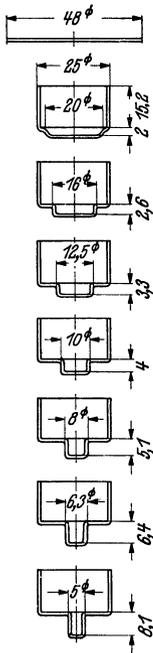
Scheibe	Arbeitsgänge						$\frac{d}{D} = 0,55$
	1	2	3	4	5	6	
$\varnothing 121 \text{ mm}$	121	66,5	48,5	39,8	31,8	25,4	20
Korrektur	—	—	—	—	—	—	—



der Teile wird hierdurch erspart. Je nach Größe des Rauminhaltes der Teile ist die Erwärmungsdauer festzulegen und nimmt dabei lieber eine längere Zeit in Kauf, als sonst beizen und trocknen zu müssen.

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Messingblech	Zu ermittelnder \varnothing und Topfhöhe	Zu ermittelnde Stufenhöhen
 <p>Abb. 21.</p>	$\frac{25^2 \cdot \pi}{4} + 25 \cdot \pi \cdot 15 + 5 \cdot \pi \cdot 8$ $\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 1814 \text{ mm}^2; x = 48 \text{ mm}$ $\frac{x^2 - D^2}{4 \cdot D} - \frac{d \cdot \pi \cdot h}{D \cdot \pi} = h$ $\frac{2304 - 625}{4 \cdot 25} - \frac{5 \cdot \pi \cdot 8}{25 \cdot \pi}$ $h = 15,2 \text{ mm}$	$h_1 = \frac{126}{20 \cdot \pi} = 2 \text{ mm}$ $h_2 = \frac{126}{16 \cdot \pi} = 2,6 \text{ ,,}$ $h_3' = \frac{126}{12,5 \cdot \pi} = 3,3 \text{ ,,}$ $h_4 = \frac{126}{10 \cdot \pi} = 4 \text{ ,,}$ $h_5 = \frac{126}{8 \cdot \pi} = 5,1 \text{ ,,}$ $h_6 = \frac{126}{6,3 \cdot \pi} = 6,4 \text{ ,,}$ $h_7 = \frac{126}{5 \cdot \pi} = 8,1 \text{ ,,}$

Entwicklung
des Hohlteils



Nach dem Ziehstufendiagramm

Scheiben	Arbeitsgänge]						
	1	2	3	4	5	6	7
$\varnothing 48 \text{ mm}$	48 / 25	20 / 16	16 / 12,5	12,5 / 10	10 / 8	8 / 6,3	6,3 / 49
Korrektur	—	—	—	—	—	—	6,3 / 5

Zu beachten:

Hiernach sind für alle Arbeitsgänge Werkzeuge anzufertigen.

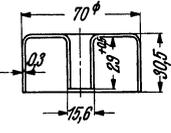
Nach dem Ziehriingsatz

Nr.	12	11	10	9	8	7	6	5
Schb. \varnothing	48 / 45,5	—	—	—	—	—	—	—
Zieh \varnothing	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5

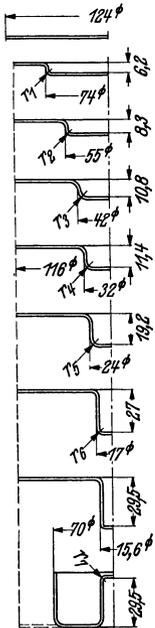
Zu beachten:

Bei vorhandenem Ziehriingsatz sind keine Werkzeuge anzufertigen.

Im folgenden wird das stufenweise Ziehen für gegebene Teile gezeigt, aus dem zu ersehen ist, wie man mit wenig Arbeitsgängen bei Erreichung einer Form auskommen kann.

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Aluminium	Zu ermittelnder Scheiben \varnothing	Zu ermittelnde Hohlteilhöhen
 <p>Abb. 22</p>	$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} + D \cdot \pi \cdot h + d \cdot \pi \cdot h = J$	$h = \frac{1445}{74 \cdot \pi} = \frac{1445}{232,5} = 6,2 \text{ mm}$
	$\frac{70^2 \cdot \pi}{4} + 70 \cdot \pi \cdot 30,5 + 15,6 \cdot \pi \cdot 29,5 = J$	$h_1 = \frac{1445}{55 \cdot \pi} = \frac{1445}{172,8} = 8,3 \text{ ,,}$
	$3848,5 + 6710 + 1445 = 12003 \text{ mm}^2$	$h_2 = \frac{1445}{42 \cdot \pi} = \frac{1445}{132} = 10,8 \text{ ,,}$
	$\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 12003;$	$h_3 = \frac{1445}{33 \cdot \pi} = \frac{1445}{100,5} = 14,4 \text{ ,,}$
	$x = 124 \text{ mm } \varnothing$	$h_4 = \frac{1445}{24 \cdot \pi} = \frac{1445}{75,4} = 19,2 \text{ ,,}$
		$h_5 = \frac{1445}{17 \cdot \pi} = \frac{1445}{53,5} = 27 \text{ ,,}$
		$h_6 = \frac{1445}{15,6 \cdot \pi} = \frac{1445}{48,98} = 29,5 \text{ ,,}$

Entwicklung des Hohlteils



Nach dem Ziehstufendiagramm

Scheiben	Arbeitsgänge						
	1	2	3	4	5	6	7
\varnothing 124 mm	124	74	55	42	32	24	17
	74	55	42	32	24	17	15,6
Korrektur	—	—	—	—	—	—	—
r	9,5	6,5	5	4,5	3	2	0,3
h	6,2	8,3	10,8	14,4	19,2	27	29,5

Scheibenverkleinerung

$$J - J_3 = J_4 = 12003 - 1445 = 10558 \text{ mm}^2$$

$$\frac{x_1^2 \cdot \pi}{4} = 10558 \text{ mm}^2 \quad x_1 = 116 \text{ mm } \varnothing$$

Zu beachten:

Für Mantel 70 mm \varnothing ist nur ein Arbeitsgang erforderlich.

Scheiben	Arbeitsgänge	
	1	
\varnothing 116 mm	116	Mantelzug
Korrektur	116	70

Nach dem Ziehringsatz

Nr.	16	15	14	13	12	11	10
Scheiben \varnothing	124						
Zieh \varnothing	63	50	40	31,5	25	20	16

Zu beachten:

Für Ziehringsatz: 2 Werkzeuge 15,6 mm und 70 mm \varnothing , nach dem Ziehstufendiagramm sind alle Werkzeuge herzustellen.

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Aluminiumblech	Zu ermittelnder Scheiben \varnothing und Teilhöhen	Durchzugangaben
<p>Abb. 23.</p>	$x = \sqrt{60^2 + 4 \cdot 60 \cdot (58 + 0,5)}$ $x = 133 \text{ mm (Scheibe)}$ $h_1 = \frac{x^2 - D^2}{4 \cdot D} =$ $= \frac{133^2 - 73^2}{4 \cdot 73} = 42,3 \text{ mm}$ $h_2 = 58,5 \text{ mm}$	<p>Werkstoffdehnung 20 % Stutzen-Innen \varnothing 35 mm Rauminhalt der Einziehfläche bei $\delta = 2$ mm $2 \cdot \frac{\pi}{4} (35^2 - 28^2) = 692,7 \text{ mm}^2$ \varnothing des Loches $35 \cdot 0,8 = 28$ mm $h = \frac{692,7}{35,5 \cdot \pi \cdot 0,5} = \text{rd } 12,4 \text{ mm}$ Stutzenhöhe $12,4 + 2 = 14,4$ mm</p>

Entwicklung des Hohlteils

Nach dem Ziehstufendiagramm

Scheiben	Arbeitsgänge		
	1	2	
\varnothing 133 mm	133	73	$m = \frac{d}{D} = 0,55$
Korrektur	—	73	$m_1 = \frac{d_1}{d} = 0,75$
		60	

Abb. 23 a.

Anzahl der Durchzüge
 1. Durchzug

$$\frac{5}{4} \cdot D_2^* - \frac{\delta}{4} = D^{**}$$

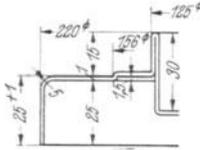
$$\frac{5}{4} \cdot 28 - \frac{2}{4} = 35 - 0,5 = 34,5 \text{ mm}$$

2. Durchzug auf 35 mm
 Bodendurchzug

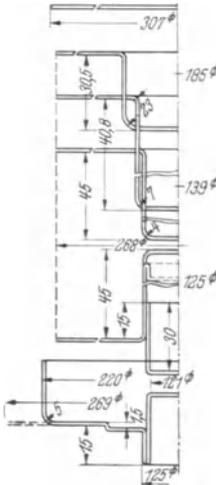
$$\delta_1 = \frac{v}{D_m \cdot \pi \cdot h} = \frac{692,7}{(35 + 1) \cdot \pi \cdot 7} = \text{rd } 0,9 \text{ mm}$$

Abb. 23 b.

* Loch \varnothing ; ** Stutzenloch \varnothing .

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Tiefziehblech	Zu ermittelnder Scheibendurchmesser	Zu ermittelnde Hohlteilflächen
 <p>Abb. 24.</p>	$J = \frac{220^2 \cdot \pi}{4} = 38013 \text{ mm}^2$ $J_1 = 220 \cdot \pi \cdot 26 = 17971 \text{ mm}^2$ $J_2 = 125 \cdot \pi \cdot 45 = 17672 \text{ mm}^2$ $J_3 = 73656 \text{ mm}^2$ $\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 73656 \text{ mm}^2$ $x = \text{rd } 307 \text{ mm}$	$J_2 = 17672 \text{ mm}^2$ $h = \frac{17672}{185 \cdot \pi} = \frac{17672}{581} = 30,5 \text{ mm}$ $h_1 = \frac{17672}{139 \cdot \pi} = \frac{17672}{436,7} = 40,8 \text{ mm}$ $h_2 = \frac{17672}{125 \cdot \pi} = \frac{17672}{392,7} = 45 \text{ mm}$ <p>mit</p> $r = \frac{185 - 139}{2} = 23 \text{ mm}$ $r_1 = \frac{139 - 125}{2} = 7 \text{ mm}$

Entwicklung des Hohlteils



Nach dem Ziehstufendiagramm

Scheiben	Arbeitsgänge		
	1	2	3
∅ 307 mm	307 / 185	185 / 139	139 / 125
Korrektur	—	—	39 / 125

Scheibenverkleinerung

$$J - J_1 = J_4 = 73656 - 125 \cdot \pi \cdot 45 = 55994 \text{ mm}^2$$

$$\frac{x_1^2 \cdot \pi}{4} = 55994; \quad x_1 = 268 \text{ mm}$$

Scheiben	Arbeitsgänge	
	1	
∅ 269 mm	269 / 161,5	
Korrektur	269 / 220	

in Zugstanze
mit Aufschlag-
schieber fertig
stellen

Für
Fertigzug

Nach dem Ziehringsatz

Nr.	21	20	19
Schb. ∅	307 / 200	—	—
Zieh ∅	200	160	125

Zu beachten:

Für das Ziehstufendiagramm sind alle Werkzeuge und mit Ziehringsatz nur ein Werkzeug (Fertigstanze) herzustellen.

Gegebenes Hohlteil
Werkstoff:
Aluminiumblech

Zu ermittelnder Scheibendurchmesser
Abwicklung des Hohlteils

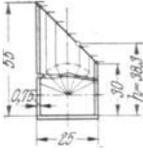
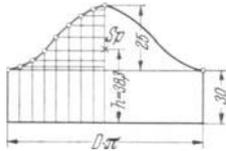


Abb. 25.



$$x = \sqrt{D^2 + 4 \cdot D \cdot h}$$

$$\text{rd } 67 = \sqrt{25^2 + 4 \cdot 25 \cdot 38,3}$$

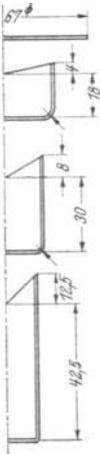
$$Sp = \frac{25}{3} = 8,3 \text{ mm}$$

Abwicklung des Hohlteils

Entwicklung
des Hohlteils

Nach dem Ziehstufendiagramm

Scheiben	Arbeitsgänge		
	1	2	3
∅ 67 mm	67 / 40	40 / 30	30 / 22,4
Korrektur	—	—	30 / 25



Mittlere Hohlteilhöhe

$$h_1 = \frac{67^2 - 40^2}{4 \cdot 40} = \text{rd } 18 \text{ mm}; \quad h_2 = \frac{67^2 - 30^2}{4 \cdot 30} = \text{rd. } 30 \text{ mm}$$

Zu beachten:

Hiernach sind für alle 3 Arbeitsgänge neue Werkzeuge anzufertigen.

Nach dem Ziehringsatz

Ziehringgruppe

Nr.	14	13	12
Schb. ∅	bis 73	—	—
Zieh ∅	40	31,5	25
r	5	4,25	3,25

Zu beachten:

Exzentrische Lage der Scheibe auf dem Ziehring ist

$$x_1 = \sqrt{25^2 + 4 \cdot 25 \cdot 55}$$

$$x_1 = 78,5 \text{ mm}$$

$$x_2 = \sqrt{25^2 + 4 \cdot 25 \cdot 30}$$

$$x_2 = 60,2 \text{ mm}$$

$$R : E_{x_1} = r_m : E_x$$

$$E_x = 7,8 \text{ mm}$$

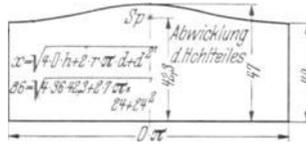


Gegebenes Hohlteil
Werkstoff:
Neusilber

Zu ermittelnder Scheibendurchmesser
Abwicklung des Hohlteils

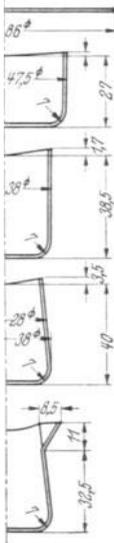


Abb. 26.



Entwicklung
des Hohlteils

Nach dem Ziehstufendiagramm



Scheiben	Arbeitsgänge	
	1	2
∅ 88 mm	88 / 47,5	47,5 / 35,5
Korrektur	—	47,5 / 38

Mittlere Hohlteilhöhe

$$h = \frac{88^2 - 47,5^2}{4 \cdot 47,5} = \text{rd. } 27 \text{ mm}$$

Nach dem Ziehriingsatz

Ziehringgruppe

Nr.	15	14	* Werkzeug: s. Abb. 47 S. 58. Rückstoß-Zug.
Schb. ∅	bis 90	bis 73	
Zieh ∅	50	40**	
r	7	7	

** statt 38 mm ist 40 mm gewählt

Zu beachten:

Exzentrische Lage der Scheibe auf Ziehring ist

$$x_1 = \sqrt{4 \cdot 36 \cdot 47 + 2 \cdot 7 \cdot \pi \cdot 24 + 24^2}$$

$$x_2 = \sqrt{4 \cdot 36 \cdot 40 + 2 \cdot 7 \cdot \pi \cdot 24 + 24^2}$$

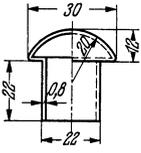
$$x_1 = 91,5 \text{ mm}; \quad x_2 = 88 \text{ mm}$$

$$R : E_{x_1} = r_m : E_x$$

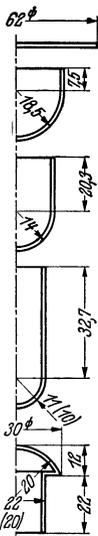
$$45,75 : 2,75 = 44 : E_x$$

$$E_x = 2,6 \text{ mm}$$



Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Stahl V 2a	Zu ermittelnder Scheibendurchmesser	Zu ermittelnde Hohlteilhöhe
 <p>Abb. 27.</p>	$\frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2 + D^2 - d^2) + \pi \cdot d \cdot h$ $0,785 (900 + 576 + 416) = 1485 \text{ mm}^2$ $\pi \cdot 22 \cdot 22 = 1520 \text{ mm}^2$ $\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 3005 \text{ mm}^2$ $x = 62 \text{ mm } \varnothing$	$h_1 = \frac{x^2 - 8 \cdot r \cdot h}{4D}$ $h_1 = \frac{3844 - 8 \cdot 18,5 \cdot 18,5}{4 \cdot 37} = 7,5 \text{ mm}$ $h_2 = \frac{3844 - 8 \cdot 14 \cdot 14}{4 \cdot 28} = 20,3 \text{ mm}$ $h_3 = \frac{3844 - 8 \cdot 11 \cdot 11}{4 \cdot 22} = 32,7 \text{ mm}$

Nach dem Ziehstufendiagramm



Scheiben	Arbeitsgänge		
	1	2	3
∅ 62 mm	62 / 37	37 / 28	28 / 22
Korrektur	—	—	—

$$m = \frac{d}{D} = 0,6 \quad m_1 = \frac{d_1}{d} = 0,75$$

Zu beachten:

Hiernach sind für alle 3 Arbeitsgänge neue Werkzeuge anzufertigen.

Nach dem Ziehringsatz

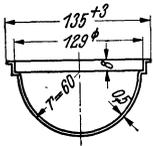
Nr.	13	12	11
Schb. ∅	58/62	—	—
Zieh ∅	31,5	25	20*
r	3,25	3,25	2,5

Werkzeug:
s. Abb. 68 S. 70.

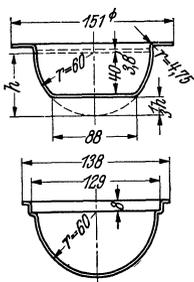
* statt 22 mm, 20 mm gewählt

Zu beachten:

Bei Maßänderung keine neuen Werkzeuge erforderlich.

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Zinkblech	Zu ermittelnder Scheibendurchmesser
 <p>Abb. 28.</p>	<p>Kreisring $\frac{\pi}{4} \cdot (138^2 - 129^2) = 1888 \text{ mm}^2$</p> <p>Zylinder $129 \cdot \pi \cdot 8 = 3242 \text{ mm}^2$</p> <p>Kreisring $\frac{\pi}{4} \cdot (129^2 - 120^2) = 1760 \text{ mm}^2$ <u>6890 mm²</u></p> <p>Halbkugel $\frac{\pi \cdot 120^2}{2} = 22608 \text{ mm}^2$ <u>29498 mm²</u></p> <p>$\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 29498$ $x = \text{rd } 194 \text{ mm Scheiben } \varnothing$</p>

Entwicklung des Hohlteils



Notwendige Ziehangaben

Geteilte Halbkugel setzt sich zusammen aus:

$2 \cdot r \cdot \pi \cdot h = 2 \cdot 60 \cdot \pi \cdot 40 = 15079 \text{ mm}^2$

$2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = 2 \cdot 60 \cdot \pi \cdot 20 = 7539 \text{ mm}^2$ 22608 mm²

Zylinderhöhe des Halbkugelteils:

$$2 \cdot r \cdot \pi \cdot h + \frac{D^2 + \pi}{4} = 2 \cdot 60 \cdot \pi \cdot 40 + \frac{88^2 \cdot \pi}{4}$$

$$= 21167 \text{ mm}^2$$

und $22608 - 21167 = 1441 \text{ mm} = D \cdot \pi \cdot h;$

$$h = \text{rd } 3,6 \text{ mm}$$

Scheibenverkleinerung:

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 6850 = 0,785 \cdot (D^2 - 120^2)$$

$$D = \sqrt{\frac{0,785 \cdot 120^2 + 6850}{0,785}} = \text{rd } 151 \text{ mm}$$

Erforderlich: 1 Ziehgang von Scheibe 194 mm auf Topf \varnothing 120 mm.

Zu beachten:
Wegen sonst zu großer Faltenbildung ist die Halbkugel auf $\frac{h}{3}$ abzufachen und die Fertigform in der Fertigstanze zu erledigen.

Gegebenes Hohlteil
Werkstoff: Eisenblech

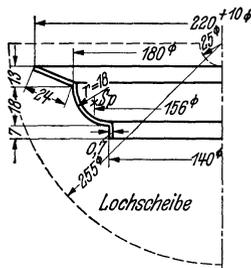


Abb. 29.

Fertigungsangaben

Scheibendurchmesser:

Zugabering $0,785 \cdot (230^2 - 220^2) = 3532 \text{ mm}^2$

Kegelstumpf $\pi \cdot 24 (110 + 90) = 15080 \text{ mm}^2$

Hohlkehle $0,25 \cdot 36 \cdot \pi \cdot 156 \cdot \pi = 13742 \text{ mm}^2$

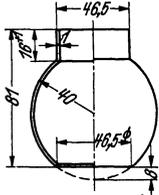
Zylinder $140 \cdot \pi \cdot 7 = 3078 \text{ mm}^2$

Boden $0,785 \cdot 140^2 = 15394 \text{ mm}^2$ 50826 mm²

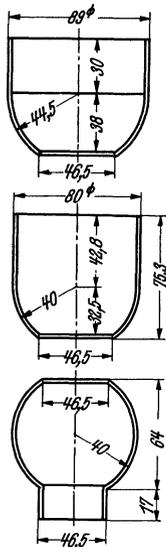
$\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 50826;$ $x = \text{rd. } 255 \text{ mm } \varnothing$

Erforderlich: 1 Ziehgang mit Werkzeug Abb. 74.

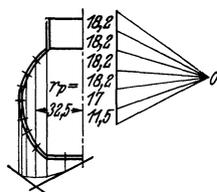
Zu beachten:
Formteil wird aus einer Lochscheibe auf der Reibtriebpresse gezogen, fertig gestanzt und beschnitten.

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Aluminium	Zu ermittelnder Scheibendurchmesser	Zu ermittelnde Hohlteilhöhen
 <p>Abb. 30.</p>	<p>Kugel $\pi \cdot (2 \cdot r)^2 = \pi \cdot 6400$ $= 20096 \text{ mm}^2$</p> <p>Zwei Kugelabschnitte $2 \cdot (2 \cdot \pi \cdot r \cdot h) = 4 \cdot \pi \cdot 40 \cdot 8$ $= 4019$</p> <p>Hals $d \cdot \pi \cdot h_2 = 46,5 \cdot \pi \cdot 17 = 2482$</p> <p>Boden $\frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{46,5^2 \cdot \pi}{4} \cong 1700$</p> <p>$\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 20259;$ $x = \text{rd. } 162 \text{ mm } \varnothing \text{ Scheibe}$</p>	$h = \frac{x^2 - 8 \cdot r \cdot h - d^2}{4 \cdot D}$ $h_1 = \frac{162^2 - 8 \cdot 44,5 \cdot 38 - 46,5^2}{4 \cdot 89}$ $h_1 = 30 \text{ mm}$ $h_2 = \frac{162^2 - 8 \cdot 40 \cdot 32,5 - 46,5^2}{4 \cdot 80}$ $h_2 = 42,8 \text{ mm}$

Entwicklung des Hohlteils



Nach dem Ziehstufendiagramm
Graphisch ermittelter Scheibenhalt



$$J = 2 \cdot 32,5 \cdot \pi \cdot 101,3$$

$$L = 101,3 \text{ mm}$$

$$J = \text{rd. } 20621 \text{ mm}^2$$

oder

$$J = 20096 - 4019 + 2482 + 1700 = 20259 \text{ mm}^2 \sim 20612 \text{ mm}^2$$

Scheibendurchmesser 162 mm

Scheiben	Arbeitsgänge	
	1	2
$\varnothing 162 \text{ mm}$	162 / 89	89 / 80
Korrektur	—	89 / 80

$$m = \frac{d}{D} = 0,55; \quad 162 \cdot 0,55 = 89 \text{ mm } \varnothing$$

Nach dem Ziehriingsatz

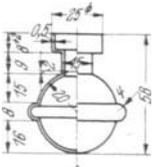
Nr.	18	17
Schb. \varnothing	162 / 100	
Zieh \varnothing	100	80

Zu beachten:

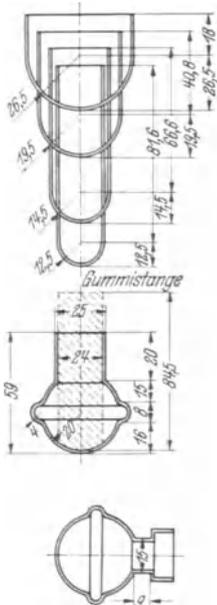
Vor dem Einziehen des Hohlteils ist die Gratkante zu beseitigen.

Für das Ziehstufendiagramm sind alle, nach dem Ziehriingsatz nur das letzte Werkzeug herzustellen.

* Werkzeug Abb. 70 S. 71.

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Aluminium	Zu ermittelnder Scheibendurchmesser	Zu ermittelnde Hohlteilhöhen
 <p>Abb. 31.</p>	Kugel $\pi \cdot (2 \cdot r)^2 = \pi \cdot 40^2$ $= 5024 \text{ mm}^2$	$h = \frac{x^2 - 8 \cdot r \cdot h^*}{4 \cdot D}$
	Kugelabschnitt $2 \cdot r \cdot \pi \cdot h = 2 \cdot 20 \cdot \pi \cdot 2$ $= 251,2 \text{ mm}^2$	$h_1 = 18$ $h + h_1 = 26,5 + 18 = 44,5$
	Kugelwulst $\frac{2 \cdot r \cdot \pi \cdot D \cdot \pi}{8} = \frac{2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 40 \cdot \pi}{8}$ $= 394,7 \text{ mm}^2$	$h_2 = 40,5$ $h + h_1 = 19,5 + 40,8 = 60,3$
	Kleiner Hals $d \cdot \pi \cdot h = 15 \cdot \pi \cdot 9$ $= 424,1 \text{ mm}^2$	$h_3 = 66,6$ $h + h_1 = 14,5 + 66,6 = 81,1$
	Ansatz $0,785 \cdot (d^2 - d_1^2)$ $= 0,785 (25^2 - 15^2)$ $= 314,2 \text{ mm}^2$	$h_4 = 81,6$ $h + h_1 = 12,5 + 81,6 = 94,1$
	Ansatz \varnothing $d \cdot \pi \cdot h = 25 \cdot \pi \cdot 10 = 786,0 \text{ mm}^2$	$h = \text{Höhe der Halbkugel}$ $h_1^* = \text{Zylinderhöhe}$
	Umbördelfläche $\frac{25^2 \cdot \pi}{4} - 19^2 \cdot \pi = 207,0 \text{ mm}^2$ mit Sicherheit $= 7389 \text{ mm}^2$	

Entwicklung
des Hohlteils



Nach dem Ziehstufendiagramm
Scheibe: $J = 7389$; $\varnothing = 97 \text{ mm}$

Scheiben $\varnothing 97 \text{ mm}$	Arbeitsgänge			
	1	2	3	4
	97 53	53 39	39 29	29
Korrektur	—	—	—	29 25

$m = \frac{d}{D} = 0,55$ $m_1 = \frac{d_1}{d} = \sim 0,75$

Gummifüllung (Shore 50)

Kugel + Wulst + Hals + 10 mm herausstehendes Ende

$$1,33 \cdot \pi \cdot D^3 + \frac{(2r)^2 \cdot \pi \cdot D \cdot \pi + d^2 \cdot \pi \cdot h}{8} = \frac{x^2 \cdot \pi \cdot h}{4}$$

$$1,33 \cdot \pi \cdot 20^3 + \frac{8^2 \cdot \pi \cdot 40 \cdot \pi + 24^2 \cdot \pi \cdot 20 + 10}{4} = 38124 \text{ mm}^3$$

$x = 24 \text{ mm}$; $\frac{x^2 \cdot \pi \cdot h}{4} = 38124$; $h = \frac{38124}{452,4} = \sim 84,5 \text{ mm}$

Nach dem Ziehringsatz

Nr.	15	14	13	12
Schb. \varnothing	97 50	—	—	—
Zieh \varnothing	50	40	32	25

Zu beachten:

Für Werkzeug mit Gummifüllung doppelwirkende Presse anwenden.

Für Ziehstufendiagramm sind alle Werkzeuge, nach dem Ziehringsatz nur 2 Werkzeuge herzustellen.

* Werkzeugausführungen s. S. 67 Abb. 63 u. S. 68. Abb. 64 u. 65.

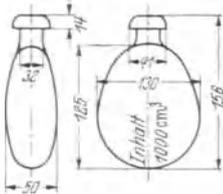
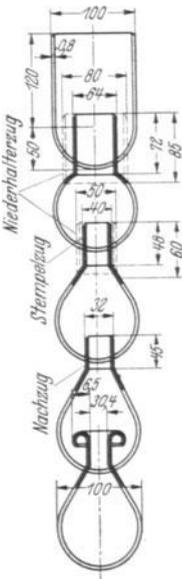
<p>Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Aluminiumblech</p>	<p>Zu ermittelnder Scheibendurchmesser</p>
	<p>$J = 1000 \text{ cm}^3$; $100 \text{ mm } \varnothing$; $h = 127 \text{ mm}$ Kopfwulst: $32 \cdot \pi \cdot 45 = \text{rd. } 4523 \text{ mm}^2$ Scheibe: $\frac{100^2 \cdot \pi}{4} + 100 \cdot \pi \cdot 127 = 47752 \text{ mm}^2$ $\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 52275$; $x = \text{rd } 260 \text{ mm}$</p> <p>Für Arbeitsgang 1 ist: $h_1 = \frac{260^2 - 8 \cdot 50 \cdot 50}{4 \cdot 100} = \text{rd } 120 \text{ mm}$</p> <p>Gesamthöhe der 1. Hülse: $120 + 50 = 170 \text{ mm}$</p>

Abb. 33.

Entwicklung des Hohlteils



	Arbeitsgänge			
Scheiben				
$\varnothing 260 \text{ mm}$	260 / 160	160 / 125	125 / 100	100
Korrektur	—	—	—	—

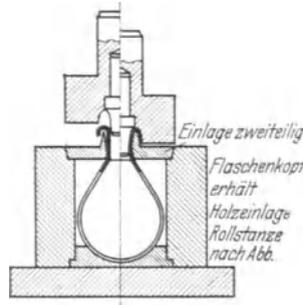


Abb. 33 a.

Einschnürungen							
							\varnothing in mm
100 / 80	80 / 64	64 / 50	50 / 40	40 / 32	32	32	
1	2	3					Arbeitsgänge

Nach dem Ziehringsatz

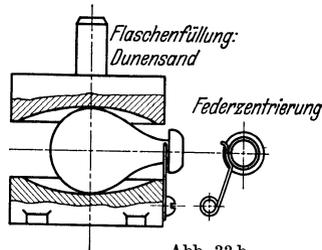


Abb. 33 b.

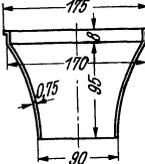
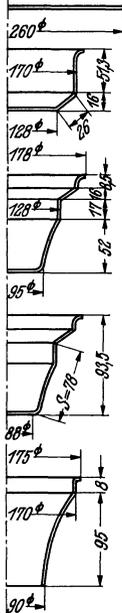
Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Tiefziehblech	Zu ermittelnder Scheibendurchmesser	Höhe des 1. Topfes Seitenlänge des 2. Stempels
	a) Stirnrand 2186 mm ²	$\frac{J - (a + b + c_1 + d)}{b \cdot \pi} = h$
	b) Bund 4272 „	
	c) geschweifte Form 39600 „	$\frac{52419 - (2186 + 4272 + 12173 + 6361)}{170 \cdot \pi}$
	d) Boden 6361 „ <hr/> 52419 mm ²	$h = 51,3 \text{ mm}$ $c_1 = \pi \cdot 26 \cdot (85 + 64) = 12173 \text{ mm}^{2*}$
	$J = \text{mm}^2$ $\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 52419 \text{ mm}^2$ $x = \text{rd } 260 \text{ mm } \varnothing$	$s = \frac{J - (a + b + c_1 + d)**}{\pi \cdot (r + r_1)}$ $= \frac{52419 - (2186 + 4272 - 12173 - 6361)}{\pi \cdot (64 + 47,5)}$ $s = \text{rd } 78 \text{ mm}$

Abb. 34.

Entwicklung des Hohlteils



Nach dem Ziehstufendiagramm

Scheiben	Arbeitsgänge		Stempel mit angedrehter Form
	1	2	
Ø 260 mm	260 170	170 · 128	
Korrektur	—	—	

Zu beachten:

Ziehriingsatz nicht anwendbar, da die Durchmesser bestehen bleiben müssen.

* c_1 = Flächeninhalt der Niederhalterschräge.

** s = Seitenlänge des 2. Formstempels = 78 mm.

1. Vorzug 170 mm Ø, Höhe 51,5 mm, Schräge 38°.
2. Stufenzug 128 mm Ø. Stempel hat Reflektorform.
3. Boden lochen 88 mm Ø (Loch wird ausgezogen [s. Abb. 75]).
4. Fertigstanzung des Hohlteils.
5. Beschneiden des Außendurchm. 175 mm Ø.

Gegebenes Hohlteil
Werkstoff: Tiefziehblech

Aufbau der Entwicklungsgänge

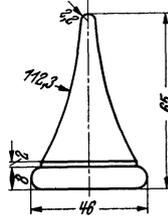


Abb. 35.

Zu ermittelnde Werte

Scheiben \varnothing

Gegeben: Gewicht = 29 g

Blechdicke: $\delta = 0,75$ mm

Werkstoff: Tiefziehblech

$$x = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \delta \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 29}{\pi \cdot 0,075 \cdot 7,8}} = 63,5 \text{ mm}$$

Bodenrundung

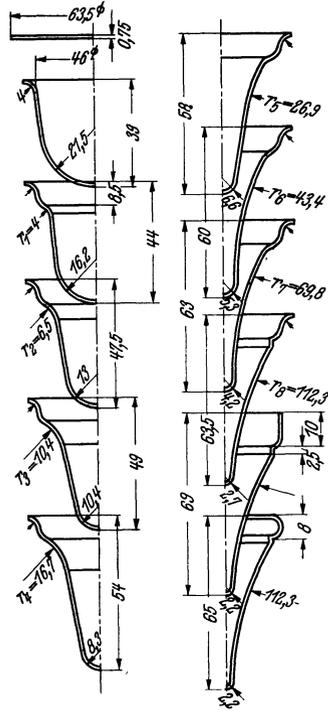
von D	21,5	16,2	13	10,4	8,3
auf d	16,2	13	10,4	8,3	6,6
von D	6,6	5,3	4,2	2,7	2,2
auf d	5,3	4,2	2,7	2,2	2,2

$$d = 0,8 \cdot D$$

Mantelwölbung

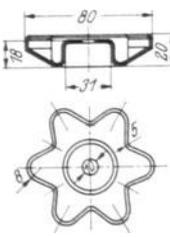
$$\varphi = \sqrt[3]{\frac{R}{r}} = \sqrt[3]{\frac{112,3}{4}} = \text{rd. } 1,61$$

r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8
4	6,5	10,4	16,7	26,9	43,4	69,8	112,3

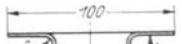
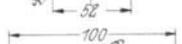
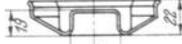
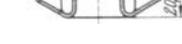


Zu beachten:

Der Ziehstempel und der Unterstempel hat die zeichnerische Form; der erste setzt in tiefster Stellung mit leichtem Druck auf den unteren auf.

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Eisenblech	Scheibenform	Ermittlung der Scheibe und Verkleinerung
 <p data-bbox="241 546 311 573">Abb. 36.</p>		<p data-bbox="593 264 817 291">Teilgewicht: rd. 75 g</p> $D = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \delta \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 75}{\pi \cdot 0,1 \cdot 7,8}}$ <p data-bbox="793 388 934 414">= rd. 111 mm</p> <p data-bbox="593 432 776 458">Teilverkleinerung</p> $D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot J_1 - J}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (9677 - 1872)}{\pi}}$ <p data-bbox="593 564 735 590">$D_1 = 100$ mm</p>

Entwicklungsgang des Hohlteils

	<p data-bbox="393 802 411 829">1</p> <p data-bbox="441 740 1001 908">Je nach Stückzahl kann der erste Arbeitsgang bei Verwendung von einfachwirkenden Pressen mit Werkzeug Abb. 52 u. bei doppelwirkender Presse mit Werkzeug Abb. 53 hergestellt werden.</p>
	<p data-bbox="393 987 411 1014">2</p> <p data-bbox="441 961 1001 1049">Für den 2. Arbeitsgang (Topfverkleinerung) kommt nur eine einfachwirkende Presse und ein Zug ohne Niederhalter nach Abb. 45 in Frage.</p>
	<p data-bbox="393 1164 411 1190">3</p> <p data-bbox="441 1102 1001 1261">Der 3. Arbeitsgang, zum Ziehen der Sternform, kann entweder auf einer doppelwirkenden oder einfachwirkenden Presse mit Werkzeug nach Abb. 61 erfolgen. Einen kleinen Wulstrand am Teil stehen zu lassen ist für den darauffolgenden Arbeitsgang zweckmäßig.</p>
	<p data-bbox="393 1367 411 1393">4</p> <p data-bbox="441 1314 1001 1455">Für den 4. Arbeitsgang ist die Sternform nachzuziehen und der Rand zu beschneiden, hierfür wird eine einfachwirkende Presse benötigt; gutes Randbeschneiden wird nur bei Pressen mit nicht verstellbarem Tisch erreicht (s. Abb. 60 aber ohne Niederhalter).</p>
	<p data-bbox="393 1525 411 1552">5</p> <p data-bbox="441 1508 1001 1596">Nach dem 4. Arbeitsgang erhält das Teil einen Bordrand mit dem Werkzeug Abb. 72, darauf ist das Mittelloch zu lochen.</p>

Schreibzeug aus Messingblech

<p>Gefäß</p> $40 \cdot \pi \cdot 50 = 6283 \text{ mm}^2$ $30 \cdot \pi \cdot 67,5 = 6362 \text{ ,,}$ $0,785 \cdot 30^2 = 707 \text{ ,,}$ $0,785 (57^2 - 40^2) = 1295 \text{ ,,}$ $57 \cdot \pi \cdot 20 = 3580 \text{ ,,}$ <p>Für Scheibe: $18227 \text{ rd. } 18385$</p> $= 153 \text{ mm } \varnothing$	<p>Seitenlänge bis Teilmitte</p> $90 + 22,75 + 20 = 132,75 \text{ mm}$ <p>Gesamtlänge $132,75 + 132,75 = 265,5 \text{ mm}$</p> <p>Querseite bis Teilmitte</p> $21 + 22,75 + 2 \cdot 6 + 49 + 5 + 20 = \text{rd. } 130 \text{ mm}$ $\frac{153^2 \cdot \pi}{4} - 76,5 \cdot \pi \cdot 41,5 = 8413 \text{ mm}^2;$ $D = \sim 103 \text{ mm}$ $0,5 \cdot D = R = 0,5 \cdot 103 = 51,5 \text{ mm}$ <p>Gesamtquerseite $130 + 51,5 = 181,5 \text{ mm}$</p>
--	---

Messinghohlteil mit Scheibenermittlung

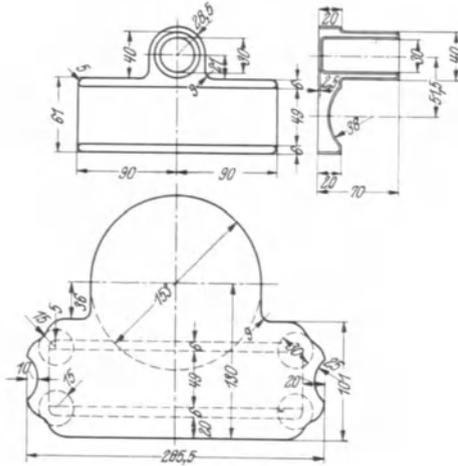


Abb. 37.

Schreibzeug aus Messingblech

Züge		
1	2	2
153 / 76,5	76,5 / 55	55 / 40

Scheibenverkleinerung
 $18385 - (6283 + 6362) = 5740 \text{ mm}^2$
 $D = rd \ 85,5 \text{ mm}; \quad R = 42,75 \text{ mm}$

Seitliche Zusammenziehung nach dem Ziehen
 42,75 mm bis Teilmitte
 oder
 $265,5 - 85,5 = 180 \text{ mm}$

Sockelecke
 $2R = \sqrt{D^2 + 4 \cdot D \cdot h} = \sqrt{10^2 + 4 \cdot 10 \cdot 20}$
 $= 30 \text{ mm } \varnothing$
 $R = 0,5 \cdot 30 = 15 \text{ mm}$

Ziehverhältnis in der Ecke
 $m = \frac{2r}{2R} = 0,33$

Das Material hielt dieses aus und zeugt von ganz besonderer Güte.

Arbeitsfolge

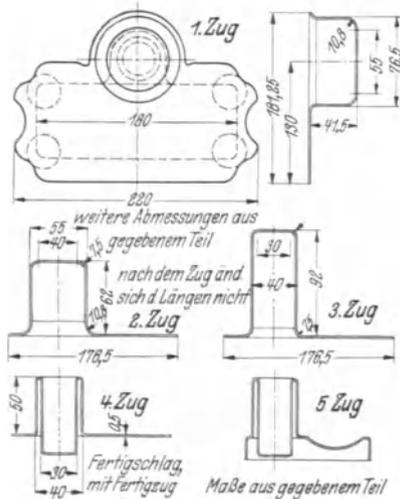
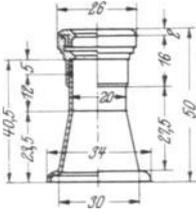
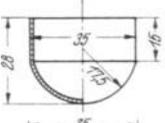
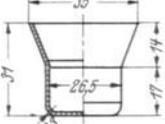
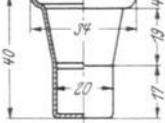
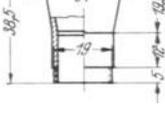


Abb. 38.

Gegebenes Hohlteil Okulartubus	Scheibenermittlung	Durchmesserangaben
 <p>Abb. 39.</p>	$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \frac{20^2 \cdot \pi}{4} = 314,2 \text{ mm}^2$ $D \cdot \pi \cdot h = 20 \cdot \pi \cdot 17 = 1069,3 \text{ mm}^2$ $\pi \cdot s(r+r_1) = \pi \cdot 20,5 \cdot (15+10) = 1622,5 \text{ mm}^2$ $\frac{x^2 \cdot \pi}{4} = 3006,0 \text{ mm}^2$ $D = \text{rd } 62 \text{ mm } \varnothing$	$m = \frac{d}{D} = 0,565^* \text{ gewählt}$ $D \cdot 0,565 = 62 \cdot 0,565 = 35 \text{ mm } \varnothing$ $m_1 = D \cdot 0,75 \text{ (max)**}$ $35 \cdot 0,75 = 26,5 \text{ mm } \varnothing$ $26,5 \cdot 0,75 = 20 \text{ mm}$

Werkstoff: Aluminium Entwicklungsgang des Hohlteils

	<p>1</p> <p>Zu beachten: Bei Mengenfertigung ist die größtmögliche Werkstoffbeanspruchung anzuwenden, weil sonst eine Verteuerung des Teiles eintritt. * Von 35 mm \varnothing muß ausgegangen werden, um von dort aus auf den 34 mm Stanzdurchmesser des Gegenstückes zu gelangen.</p>
	<p>2</p> <p>Zu beachten: Das bodengerundete Vorteil ist zweckmäßig, weil es sich jeder anderen Nachform besser anpaßt. ** In der Ziehfolge ist die maximale Werkstoffbeanspruchung $m_1 = 0,75 \cdot D$ gewählt; größerer Arbeitsausschuß tritt nicht ein; bei der Werkzeuganführung ist Ober- und Unterstempel der Teilform anzupassen.</p>
	<p>3</p> <p>Zu beachten: Die Durchmesserverkleinerung von 25 mm \varnothing auf 20 mm \varnothing geschieht auf Grund des Ziehverhältnisses $m_1 = 0,75 \cdot D$. Das unter 2 Hervorgehobene ist auch hier zu berücksichtigen.</p>
	<p>4</p> <p>Zu beachten: Nach dem Arbeitsgang 3 erfolgt die scharfe Ausstanzung der Fertigform, die der Darstellung entsprechen muß.</p>
	<p>5</p> <p>Zu beachten: Nach Arbeitsgang 4 wird die Wulst auf 2 mm ab-, der Boden des Teils ausgestochen und der Zylinder mit 19 mm \varnothing angedreht; hernach erfolgt das Strahlen oder Fräsen des Feingewindes.</p>

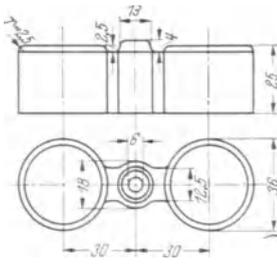
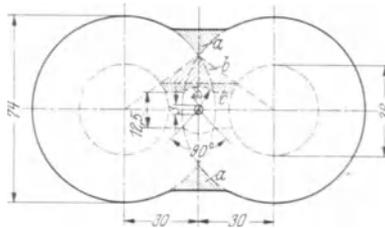
Gegebenes Hohlteil Linsenkörper	Angabe für Scheiben \varnothing und -fläche
	<p>Für Augen:</p> $2R = \sqrt{4 \cdot D \cdot h + 2r \cdot \pi \cdot d \cdot d^2}$ $74 = \sqrt{4 \cdot 36 \cdot (25 + 3) + 2 \cdot 2,5 \cdot \pi \cdot 30 + 30^2}$ <p>Für Mittelstück:</p> <p>Erforderliche Zusatzfläche</p> $\frac{18 \cdot \pi \cdot 25 + 3}{2} - (31 \cdot 11,5 + 2 \cdot 5 \cdot 27) = F$ $F = \text{rd. } 165 \text{ mm}^2$ <p>Siehe Dreiecke „a“</p>

Abb. 40.

Scheibenkonstruktion



Bedarfsfläche rd. 790 mm^2 ; Abzugsflächen $b + c = 626 \text{ mm}^2$;

Zusatzflächen $a = 165 \text{ mm}^2$

Zu beachten:

Für die zeichnerische Ermittlung der Scheibenform ist zuerst der Okularabstand von etwa 60 mm festzulegen sowie der errechnete Scheibendurchmesser 74 mm und der des Gehäuses 36 mm aufzuzeichnen. Um zur Scheibenform zu gelangen, ist die eingeschlossene Fläche $b + c$ von der des Mittelstückmantels abzuziehen und die Differenzfläche „a“ als Dreieck wieder anzutragen.

Arbeitsfolge

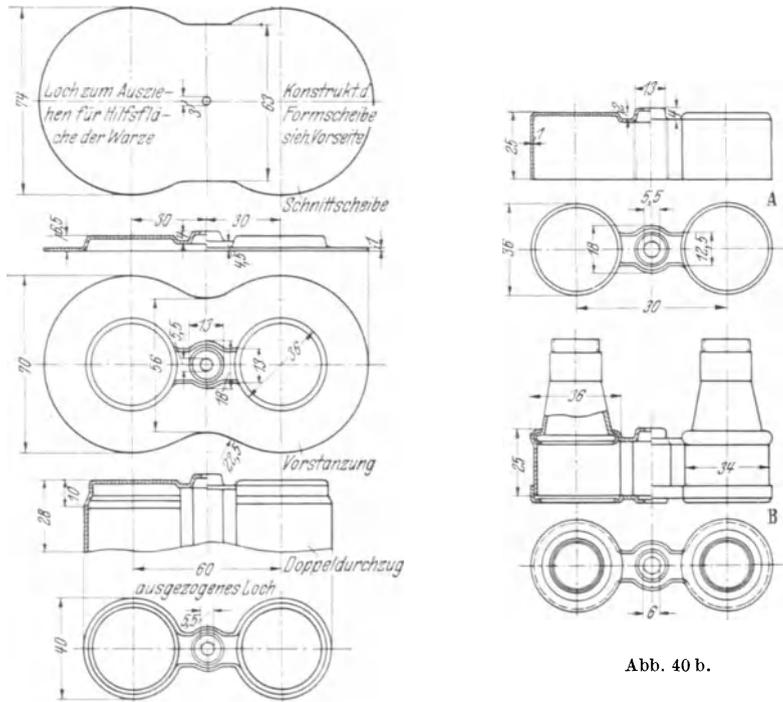
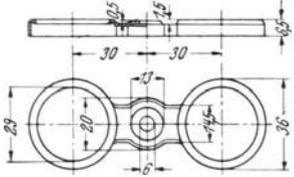


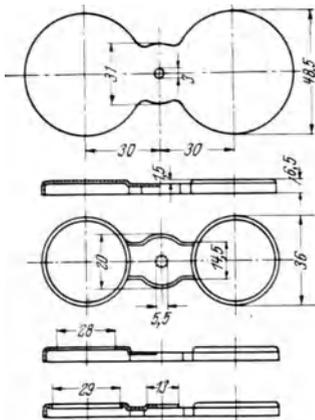
Abb. 40 a.

Zu beachten:

Teil A ist im letzten Arbeitsgang fertig gezogen und zugleich auf Höhe beschnitten. Hierauf werden beide Augen mit 30 mm \varnothing , die mittlere Warze mit 6 mm \varnothing ausgelocht. Nach der Lochung des Teils werden die Okularstutzen in das Gehäuse eingesetzt und diese mit Rückstoßzügen eingezogen. Bild B zeigt die Befestigung beider Teile.

Gegebenes Hohlteil: Linsenkopf	Angaben für Scheibendurchmesser und -fläche
 <p data-bbox="303 601 373 622">Abb. 41.</p>	<p data-bbox="518 375 673 402">Großes Auge</p> $2R = \sqrt{D^2 + 4D \cdot h}$ $48,5 = \sqrt{35^2 + 4 \cdot 35 \cdot (5 + 3)}$ <p data-bbox="518 560 844 587">Mittelstück mit 3 mm Loch</p> $2R = \sqrt{20^2 + 4 \cdot 20 \cdot (5 \cdot 2)} = 31 \text{ mm}$

Entwicklung des Hohlteils



Die Formscheibe mit dem 3 mm großen Mittelloch wird ausgeschnitten

Die Form des Teils ist in einer Stanze vorgenommen, wobei das Mittelloch von 3 mm \varnothing sich auf 5,5 mm \varnothing vergrößert.

Beide Augen werden mit einem Locher 28 mm \varnothing ausgelocht, das Mittelloch mit 6 mm \varnothing .

Der stehengebliebene Rand wird halbrund und die in der Mitte befindliche Warze formgestanzt. Einbau des Teils s. Abb. 40b.

Gegebenes Hohlteil
Grundplatte

Entwicklungserläuterungen

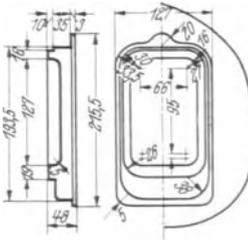
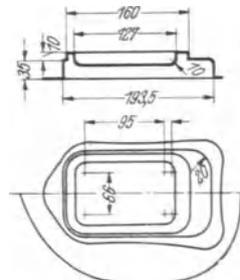
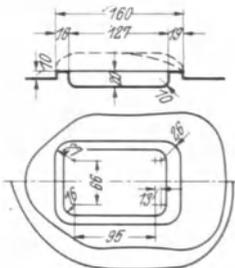
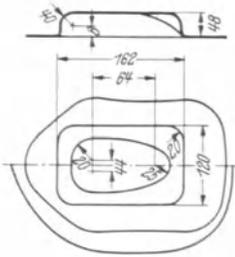


Abb. 43.



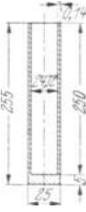
Die Grundplatte ist aus 1 mm Eisenblech hergestellt und macht folgende Arbeitsgänge durch:

- Das Teil wird in der Größe so vorgezogen, daß das Gehäuse darauf paßt; die Stirnfläche des Ziehstempels ist dem Werkstoffbedarf der Einbeulungsfläche entsprechend abgestimmt.
- Das vorgezogene Teil erhält mittels Rückstoßstanz seine Einbeulung. Die aufgetretenen Falten beim Ausprobieren der Form wurden an den Stellen des Vorstempels durch Abflachung beseitigt.

Das Faltenbilden am Teil ist ein Zeichen zu großer Werkstoffanhäufung und trat hier besonders an den Ecken des Teiles auf.

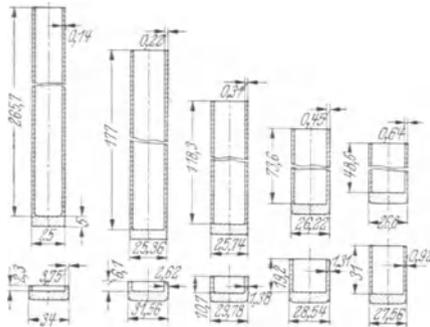
- Diese Form wird mit einem Stanzzug auf einer Reibtriebpresse mit Niederhalter gezogen, worauf der Rand mit einem Freischnitt beschnitten wird.

Als letzter Arbeitsgang wird der beschnittene Rand hochgestanzt (Stanzzug s. Abb. 77).

Gegebenes Hohlteil	Zu ermittelnde Scheibe und Hohlteilhöhen		
 <p data-bbox="197 619 268 640">Abb. 44.</p>	$2R = \sqrt{\frac{D^2 \cdot \delta + 4 \cdot D_1 \cdot \delta_1 \cdot h^*}{\delta}}$	$h_5 = \frac{37^2 \cdot 5 - 27,56^2 \cdot 5}{4 \cdot 26,64 \cdot 0,92} = 31 \text{ mm}$	
	$\sim 37 = \sqrt{\frac{25^2 \cdot 5 + 4 \cdot 24,86 \cdot 0,14 \cdot 250}{5}}$		$h_6 = \frac{37^2 \cdot 5 - 26,8^2 \cdot 5}{4 \cdot 26,16 \cdot 0,64} = 48,6 \text{ mm}$
	$h = \frac{R^2 \cdot \delta - D^2 \cdot \delta^*}{4 \cdot D_1 \cdot \delta_1}$		$h_7 = \frac{37^2 \cdot 5 - 26,22^2 \cdot 5}{4 \cdot 25,77 \cdot 0,45} = 73,6 \text{ mm}$
	$h_1 = \frac{37^2 \cdot 5 - 34^2 \cdot 5}{4 \cdot 30,25 \cdot 3,75} = 2,3 \text{ mm}$		$h_8 = \frac{37^2 \cdot 5 - 25,74^2 \cdot 5}{4 \cdot 25,43 \cdot 0,31} = 118,3 \text{ mm}$
	$h_2 = \frac{37^2 \cdot 5 - 31,56^2 \cdot 5}{4 \cdot 28,94 \cdot 2,62} = 6,1 \text{ mm}$		$h_9 = \frac{37^2 \cdot 5 - 25,36^2 \cdot 5}{4 \cdot 23,14 \cdot 0,22} = 177 \text{ mm}$
	$h_3 = \frac{37^2 \cdot 5 - 29,78^2 \cdot 5}{4 \cdot 27,95 \cdot 1,83} = 10,7 \text{ mm}$		$h_{10} = \frac{37^2 \cdot 5 - 25^2 \cdot 5}{4 \cdot 28,86 \cdot 0,14} = 265,7 \text{ mm}$
	$h_4 = \frac{37^2 \cdot 5 - 28,54^2 \cdot 5}{4 \cdot 27,23 \cdot 1,31} = 19,2 \text{ mm}$		
	* s. S. 148.		

Nach Zahlentafel S. 148

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Arbeitsgänge
34	31,56	29,78	28,54	27,56	26,8	26,22	25,74	25,36	25	$D_a = D_i + 2 \cdot \delta_1$
26,52	26,32	26,12	25,92	25,72	25,52	25,32	25,12	24,92	24,72	$D_i + 0,2 \text{ mm}$
3,75	2,62	1,83	1,31	0,92	0,64	0,45	0,31	0,22	0,14	$\delta_1 \text{ mm}$
2,3	6,1	10,7	19,2	31	48,6	73,6	118,3	177	265,7	Hohlteilhöhe mm



Werkstoff:
Messing

Zu beachten:

Hinter jedem Ziehgang ist eine Warmbehandlung des Hohlteils und nach dieser ein behutsames Stapeln erforderlich. Zu bevorzugen ist eine zunderfreie Warmbehandlung, um das Beizen zu vermeiden. Die Hohlteile, die aus dem Ziehring herauskommen, sind sehr warm, so daß das Kühlmittel dabei verdampft. Zweckmäßig ist, die Teile beim Ziehen auf eine weiche Schräge fallen zu lassen, damit sie rollend in den Sammelkasten gelangen können.

C. Bauteile der Ziehwerkzeuge.

Erläuterungen für den Aufbau.

Grundlegend für den Aufbau der Ziehwerkzeuge ist die Vielbenutzbarkeit der Werkzeugbestandteile, die nicht maschinengebunden sein dürfen, sondern ganz individuell d. h. entweder allein oder als zusammengesetzte Werkzeugbestandteile vielseitig zu gebrauchen sein sollen. Man bezweckt damit, sie sowohl für einfachwirkende als auch für doppeltwirkende Pressen zu verwenden, wobei in jedem Falle ein anderer Zusammenbau erforderlich ist. Zur Erreichung eines solchen Zieles muß die Normung der Werkzeugbestandteile vorgenommen werden, wodurch zwangsläufig ein Überdimensionieren verhindert, andererseits ein größerer Anwendungsbereich ermöglicht wird, der von keinem Gebundensein an eine Presse abhängig ist.

Ziehringe nach AWF 5920.

Der AWF-Ziehriingsatz, der aus 24 Ziehringen besteht und einen Ziehbereich von 2 mm \varnothing bis 400 mm \varnothing besitzt, bietet dem Betrieb folgende Vorteile:

1. einen großen Ziehbereich mit wenigen Werkzeugen zu haben,
2. Ziehringe zweiseitig zum Ziehen einrichten zu können, und zwar
 - a) für den ersten Zug auf einer Seite,
 - b) für den zweiten Zug oder Stufenzüge auf der anderen Seite des Ziehringes.

Zu a) Der Ziehring erhält die übliche Einspannung im Einspannfrosch, die Einlage für die Scheibe wird auf dem Spannring des Frosches befestigt.

Die Schnitzzüge können, wie Abb. 58 zeigt, zweiteilig gemacht werden, je nach den Ansprüchen, die man an sie stellt. Für Kleinbedarf werden die Ringe aus Kohlenstoffstahl hergestellt, weil sie im ausgearbeiteten Zustand durch Schrumpfhärtung wieder paßrecht gemacht werden können und an Werkzeugstahlgüte nicht verlieren, wenn man sie in Gußeisenspänen oder Holzkohle erwärmt. Bei mittlerem Ringbedarf eignet sich legierter Werkzeugstahl, mit dem keine Schrumpfhärtung zustande zu bringen ist; die Standfestigkeit der Ringe ist größer als beim Kohlenstoffstahl. Hartverchromte Ziehringe sind unvorteilhaft, sie zeigen nur Augenblickserfolge. Große Leistungen zeigen dagegen Ziehringe aus Widia-Hartmetall, die um das 200fache standfester als alle anderen Ausführungen sind (s. Abb. 136). Ziehringe zum Vorziehen von Teilen, soweit sie etwa 100 mm \varnothing überschreiten, bewähren sich aus Gußeisen ausgezeichnet.

Zu b) Ziehringe, die auf der unteren Seite für Stufenzüge verwendet werden, haben den Vorteil, daß die Ringanzahl wesentlich eingeschränkt wird. Bei dieser Ausnutzung der Ringe bedarf es zum Abstreifen der Teile vom Stempel passender Abstreifer in Ausführung nach Abb. 18 und 138. Beides, d. h. Ring und Abstreifer, sind in einem Einspannfrosch einzubauen.

Einspannfrösche nach AWF 5910.

Diese Einspannfrösche sind im TN S. 128 in 10 Größen gestuft ausgeführt, sie dienen zweierlei Zwecken: zum Einspannen von Schnitt- ringen für Freischnitte und für Ziehringe bzw. Schnittzieh- ringe. Die Abmessungen der Einspannfrösche sind so festgelegt, daß die Ringe ausgewechselt werden können und zum Einrichten der Werkzeuge keine Unterlegstücke notwendig sind. Durch die Beseitigung der Unterleg- stücke wird besonders eine schnelle Einspannung und Schonung der Werkzeuge erzielt, ferner eine gute Ordnung in der Lagerhaltung geschaffen.

Abstreifer für Züge nach AWF 5921.

Diejenigen Teile, die nach dem Ziehen eine weiche Beschaffenheit aufweisen und dadurch sich fest an den Stempel anschmiegen, müssen mit großer Kraft abgestreift werden. Je nach Größe der Stempelstirn- fläche tritt die Abstreifkraft (je $\text{cm}^2 = 1 \text{ kg}$) auf, der geeignete Ab- streifer ist dementsprechend auszuwählen. Unter den Abstreifern (s. Abb. 138) sind Ausführungen zu finden, die durch Federn betätigt werden, andere wieder, die vorgefedert sind und eine starre Endstellung besitzen. Die Auswahl von ihnen ist groß, in der Praxis haben sich alle gut bewährt.

Auswerfer.

Für Ziehteile, die im Durchmesser größer als der Durchbruch im Preßtisch sind, oder solche Teile, die mit Flansch gezogen werden müssen, benötigt man einen Auswerfer. Maschinen, die nun keine Aus- werfervorrichtung besitzen, erhalten Feder- oder Gummiauswerfer, die ohne große Umstände im Maschinenkörper eingebaut werden können.

Niederhalterköpfe nach AWF 5923.

Auf S. 133 sind sechs Größen von Niederhalterköpfen für den ersten Zug veranschaulicht, die für einen großen Durchmesserbereich vor- gesehen sind. Sie sind so eingerichtet, daß kleine Niederhalterflansche für normale Ziehringe und größere mit Zentrieransatz daran angeschraubt werden können. Zur Gewichtsersparnis bei Niederhalterköpfen werden sie mit Fensterdurchbrüchen versehen, die das Hantieren mit ihnen beim Einrichten erleichtern. Bei der Verwendung von großen Aus- führungen werden sie vorteilhafterweise aus Leichtmetall, spritzlackiert, sonst durchweg aus Gußeisen hergestellt.

Niederhalterringe.

Die Durchmesser der Niederhalter sind den einzuziehenden Scheiben- größen anzupassen und sollen etwa 5 mm größer als die Scheibe sein. Durch die Normung verringert sich die Anzahl der Niederhalterringe, sie können auch nicht überdimensioniert werden, weil sie zu den Niederhalterköpfen passen müssen. Der Ziehstempel erhält darin seine Führung, damit das an ihm anhaftende Teil leicht abgestreift werden kann. Die Niederhalterringe sind aus Gußeisen herzustellen, die Ab- messungen aus den Richtwerten der Abb. 139 zu entnehmen.

Niederhalter für gestufte Züge nach AWF 5924 für Teilverkleinerungen.

Bei den Niederhaltern für Stufenzüge sind Verbesserungen zu verzeichnen, die darin bestehen, daß durch Einsätze keine neuen anzufertigen sind, wenn sich die Blechdicke des Teiles ändern sollte. Der Patroneneinsatz dient dazu, Durchmesserunterschieden bis etwa ± 5 mm zu überbrücken. Vom wirtschaftlichen Standpunkt betrachtet können die Einsätze der Niederhalter aus Mannesmannrohr angefertigt und an ihren Arbeitsflächen durch Einsatzhärtung leistungsfähig gemacht werden.

Züge ohne Niederhalter.

Einfacher Zug ohne Niederhalter.

Geeignet: Zur Herstellung niedriger Hohlteile aus metallischem oder nichtmetallischem Werkstoff.

Zu beachten: Runde Scheiben, die $\frac{1}{5}$ größer als der Stempeldurchmesser sind, können ohne Niederhalter gezogen werden. Beim Ziehen von dünnwandigen Teilen nimmt der Teilboden eine ballige Gestalt ein, deshalb ist es ratsam, mit einem Bodengegenhalter zu arbeiten. Die Größe der Ziehkante kann so groß gewählt werden, daß die Scheibe in ihrer Einlage noch einen Platz zum Aufliegen hat. Je rissefreier und blanker die Ziehkante poliert und hart ist, desto schöner kommen die Teile aus dem Werkzeug heraus. Häufig wird das Werkzeug auch zum Nachziehen von Teilen auf Revolverpressen verwendet. Kalibriertzüge werden ebenfalls in der Werkzeugdarstellung ausgeführt, bei denen Ring und Stempel so groß zu wählen sind, daß der Teilmantel eine kleine Ausstreckung erhält. Für leichtes Abstreifen des Teiles ist durch ein genügend großes Luftloch im Stempel zu sorgen.

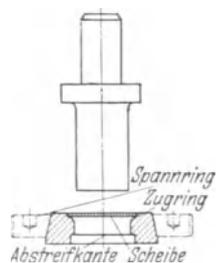


Abb. 45.
Zug ohne Niederhalter.

Rückstoßzug für Zylinder.

Geeignet: Für streckenweise Manteleinzüge bei rohrähnlichen Teilen, wobei auf Werkstoffdicke keine Rücksicht zu nehmen ist.

Zu beachten: Unter Rückstoßziehen ist das streckenweise, in umgekehrter Richtung vorgenommene Kleinerziehen eines Hohlteils vom Mantelrand aus zu verstehen. Dabei kann eine Einengung von $\frac{1}{5}$ des Durchmessers zugelassen werden, ohne eine unerwünschte Verformung des Teils zu befürchten. Hierzu muß aber eine gutzentrierte Einlage geschaffen werden, die das Teil vor schiefer Lage schützt.

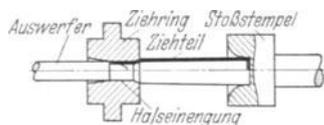


Abb. 46. Rückstoßzug für Zylinder.

Der Stoßstempel ist so groß zu machen, daß er ohne Luftspiel in den Ziehring paßt; bei kleinerem Stempel, als der Innendurchmesser des Ziehringes, ist eine Bodeneinbeulung zu erwarten.

Von der weichen Beschaffenheit des Werkstoffes ist es abhängig, ob ein oder zwei Arbeitsgänge zum Rückstoßziehen angewandt werden können oder nicht.

Rückstoßzug für konischen Mantel.

Geeignet: Für Gewehrpatronen oder kegelförmige Hülsen in ähnlicher Ausführung.

Zu beachten: Um einwandfreie konische Hülsen ziehen zu können, müssen die Teile eine weiche Beschaffenheit aufweisen. Die Ziehringe, die hierfür erforderlich sind, versieht man mit Ölfangrillen, von denen Abflußlöcher nach außen führen. Das konische Rückstoßziehen kann, ohne eine unerwünschte Verformung befürchten zu müssen, bis zu 25% des Hülsendurchmessers vorgenommen werden.

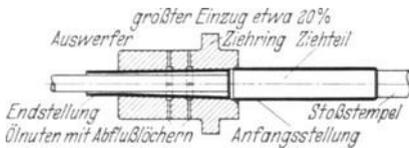


Abb. 47. Rückstoßzug für konischen Mantel.

Hierzu hat sich fettreiches Seifenwasser als Schmiermittel im Dauerfluß am besten bewährt; liegende und langhubige Pressen sind für Mengenfertigung am geeignetsten.

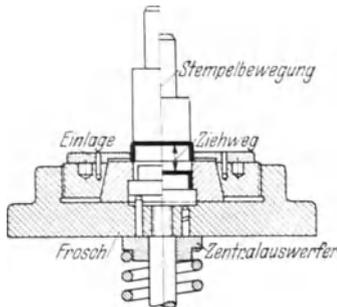


Abb. 48. Rückstoßzug mit Stanz-aufschlag.

Rückstoßzug mit Stanz-aufschlag.

Geeignet: Für Federgehäuse, deren Bodenkanten scharfkantig ausgeführt werden müssen.

Zu beachten: Scharfkantig herzustellende Hohlteile werden in einem Vorzug um eine Manteldicke größer gezogen. Nach diesem Vorziehen des Teils wird ein Rückstoßzug benutzt, der zuerst eine Bodendurchbeulung verursacht und beim Stanz-aufschlag den Hülsenboden

scharfkantig planiert. Bei der Planierung des Bodens wird ein polares Schubmoment hervorgerufen, daß den Werkstoff zwingt, nach der Bodenkante hin zu wandern.

Bodenrückstoßzug für anliegenden Doppelmantel.

Geeignet: Für Hohlteile, die Fleisch für Gewinde zum Anschrauben des Gegenstückes und einen vertieften Boden besitzen müssen.

Zu beachten: Verstärkte Hohlteilmäntel erhält man dadurch, indem durch Rückstoßziehen des Teilbodens ein zweiter dicht anliegender gebildet wird. Hierbei muß der Bodenkante eine möglichst große Rundung gegeben werden, damit sich diese leicht umwenden läßt. Der Stempel-

durchmesser ist um die vierfache Blechdicke mit etwa 0,2 mm Luftspiel kleiner als der Außendurchmesser des Rückstoßteils zu machen. Auf gute Zentrierung des Teils ist Wert zu legen, weil sonst Knickungsgefahr besteht und größerer Arbeitsausschuß auftreten kann; bei Mengenfertigung gab es keine Schwierigkeiten.

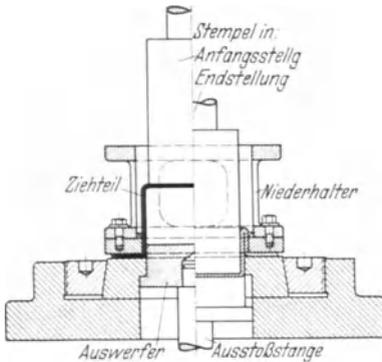


Abb. 49. Rückstoßzug für anliegenden Mantel.

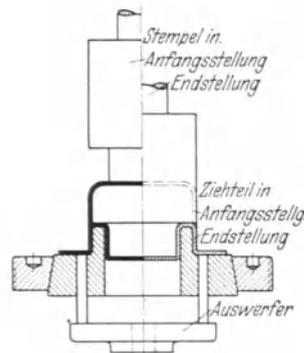


Abb. 50. Bodenrückstoßzug mit abstehendem Mantel.

Bodenrückstoßzug mit abstehendem Doppelmantel.

Geeignet: Für Hohlteile, bei denen ein Bodeneinzug nicht unter $0,5 \cdot D$ vorzunehmen ist.

Zu beachten: Das Rückstoßziehen zum Bilden eines Doppelmantels hat bei $0,5 \cdot D$ die Ziehgrenze erreicht, darüber hinaus tritt eine Beanspruchung des Bleches ein, die sich an den Teilrändern durch Reißen zeigt. Ein Nachziehen des inneren Mantels auf einem kleineren Durchmesser ist nicht ratsam, da sich dieser infolge der aufgetretenen Stirnflächenspannungen schief einstellt und nicht beseitigt werden kann; er federt stets wieder in die alte Lage zurück.

Züge mit Niederhaltern.

Zug mit Niederhalterplatte in Schnittkastenform.

Geeignet: Zur Herstellung von Ziehteilen auf Handspindelpressen.

Zu beachten: In Betrieben, bei denen es selten vorkommt, daß Ziehteile gefertigt werden, sowie in den Fällen, wo sie wegen ihrer Dünnwandigkeit nicht aus Vollmaterial hergestellt werden können, sind sie mit dem veranschaulichten Werkzeug aus Blech zu fertigen. Das Werkzeug gestattet so große Ziehteile zu ziehen, wie das die Handspindelpresse zuläßt, und zwar für den ersten Zug mit Führungsplatte und ohne dieselbe für Stufenzüge. Die Führungsplatte dient als Niederhalter

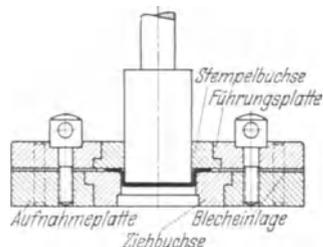


Abb. 51. Zug mit Niederhalterplatte in Schnittkastenform.

für die zu ziehende Scheibe und erhält austauschbare Einsatzbuchsen für die Ziehstempel; das gleiche trifft für Ziehringe in der Unterplatte zu. Die Einlage für die Scheibe ist einseitig offen und wird aus demselben Blech, aus dem das Teil besteht, hergestellt. Angaben über Ziehen s. Abb. 17.

Zug mit federndem Niederhalter, Teil nach oben ziehend.

Geeignet: Zum Ziehen von Scheiben auf einfach wirkenden Ziehpressen oder Stoßwerken.

Zu beachten: Dieses Werkzeug wird häufig zum Ziehen von Teilen aus beliebig großen Scheibendurchmessern und -dicken verwendet. In-

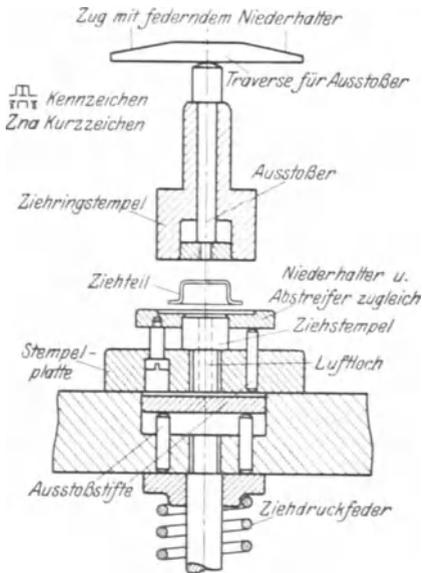


Abb. 52. Zug mit federndem Niederhalter.

folge seines gefederten Niederhalters besitzt das Werkzeug eine oder mehrere lange Schraubenfedern, um je nach Bedarf einen angemessenen Niederhalterdruck zu erzeugen, der nicht rapide ansteigen darf. Bei schnell ansteigendem Niederhalterdruck tritt sofort eine größere Blechbeanspruchung auf, die das Reißen des Bleches sehr begünstigt. Die Ziehbewegung geschieht von unten nach oben, wobei das Hohlteil kurz vor der oberen Totlage des Stößels durch einen zwangweisen Auswerfer herausgestoßen wird. Maßgebend für einen guten Zieherfolg sind: die Berücksichtigung des Ziehverhältnisses für die Scheibe, die Größenbestimmung der Ziehkante und des Niederhalterdruckes.

Das Werkzeug kann für Zieh-

teile mit Flansch zum Vor- und Nachziehen von Hülsen (s. Abb. 19 bis 21) u. a. m. verwendet werden.

Zug mit oberem Luftdruckniederhalter, Hohlteil nach unten ziehend.

Geeignet: Zum Ziehen von Scheiben auf doppelt wirkende Kurbelziehpressen.

Zu beachten: Das Werkzeug arbeitet mit Luftdruckkolben, der dazu vorgesehen ist, die Flächenpressung der Scheibe bei verschiedenen Blechdicken auszugleichen. Die Einstellung des Druckes im Luftdruckniederhalter beginnt in der Regel mit etwa 8 kg/cm^2 und wird gesteigert, bis ein faltenloses Hohlteil entsteht. Die Größe des spez. Niederhalterdruckes „ p “ ändert sich sowohl bei metallischen wie bei nichtmetallischen Werkstoffen und ist fallweise ja nach Art des Werkstoffes fest-

zulegen; die Drucksteigerung geht bis etwa 22 kg/cm^2 , wobei dünnere Bleche einem höheren Druck ausgesetzt werden. Zur Beurteilung des spez. Niederhalterdruckes gilt folgendes:

p = Druck des Luftkolbens in atü

O = Oberfläche des Niederhalters in cm^2

F = gedrückte Fläche der Scheibe in cm^2

$$\text{spez. Druck } p_s = \frac{O \cdot p}{F}.$$

Der wirksame Druck, der für die Scheibenfläche in Frage kommt, ist abhängig von der Größe des Scheibendurchmessers, der Größe der Ziehkante, der Beschaffenheit des Werkstoffes und dessen Schmierung. Die gedrückte Fläche ermittelt sich aus:

$$F = \frac{\pi}{4} [D_a^2 - (D_i + 2r)^2],$$

worin D_a = Scheibendurchmesser

D_i = Topfdurchmesser

r = Ziehkantengröße bedeuten.

Außer dem spez. Flächendruck kommt aber noch derjenige Druck hinzu, der durch die Reibung der Scheibe zwischen Ziehring und Niederhalter und im Ziehzyylinder des Ziehringes entsteht. Dieser Kräftezuwachs wird noch vergrößert durch das Einziehen der Scheibe, die sich beim Kleinerwerden am Rande verdickt und zu deren Verhinderung ein entsprechender Gegendruck erforderlich ist. Bei verschiedenen dicken Blechscheiben ändert sich die spez. Flächenpressung nicht, da die zurückgedrängte Luftmenge aus dem Kompressionsraum des Werkzeuges nach dem Windkessel hin verschwindend klein ist. Der gesamte auftretende Niederhalterdruck setzt sich also aus zwei Größen, dem absoluten Luft- und Reibungsdruck zusammen. Für den Ziestempel ist ein Luftloch (s. Abb. 53) vorzusehen, damit sich das Ziehteil leicht von ihm abstreifen kann; der Lochdurchmesser beträgt etwa $0,15 \cdot D$. Bei weichen, am Stempel anschniegbaren Werkstoffen ist, wie die Werkzeugabbildung zeigt, ein Abstreifer vorzusehen.

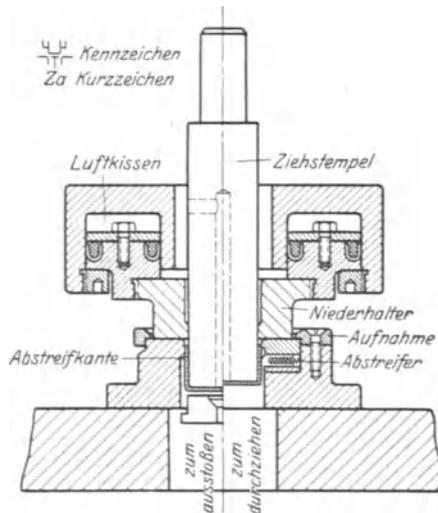


Abb. 53. Zug mit oberem Luftdruckniederhalter.

Zug mit Niederhalter, zwangläufig oder elastisch zu steuern.

Geeignet: Zum Ziehen von Scheiben auf doppelt wirkende Pressen.

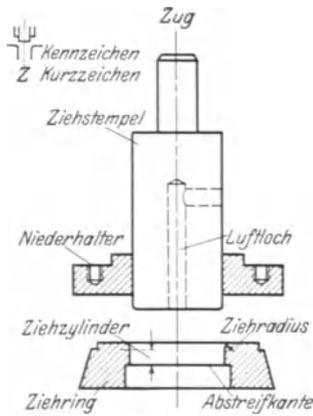


Abb. 54.
Zug mit Niederhalter. Zwangläufig oder elastisch zu steuern.

Zu beachten: Durch vereinheitlichten Aufbau der Ziehwerkzeuge ist die Möglichkeit gegeben, sie entweder mit Luftdruckniederhaltern oder mit zwangläufig gesteuerten arbeiten zu lassen. Da die Niederhalterringe zu den Niederhalterköpfen (s. TN S. 133) passen, treten keine Schwierigkeiten im Zusammenbau der Ziehwerkzeuge auf. Die zusammengesetzten Werkzeuge sind der Höhe gemäß gehalten, so daß bei ihnen keine Ausgleichstücke zum Einrichten auf der Presse erforderlich sind. Zur Stahlersparnis werden die Ziehstempel zweiteilig ausgeführt, das Oberstück aus Stahl St 50.11, das Unterstück aus Werkzeugstahl; beide werden im zusammengesetzten Zustand geschliffen. Bei geringem Gebrauch sind

Ziehringe aus Kohlenstoff-, bei größerem aus legiertem Werkzeugstahl und für Mengenfertigung aus Widia-Hartmetall (s. Abb. 130) herzustellen.

Universelle Verwendung von Stufenzugniederhaltern.

Die Abb. 55 a und 55 b zeigt universelle Niederhalter für Stufenzüge. Den Wert im Werkzeugzusammenbau erkennt man an den beiden Darstellungen: Fall 1 für doppelt wirkende Presse, Fall 2 für einfach wirkende

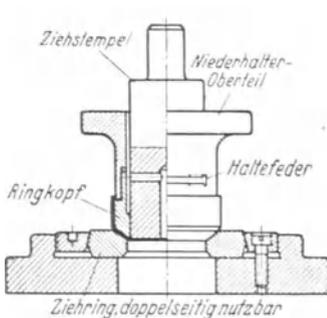


Abb. 55 a. Stufenzug auf einer doppelt wirkenden Presse.

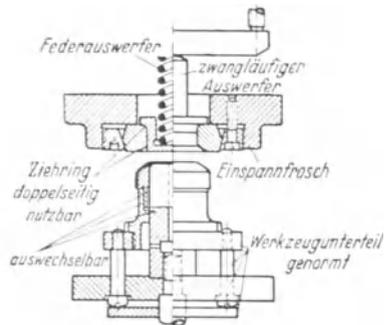


Abb. 55 b. Stufenzug auf einer einfach wirkenden Presse.

Presse. Das Werkzeug ist grundsätzlich für eine doppelt wirkende Presse einzurichten, es kann dann durch einen kleinen Umbau der Werkzeugbestandteile für eine einfach wirkende Presse verwendet werden. Ob dabei ein Feder- oder zwangweiser Auswerfer vorgesehen werden muß oder nicht, verursacht keine Schwierigkeiten. Ein weiterer Vorteil im

Zusammenbau des Werkzeuges besteht darin, daß man für Hohlteile mit verschiedenen Blechdicken nur das Einsatzstück vom Niederhalter auszuwechseln braucht, während es sonst nötig war, einen gänzlich neuen vorzusehen.

Verbundwerkzeuge.

Unter dieser Bezeichnung versteht man Werkzeuge, die innerhalb ihres Arbeitsbereiches Verfahren ausführen, die sie entweder in senkrechter oder waagerechter Richtung mit hintereinanderfolgenden Arbeitsgängen erledigen. Im folgenden werden zuerst die senkrecht arbeitenden Verbundwerkzeuge behandelt, aus deren Wirkweise die Zusammenhänge besser zu erkennen sind.

Schnittzug mit Federniederhalter für einfach wirkende Presse.

Geeignet: Zum Hülsenziehen auf einfach wirkender Presse.

Zu beachten: Werkzeuge zur Herstellung von Hülsen auf Exzenterpressen haben nur eine Konstruktion, um die Scheibe schneiden und zugleich ziehen zu können. Leistungsfähige Schnittzüge sind vorteilhaft in Säulenführungsgestellen einzubauen, weil Ober- und Unterwerkzeug dann gut zentriert arbeiten, während führunglose vom Zustand der Maschine abhängig sind und größerem Verschleiß unterliegen. Zur Herstellung von Näpfchen genügen eingebaute Schraubenfedern, obwohl es besser ist, mit langen Zentralauswerferfedern oder Gummipuffern zu arbeiten. Nachteilig ist zu tiefes Eindringen des Schnittzugstempels in das Unterwerkzeug, wobei der Ausfall der Teile ohne Säulenführungsgestell manches zu wünschen gibt.

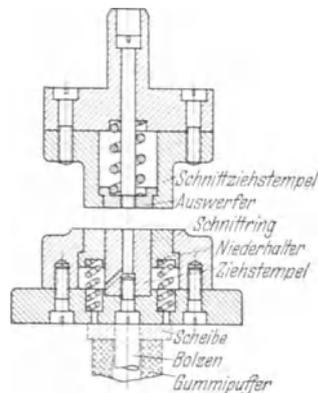


Abb. 56.
Schnitt mit Federniederhalter.

Dreifach wirkender Schnittzug für einfach wirkende Presse.

Geeignet: Für Mengenfertigung von Hülsen oder Näpfchen auf einfach wirkenden Pressen.

Zu beachten: Mehrfach wirkende Schnittziehwerkzeuge können derart mit Schnittkasten arbeiten, daß die gezogenen Teile nach oben wandern und von dort aus durch ein Fangmittel in den Sammelkasten gelangen; der Stempelkopf ist deshalb frei gearbeitet. Zur einwandfreien Herstellung der Hülsen muß der Einspannzapfen des Stempelkopfes im Schwerpunkt der drei Scheibenausschnitte gesetzt werden. Nach der eingetretenen Stumpfung des Werkzeuges ist der Schnittkasten auseinanderzunehmen, die Schnittplatte mit den Schnittziehstempeln scharf

zu schleifen und die Ziehkanten nachzuarbeiten. Das Werkzeug arbeitet am vorteilhaftesten auf Exzenterpressen mit schwenkbarem Oberkörper.

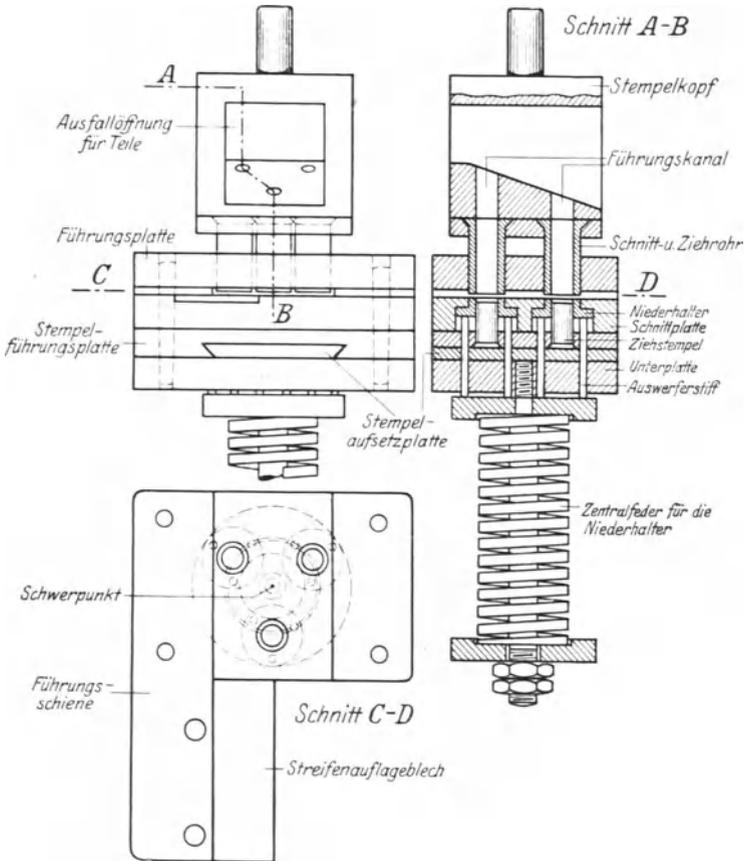


Abb. 57. Dreifach wirkender Schnitzzug für einfach wirkende Exzenterpressen.

Schnitzzug für doppelt wirkende Pressen.

Geeignet: Für Mengenfertigung, die große Standfestigkeit und Lebensdauer des Werkzeuges voraussetzt.

Zu beachten: Gegenüber dem Schnitzzug (Abb. 57) sind hier Vorzüge vorhanden. Schnitt- und Ziehring sind austauschbar und haben große Lebensdauer, weil das Oberwerkzeug in das untere nur wenige Millimeter eindringt. Der beim Schneiden auftretende Druck wird, um den Schnittzug zu schonen, durch Schrauben abgefangen und läßt keine treibende Keilwirkung im Konus zu. Da das Werkzeug zwei verschiedene Arbeitsverfahren, Schneiden und Ziehen, ausführt, so ist hierfür eine doppelt wirkende Presse erforderlich. Bei Pressen mit nicht gut erhaltener Schlittenführung ist der schneidende Niederhalter halbhart

und anhammerungsfähig auszuführen, damit die beschädigte Schnittkante leicht zu schärfen ist und wieder einwandfreie Teile hergestellt werden können; für Pressen mit guter Führung ist dies nicht notwendig.

Dreifach wirkender Schnittzug für doppelt wirkende Presse.

Geeignet: Für automatischen Bandtransport zur Herstellung von Hülsen auf doppelt wirkender Presse.

Zu beachten: Mit zunehmender Fertigungstückzahl werden mehrfach wirkende Werkzeuge benötigt, mit denen höhere Lei-

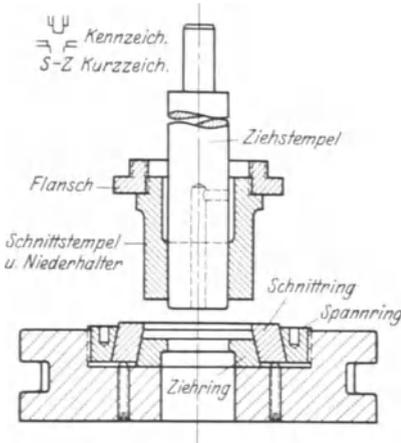


Abb. 58. Schnittzug für doppelt wirkende Presse.

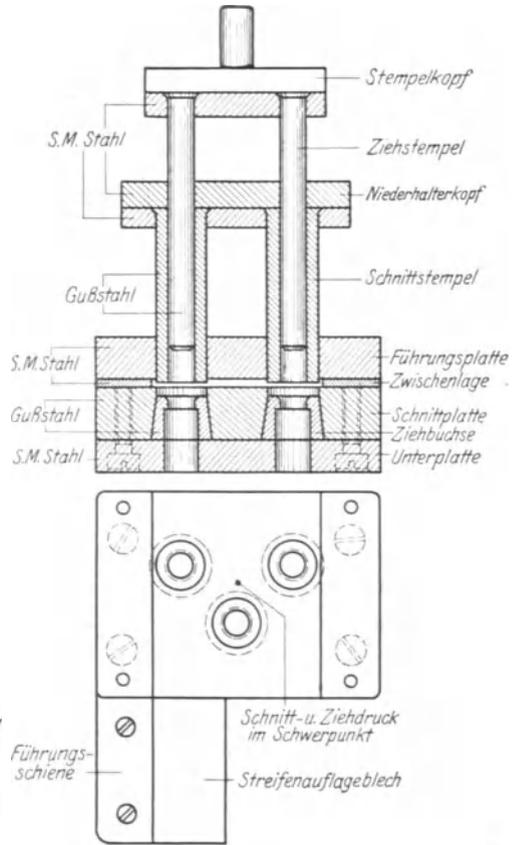


Abb. 59. Dreifach wirkender Schnittzug für doppelt wirkende Exzenterpresse.

stungen zu erzielen sind. Der Scheibendurchbruch in der Schnittplatte ist etwa 5 mm zylindrisch, damit oftmalige Scharfschliffe vorgenommen werden können. Die Ziehringbuchsen sind im Konus mit Luftspiel auszuführen, da sie sich selbst zum Ziehstempel zentrieren sollen. Für das Werkzeug ist ein leistungsfähiger Werkzeugstahl zu verwenden, der zwischen zwei Scharfschliffen etwa 40000 bis 60000 Teile zu schneiden vermag. Um diese Leistung zu erzielen, muß der Einspannzapfen im Schwerpunkt der zu schneidenden Scheiben in den Stempelkopf eingesetzt werden.

Zugschnitt für doppelt wirkende Presse.

Geeignet: Zur Fertigung dünnwandiger Dosen oder ähnlicher Hohlteile, die randbeschnitten sein sollen.

Zu beachten: Der Schnitzzug schneidet und zieht die Scheibe zu einer Hülse, deren Rand kurz vor der unteren Totlage des Stempels beschnitten wird. Dieses Randbeschneiden ist in Wirklichkeit kein Schneiden im Sinne des Wortes, sondern vielmehr ein Abquetschen, das einen schrägen Rand hinterläßt. Zumeist wird das Werkzeug zur Herstellung von Dosen aus Blech, auch für Pappschachteln verwendet, um gewisse Ersparnisse in der Herstellung der Teile zu erreichen. Der Stempel ist, wie die Darstellung zeigt, deshalb zweiteilig ausgeführt, um die Stirnfläche des Oberstempels scharf schleifen zu können. Die beiden Anziehlöcher im Unterstempel sind gleichzeitig Luftkanäle, ohne die sich das Ziehteil vom Stempel nicht abstreifen läßt. Einwandfreie Ziehteile hängen vom Durchmesser des Oberstempels ab, der ohne jegliches Spiel im Ziehring passen muß.

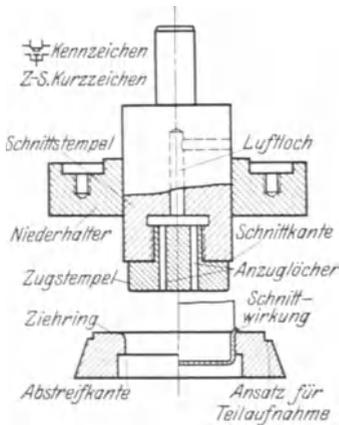


Abb. 60. Zugschnitt für doppelt wirkende Exzenterpresse.

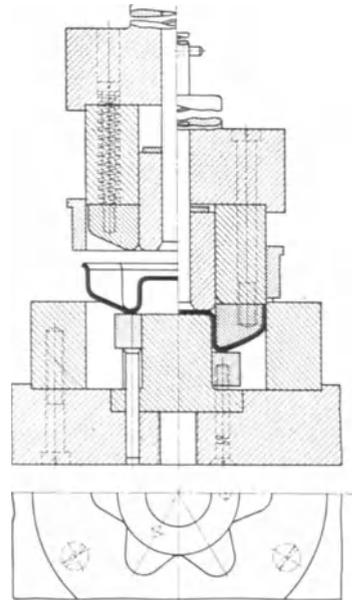


Abb. 61. Zugschnitt für Sterngriff.

Zugschnitt für Sterngriff.

Geeignet: Für Schaltgriffe in Sternform aus Blech, die in verschiedenen Größen auftreten.

Zu beachten: Die Darstellung des Werkzeuges zeigt, wie zuerst das Teil nachgezogen und kurz vor dem Hubende des Stößels der Stempel den Rand des Teiles beschneidet. Das Werkzeug arbeitet auf einer einfach wirkenden Presse mit festem, nicht verstellbarem Aufspanntisch. Nach dem Ziehen und Randbeschneiden des Teiles wird es vom Ausstoßer der Maschine aus dem Werkzeug herausgebracht. Die wirtschaftliche Herstellweise des Teiles nach Abb. 36, wozu dieses Werkzeug gehört, besteht darin, in einem Pressenhub mehrere Arbeitsgänge auszuführen, um so zu einer Zeitverkürzung zu kommen. Der Kostenaufwand für ein so teures Werkzeug ist dann gerechtfertigt, wenn die Kalkulation den Beweis für die Rentabilität desselben erbringt.

Schnittzugschnitt.

Geeignet: Zur Herstellung von Teilen, die aus dem Streifen geschnitten, gezogen und randbeschnitten werden sollen.

Zu beachten: Durch das aus dem Streifen hinzugekommene Ausschneiden der Scheibe wird gegenüber dem Werkzeug (Abb. 60) ein Arbeitsgang mehr ausgeführt, den man mit Schnittzugschnitt bezeichnet. In der Arbeitsweise des Werkzeuges treten keine neuen Vorgänge im Teilgestalten auf, sie entsprechen den bereits behandelten Schnittzügen. Nicht unerwähnt sei das Vorkommen von am Stempel haftbleibender Teile, was darauf zurückzuführen ist, daß Tafeln mit verschiedenen Dicken verwendet werden.

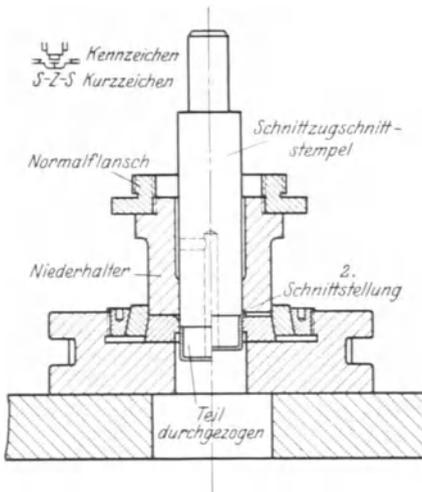


Abb. 62. Schnittzug-Schnitt.

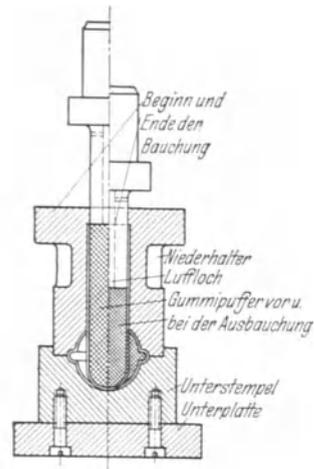


Abb. 63. Bauchungszug mit Füllmittel.

Bauchungszug mit Füllhilfsmittel.

Geeignet: Für weitgehendstes Ausformen bauchiger Hohlteile mit Hilfe von Gummifüllung.

Zu beachten: Das bauchige Verformen mit Hilfe von Füllstoffen, vom Teilinnern aus, ist dann Erfolg versprechend, wenn das angewandte Verfahren einem Ziehvorgang gleichkommt. Demnach muß dem Werkstoff durch Anwendung eines plastischen Füllmittels ein hemmungsloses Bewegen zugestanden werden, um durch den auf dieses angewandten Druck die gewünschte Form zu erreichen. Ferner ist Rücksicht auf die Beanspruchung des Werkstoffes zu nehmen, die dabei in Frage kommt. Mit plastischen Füllmitteln, wie z. B. Gummi, Wasser, Dünen-sand kann ein Ziehverhältnis von $m = 2 \cdot D$ zugrunde gelegt werden, ohne Gefahr des Reißens befürchten zu müssen. Naturgemäß setzt dies voraus, daß vorher der Werkstoff eine Warmbehandlung durchgemacht hat. Der Ziehvorgang wickelt sich so ab, daß zunächst die Hülse mit der Gummifüllung in das Oberwerkzeug eingeführt wird. Bei Ver-

wendung einer doppelt wirkenden Ziehpresse wird durch die Niederhalterbewegung des Ober- und Unterwerkzeuges zusammengeführt, der Stößelstempel folgt nach und drückt den Gummipuffer so weit zusammen, bis sich die Hülse zum Formteil ausgebaucht hat. Die Übergangskante vom Hals zur Kugel ist als Ziehkante zu betrachten und ist größer abzurunden, falls das Teil reißen sollte.

Vorrichtung für das Sicken

(für die Herausbildung eines Knaufteils nach Abb. 64).

Geeignet: Zum Einschnüren oder Herauswälzen einer zylindrischen oder halbrunden Wulst mittels Sickenrolle.

Zu beachten: Das Sicken ist dann anzuwenden, wenn es sich um Formen handelt, die auf sonst beschwerlichem Stanzwege zu erreichen sind. Für dünnwandige Teile genügt es, wenn die Sickenrolle durch Rollenreibung mitgenommen wird, sonst zwangsläufig durch Zahnräder betätigt wird. Die Größe des Rollendurchmessers entspricht der des zu sickenden Teils, oder eines zueinander aufgehenden Abwälzumfanges.

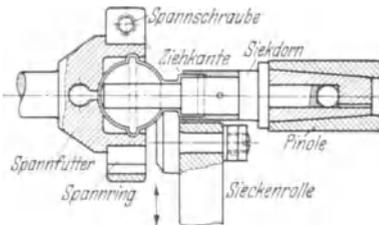


Abb. 64. Sickvorrichtung.

Die Vorbereitungen zum Sicken werden derart getroffen, daß, nachdem das Teil im Futter eingespannt ist, der in der Pinole befindliche Sickdorn in das Teil eingeführt wird. Der Sickdorn stößt dabei am Kugelboden an, während sein Abdeckring bis zur Sickenrolle geht, der das Aufweiten der Hülse zu verhindern hat. Der Sickenvorgang für den einzuschnürenden Teilhals vollzieht sich über die Sickenkante als Ziehkante, die eine Abrundung nach dem Ziehkantendiagramm erhält. Danach ist

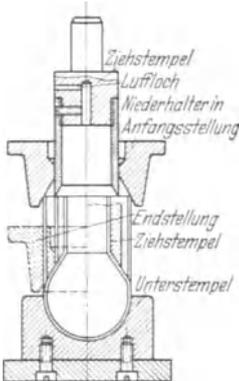


Abb. 65. Doppelt wirkender Rückstoßzug.

$$\begin{aligned} D_a &= \text{Sickdorn } \varnothing, \\ D_i &= \text{Einschnürungs } \varnothing, \\ \delta &= \text{Blechdicke;} \end{aligned}$$

die Sickenrolle erhält die gleiche Abrundung wie der Sickdorn.

Doppelt wirkender Rückstoßzug.

Geeignet: Für Hohlteile mit Halseinschnürungen auf doppelt wirkenden Pressen herstellbar.

Zu beachten: Aufeinanderfolgende Einschnürungen bei Hohlteilen können auf einer doppeltwirkenden Presse vorgenommen werden. Grundbedingung ist, daß das Teil vor dem Halseinziehen eine gute Warm-

behandlung durchmacht und vor dem Ziehen eine schräge Anflächung des Hülsenrandes erhält. Ohne einen Füllstoff anzuwenden wird die Hülse mit dem Niederhalter das erstmal eingezogen, worauf der Stempel nacheilt und den zweiten Einzug vornimmt; die Ziehgeschwindigkeit beträgt etwa 1,5 m/min.

D. Stanzen für Hohlteile.

Erläuterungen für den Aufbau.

Unter den Stanzwerkzeugen hat man zwei verschiedene Arten zu unterscheiden:

1. Werkzeuge, die Flachteile verformen,
2. Werkzeuge, die Hohlteilen eine Form geben, und zwar
 - a) durch Biegungen,
 - b) durch zentrale Formgestaltung.

Zu a) Das Biegen von Rohrteilen besteht im Prinzip darin, sie entweder mit beweglicher Rolle über einen Dorn zu biegen, wo Dorn und Rolle das Teil völlig umfassen, oder sie mit Füllstoff (dichtgewickelte Schraubenfeder) zu verformen.

Zu b) Bei der Verformung von Hohlteilen spielt das Ziehen der Vorform eine Rolle, die der fertigen annähernd entsprechen muß, wenn nicht beim Fertigstanzen ein großer Arbeitsausschuß entstehen soll. Für bauchige Teile, die vom Innenraum her formgestaltet werden müssen, ist bis 0,25 mm Blechdicke Gummi mit vierfacher Dehnung zu verwenden, darüber hinaus sind die Teile mit Preßwasser oder Dünen-sand zu verformen; letzteres ist möglichst zu meiden, weil damit größerer Werkzeugverschleiß eintritt.

Einfach wirkende Stanzen.

Rohrwinkelstanze für einen Winkel.

Geeignet: Zum Biegen von Rohrteilen.

Zu beachten: Das Biegen geschieht über zwei Leitrollen, deren Wölbung die ganze Fläche des Rohrs umschließen müssen. Um die Knickgefahr zu vermeiden, wird in das Rohr eine enggewickelte Schraubenfeder eingeführt, die man nach dem Biegen des Rohrs wieder herauszieht; die Lebensdauer der

Feder ist unbegrenzt. Für dünnwandige Rohre verwendet man 0,5 mm, für starkwandige bis zu 2 mm starken Federstahldraht.

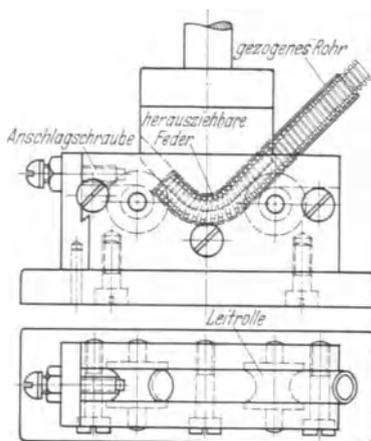


Abb. 66. Rohrwinkelstanze für einen Winkel

Rohrwinkelstanze für zwei Winkel.

Geeignet: Für Rohre mit beliebiger Wandung und Durchmesser.

Zu beachten: Das Füllen von Rohren mit Sand oder anderen Füllstoffen ist eine überholte Fertigungsmethode. An Stelle dieser Hilfsmittel bedient man sich der Rohrbiegemaschinen oder Vorrichtungen, deren Biegerollen so beschaffen sein müssen, daß die Rollenpaare in ihrer Wölbung den Rohrdurchmesser völlig umschließen. Zum Biegen von Rohrteilen werden enggewickelte Schraubenfedern verwendet, die vor dem Biegen der Teile eingeschoben und nach geschehener Formgebung wieder herausgezogen werden. Bei dem gewinkelten Teil, das die Vorstufe

für Abb. 20 ist, werden die Winkel nacheinander gebogen, wobei die Schraubenfeder nur streckenweise zum Winkelfüllen benutzt wird.

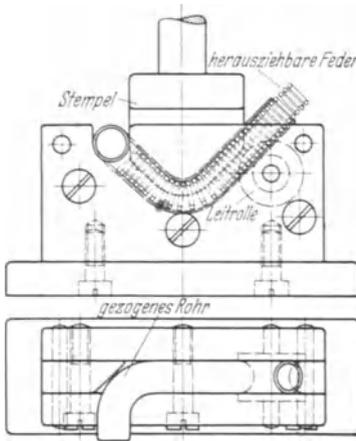


Abb. 67. Rohrwinkelstanze für zwei Winkel.

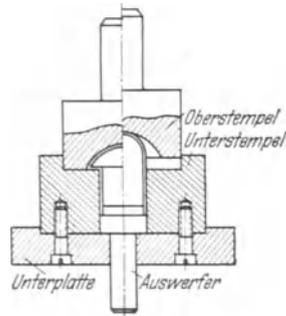


Abb. 68. Formstanze für Nietkopf.

Formstanze für Nietkopf.

Geeignet: Zum Bilden nietähnlicher Köpfe an Hülsen aus Metall oder Eisen.

Zu beachten: Die Kopfform kann bei Hohlteilen ohne Füllmittel hergestellt werden. Das wichtigste hierbei ist die Zentrierung des Obermit dem Unterstempel und die Abstimmung der Höhe für den Auswerfer. Die Stirnfläche des Oberstempels ist Aufschlagfläche, sie ist bedingt, um den Rauminhalt des Kopfes abzustimmen. Treten bei der Formstanzung des Kopfes Falten auf, so ist das ein Zeichen von Materialanhäufung, die durch Verkleinerung der Kopfhöhe beseitigt werden muß. Die Teilform ist aus beliebigem Blech ohne Rücksicht auf seine Dicke herzustellen.

Formstanze für Halbkugelform.

Geeignet: Zum Formausschlagen von Halbkugeln mit scharfen Zierstufen.

Zu beachten: Halbkugelformen mit Zierstufen müssen formähnlich vorgezogen werden. Je mehr man im vorbildenden Ziehen der Formform näherkommt, desto schöner fällt sie aus.

Hierbei ist zu unterscheiden, ob scharfe oder ineinander verlaufende Flächen in Form zu schlagen sind. Für schwer verformbaren Werkstoff, z. B. Eisenblech, ist das Werkzeug aus Werkzeugstahl herzustellen und zu härten. Anderenfalls genügt es, Gußeisen anzuwenden und dieses nur für Mengenteile ebenfalls zu härten. Eine Halbkugel über etwa 150 mm \varnothing ist auf etwa $\frac{2}{3}$ Höhe abzuflachen (s. Abb. 28), sie läßt sich danach besser formausschlagen.

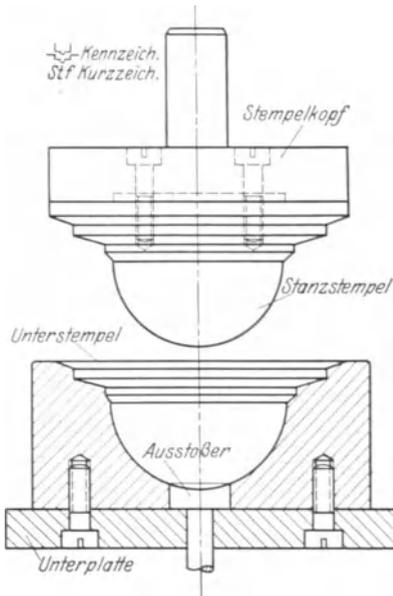


Abb. 69. Formstanze für Halbkugelform.

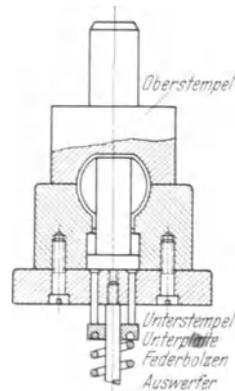


Abb. 70. Rückstoßzugstanze.

Rückstoßzugstanze.

Geeignet: Zum kugelförmigen Ausbauchen von Hülsen bis etwa 100 mm \varnothing .

Zu beachten: Wie aus Abb. 30 hervorgeht, muß für die Formstanze der Hülsenrand abgedreht, Grat genommen und das Teil selbst einer Warmbehandlung unterzogen werden. Nach guter Einfettung des Teiles wird es auf den Auswerfer des Werkzeuges gestülpt und erhält beim nicht zu schnellen Niedergehen des Stempels die gewünschte Form. Die Ausbauchung kann bis $2 \cdot D$ vorgenommen werden, wenn die Innenkante am Hals als Ziehkante ausgebildet wird. Ein guter Erfolg ist zu erwarten, wenn die Oberflächen für Unterstempel und Auswerfer gut hart und blank ausgeführt sind.

Randrollstanze.

Geeignet: Zur Stabilisierung dünnwandiger Hohlteile oder zur Beseitigung scharfkantiger Teilränder.

Zu beachten: Dünnwandige Hohlteileränder erhalten einen Schutz gegen Verbiegung, wenn sie mit einem Wulstrand versehen werden. Dieser Wulstrand ist aber auch als Stabilisierung für das Teil anzusehen

und dient gleichzeitig als Schutz gegen Handversetzungen. Zuweilen genügt eine leere Wulstbildung, die nötigenfalls durch Drahteinlage erheblich verstärkt werden kann. Bei guter Wulstrollung ist darauf zu sehen, daß der Teilrand außen gratlos sein muß, um eine einwandfreie Rollung zu erreichen; ein harter Aufschlag auf den Wulstrand verbessert die Form.

Bördelstanze mit beweglichem Gegenhalter.

Geeignet: Zur Stabilisierung und Beseitigung scharfer Hohlteileränder zwecks Verhinderung von Handverletzungen.

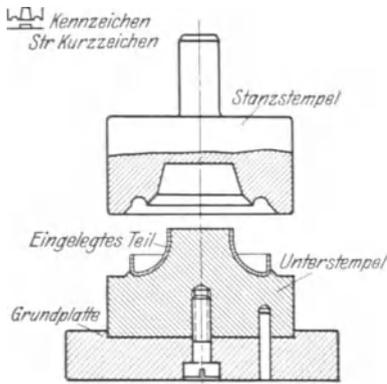


Abb. 71. Randrollstanze.

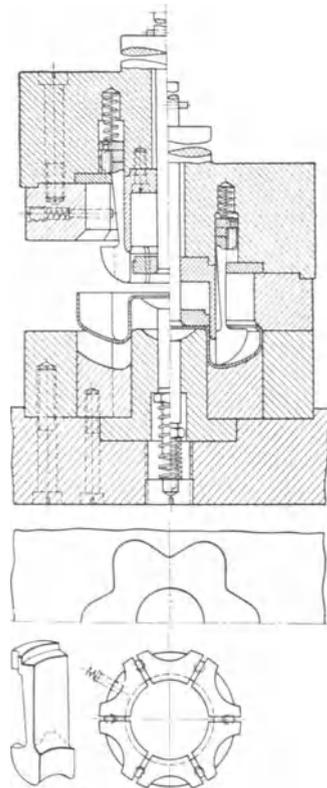


Abb. 72. Bördelstanze mit beweglichem Gegenhalter.

Zu beachten: Ein geschlossener Bördelrand an Sterngriffen läßt sich schlecht ausführen, weil dort die denkbar ungünstigste Verformung stattfindet. An Stelle einer geschlossenen Wulst versieht man den Teilrand mit einer nach innen liegenden Stanzkante, die sich nur dann erreichen läßt, wenn das Werkzeug einen beweglichen Gegenhalter besitzt. Letzterer hat die Aufgabe, den Innenraum des Teils bis zur Wulsthöhe auszufüllen und gegen den Stanzdruck abzustützen. Nach vollendeter Randbildung muß sich der Gegenhalter wieder zurückbewegen können, um den Sterngriff am Werkzeug freizugeben. Die Gegenhalter sind in der Abb. 72 rechts oben dargestellt, sie werden mit je zwei Federn zur Mitte gehalten und bewegen sich nach außen, wenn das Werkzeugober-teil auf das Unterteil aufsetzt. Das Werkzeug arbeitet auf einer ein-fach wirkenden Presse mit maschinellem Auswerfer.

Doppelt wirkende Stanzen.

Hydraulische Bauchstanze.

Geeignet: Zur Ausbauchung von Tonabnehmerrohren, die eine konisch verlaufende Form besitzen müssen.

Zu beachten: Nach dem Einsetzen des vorgezogenen und gebogenen Teils im Werkzeug (Abb. 73), dessen Zusammenhalt durch Knebelmutter und Niederhalter erfolgt, wird durch hermetische Abdichtung des Stempels und durch die Verdrängung des in der Hülse befindlichen Wassers die Teilform ausgepreßt. Der Stempelweg ist entsprechend der Wassermenge abzustimmen, um die Maschine vor Überlastung zu schützen; der Druck beläuft sich innerhalb der Hülse auf rd. 135 atü.

Vor der Auspressung der Hülse ist sie einer gründlichen Warmbehandlung zu unterziehen. Die stufenweise Teilentwicklung (s. Abb. 20) und die dazugehörigen Werkzeuge sind in Abb. 66 und Abb. 67 gezeigt.

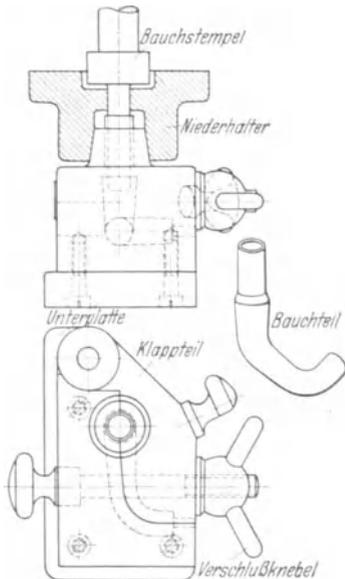


Abb. 73. Hydraulische Bauchstanze.

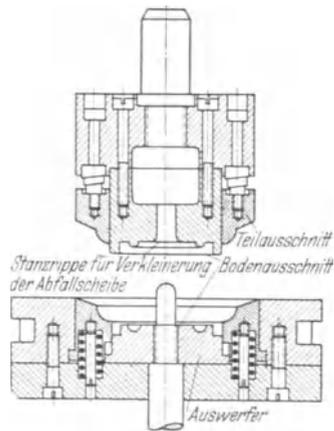


Abb. 74. Schnittzugstanze.

Schnittzugstanze.

Geeignet: Für in Mengen anzufertigende Zierringe zu Reflektoren; in einem Arbeitsgang formzustanzen.

Zu beachten: Blechteile, die durch ihre Verwendung am Innen- und Außenrand beschnitten werden müssen, sind mit diesem Werkzeug vorteilhaft herzustellen. Der Arbeitsgang vollzieht sich durch die auf den Zentrierbolzen gelegte Lochscheibe so, daß beim Niedergang des Schnittstanzstempels er zuerst auf den Federring aufsetzt, die vorgezogene Scheibe innen ausschneidet, den Bodenrand umlegt und bei weiterer Abwärtsbewegung die Form ausschlägt und den Rand beschnidet. Drei Teile werden dem Werkzeug entnommen, der aus-

geschnittene Böden, das Fertigteil und der Randabschnitt. Damit die Bodenscheibe sich leicht aus dem Werkzeug herausnehmen läßt, erhält dieselbe eine eingestanzte Wulst, wodurch eine Scheibenverkleinerung eintritt.

Schnittzugstanze für Reflektor.

Geeignet: Für große Formteile, bei denen die ausgeschnittenen Böden in werkstoffeinsparender Weise ausgenutzt werden können.

Zu beachten: Für Reflektoren (z. B. Abb. 75) müssen besonders große Scheibendurchmesser vorgesehen werden. Mit einer kleineren Scheibe als der errechneten ist auszukommen, wenn der Boden kurz vor der Formgebung des Teils um etwa 20% kleiner als das Sollmaß ausgeschnitten wird. Bei diesem Werkzeug wird das vorgezogene Teil in der Größe des Zentrierbolzens ausgelocht, es weitet sich beim Formgestalten so lange, bis der Teilboden ausgeschnitten ist. Der stehengebliebene Bodenrand wird in der Stanze umgelegt und dient zur Mantelverlängerung. Beim Formschlagen erhält die ausgeschnittene Bodenscheibe einen eingestanzten Wulstrand, der sie zum bequemen Herausnehmen verkleinert.

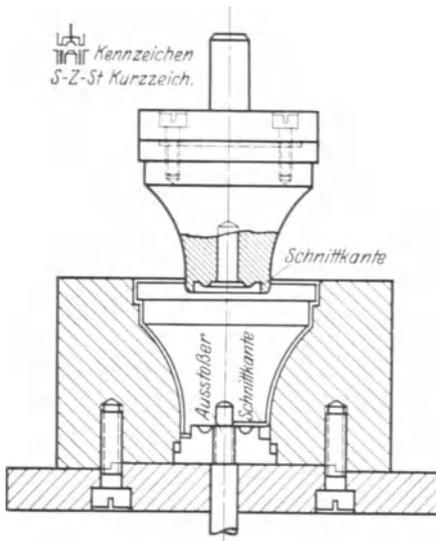


Abb. 75. Schnittzugstanze für Reflektor.

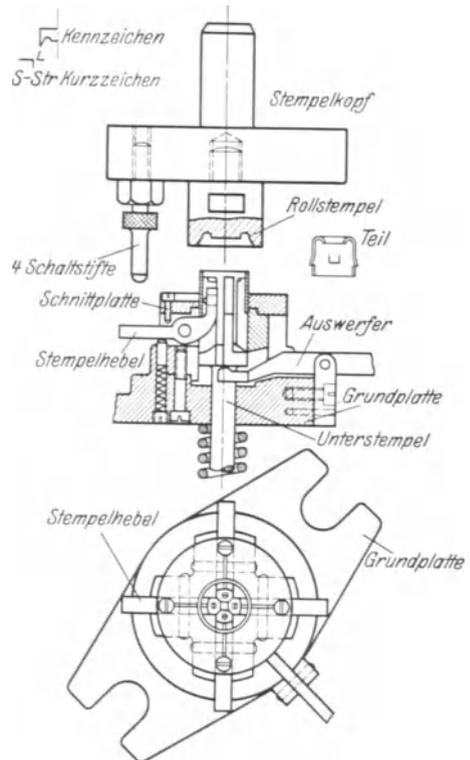


Abb. 76. Schnittrollstanze.

Schnittrollstanze.

Geeignet: Zum mehrfachen Nasenaustrennen und gleichzeitigen Rollen des Teilrandes.

Zu beachten: Der Grundgedanke bei jeder Werkzeugausführung besteht darin, eine Möglichkeit zu finden, um das Teil in einem Arbeitsgang fertigzustellen. Je einfacher dabei das Werkzeug ist, desto leistungsfähiger und störungsfreier arbeitet es. In diesem Falle werden 4 Nasen von innen nach außen herausgetrennt und zugleich die Randrollung des Teils vorgenommen. Beachtenswert ist das Prinzip der Nasenaus-trennung, die von innen nach außen stattfindet, und kein Hindernis beim Ausstoßen des Teils bildet. Alle Einzelheiten sind aus der Darstellung des Werkzeuges erkennbar. Wenn auch das Werkzeug an und für sich einen komplizierten Eindruck macht, so haben sich hier keine mechanischen Störungen gezeigt, es arbeitete auf einfach wirkender Presse einwandfrei.

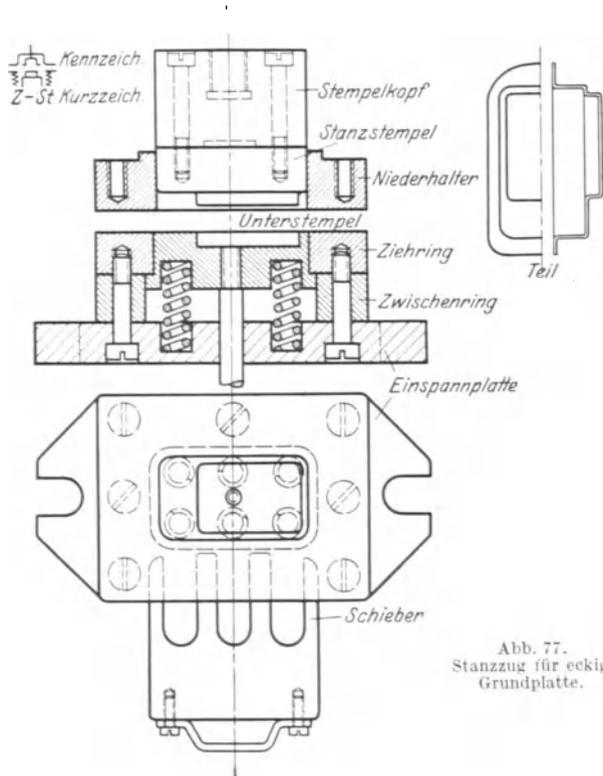


Abb. 77.
Stanzzug für eckige Grundplatte.

Stanzzug für eckige Grundplatte.

Geeignet: Zum Formschlagen von Blechgrundplatten (s. Abb. 43, Arbeitsg. c) bei eingeschobenem Werkzeugschieber und darauffolgendem Mantelziehen.

Zu beachten: Das Formschlagen mit anschließendem Mantelziehen setzt die Verwendung einer Reibtriebpresse mit Niederhalter voraus. Dieses Werkzeug, das nach dem vorgezogenen Teil (Abb. 43a) benutzt

wird, beult den Boden bei Schieberbenutzung mit hartem Aufschlag zurück. Bei der Aufwärtsbewegung des Stößels wird der Schieber herausgezogen und es geschieht ein nochmaliger Niedergang des Stempels zum Ziehen des Teilmantels. Das Ausprobieren des Werkzeuges zeigte an den Ecken der Grundplatte Falten, die ein Zeichen von Werkstoffanhäufung sind; diese wurden an den Stellen des Vorstempels durch Abflachen beseitigt. Um wieviel das an diesen Stellen zu geschehen hat, ist Gefühlssache, die man sich nur fallweise aneignen kann.

Die untergebrachten Federn im Unterwerkzeug haben den Zweck, das eingelegte Teil während des Stanzvorganges gegen den Oberstempel zu drücken. Da sie zum Auswerfen des Teils nicht genügen, werden sie durch die Ausstoßkraft der Maschine unterstützt.

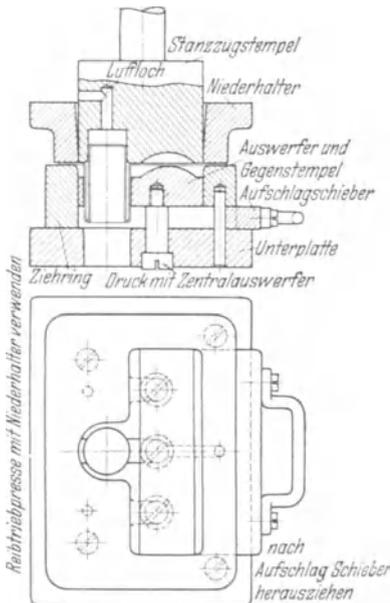


Abb. 78. Stanzzug für Schreibzeug.

zuführen, andererseits wiederum ein elastisches Ziehen für den Teilmantel zuläßt; Werkzeugausführung (Abb. 78) ist nach Abb. 77 vorzunehmen.

Verbundstreifen.

Verbundstreifen für Lötösen.

Geeignet: Für kleine Teile, bei denen es weniger auf Genauigkeit, als auf Zweckmäßigkeit ankommt.

Zu beachten: Das Verbundwerkzeug für diesen Blechstreifen hat wegen der zugelassenen Großtoleranz der Teile eine einfache Konstruktion erhalten. Deshalb wurden auch keine Trenner im Werkzeug vorgesehen, die das Ziehen der Augen im Streifen begünstigen; man nahm dafür lieber eine Werkstoffschwächung in Kauf. Zur Bestimmung des Streifenvorschubes und der Anzahl der Stufenzüge ist folgendermaßen vorzugehen:

Stanzzug für Schreibzeug.

Geeignet: Für Hohlteile, die eine Formstanzung mit anschließendem Mantelhochzug gestatten.

Zu beachten: Eine stufenweise Unterteilung der Arbeitsverfahren, besonders wenn Ziehen und Stanzen in Frage kommt, wird am vorteilhaftesten auf doppelt wirkenden Reibtriebpresen mit Niederhaltern ausgeführt. Die Begrenzung des Stößelhubes wird durch Einschieben bzw. Herausziehen des Werkzeugschiebers vorgenommen, der dem Oberstempel gestattet, einerseits harte Aufschläge aus-

Für die Lötöse, als Nöpfchen angesehen, ergibt sich einschließlich Sicherheitsfläche eine runde Scheibe von

$$2R = \sqrt{(D^2 + 4 \cdot D \cdot h) \cdot 2,6} = \sqrt{(2,2^2 + 4 \cdot 2,2 \cdot 2,5) \cdot 2,6}$$

$$2R = \text{rd. } 8,4 \text{ mm.}$$

Nach dem Ziehstufendiagramm kommen die in obiger Darstellung angegebenen Durchmesser zustande.

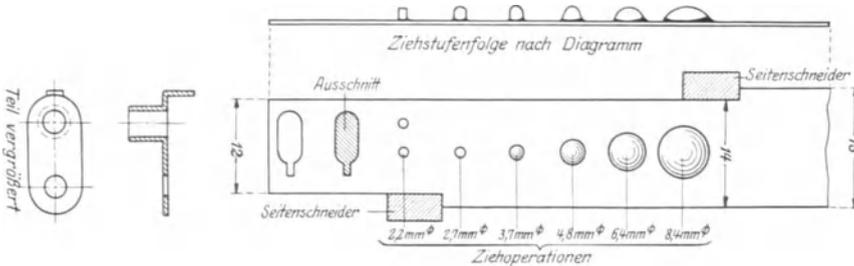


Abb. 79. Verbundstreifen für Lötösen.

Verbundstreifen für Dosenöffner.

Geeignet: Für Mengenfertigung von kleinen Blechschachtelöffnern, die einbaufähig gezogen und gestanzt werden müssen.

Zu beachten: Für derartige Teile verwendet man in der Regel weniger gutes Eisenblech, man ist deshalb gezwungen, vor den Einbeulungen Trenner vorzusehen, damit sich das Blech im Ziehen zwanglos formen kann. Da bei Anwendung von Trennern der Ziehvorgang sich so wie bei einer Scheibe abspielt, so kommt hierbei nur die Bedarfsfläche des zu ziehenden Auges in Frage, die einen Durchmesser von

$$2R = \sqrt{D^2 + 4 \cdot D \cdot h} = \sqrt{2,5^2 + 4 \cdot 2,5 \cdot 5,5} = \text{rd. } 8,42$$

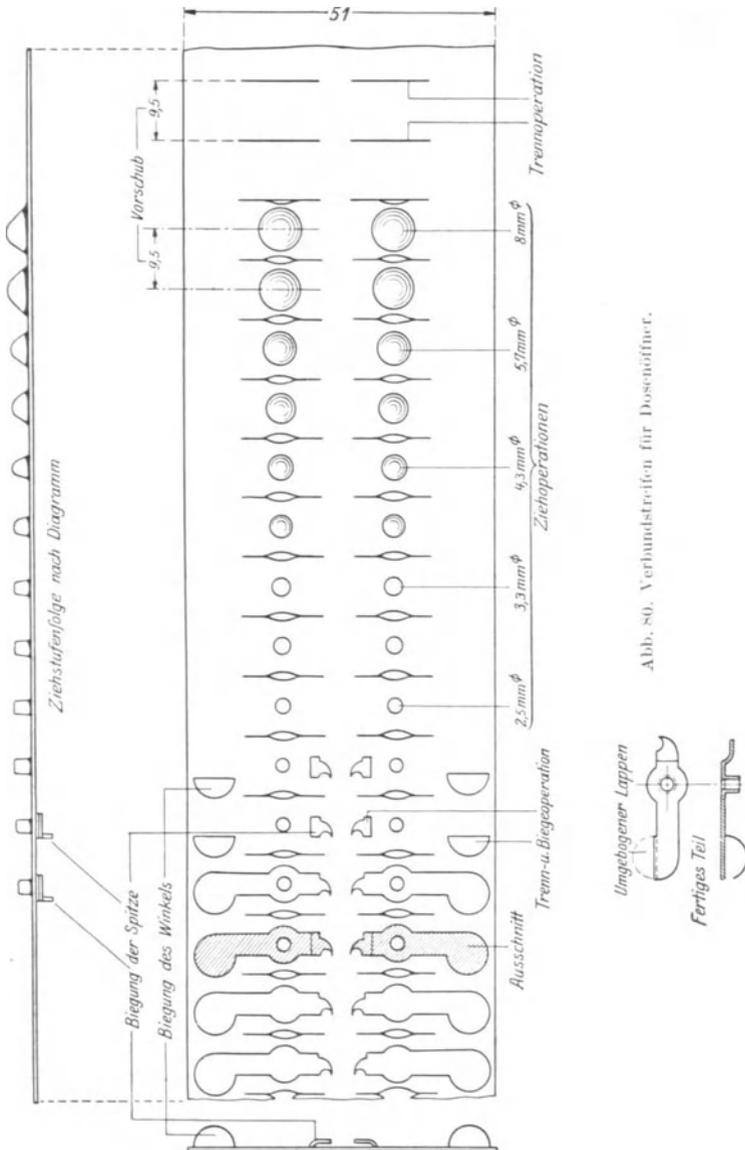
ergibt. Die Stegbreite von $Z_m = 1,1$ mm ist zu berücksichtigen. Der Stufenaufbau für die Ausbeulungen im Streifen ist nach dem Ziehstufendiagramm vorzunehmen. Wie aus dem Verbundstreifen hervorgeht werden, nachdem die Augen gezogen sind, die Nasen am kleinen Schenkel, und die halbkreisförmigen Lappen am größeren schnittgestanzt und das Teil aus dem Streifen geschnitten. Hat man es mit minderwertigem Werkstoff zu tun, dann ist die Ziehgeschwindigkeit klein zu halten, falls größerer Arbeitsausschuß auftreten sollte; durchschnittliche Ziehgeschwindigkeit $v = 1,5$ bis $2,5$ m/min.

Verbundstreifen für Stufennöpfchen.

Geeignet: Für Mengenbedarf von kleinen Nöpfchen, Druckknöpfen oder ähnlichen Erzeugnissen.

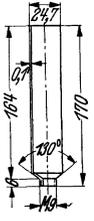
Zu beachten: Beim Ziehen von Stufennöpfchen wird das Blech im hohen Maße beansprucht. Günstiges Ziehen im Blechstreifen ist dann gewährleistet, wenn der Werkstoff Gelegenheit besitzt, sich hemmungs-

los zur Teilmitte zu bewegen; dieser Werkstoffwanderung ist hier im vollen Maße Rechnung getragen. Wie aus der Darstellung des Streifens

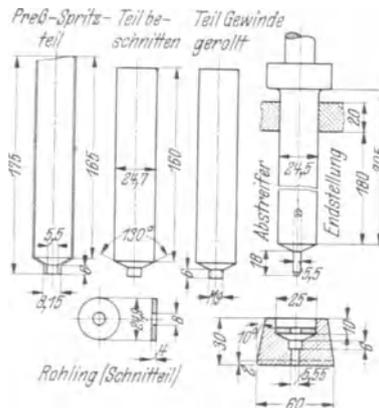


ersichtlich ist, befinden sich bei ihm in Längs- und Querrichtung eingebaute Trenner, die eine zweckmäßige Verformung der Trennflächen zulassen. Diese ist an jeder Vorschubstrecke erkennbar, wo sich Luftspalten und rechtwinklig dazu kleine Luftquadrate gebildet haben.

form des Preßteils und ist nicht mit dem Preßstempel für die Teilfertigung zu verwechseln. Die Kraterbildung, die durch das Eindrücken des Pfaffen entsteht, wird weggearbeitet, worauf die Matrize mit Durferit zunderfrei zu härten ist. Durch die kalte Eindrückung des Pfaffen zur Herstellung der Matrize wird das Stahlgefüge außerordentlich verdichtet und durch die Härtung noch widerstandsfähiger gemacht; die Größe der Matrize bemesse man nicht zu klein, da sonst bei der Einpressung des Pfaffens der Werkstoff seitlich verdrängt wird und keine gute Auspressung hinterläßt. Im folgenden werden einzelne Preßbeispiele gezeigt, nach denen Werkzeugausführungen in ähnlicher Art vorgenommen werden können.

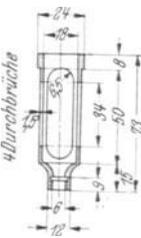
Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Aluminium	Zu ermittelnde Rohlingsgröße und Preßkraft
 <p>Abb. 82.</p>	<p>Gewinebund $0,785 \cdot (8,15^2 - 5,5^2) \cdot 6 = 156,5 \text{ mm}^3$ Abgest. Kegel $\pi \cdot 9,5 (12,5 + 4,1) \cdot 0,12 = 62,0 \text{ ,,}$ Mantel $24,9 \cdot \pi \cdot 165 \cdot 0,1 = 1290,0 \text{ ,,}$ $\underline{\hspace{10em}} 1509,5 \text{ mm}^3$</p> <p>Rohlingshöhe $h = \frac{1509,5}{0,785 \cdot (25^2 - 8^2)} = \text{rd. } 4 \text{ mm}$</p> <p>Preßspritzkraft $P_k = \text{rd. } 0,785 \cdot (25^2 - 8^2) \cdot 30 = 13212 \text{ kg}$</p> <p>Mittl. Gewinde \varnothing $D_m = \sqrt{0,5 \cdot (D_a^2 + D_k^2)} = \sqrt{0,5 \cdot (9^2 + 7,264^2)} = 8,15 \text{ mm}$</p>

Entwicklung des Preßspritzteils und Werkzeugdarstellung

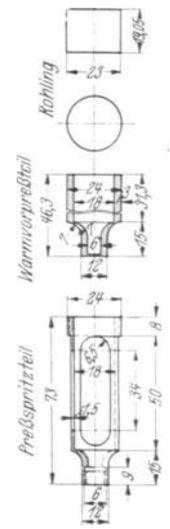


Zu beachten:

Der Rohling (Schnittteil) ist gratfrei zu schneiden und danach in Wasser zu trommeln, damit die Schnitttrandfläche der Scheibe von Schnittrissen befreit und die Scheibenoberfläche glattrein wird. Je schöner die Rohlingoberfläche ist, desto besser fällt der preßspritzte Teil aus.

Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Messing	Zu ermittelnder Rohling
 <p>Abb. 83.</p>	<p>Bund: $\frac{24 + 18}{2} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 8 = 1582,6 \text{ mm}^3$</p> <p>Mantel: $\frac{21 + 18}{2} \cdot \pi \cdot 1,5 \cdot 50 = 4592,3 \text{ ,,}$</p> <p>Kopf: $0,785 \cdot (21^2 - 12^2) \cdot 2 + \frac{12 + 6}{2} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 15 = 1738,0 \text{ ,,}$</p> <p style="text-align: right;"><u>7912,9 mm³</u></p> <p>$J = \text{rd. } 7913 \text{ mm}^3$</p> <p>Rohlingdurchmesser 23 mm zugrunde gelegt</p> <p>Rohlinghöhe: $h = \frac{7913}{0,785 \cdot 23^2} = \text{rd. } 19,05 \text{ mm}$</p>

Entwicklung des Preßspritzteils



Werkzeugdarstellungen und Preßspritzangaben

Warmvorpreßteil:

Außen \varnothing 24 mm, Innen \varnothing 18 mm, Kopf 1738 mm³

Mantel: $\frac{24 + 18}{2} \cdot \pi \cdot 3 \cdot h = J - 1738 = 7913 - 1738 = 6175 \text{ mm}^3$

$h = \frac{6175}{21 \cdot \pi \cdot 3} = \text{rd. } 31,3 \text{ mm}$

Warmpreßkraft:

Temp. 780° und $K_p = \text{rd. } 10 \text{ kg/mm}^2$

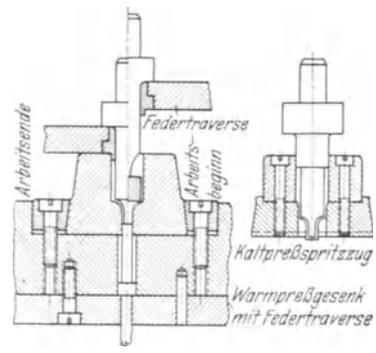
$K_p = \frac{P}{F}$; $P = K_p \cdot F = 10 \cdot 0,785 \cdot 24^2 = 4524 \text{ kg}$

Preßspritzkraft:

Flächenpressung $K_p = \text{rd. } 50 \text{ kg/mm}^2$

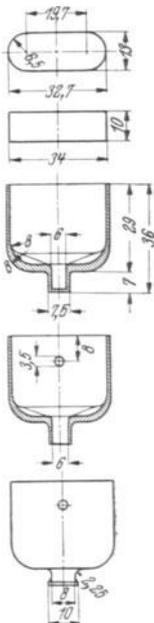
$P = K_p \cdot F = 50 \cdot 0,785 \cdot (24^2 - 21^2)$

$P = \text{rd. } 5300 \text{ kg}$



Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Aluminium	Zu ermittelnde Rohlingsgröße
	$(D - \delta_1) \cdot \pi \cdot \delta_1 \cdot h + \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \delta_2 + 2 \cdot b \cdot h_1 \cdot \delta_1 + D \cdot b_1 \cdot \delta_2 + \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot h_2 = J$ $(14 - 0,8) \cdot \pi \cdot 0,8 \cdot 30 = 994,75 \text{ mm}^3$ $\frac{14^2 \cdot \pi}{4} \cdot 3,2 = 492,80 \text{ ,,}$ $2 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 0,8 = 960,00 \text{ ,,}$ $14 \cdot 20 \cdot 3,2 = 896,00 \text{ ,,}$ $\frac{7,5^2 \cdot \pi}{4} \cdot 7 = 309,14 \text{ ,,}$ <hr/> $3652,69 \text{ mm}^3 + 5\%$ $h = \frac{J}{\frac{D^2 \cdot \pi}{4} + D \cdot b} = \frac{3835}{\frac{13^2 \cdot \pi}{4} + 13 \cdot 19,7} \cong 10 \text{ mm}$
Abb. 84.	

Entwicklung des Preßspritzteils



Rohling
Schnittteil

Rohling
gepreßt

Preßteil
geloht

Preßteil
Halsstanzung

Werkzeugdarstellung

Schnitt- und Preßspritzangaben

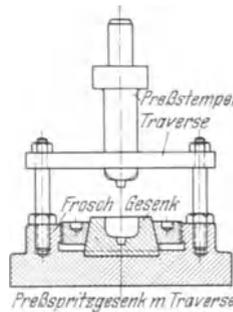
Schnittkraft:

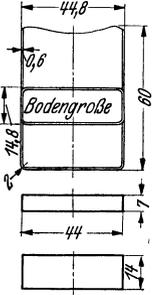
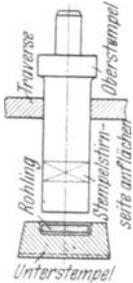
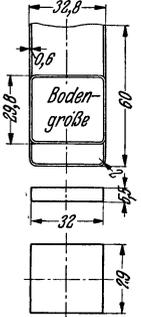
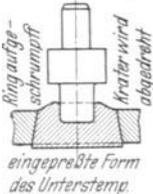
$$P = U \cdot \delta \cdot K_z; \quad 80,4 \cdot 10 \cdot 9 = 7236 \text{ kg}$$

Preßkraft:

$$P = F \cdot 3 \cdot K_z = \left(\frac{13^2 \cdot \pi}{4} + 13 \cdot 19,7 \right) \cdot 3 \cdot 10$$

$$K_z = 10 \text{ kg/mm}^2 \quad P = 14660 \text{ kg}$$



Gegebenes Hohlteil Werkstoff: Aluminium	Zu ermittelnder Rohling	Werkzeugdarstellung
 <p>Abb. 85.</p>	<p>Längsseiten $44,8 \cdot 60 \cdot 0,6 \cdot 2 \dots = 3225 \text{ mm}^3$</p> <p>Querseiten $14,8 \cdot 60 \cdot 0,6 \cdot 2 \dots = 1065 \text{ ,,}$</p> <p>Boden $14,8 \cdot 44,8 \cdot 0,6 \dots = 398 \text{ ,,}$</p> <p style="text-align: right;">$J = 4688 \text{ mm}^3$</p> <p>Rohling gewählt $14 \cdot 44 \cdot h \dots = 4688 \text{ mm}^3$</p> <p>$h = \frac{46 \cdot 88}{14 \cdot 44} = \text{rd } 7,6 \text{ mm}$</p> <p>Angaben für Ober- und Unterstempel Oberstempel: Werkzeugstahl RCC, $K_z = 240 \text{ kg/mm}^2$</p> <p>Unterstempel: Einsatzstahl $K_z = 60 \text{ kg/mm}^2$</p> <p>Preßkraft für Unterstempel $K_p = \frac{P}{F}; K_p = 180 \text{ kg/mm}^2$</p> <p>$P = 180 \cdot 616 = 110880 \text{ kg}$</p>	 <p>Abb. 85 a.</p> <p>Preßspritzkraft für Rohling $P = 14 \cdot 44 \cdot 30 = 18300 \text{ kg}$</p>
 <p>Abb. 86.</p>	<p>Längsseite $32,8 \cdot 60 \cdot 0,6 \cdot 2 \dots = 2362 \text{ mm}^3$</p> <p>Querseite $29,8 \cdot 60 \cdot 0,6 \cdot 2 \dots = 2146 \text{ ,,}$</p> <p>Boden $32,8 \cdot 29,8 \cdot 0,6 \dots = 587 \text{ ,,}$</p> <p style="text-align: right;">$= 5095 \text{ mm}^3$</p> <p>Rohling gewählt $29 \cdot 32 \cdot h = 5095 \text{ mm}^3$</p> <p>$h = \frac{5095}{29 \cdot 32} = \text{rd } 5,5 \text{ mm}$</p> <p>Angaben für Ober- und Unterstempel Oberstempel: Werkzeugstahl RCC, $K_z = 240 \text{ kg/mm}^2$</p> <p>Unterstempel: Einsatzstahl $K_z = 60 \text{ kg/mm}^2, K_p = 180 \text{ kg/mm}^2$</p> <p>Preßkraft für Unterstempel $K_p = \frac{P}{F}; P = 180 \cdot 928 = 167040 \text{ kg}$</p>	<p>Werkzeug für Rohling Ausführung wie oben</p> <p>Formherstellung</p>  <p>Abb. 86 a.</p>

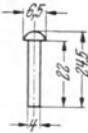
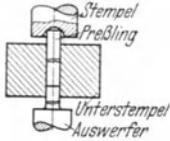
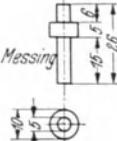
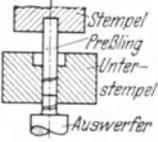
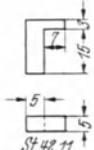
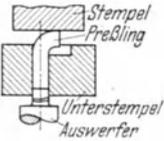
F. Warm-Kaltpressen.

Erläuterungen über Werkzeuge, Preßteile und Arbeitsweisen.

Das Arbeitsverfahren Warm- oder Kaltpressen kommt für Eisen und Metalle in Betracht und findet Anwendung, wenn die Wirtschaftlichkeit hierfür vorliegt. Maßgebend ist die Formgestaltung des Teiles, um nicht teurere Arbeitsmethoden anwenden zu müssen, die größeren Materialverbrauch verursachen. Warmpressungen werden aber auch vorgenommen, wenn auf gute Formbeschaffenheit und Festigkeit des Körpers großer Wert gelegt werden muß. In der Presserei unterscheidet man vier verschiedene Werkzeugausführungen:

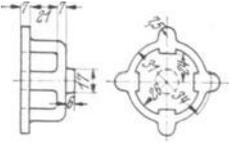
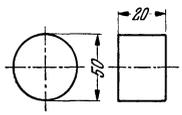
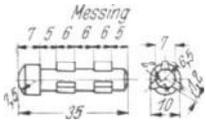
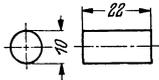
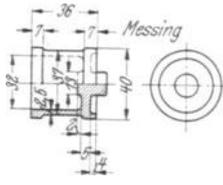
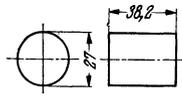
- Froschgesenke mit auswechselbaren Werkzeugbestandteilen,
- Traversengesenke für zylindrische Einpressungen im Teil,
- Vollgesenke mit ganzen Gesenkdruckflächen,
- Gesenke mit geteilten Gesenkdruckflächen.

Ausschlaggebend für die Wahl eines Werkzeuges ist die Form eines Teiles. Für anzuwendende Arbeitsmethoden werden Preßteile veranschaulicht, aus denen hervorgeht, worauf bei der Werkzeugwahl zu achten ist.

Preßteil	Rohling	Arbeitsweise
 <p>Kupfer Abb. 87.</p>	 <p>Stift abgeschert, Kaltpressung</p>	 <p>Stempel Preßling Unterstempel Auswerfer</p>
 <p>Messing Abb. 88.</p>	 <p>Stift abgeschert, Warmpressung</p>	 <p>Stempel Preßling Unter- stempel Auswerfer</p>
 <p>St. 42.11 Abb. 89.</p>	 <p>Teil abgeschert, gestanz Warm- pressung</p>	 <p>Stempel Preßling Unterstempel Auswerfer</p>

Preßteil	Rohling	Arbeitsweise
<p>Aluminium</p> <p>Abb. 90.</p>	<p>Scheibe mit Schnitt m. Vorlocher geschnitten, Kaltpressung</p> <p>Scheibe gepreßt</p> <p>Teil beschnitten</p>	<p>Stempel Preßling Unter- stempel Nadel</p> <p>zwangsweiser Auswerfer</p>
<p>Messing</p> <p>Abb. 91.</p>	<p>von Stange abgeschnitten Warmpressung</p>	<p>Stempel Preßling Auswerfer Unterstempel</p>
<p>Aluminium</p> <p>Abb. 92.</p>	<p>Scheibe aus Schnitt mit Vorlocher</p> <p>Kaltpressung</p>	<p>Stempel Preßling Unterstempel Auswerfer</p>

Preßteil	Rohling und Preßdruck	Rohlingermittlung
<p>Messing</p> <p>Abb. 93.</p>	<p>Preßkraft bei 780°</p> $K_p = \frac{P}{F}; P = K_p \cdot F$ $P = 10 \cdot 4417$ $= 44170 \text{ kg}$	<p>Rauminhalt</p> $\frac{75^2 \cdot \pi}{4} \cdot 12 + \frac{52^2 \cdot \pi}{4} \cdot 20 - (15,6 \cdot 13,5 \cdot 3 \cdot 20)$ $J = 80959 \text{ mm}^3$ $h \approx \frac{80959}{0,785 \cdot 50^2} = 41,2 \text{ mm}$
<p>Messing</p> <p>Abb. 94.</p>	<p>Preßkraft bei 780°</p> $P = K_p \cdot F$ $P = 36 \cdot 72 \cdot 10$ $= 25920 \text{ kg}$	<p>Rauminhalt</p> $\left(72 \cdot 36 - \frac{36^2 \cdot \pi}{4} - 28 \cdot 36 \right) \cdot 4$ $= 2264,5 \text{ mm}^3$ $(31 \cdot \pi + 2 \cdot 28) \cdot 5 \cdot 10$ $= 7669,5 \text{ ,,}$ $\left(\frac{36^2 \cdot \pi}{4} + 28 \cdot 36 \right) \cdot 4$ $= 8103,7 \text{ ,,}$ $\frac{g^2 \cdot \pi}{4} \cdot 2 \cdot 8 = 1017 \text{ ,,}$ $h = \frac{19055}{0,785 \cdot 30^2 + 28 \cdot 30}$ $= \text{rd } 12,3 \text{ mm}$

Preßteil	Rohling und Preßdruck	Rohlingermittlung
 <p>Abb. 95.</p>	 <p>Preßkraft bei 780° $P = K_p \cdot F$ $\left(\frac{62^2 \cdot \pi}{4} + 2 \cdot \frac{15^2 \cdot \pi}{4}\right) \cdot 10$ $= 33724 \text{ kg}$</p>	<p>Rauminhalt</p> $\frac{17^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 = 1362 \text{ mm}^3$ $\frac{62^2 \cdot \pi}{4} \cdot 7 = 21133 \text{ ,,}$ $4 \cdot 12 \cdot 7 \cdot 21 = 7056 \text{ ,,}$ $(62 - 5) \cdot \pi \cdot 5 \cdot 7 = 6264 \text{ ,,}$ $3 \cdot 7 \cdot 15 \cdot 4 = 1260 \text{ ,,}$ $2 \cdot \frac{15^2 \cdot \pi}{4} \cdot 7 = 2473 \text{ ,,}$ $h = \frac{39548}{0,785 \cdot 80^2} = \text{rd } 20 \text{ mm}$
 <p>Abb. 96.</p>	 <p>Preßkraft bei 780° $P = K_p \cdot F$ $(7 \cdot 10 + 7 \cdot 28 + 6 \cdot 6 \cdot 3) \times 10 = 3740 \text{ kg}$</p>	<p>Rauminhalt</p> $\frac{10^2 \cdot \pi}{4} \cdot 7 = 550 \text{ mm}^3$ $\frac{7^2 \cdot \pi}{4} \cdot 28 = 1078 \text{ ,,}$ $6 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 81 \text{ ,,}$ $h = \frac{1709}{0,785 \cdot 10^2} = \text{rd } 22 \text{ mm}$
 <p>Abb. 97.</p>	 <p>Preßkraft bei 780° $P = K_p \cdot F$ $P = \frac{40^2 \cdot \pi}{4} \cdot 10$ $= 12567 \text{ kg}$</p>	<p>Rauminhalt</p> $\left(\frac{40^2 \cdot \pi}{4} - \frac{32^2 \cdot \pi}{4}\right) \cdot 2 \cdot 7 = 6333,6 \text{ mm}^3$ $\left(\frac{37^2 \cdot \pi}{4} - \frac{32^2 \cdot \pi}{4}\right) \cdot 22 = 5962 \text{ ,,}$ $\frac{40^2 \cdot \pi}{4} \cdot 5 = 6283,5 \text{ ,,}$ $\left(\frac{40^2 \cdot \pi}{4} - \frac{32^2 \cdot \pi}{4}\right) \cdot 4 = 1809,6 \text{ ,,}$ $\frac{13^2 \cdot \pi}{4} \cdot 11 = 1460,3 \text{ ,,}$ $h = \frac{21849}{0,785 \cdot 27^2} = 38,2 \text{ mm}$

Froschgesenk.

Geeignet: Für Warm- oder Kaltpreßteile, bei denen Formänderungen vorkommen können, ohne wesentliche Werkzeugkosten zu verursachen.

Zu beachten: Das Werkzeug besitzt vier austauschbare Werkzeugbestandteile, die fallweise im Einspannfrosch ausgewechselt werden können; sie sind mit den Buchstaben *R*, *B*, *C* und *D* bezeichnet. Man bezweckt damit, Formänderungen an Preßteilen durch geeigneten Aus-

tausch der Gesenkteile zu ermöglichen und zugleich unwesentliche Werkzeugkosten auftreten zu lassen. Hierbei ist eines zu berücksichtigen: Vertiefungen im Teil nur mit Konizitäten von etwa 10^0 zulassen, bei denen der Preßling leicht aus dem Gesenk herausgenommen werden kann. Am besten haben sich Werkzeugausführungen in drei Größen bewährt, die bei Änderung eines Preßteiles nur die Auswechslung des betreffenden Gesenkteiles bedurften. Anwendung des Werkzeuges für Preßteile s. Abb. 87...91.

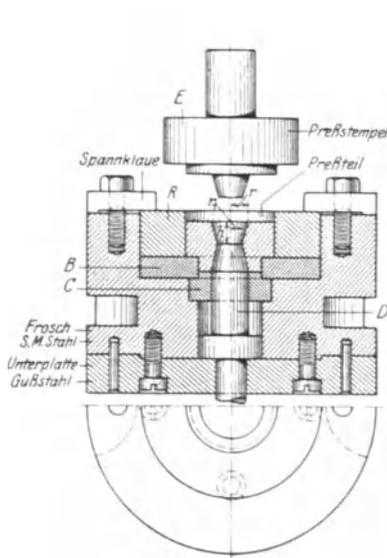


Abb. 98. Froschgesenk.

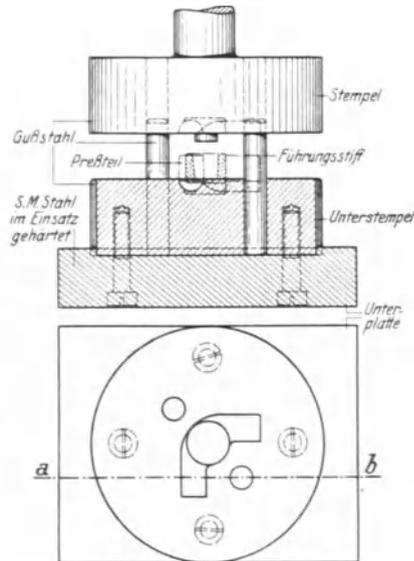


Abb. 99. Vollgesenk.

Vollgesenk.

Geeignet: Für Preßteile in jeder beliebigen Form, wobei zylindrische Einpressungen vermieden werden sollen.

Zu beachten: Die Gesenkerstellung geschieht aus chromlegiertem Werkzeugstahl, der im erwärmten Zustande (etwa 800^0) ein gehärtetes Stahlmodell hydraulisch eingepreßt erhält; zweckmäßig ist hinter der Vorbearbeitung eine nochmalige Nachpressung des Gesenkes mit dem Stahlmodell vorzunehmen. Diese kalte Nachpressung des Gesenkes hat den Vorteil, Formabweichungen, die durch mechanisches Bearbeiten entstanden sind, zu beheben. Das Werkzeug ist unter Luftabschluß zu erwärmen und in Rüböl abzukühlen, dessen Abkühlungsdauer etwa 1 kg/std beträgt, danach ist ein Reißen des Stahles nicht zu erwarten. Anwendung des Gesenkes für Teile s. Abb. 113...114.

Traversengesenk.

Geeignet: Für Preßteile mit zylindrischen Einpressungen in jeder Form und Größe.

Zu beachten: Bei diesem Werkzeug bedient man sich, wenn die Möglichkeit dazu besteht, auch eines Einspannfrosches und wechselt dann Unterstempel, Auswerfer und Traverse aus. Das bedeutet allerdings ein völliges Auseinandernehmen des Werkzeuges mit anschließendem neuen Froscheinbau. In ungünstigen Fällen, wo also ein Einspannfrosch nicht zur Anwendung gelangt, muß ein fest zusammengesetztes Werkzeug verwendet werden, das den Nachteil hat, teuer zu sein, mehr Werkstoff beansprucht und infolge seiner Sperrigkeit eines größeren Lagerplatzes bedarf. Ober- und Unterstempel sind zweckmäßig aus chromlegiertem Stahl herzustellen. Anwendung des Gesenkes für Teile s. Abb. 93...95.

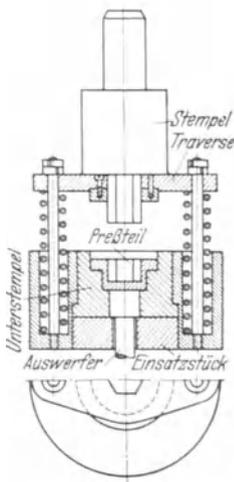


Abb. 100. Traversengesenk.

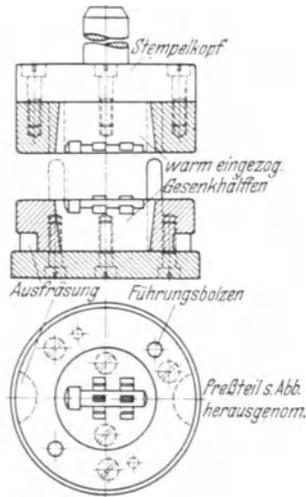


Abb. 101. Gesenk mit geteilten Gesenkdruckflächen.

Gesenk mit geteilten Gesenkdruckflächen.

Geeignet: Für Preßteile, bei denen die Lage der gepreßten Flächen unvorteilhaft im Gesenk einzuarbeiten sind.

Zu beachten: Warmpreßwerkzeuge mit geteilten Gesenkdruckflächen kommen nur dann zur Verwendung, wenn sich keine andere Lösung für das Pressen des Rohlings finden läßt. Von Wichtigkeit ist folgende Regel: Bewegliche sowie eingesetzte Teile im Gesenkbringen Nachteile für Werkzeug und Fertigung. Bei Werkzeugen mit eingesetzten Teilen verändert sich die Gesenkform durch Lockerung derselben, die durch erschwertes Herausnehmen des Preßlings entsteht. Die gepreßten Teile haften sehr fest im Gesenk und sind vielfach nur durch Klopfen zu entfernen; in solchen Fällen versucht man, sie durch Einschrumpfung gegenseitig zu befestigen. Anwendung des Gesenkes s. Abb. 101.

G. Aufgaben und Lösungen.

Aufgabe 1: Ziehbeanspruchung für metallische Werkzeuge.

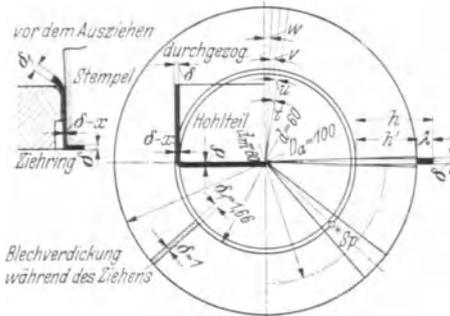


Abb. 102.

Gegeben:

Werkstoff: Tiefzieheisenblech

$$\delta = 1 \text{ mm}; \quad K_z = 28 \cdot 42 \text{ kg/mm}^2$$

$$D = 100 \text{ mm } \varnothing. \quad d = 60 \text{ mm } \varnothing$$

Scheiben \varnothing 100 mm, Topf \varnothing 60 mm

$$\text{Ziehverhältnis } m = \frac{D_s}{D_a} = \frac{d}{D_a} = 0,6$$

Verlangt wird:

$$\text{Schnittkraft: } P = \frac{U \cdot \delta \cdot K_s}{P \cdot x \cdot \delta}$$

$$\text{Schnittarbeit: } A = \frac{1000}{P \cdot x \cdot \delta}$$

$$\text{Ziehkraft: } P_z = d \cdot \beta \cdot \delta \cdot n \cdot K_z$$

$$\text{bei } m = 0,6, \quad n = 0,86$$

m	0,55	0,575	0,6	0,625	0,65
-----	------	-------	-----	-------	------

n	1	0,93	0,86	0,79	0,72
-----	---	------	------	------	------

m	0,675	0,7	0,725	0,75	0,775	0,8
-----	-------	-----	-------	------	-------	-----

n	0,66	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4
-----	------	-----	------	-----	------	-----

Zieharbeit: $A = P_z \cdot x \cdot h$ ohne Niederhalter bei $m = 0,6 \quad x = 0,77$

m	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
-----	------	-----	------	-----	------	-----

x	0,8	0,77	0,74	0,7	0,67	0,64
-----	-----	------	------	-----	------	------

Zieharbeit: $A_1 = (P_z \cdot x + P_n) \cdot h$ mit Niederhalter

Verdickung der Scheibe beim Ziehweg „ h'' “

$$D \cdot \pi \cdot \delta = d \cdot \pi \cdot \delta_1; \quad \delta_1 = \frac{D \cdot \delta}{d}$$

Ziehkantenhalbmesser:

$$(D_a - D_i) \cdot 2 = (f)r$$

Mantelverdickung auf dem Wege des

$$\text{Ziehkantenhalbmessers } l = \frac{r \cdot \pi}{2}$$

Mantelverdickung: auf dem Wege der Ziehkanten-Abwicklung

$$l = \frac{r \cdot \pi}{2} = \frac{5,1 \cdot \pi}{2} = \text{rd } 8 \text{ mm.}$$

Lösungen:

Schnittkraft:

$$P = D \cdot \pi \cdot \delta \cdot K_s = 100 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 32 = 10048 \text{ kg}$$

Schnittarbeit:

$$A = \frac{P \cdot x \cdot \delta}{1000} = \frac{10048 \cdot 0,8 \cdot 1}{1000} = 8,04 \text{ mkg}$$

Zu setzen ist für

K_s	16	20	32	50	64	80	kg/mm ²
-------	----	----	----	----	----	----	--------------------

x	0,4	0,5	0,8	1,25	1,6	2
-----	-----	-----	-----	------	-----	---

Ziehkraft:

$$P_z = d \cdot \pi \cdot \delta \cdot n \cdot K_z = 60 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 40 = 6484,4 \text{ kg}$$

$$\text{bei } m = \frac{60}{100} = 0,6, \quad n = 0,86$$

Zieharbeit: ohne Niederhalter

$$A = P_z \cdot x \cdot h = 6484,4 \cdot 0,77 \cdot 0,0266 = 132,8 \text{ mkg}$$

$$\text{bei } h = \frac{D_m \cdot \pi \cdot h'}{d \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{80 \cdot \pi \cdot 20}{60 \cdot \pi \cdot 1000} = 0,266 \text{ m}$$

Niederhalterdruck bei elastischer Steuerung:

$$P_n = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p = 0,785 \cdot (10^2 - 6^2) \cdot 18 = 904,32 \text{ kg}$$

Zieharbeit: mit Niederhalter

$$A = (P_z \cdot x + P_n) \cdot h$$

$$(6484,4 \cdot 0,8 + 904,32) \cdot 0,0266 = 162 \text{ mkg}$$

Spez. Niederhalterdruck:

$$p_s = \frac{O \cdot p}{F} = \frac{235 \cdot 3,85}{50,24} = \text{rd } 18 \text{ kg/cm}^2$$

O = Oberfläche des Luftkolbens in cm²

p = Druck der Luftkolbenfläche in atu

F = Scheibenfläche in cm²

Scheibenverdickung

auf Ziehweg h' (Kreisring)

$$\delta_1 = \frac{D \cdot \delta}{d} = \frac{100 \cdot 1}{60} = 1,66 \text{ mm}$$

Ziehkantenradius:

$$(D_a - D_i) \cdot 2 = (f)r$$

$$(100 - 60) \cdot 2 = 5,1 \text{ mm bei } \delta = 1 \text{ mm}$$

$$\text{oder } r = 0,8 \sqrt{(D_a - D_i) \cdot \delta}$$

$$r = 0,8 \sqrt{(100 - 60) \cdot 1} = \text{rd } 5,1 \text{ mm}$$

Siehe * links oben (Skizze).

Aufgabe 2: Aus dem in Abb. 103 gegebenen Schnittteil ist ein Klinkenkörper für Telefonstöpsel zu ziehen, der einen genauen Außendurchmesser von 6,95 mm und Innendurchmesser von 5,75 mm besitzen soll. Die Höhe der Hülse muß im befrästen Zustande 15 mm betragen und soll im ganzen lehrenhaltig sein; die Passung für den Hülseninnendurch-

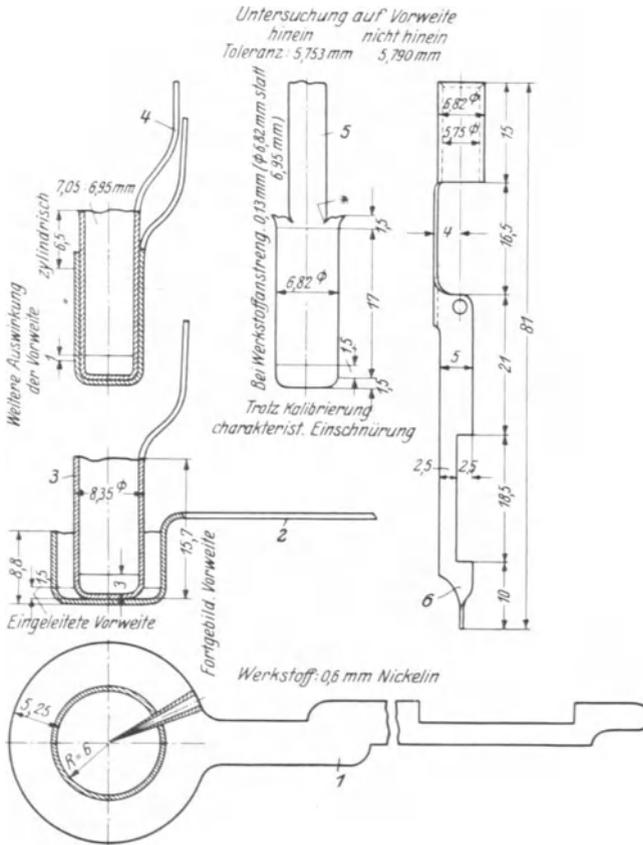


Abb. 103. Klinkenkörper für Telefonstöpsel.

messer ist mit 5,753 mm hinein und 5,790 mm nicht hinein, bemessen. Werkstoff: Neusilberblech 0,6 mm dick.

Welche Schwierigkeiten treten im Ziehen bei festgelegter Scheibe auf, wenn kein großer Arbeitsauschuß entstehen soll?

Lösung: Nach Sollmaßen des Klinkenkörpers Außendurchmesser = 6,82 mm, Innendurchmesser = 5,75 mm, ist eine Wanddicke von $\frac{6,82 - 5,75}{2} = 0,535$ mm vorhanden. Demnach wird bei 0,6 mm dickem Neusilberblech eine Schwächung der Manteldicke von $0,6 : 0,535 = 100 : x$; $x = 89,17\%$ oder rd. 10,83 vH zugestanden. Be-

zogen auf die gegebene Länge der Hülse von 15 mm bedeutet das eine Fertigungslänge von $15 + 10,83 \text{ vH} = 16,62 \text{ mm}$. Das Ziehen der Hülse von 0,01 mm Genauigkeit zeigt eine Schwächung der Manteldicke in der Nähe des Hülsenbodens, die sich bis etwa 35 vH auswirkt und durch Streckziehen beseitigt werden muß. Diese Erscheinung tritt bei allen ziehbaren Blechen mit dem zulässigen Ziehverhältnis $m = \frac{d}{D}$ gleichmäßig auf und muß bei der Bemessung der Scheibe berücksichtigt werden. Bei Anwendung eines kalibrierenden Streckzuges ist die Vorweite der Hülse zu beseitigen, die eine Hüsenhöhe von etwa 18 mm besitzt und sich beim letzten Ziehgang auf 21,5 mm verlängert. Der Durchmesser der Scheibe ergibt sich aus:

$$2R = \sqrt{D^2 + 4 \cdot D \cdot h} = \sqrt{6,82^2 + 4 \cdot 6,82 \cdot 18}$$

$$2R = \text{rd. } 23 \text{ mm.}$$

Die Arbeitsgänge nach dem Ziehstufendiagramm (Abb. 142) bei Einschaltung eines Streckzuges sind:

	1	2	3	4
Scheibe	23	13,5	10	8,2
∅ 23 mm	13,5	10	8,2	7,5
Korrektur	—	—	—	—

wobei etwa 0,06 mm der Manteldicke ausgestreckt wird.

Zu beachten: Je genauer eine Hülse gemacht werden soll, desto mehr Ziehstufen müssen eingeschaltet werden; bei 0,01 mm großer Teilgenauigkeit war die Hülse mit 0,03 mm Mantelausstreckung je Zug zu erreichen. Die größte Genauigkeit der Hülse bei vier Arbeitsgängen endete mit rd. 0,12 mm Vorweite, also mit 0,04 mm dünnerem Hülsenmantel und wurde mit 5 mm Abfräsung vom Mantel beseitigt. Die Erscheinung am Übergang von Hülse zum Lötswanz, die sich als Einkerbung (s. Pos. 5) zeigt, wurde anfänglich als aufgerissenes Material ausgelegt, sie beruhte auf einem Irrtum. Eine genaue Untersuchung ergab, daß die Einkerbung vom Umformen der Scheibe herkam und beim Übergang zum Lötswanz durch größeren Flächeneinzug eintreten mußte.

Aufgabe 3: Aus 4,5 mm dickem Eisenziehblech ist eine Hülse von 35 mm Außendurchmesser, mit 0,2 mm Wanddicke und 110 mm Länge herzustellen (s. Abb. 104). Hierzu wird verlangt: Angabe des Scheibendurchmessers, die Anzahl der Ziehgänge, die auszustreckenden Manteldicken und die Warmbehandlungen, um die Hülse ziehen zu können.



Abb. 104.

Lösung: Die Scheibengröße ergibt sich bei 3 mm Höhenzugabe der Hülse aus:

$$2R = \sqrt{\frac{D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h}{\delta}} = \sqrt{\frac{35^2 \cdot 4,5 + 4 \cdot 34,8 \cdot 108,5}{4,5}}$$

$$2R = \text{rd. } 44 \text{ mm } \varnothing.$$

Nach der Zahlentafel Abb. 151 kommen folgende Streckzüge in Betracht:

Arbeitsgang	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Manteldicke	3,37	2,36	1,65	1,16	0,78	0,55	0,38	0,27	0,20

Die jeweiligen Außen- und Innendurchmesser der Hülse werden so festgelegt, indem man vom letzteren Durchmesser ausgeht und 0,02 mm Stempelspiel berücksichtigt, dann $2 \cdot \delta_1$ zu jedem Innendurchmesser addiert und daraus die Außendurchmesser ermittelt.

Arbeitsgang	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Außendurchm.	35	35,16	35,4	35,76	36,04	37,02	38,02	39,56	61,5
Innendurchm.	34,6	34,62	34,64	34,66	34,68	34,72	34,72	34,74	34,76
δ_1	0,20	0,27	0,38	0,55	0,78	1,16	1,65	2,36	3,37

Die Hüslenhöhen sind durch Umformung obiger Gleichung zu finden, für den Arbeitsgang 5 ist

$$\frac{x^2 \cdot \delta - D^2 \cdot \delta}{4 \cdot D_1 \cdot \delta_1} = \frac{44^2 \cdot 4,5 - 36,04^2 \cdot 4,5}{4 \cdot 33,9 \cdot 0,78} = \text{rd } 27,1 \text{ mm.}$$

Alle weiteren Ermittlungen für die Hüslenhöhen sind nach Weisung der angeführten Beispiele vorzunehmen.

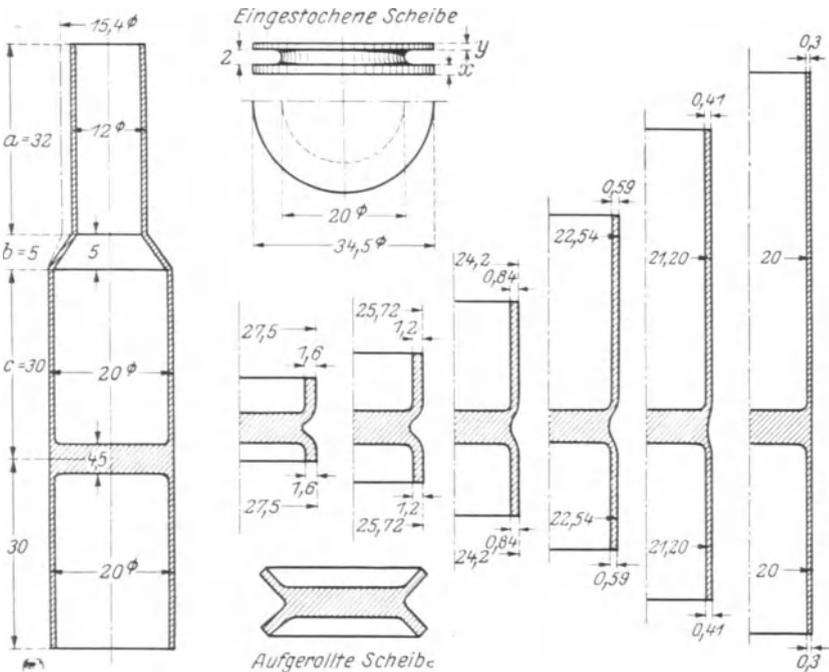


Abb. 105. Doppelhülse aus Streckzügen mit Hüslenboden auf Höhenmitte.

Die Warmbehandlungen der Hüslen aus Streckzügen sind abhängig von der Werkstoffbeanspruchung, die um so mehr Ziehgänge, aber

weniger Warmbehandlungen erfordert, je kleiner die Abstreckung der Manteldicken erfolgt. Die Grenze der Mantelabstreckung unter normalen Verhältnissen liegt bei 30 vH, wonach eine bis zur Mitte vorgegedrungene Werkstoffhärte auftritt, die nur durch Warmbehandlung beseitigt werden kann; in diesem Falle sind 8 Warmbehandlungen notwendig, die unter Luftabschluß zunderfrei vorgenommen werden müssen, Beizen und Trocknen der Teile aber ausschließen.

Aufgabe 4: Eine Messinghülse nach Abb. 105 mit in Höhenmitte befindlichem Boden soll ziehgemäß hergestellt werden. Hierfür ist anzugeben: Der Scheibendurchmesser mit einer Dicke von $\delta = 4,5$ mm, die Anzahl der Ziehstufen, was für Streckzüge in Betracht gezogen werden und wie groß die Abstreckung des Hülsenmantels vorgenommen werden muß.

Über das Streckziehen des Hülsenmantels sowie alle wichtigen Einzelheiten der Fertigung sind Erklärungen abzugeben.

Lösung: Nach dem Inhalt des Werkstoffes für die Hülse ergibt sich der Scheibendurchmesser aus:

- a) kleinem Zylinder mittl. $\varnothing \cdot \pi \cdot \delta_1 \cdot h = 11,7 \cdot \pi \cdot 0,3 \cdot 32 = 352,68 \text{ mm}^3$
 b) abgest. Kegel ,, $\varnothing \cdot \pi \cdot \delta_1 \cdot s = 15,7 \cdot \pi \cdot 0,3 \cdot 6,4 = 94,65$,,
 c) großen Zylinder ,, $\varnothing \cdot \pi \cdot \delta_1 \cdot h_1 = 19,7 \cdot \pi \cdot 0,3 \cdot 60 = 1113,44$,,

Bei Aufteilung der Hülse zerfällt sie in

$$a + b + 0,5 \cdot c = 352,68 + 94,65 + 0,5 \cdot 1113,44 = 1004,05 \text{ mm}^3$$

und in

$$0,5 \cdot c = 0,5 \cdot 1113,44 = 556,72 \text{ mm}^3$$

Durch 2 mm breiten (beliebig wählbaren) Einstich der Scheibe wird

$$\frac{x}{y} = \frac{1004,05}{556,72}$$

und

$$x + y = \delta - 2 = 4,5 - 2 = 2,5 \text{ mm},$$

wobei

$$y = 2,5 - x$$

und durch Proportion sich

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

$$x = \frac{2510,125}{1560,77} = 1,6 \text{ mm}$$

ergibt und für

$$y = 2,5 - 1,6 = 0,9 \text{ mm}.$$

Die Ermittlung des Scheibendurchmessers entwickelt sich aus

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

$$\frac{D^2 y \cdot \pi}{4} \cdot 0,9 = 556,72 + \frac{20^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,9$$

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

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

Bekannt sind nun:

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

Zur Weiterverarbeitung der eingestochenen Scheibe wird sie im Einstich winklig auf 90° aufgerollt (s. Darstellung) und mittels zweiteiliger Ziehringe bis einschließlich des vorletzten Zuges, doppelseitig ausgezogen; den Fertigdurchmesser erhält die Hülse in einem normalen Ziehring.

Nach der Zahlentafel für Streckzüge (Abb. 151) ist folgende Ziehregel zu beachten: Man geht vom Innendurchmesser der Hülse (19,4 mm) aus und nimmt einen Durchmesser für den ersten Ziehstempel (24,3 mm) an, teilt darauf die Differenz durch die Anzahl der erforderlichen Ziehgänge minus eins ($\frac{24,3 - 19,4}{6 - 1} = 0,98 \text{ mm}$), dann ist der Quotient diejenige Zahl, um die sich der Stempeldurchmesser bei jedem Ziehgang vergrößert bzw. verkleinert ($19,4 + 0,98 = 20,38 \text{ mm}$) usw. Hiernach kommen für die Hülse die in Abb. 151, $\delta = 4,5 \text{ mm}$ von Stufe 3 ab enthaltenen Abmessungen zustande.

Arbeitsgang	1	2	3	4	5	6	
Hülsenaußendurchm. . .	27,5	25,64	23,9	22,46	21,14	20	d
Ziehstempeldurchm. . .	24,3	23,32	22,34	21,36	20,38	19,4	c
Mantelscheibe x . . .	1,6	1,16	0,78	0,55	0,38	0,3	a
Mantelscheibe y . . .	0,9	0,9	0,78	0,55	0,38	0,3	b

Die Reihenfolge der festgelegten Werte ist alphabetisch vorgekommen.

Die Hüslenhöhe für jede Ziehstufe ist

für x -Seite

$$D_m \cdot \pi \cdot \delta_1 \cdot h = \mathcal{S}$$

$$19,7 \cdot \pi \cdot 0,3 \cdot h = 1004,05 \text{ mm}^3$$

$$h = \frac{1004,05}{19,7 \cdot \pi \cdot 0,3} = 54,2 \text{ mm}$$

für y -Seite

$$19,7 \cdot \pi \cdot 0,3 \cdot h_1 = 556,72 \text{ mm}^3$$

$$h_1 = \frac{556,72}{19,7 \cdot \pi \cdot 0,3} = 30 \text{ mm} .$$

Nach den Ziehgängen werden die Mantelränder laufend abgedreht, wonach das Einziehen des längeren Hülsendurchmessers durch Rückstoßzug (s. Abb. 46) geschieht. Die Ziehregel für das Einziehen der Hülsenmäntel besagt: Das Verkleinern eines Hülsendurchmessers kann ohne Rücksicht auf die Wanddicke um 20 vH erfolgen. Voraussetzung hierfür ist genügende Weichheit des Werkstoffes. Zum Rückstoßziehen des 20 mm \varnothing sind 3 Arbeitsgänge nötig, und zwar von 20 mm \varnothing auf 16 mm \varnothing , dann 16 mm \varnothing und zuletzt auf 12 mm \varnothing ; bei gut ziehbarem Blech ist wegen 1 mm Differenz auch mit zwei Arbeitsgängen auszukommen.

Zug mit geteiltem Ziehring.

Zum Ziehen von Hülsen nach Abb. 105 sind zweiteilige Ziehringe erforderlich, die in einer U-förmigen Einspannplatte (Frosch) eingebettet und gegen ein Verschieben durch Stellstifte gesichert sind. Beide Ziehringhälften sind mit einer Blattfeder verschraubt, die zum Auffedern beider Teile und als Handgriff dient. Damit die Hülse durch den Ziehstempel nicht nach oben gezogen werden kann, ist im Oberwerkzeug ein Ausstoßer und im Unterwerkzeug ein Abstreifer vorgesehen. Die Vorbereitung

zum Ziehen der Teile geschieht durch Einlagen derselben zwischen den Ringhälften, Zusammendrücken dieser und im Frosch einsetzen. Im ersten Ziehgang wird der aufgerollte Teilmantel zylindrisch auf beiden Seiten hochgezogen, der Auswerfer des Stempels stößt das Teil nach unten und der Abstreifer im Unterwerkzeug begünstigt das Herausfallen des Teils aus dem Werkzeug. Stufungsgemäß werden alle Ziehgänge bis zum vorletzten Zug in dieser Weise vorgenommen. Im letzten Arbeitsgang geschieht das Durchziehen der Hülse in einem geschlossenen Ziehring.

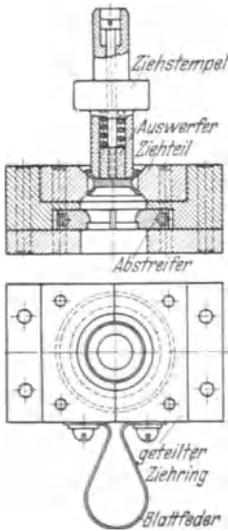


Abb. 106. Zug mit geteiltem Ziehring.

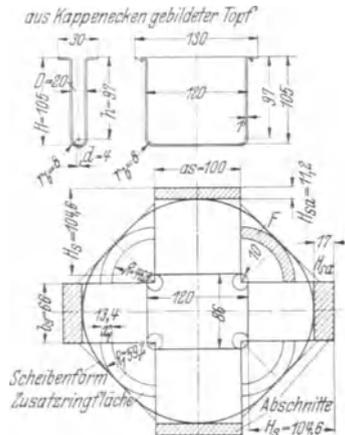


Abb. 107. Gezogene Kappe mit Flansch.

Aufgabe 5: Gegeben ist eine gezogene Eisenkappe aus 1 mm Tiefblech nach Abb. 107. Wie sind die Abmessungen für die Formscheibe und in wieviel Arbeitsgängen ist sie herzustellen?

Verlangt wird Angabe der Ziehstufen bei bester Ausnutzung des Bleches und Aufklärungen hierüber.

Lösung: Unter Berücksichtigung der auf S. 147 gegebenen Richtlinien für Formscheiben kommt im vorliegenden Falle die Gleichung in Frage:

Ohne Flansch des Teils

$$2R_0 = \sqrt{4 \cdot D \cdot h + 2 \cdot r_3 \cdot \pi \cdot d_1 + d^2} = \sqrt{4 \cdot 20 \cdot 97 + 2 \cdot 8 \cdot \pi + 4^2} = \sqrt{8340}$$

„ d “ ergibt sich aus $D - 2 \cdot r = 20 - 2 \cdot 8 = 4 \text{ mm}$

„ d_1 “ ergibt sich aus $\sim d + 0,636 \cdot 2 \cdot r_3 = 4 + 0,7 \cdot 2 \cdot 8 = 11,2 \text{ mm}$

Inhalt des Topfflansches

$$F = 0,785 \cdot (30^2 - 20^2) = \text{rd. } 393 \text{ mm}^2$$

Scheiben \varnothing einschließlich Topfflansch

$$2R = \sqrt{8340 + 393} = 93,5 \text{ mm } \varnothing; \quad R = \frac{x}{2} = \frac{93,5}{2} = \text{rd } 46,8 \text{ mm}$$

Gestreckte Länge der Kappenhöhe

$$H_s = H - \left(2r_b - \frac{2 \cdot r_b \cdot \pi}{4} + \frac{d}{2} \right) + \text{Flanschbreite}$$

$$105 - \left(2 \cdot 8 - \frac{2 \cdot 8 \cdot \pi}{5} + \frac{4}{2} \right) + 5 = 104,6 \text{ mm}$$

Zusatzringbreite x_1

$$x_1 = R_1 - R = 60,2 - 46,8 = 13,4 \text{ mm}$$

$$R_1 = F \cdot 1,417 \cdot \sqrt{r \cdot h + r^2} \quad \text{bei } i = \frac{r_e}{R}$$

Inhalt der Zusatzringfläche für den Sektor

$$F = 0,196 \cdot [(x + 2 \cdot x_1)^2 - x^2] \\ 0,196 \cdot [(93,5 + 2 \cdot 13,4)^2 - 93,5^2] = 1123 \text{ mm}^2$$

Abschnittshöhe für die Kappenseiten

$$\text{bei großer Seite } H_{sa} = \frac{F}{a} = \frac{1123}{100} = 11,2 \text{ mm}$$

$$\text{„ kleiner „ } H_{sa} = \frac{F}{b} = \frac{1123}{66} = 17 \text{ mm}$$

Gesamtlänge der Formscheibe

$$L_s = 120 + 2 \cdot 104,6 - 2 \cdot 22,3 = 284,8 \text{ mm}$$

Gesamtbreite der Formscheibe

$$L_{s_1} = 86 + 2 \cdot 104,6 - 2 \cdot 17 = 261,3 \text{ mm} .$$

Zum Ziehen eckiger Hohlteile stehen sich zwei Methoden gegenüber, die beide Vorteile besitzen. Die eine läuft darauf hinaus, eine gleichmäßige Beanspruchung im Ziehen der Teilwände hervorzurufen, wonach es möglich ist, sehr große Teilhöhen zu erreichen. Methodisch bringt diese eine Verteuerung des Werkzeuges mit sich, dessen Kosten auch

bei Herstellung geringerer Fertigungsteile zu rechtfertigen ist. Die Werkzeugverteuerung besteht darin, daß die Seitenflächen beim 1. Zug gewölbt ausgeführt werden und man gezwungen ist, den Niederhalter des 2. Zuges in gleicher Form auszuführen. Der Sinn dieser Methode ist der, beim Ziehvorgang auftretenden Gefügespannungen auf den ganzen Umfang des Teils zu verteilen, damit beim Flachziehen der Seitenwände eine kleine Werkstoffbeanspruchung auftritt. Die Größe des Werkzeuges ist von der einzuziehenden Scheibenform abhängig. Da diese Scheibe eine Länge von rd. 285 mm besitzt, so kommt nach dem AWF-Ziehringsatz der Ring Nr. 20 in Betracht mit einem Außendurchmesser von 300 mm und einer Ziehringhöhe von 37 mm, dagegen für den Fertigungszug ein Ring Nr. 18.

Für das hohe Ziehteil ist das Ausgleichprinzip anzuwenden, wonach die Zusatzspringfläche F gebildet werden muß, sie ergibt sich aus:

$$x_1 = R_1 - R = 60,2 - 46,8 = 13,4 \text{ mm.}$$

Dieser Flächenzuwachs bedingt eine Verkleinerung der gestreckten Seitenhöhe und muß deshalb vorgenommen werden, um den Flächeninhalt des ganzen Hohlteils zu gewährleisten. Zu jeder Sektorfläche gehört eine Seitenwand, die, je länger sie ist, einen kleineren Abschnitt von der Teilhöhe erhält und umgekehrt, wenn die Seitenwand kürzer wird. Bei der Ermittlung des Halbmessers für die Ziehecke (s. S. 147) mit Hilfe des Diagramms Abb. 147 kommt für Tiefziehblech ein Eckenhalbmesser $0,32 \cdot R = 0,32 \cdot 59,2 = \text{rd. } 19 \text{ mm}$ in Frage. Der erste ziehbare Halbmesser r ist 19 mm und liegt im Mittelpunkt der Hohlteilecke, während die darauffolgenden Abstände von $0,6 = r = 0,6 \cdot 19 = 11,5 \text{ mm}$ bei gleicher Größe $r = 19 \text{ mm}$ besitzen; diese liegen zum ersten Halbmesser nur $19 - 11,5 = 7,5 \text{ mm}$ exzentrisch. Bei gut ziebarem Blech wurde der Nachzug erspart und an dessen Stelle der Fertigungszug verwendet. Die Wölbung R_s der kleinen Teilseite des Vorzuges ergibt sich aus $1,25 \cdot b = 1,25 \cdot 86 = 107,5 \text{ mm}$

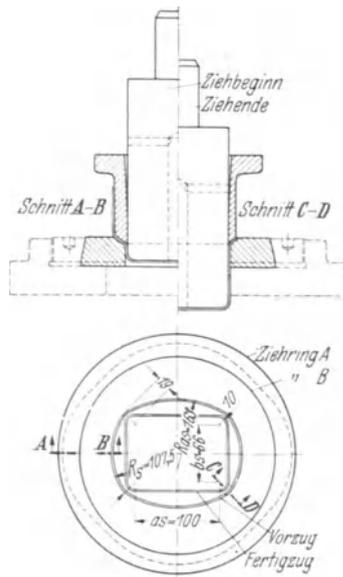


Abb. 108. Darstellung des Vor- und Fertigungszuges.

und für die große Seite $R_{as} = \frac{a_s \cdot R_s}{b_s} = \frac{100 \cdot 107,5}{66} = \text{rd } 163 \text{ mm}$. Die Größenverhältnisse für Vor- und Fertigungszug sind in Abb. 108 maßlich festgelegt.

Aufgabe 6: Für die Herstellung dreieckiger Kappen nach Abb. 109 sind folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie groß ist der Werkstoffbedarf für 3000 Stück bei 1 mm dickem Tiefziehblech (Eisen)?

2. Wie muß das Ziehwerkzeug ausgeführt werden, wenn es mit einer doppelt wirkenden Presse arbeiten soll?

3. Wie groß ist der Stahlverbrauch für das Werkzeug bei Verwendung eines vorhandenen Einspannfrosches und Niederhalterkopfes?

4. Wieviel Arbeitsgänge sind zum Ziehen für sie nötig?

5. Welche Herstellungsdauer kommt für das Ziehwerkzeug in Frage, wenn die erforderlichen Werkzeugmaschinen vorhanden sind?

6. In welcher Zeit sind 3000 Kappen zu ziehen?

Lösung: Der Werkstoffverbrauch hängt von der Größe der Scheibe ab und ist nach

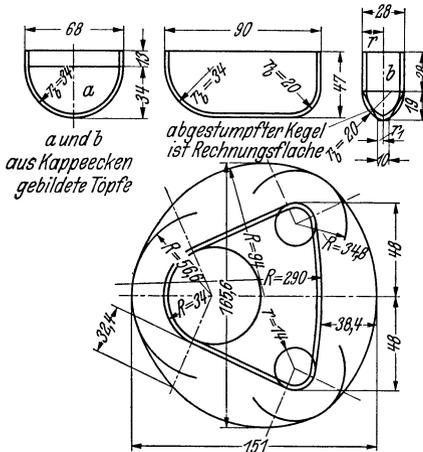


Abb. 109. Eisenkappe, die Pragezeichen am Boden erhält.

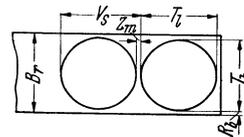


Abb. 110. Streifengitter des Schnittteils.

ihrer Form zuerst zu ermitteln. Nach den Richtlinien für Formscheiben (s. S. 147) ist die Größe des Sektorhalbmessers für die kleine Kappenecke $r = 14$ mm, und

$$2R = \sqrt{4 \cdot 5 \cdot (r + r_1) + (2 \cdot r_1)^2 + 8 \cdot r \cdot h}$$

$$2R = \sqrt{4 \cdot 21 \cdot (14 + 5) + (2 \cdot 5)^2 + 8 \cdot 14 \cdot 28} = 69,5 \text{ mm}$$

Sektorhalbmesser

$$R = \frac{69,5}{2} = 34,8 \text{ mm}$$

und für die große Kappenecke

$$2R = \sqrt{8 \cdot r^2 + 4 \cdot D \cdot h} = \sqrt{8 \cdot 34^2 + 4 \cdot 68 \cdot 13} = \sqrt{12784} = 113,2 \text{ mm} \varnothing$$

$$R = \frac{113,2}{2} = 56,6 \text{ mm} .$$

Die gestreckte Kappenhöhe zwischen beiden kleinen Ecken $r = 14$ mm ist

$$H_s = H - \left(2 \cdot r_b - \frac{2 \cdot r_b \cdot \pi}{4} \right) = 47 - \left(2 \cdot 20 - \frac{2 \cdot 20 \cdot \pi}{4} \right) = 38,4 \text{ mm}$$

und bei der großen Kappenecke

$$H_{s_1} = H - \left(2 \cdot r_b - \frac{2 \cdot r_b \cdot \pi}{4} \right) = 47 - \left(2 \cdot 34 - \frac{2 \cdot 34 \cdot \pi}{4} \right) = 32,4 \text{ mm} .$$

Die Abwicklung der Formscheibe ist über Dreieck der Kappe gemessen 151 mm und in Richtung des Streifenvorschubes 165,6 mm.

Die Streifenbreite zum Schneiden der Formscheibe ist

$$B_r = T_b + 2 \cdot R_b = 151 + 2 \cdot 1 = 153 \text{ mm}$$

B_r = Streifenbreite

R_b = Randbreite des Streifengitters (Diagrammwert).

Die Anzahl der Teile im Streifen ergeben sich aus

$$x = \frac{L}{T_l + Z_m} = \frac{1000}{165,6 + 1,1} = \frac{1000}{166,7} \text{ rd } 6 \text{ Teile,}$$

die Anzahl der Streifen je Tafel

$$y = \frac{L_1}{B_r} = \frac{2000}{153} = 13 \text{ Streifen}$$

und die Anzahl der Tafeln für 3000 Kapfen, einschließlich 3 vH Arbeitsausschuß

$$z = \frac{\Sigma x + 3\%}{x \cdot y} = \frac{3000 + 90}{6 \cdot 13} = 39,6 \text{ Tafeln.}$$

Das Gesamtgewicht für den Werkstoffverbrauch beläuft sich auf

$$G_g = L \cdot B_r \cdot \delta \cdot z \cdot \gamma = 200 \cdot 100 \cdot 0,1 \cdot 39,6 \cdot 7,8 = 617,8 \text{ kg.}$$

Zu 2. Die Größe des Ziehringes ist, wenn man den Ziehriingsatz als Vergleichsmaßstab heranzieht, 300 mm, Ringdurchmesser Nr. 20. Die größte Durchbruchbreite beträgt 124 mm und ergibt durch Proportion den endgültigen Ringaußendurchmesser von

$$300 : 160 = x : 124; \quad x = 235 \text{ mm rd } 240 \text{ mm } \varnothing .$$

Zu 3. Der erforderliche Stahlverbrauch für das Ziehwerkzeug ist: Ziehstempel (zweiteilig)

Oberstück	130 × 130 × 270 mm	aus S.M.-Stahl	= 36,4 kg
Unterstück	130 × 130 × 50	„ „	Werkzeugstahl	. . = 6,7 „
Niederhalter	240 mm \varnothing und 40 mm dick	Gußeisen	. . = 13,2 „	
Ziehring	240 „ \varnothing „ 40 „ „	Werkzeugstahl	= 14,5 „	

Die Abb.111 zeigt das Ziehwerkzeug für eine doppelt wirkende Presse, bei dem Einspannfrosch und Niederhalterkopf als vorhanden gilt. Für das Schnittwerkzeug der Formscheibe ist ein Schnitttring und ein erforderlicher Stempel vorzusehen.

Zu 4. Nach dem Ziehstufendiagramm (Abb.147) ist vom Sektorhalbmesser $R = 56,6$ mm (für große Kappenecke) auf $r = 23,5$ mm (bedingt 34 mm) und für den kleinen $R_1 = 34,8$ mm auf $r = 12$ mm (bedingt 14 mm) zu ziehen.

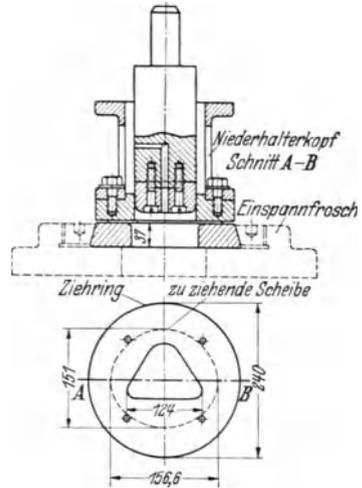


Abb. 111. Werkzeugausführung für Aufgabe.

Die Praxis bestätigte hier, daß mit einem Arbeitsgang auszukommen ist, wenn ein Werkstoff von Durchschnittsgüte Verwendung findet.

Zu 5. Zur Herstellung des Werkzeuges bei zurechtgeschnittenen Stücken benötigt man für den Ziehstempel an Zeit:

Für Herstellung des Einspannzapfens 40 mm \varnothing , 72 mm lang sind zwischen Spitzen zu drehen

$$n = \frac{L}{\delta} = \frac{72}{0,1} = 720 \text{ U}$$

bei 15 Zustellungen des Supports $15 \cdot 720 = 10800 \text{ U}$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{d \cdot \pi} = \frac{36000}{40 \cdot \pi} = 286 \text{ U/min}$$

$$t = \frac{10800}{286} = 38 \text{ min .}$$

Für die Herstellung des oberen Stempels sind zum Drehen 35 mm großer Stirnfläche, 5 Supportzustellungen

$$n = \frac{35}{0,1} \cdot 5 = 1750 \text{ U}$$

$$n = \frac{36000}{70 \cdot \pi} = \text{rd } 164 \text{ U/min}$$

$$t_1 = \frac{1750}{164} = \text{rd } 11 \text{ min ;}$$

zum Bohren des 7 mm großen und 120 mm tiefen Luftloches

$$n = \frac{120}{0,07} = 1714 \text{ U} \quad \text{oder}$$

$$n = \frac{6000}{7 \cdot \pi} = 270 \text{ U/min}$$

$$t_2 = \frac{1714}{270} = \text{rd } 6,4 \text{ min}$$

$$t_r = \text{Einrichtezeit} \quad \dots \quad 36 \text{ min}$$

erforderlich.

Für unteren Stempel

1. Seite abflächen (drehen)

2 Einstellungen, Flächenbreite 70 mm

$$n = \frac{2 \cdot 70}{0,1} = 1400 \text{ U}$$

$$t_3 = \frac{1400}{164} = \text{rd } 8,5 \text{ min .}$$

2. Seite abflächen bei 65 mm \varnothing und 10 mm Tiefe mit 8 Supportzustellungen

$$n = \frac{70 \cdot 8}{0,1} = 5600 \text{ U}$$

$$t_4 = \frac{5600}{164} = \text{rd } 34 \text{ min}$$

für 7 mm großes und 40 mm tiefes Luftloch bohren

$$n = \frac{30}{0,07} = 430 \text{ U}$$

$$t_s = \frac{430}{270} = 1,6 \text{ min}$$

$$t_r = \text{Einrichtezeit} \dots \dots \dots 32 \text{ min}$$

für Zusammensetzen des Stempels

$$3 \text{ Löcher } 8 \text{ mm } \varnothing, 30 \text{ mm tief bohren} \dots \dots 5 \text{ min}$$

$$3 \text{ „ } 10,5 \text{ mm } \varnothing, 30 \text{ mm tief bohren} \dots \dots 8 \text{ min}$$

$$3 \text{ „ flach senken} \dots \dots \dots 4 \text{ min}$$

$$3 \text{ mal } 10 \text{ mm Gewinde schneiden} \dots \dots \dots 24 \text{ min}$$

$$t_6 = 5 + 8 + 4 + 24 = 41 \text{ min} \quad \text{und}$$

$$t_r = \text{Einrichtezeit} \dots \dots \dots 18 \text{ min}$$

für Formhobeln des Stempels (Hobler arbeitet an 2 Maschinen)

$$t_7 = \begin{cases} 3 \text{ Seitenflächen hobeln} \dots \dots 195 \text{ min} \\ 3 \text{ Rundungen hobeln} \dots \dots 75 \text{ min} \end{cases}$$

$$t_r = \text{Einrichtezeit} \dots \dots \dots 36 \text{ min}$$

Für den Niederhalterflansch

1. Seite. Das Einpassen des Flanschrings im Niederhalterkopf bei 90 mm Flanschbreite mit 5 Supportzustellungen

$$n = \frac{90}{0,1} \cdot 5 = 4500 \text{ U}$$

$$n = \frac{v}{d_m \cdot \pi} = \frac{24000}{120 \cdot \pi} = 64 \text{ U/min}$$

$$t_8 = \frac{4500}{64} = 70,3 \text{ min}$$

2. Seite. Überflächen des Flanschrings mit 2 Supportzustellungen sind

$$n = \frac{90}{0,1} \cdot 2 = 1800 \text{ U} \quad \text{notwendig}$$

$$t_9 = \frac{1800}{64} = 28 \text{ min}$$

und

$$t_r = \text{Einrichtezeit} \dots \dots \dots 15 \text{ min}$$

Für Aussagen von Plattendurchbrüchen gilt:

$$L \cdot \delta \cdot 0,4 + x_s \cdot \text{tg } v = T_s \text{ in min}$$

darin bedeuten:

T_s = Gesamtängezeit ohne Einrichten der Maschine in min

L = Umrisslinie des Durchbruches in cm

δ = Plattendicke in cm

0,4 = Einheitswert für Gußeisen für cm^2

0,8 = Einheitswert für Stahl für cm^2

x_s = Anzahl der Aussägeecken bzw. Übergänge, bei der die Säge Zeitverluste erleidet

$tg v$ = Verlustzeit für Ecken und Übergänge, im Durchschnitt zu bewerten und in die Gleichung einsetzen.

Je nach dem Schwierigkeitsgrad kann dafür gesetzt werden:

für gerade Seiten 0,8 bei Stahl, 0,4 bei Gußeisen

„ Ecken hervorstehend oder zurückliegend 1 bis 2 min

„ Übergänge 1,5 bis 2 min

„ Einrichtezeit der Bandsäge 5,5 min + Zuschlag

„ „ „ Feil- und Sägemaschine 1 min + Zuschlag

Für Ausfeilen von Plattendurchbrüchen gilt:

$$L \cdot \delta \cdot 1 + y \cdot tg v = T_F \text{ in min}$$

darin bedeuten:

T_F = Gesamtfeilzeit ohne Einrichten der Maschine in min

L = Umrißlinie des Durchbruches in cm

δ = Plattendicke in cm

1 = Einheitswert für Gußeisen für cm^2

1,5 = „ „ „ Stahl „ „

y = Anzahl der Auswechslung der Formfeilen gemäß des Durchbruchs der Platte

$tg v$ = Verlustzeit für Ecken und Übergänge, im Durchschnitt zu bewerten und in die Gleichung einsetzen.

Die Zeit zum Aussägen des Niederhalterflansches (Gußeisen) ermittelt sich aus:

$$L \cdot \delta \cdot 0,4 + x_s \cdot tg v = T_s$$

$$t_{10} = 37 \cdot 5 \cdot 0,4 + 3 \cdot 2 = 80 \text{ min}$$

$$t_r = \text{Einrichtezeit } 5,5 + 4,5 = 10 \text{ min}$$

Die Zeit zum Ausfeilen des Niederhalterflansches (Gußeisen) ermittelt sich aus:

$$L \cdot \delta \cdot 1 + y \cdot tg v = T_F$$

$$t_{11} = 37 \cdot 5 \cdot 1 + 3 \cdot 1 = 188 \text{ min}$$

$$\text{Einrichtezeit } t_r = 1 + 5 = 6 \text{ min}$$

Die Zeit zum Aussägen des Ziehringes (Stahl) ermittelt sich aus:

$$L \cdot \delta \cdot 0,8 + x_s \cdot tg v = T_s$$

$$t_{12} = 37 \cdot 4 \cdot 0,8 + 3 \cdot 2 = \sim 125 \text{ min}$$

$$\text{Einrichtezeit } t_r = 5,5 + 4,5 = 10 \text{ min}$$

Die Zeit zum Ausfeilen des Ziehringes (Stahl) ermittelt sich aus:

$$L \cdot \delta \cdot 1,5 + y \cdot \operatorname{tg} v = T_F$$

$$t_{13} = 37 \cdot 4 \cdot 1,5 + 3 \cdot 1 = 225 \text{ min}$$

$$\text{Einrichtezeit } t_r = 1 + 5 = 6 \text{ min}$$

Für Anfertigung der Schablone zum Einpassen für den Durchbruch des Ziehringes sind

$$t_{14} = \text{rd } 210 \text{ min}$$

Werkzeug bis zum Auszuprobieren fertigstellen

$$t_{15} = 960 \text{ min}$$

Werkzeug auszuprobieren 480 min

„ „ härten und schleifen . . 120 min notwendig.

Gesamtzeit für die Herstellung des Werkzeuges

$$T = t_r + z \cdot t_{st} + t_v = 169 + 1 \cdot 2860 + 2860 \cdot 0,2$$

$$T = 3601 \text{ min oder rd } 60 \text{ h .}$$

Herstellung der Fertigungsteile.

Streifen schneiden mittels Blechscher

Hubzahl der Maschine $n = 40 \text{ min}$

Anzahl der Streifen je Tafel $y = 13 \text{ Stück}$

„ „ Tafeln 39,6 Stück; Abmessung $1000 \times 2000 \text{ mm}$

Einrichtezeit $t_{rg} = 20 \text{ min}$

Einrichteverlustzeit $20 \cdot 0,2 = 4 \text{ min}$

Arbeitshubzeit $t_h = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ min}$

Einrückzeit der Maschine 0,0332 min (beim letzten Streifen erfolgt nochmalige Einrückung der Maschine)

Tafel auf den Tisch legen $t_n = 0,05 \text{ min}$

Die Gesamtzeit für das Streifenschneiden ist:

$$T_z = t_{rg} + t_{rv} + 2 \cdot (t_h + \Sigma t_n + \operatorname{tg} v),$$

darin bedeuten

T_z = Gesamtzeit in min

t_{rg} = Einrichtegrundzeit (Stoppzeit)

t_{rv} = Einrichteverlustzeit (in Abhängigkeit von t_{rg}) je nach den Betriebsverhältnissen 12 bis 20 vH

z = Anzahl der Tafeln

t_h = Hauptzeit (Arbeitshubzeit)

t_n = Nebenzeit (Zeit der bedienenden Hand für t_h)

$\operatorname{tg} v$ = Verlustzeit (in Abhängigkeit von t_h , 12 bis 20 vH)

$$T_z = 20 + 4 + 39,6 (0,025 \cdot 13 + 2 \cdot 0,0332 + 0,05) \cdot 1,2 = 45 \text{ min.}$$

Scheiben aus den Streifen schneiden.

Hubzahl der Exzenterpresse $n = 60$ min

Anzahl der Streifen $39,6 \cdot 13 = 514,8$ Stück

Teile im Streifen $x = 6$ Stück

Vorschübe im Streifen $Z_{vs} = 6$

Abmessung der Streifen 1000×153 mm

Einrichtezeit $t_r = 20$ min

Einrichteverlustzeit $t_{rv} \cdot 0,2 \cdot 20 = 4$ min

a) Einführen des Streifens in das Werkzeug $t_E = 5$ s

b) Auslauf des Streifens aus dem Werkzeug $t_A = 3$ s

c) Einrücken der Maschine $t_{Ha} = 2$ s

d) Zeitverlauf für die Einrückung $t_M = 1$ s

Die Zeiten von a bis d sind in Sekunden einzusetzen und werden durch den Faktor 0,0167 in der Gleichung in Minuten umgewandelt; demnach

$$T_z = t_{rg} + t_{rv} + Z_{vs} \cdot y \left[\frac{1}{u} + \left(\frac{t_E + t_A + t_{Ha} + t_M}{x} \right) \cdot 0,0167 \right] \cdot 1,2$$

$$20 + 4 + 6 \cdot 514,8 \left[0,0166 + \left(\frac{5 + 3 + 2 + 1}{6} \right) \cdot 0,0167 \right] \cdot 1,2$$

$$T_z = 198,8 \text{ min .}$$

3000 Scheiben ziehen

Einrichtezeit $t_r = 30$ min

Einrichteverlustzeit $t_{rv} = 0,2 \cdot 30 . . = 6$ min

Anzahl der Teile $z = 3000$ Stück

Arbeitshubzeit $t_h = \frac{1}{u} = \frac{1}{80} = 0,0125$ min

$t_F = 5$ s (Einfetten)

$t_E = 4$ s

$t_{Ha} = 2$ s

$t_M = 0,75$ s

Gleichung für das Ziehen der Teile

$$T_2 = t_{rg} + t_{rv} + 2 \cdot \left[\frac{1}{u} + (t_F + t_E + t_{Ha} + t_M) \cdot 0,0167 \right] \cdot 1,2$$

$$T_2 = 30 + 6 + 3000 [0,0125 + (5 + 4 + 2 + 0,75) \cdot 0,0167] \cdot 1,2$$

$$T_2 = 787,41 \text{ min oder } 13,12 \text{ h .}$$

Aufgabe 7: Ermittle die Rohlinggröße für Teil Abb. 112 aus Warmpreßmessing und führe ein Preßwerkzeug an, das Veränderungen in der Teilform zuläßt. Ferner ist eine Presse für das Werkzeug anzugeben, mit der am wirtschaftlichsten zu arbeiten ist.

Lösung: Die Größe der Sechskantseite ist

$$h \cdot \operatorname{tg} \alpha = 0,5a; \quad 30 \cdot 0,57735 = 17,32 \text{ mm}; \quad a = 2 \cdot 17,32 = \text{rd } 34,65 \text{ mm.}$$

Der Rauminhalt für das Sechskant ist

$$J = 3 \cdot 34,65 \cdot 30 \cdot 27 = 84199,5 \text{ mm}^3$$

$$\text{Teilansatz } \frac{52^2 \cdot \pi}{4} \cdot 13 = 27608,4 \text{ mm}^3$$

$$\text{insgesamt } 84199,5 + 27608,4 = \text{rd } 111808 \text{ mm}^3$$

abzüglich beider eingepreßter Kegel (s. Abb. 98)

$$J_1 = (r^2 + r_1^2 + r \cdot r_1) \frac{\pi \cdot h}{3} \cdot 2$$

$$(12,5^2 + 16^2 + 12,5 \cdot 16) \frac{\pi \cdot 20}{3} \cdot 2 = 25100 \text{ mm}^3$$

$$111808 - 25100 = 86708 \text{ mm}^3 .$$

Der geeignete Rohlingdurchmesser ist rd 10 vH kleiner als der Innendurchmesser der Preßform zu wählen: $60 - 10 \text{ vH} = 54 \text{ mm}$ rd $55 \text{ mm } \varnothing$. Demnach eine Rohlinghöhe

$$h = \frac{V \cdot \pi}{D^2 \cdot \pi} = \frac{86708}{55^2 \cdot \pi} = \text{rd } 36,6 \text{ mm} .$$

Die eingepreßten Kegel für das Loch des Preßteils sind so groß zu wählen, daß sie nicht selbsthemmend (über 17°) auftreten.

Das geeignetste Werkzeug für das Teil ist ein Froschwerkzeug mit auswechselbaren Bestandteilen (s. Abb. 98). Alle Werkzeugbestandteile sind in dessen Werkzeug austauschbar und gestatten die erwünschten Veränderungen in der Preßform. Für die wirtschaftliche Teilfertigung sind Reibtrieb- bzw. Kniehebelpressen zu empfehlen; letzteren gibt man den Vorzug.

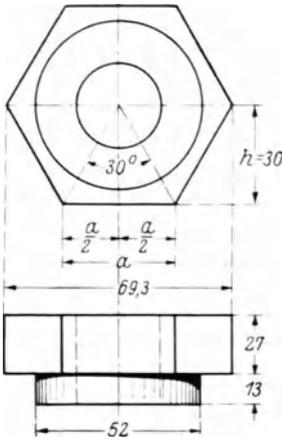


Abb. 112.

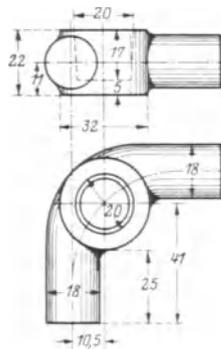


Abb. 113.

Aufgabe 8: Lege für gegebenes Aluminiumpreßteil Abb. 113 die Rohlingform und Abmessungen fest und bestimme ein Gesenk, in dem sich das Teil pressen läßt. Für die Gesenkerstellung sind nähere Angaben zu machen.

Lösung: Der Rauminhalt des Rohlings ist

$$(D^2 - d_1^2) \cdot 0,785 \cdot h_2 + \left(\frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot h + \frac{d^2 \cdot \pi \cdot h_1}{4 \cdot 3} \right) \cdot 2 = V$$

$$(32^2 - 20^2) \cdot 0,785 \cdot 17 + \left(\frac{18^2 \cdot \pi}{4} \cdot 25 + \frac{18^2 \cdot \pi \cdot 16}{4 \cdot 3} \right) \cdot 2 = 21730 \text{ mm}^3$$

Profil des Rohlings: Flachmaterial.

Als Dicke des Materials ist eine 20 vH kleinere Abmessung, wie die Stutzen 18 mm besitzen, zu wählen,

$$\text{demnach } 18 - 0,2 \cdot 18 = 14 \text{ mm}.$$

Vorgesehene Rohlingform: Winkel mit gerundeter Ecke (mittlerer Faden $r = 24 \text{ mm}$) und anschließenden Schenkellängen 22 mm.

Länge des Rohlings:

$$\frac{2 \cdot 24 \cdot \pi}{4} + 2 \cdot 22 = 37,7 + 44 = 81,7 \text{ rd } 82 \text{ mm}$$

Breite des Rohlings:

$$82 \cdot 14 \cdot h = 21730 \text{ mm}^3; \quad h = \frac{21730}{82 \cdot 14} = \text{rd } 19 \text{ mm}$$

Flachaluminium für den Rohling $19 \times 14 \text{ mm}$ oder $82 \times 14 \text{ mm}$ erforderlich; bei weniger Zugabe für die Bearbeitung des Preßteils genügt auch $80 \times 14 \text{ mm}$ Flachaluminium.

Werkzeugart: Vollgesenk nach Abb. 99.

Herstellung des Gesenkes: Für Herstellung des Vollgesenkes kommen zwei Gesenkstücke $150 \text{ mm } \varnothing$ aus legiertem Chromstahl mit etwa 50 mm Höhe in Betracht. Außerdem ist ein aus gehärtetem Chromstahl hergestelltes Preßmodell, das in beide etwa auf 800° erwärmten Gesenkstücke eingepreßt wird, zu verwenden. Unter Luftabschluß sind die Gesenkstücke zu erwärmen und in Rüböl abzukühlen; zum Zentrieren derselben sind Führungsbolzen vorzusehen.

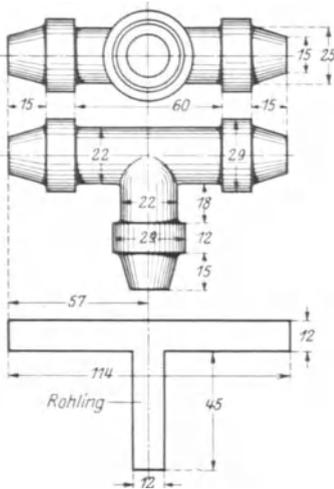


Abb. 114.

Aufgabe 9: Für eine Abzweigklemme nach Abb. 114, die aus Warmpreßmessing hergestellt werden soll, ist die Rohlingform mit Bemaßung, das Gewicht für 1000 Teile und die erforderliche Preßkraft anzugeben.

Lösung: Die Rohlingform entspricht am besten der Grundform des zu pressenden Teiles; in diesem Falle ist die T-Form die geeignetste. Der Rauminhalt des Körpers ist unterteilt in

3 abgestumpfte Kegel

$$J = (r^2 + r_1^2 + r \cdot r_1) \cdot \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot 3$$

$$= (7,5^2 + 12,5^2 + 7,5 \cdot 12,5) \cdot \frac{\pi \cdot 15}{3} \cdot 3 = 14430,5 \text{ mm}^3$$

3 Gewindeansätze

$$J_1 = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot h \cdot 3 = \frac{29^2 \cdot \pi}{4} \cdot 12 \cdot 3 = 23778,7 \text{ mm}^3$$

Zylindrischer T-Körper

$$V_2 = \frac{D_1^2 \cdot \pi}{4} \cdot h + h_1 = \frac{22^2 \cdot \pi}{3} \cdot 60 + 19 = 30030,3 \text{ mm}^3$$

Gesamtinhalt

$$V_3 = 14430,5 + 23778,7 + 30030,3 = 68239,5 \text{ mm}^3$$

Die T-Form des Rohlings setzt sich zusammen aus

der Längsseite $2 \cdot 15 + 2 \cdot 12 + 60 = 114 \text{ mm}$

„ Querseite $15 + 12 + 18 = 45 \text{ mm}$

Die Schenkeldicke des Profils ist 12 mm zu wählen (s. abgestumpfter Kegel 15 mm \varnothing).

Die Rohlinghöhe ist:

$$(114 + 45) \cdot 12 \cdot h = 68239,5 \text{ mm}^3$$

$$h = \frac{68239,5}{12 \cdot 159} = \text{rd } 35,8 \text{ mm}$$

Rohlingabmessung:

Längsseite 114 mm, Querseite 45 mm, Rohlinghöhe 35,8 mm.

Beim Warmpressen kann mit etwa 3 vH Arbeitsausschuß gerechnet werden, demnach ergibt sich einschließlich 2 mm Sägeabschnitt für für 1000 + 3 vH Teile ein Gesamtgewicht

$$Z(J_3 + A_{bv}) \cdot \gamma + 3 \text{ vH} = G$$

$$1000(68239,5 + 159 \cdot 12 \cdot 2) \cdot 8,7 + 3 \text{ vH} = 645,7 \text{ kg} .$$

Die Druckfestigkeit für Ms 60 nimmt mit steigendem Wärmezuwachs ab, dieser beträgt etwa

bei 500° C	600° C	700° C
rd 30 kg/mm ²	20...23 kg/mm ²	10...12 kg/mm ²

und sinkt mit erhöhter Temperatur des Rohlings. Da die Erwärmung des Messingrohlings in der Nähe von 700° am geeignetsten ist, ist die Preßkraft

$$p = \frac{P}{F} \quad \text{bzw.} \quad p \cdot F = P; \quad P = 10 \cdot 1550 = 15500 \text{ kg}.$$

Konzentriert sich der Preßdruck nicht im Schwerpunkt der gepreßten Fläche, dann sind zur Auspressung der Teilform zwei oder mehr Schläge nötig, die durch Herabsinken der Temperatur eine erhöhte Kraft von $P_1 = 30 \cdot F = 30 \cdot 1550 = 46\,500$ kg bedürfen. Das Warmpreßteil ist in einem Vollgesenk auszupressen und der Preßgrat mit einem Freischnitt zu beseitigen.

H. Höchstleistungen mit Stanzereimaschinen.

Betriebliche Übersicht.

Höchstleistungen mit Stanzereimaschinen, soweit sie die Verarbeitung von Streifen, Bändern, Tafeln vornehmen, sind mit maximalen Drehzahlen und geeigneten Zuführungsvorrichtungen zu erreichen. Bei der Teilverarbeitung ist man zuweilen von der bedienenden Hand abhängig und ersetzt sie in den Fällen, in denen höhere Leistungen mit ihr nicht bewältigt werden können, durch selbsttätige Zuführungsvorrichtungen. Die Höchstleistung der Maschine wird damit noch keineswegs erreicht, sondern erst dann, wenn die Presse sich den Werkstoff selbsttätig zuführt und die Teile bis zum gebrauchsfertigen Zustand herstellt. Mit gesteigerter Arbeitsleistung nimmt aber auch die Unfallgefahr zu, die insofern zu meistern ist, als man die Tätigkeit der bedienenden Hand außerhalb des Werkzeugbereiches verlegt.

Anregungen für die Anwendung selbsttätiger Zuführungsvorrichtungen werden nachfolgend gegeben, sie sollen zeigen, wie nutzbringend sie sein können; es ist bei ihnen folgendes zu beachten:

1. eine Verarbeitung von gleichgerichteten oder gestapelten Teilen befördert zur Verarbeitungsstelle durch Transportschieber oder Heber,
2. mit Magazinfüllungen für Voll- und Hohlteile, wobei
 - a) die Gleichrichtung der Teile sich innerhalb des Magazines vollzieht, oder
 - b) durch Fühlstifte im Zuführungskanal, die der Verarbeitungsstelle nur ein Teil freigeben.

Verarbeitung gestapelter Teile.

Hierzu sei erwähnt, daß unter Gleichrichtung oder Teilstapelung eine Anhäufung in gleicher Richtung aufeinander geschichteter Stücke in Zuführungskanälen oder Haltevorrichtungen verstanden wird, wobei die Fortnahme eines Stückes entweder aus einer feststehenden Teilaufnahme durch den Stempel selbst geschieht oder, sofern der Zuführungskanal seitlich vom Stempel mündet, diese von dort mit einem Greifer zum Werkzeug transportiert werden. Durch die Anhäufung der Teile im Zuführungskanal ist die bedienende Hand außerhalb des Werkzeugarbeitsbereiches in Tätigkeit und die Unfallgefahr für sie ausgeschaltet. Die Anwendung eines Zuführungskanals, von dem die Teile mit einem Greifer fortgenommen werden, ist in Abb. 119a einer liegenden Ziehpressen veranschaulicht.

Bei stehenden Pressen können Saugheber angewendet werden, die durch Adhäsionskraft die umzuformenden Scheiben vom Stapel aufnehmen, bis zur Verarbeitungsstelle bringen und sich dann von ihr lösen. Die Tragfähigkeit eines Saughebers für maximales Teilgewicht entspricht dem Anpressungsdruck seiner Gummifläche von etwa $0,3 \cdots 0,5 \text{ kg/cm}^2$.

Zuführungsvorrichtungen.

Die Ausführung der Vorrichtungen beruht, um von ihnen lagerechte Teile zu erhalten, auf Richtungsordnen, damit an der Verarbeitungsstelle weder eine Störung noch ein Arbeitsauschuß entsteht. Unter ihnen gibt es verschiedene Systeme, um die Teile einfangen zu können, sei es durch Rotoren mit Bürsten, Gleitbahnen, Fangöffnungen mit Schaufeln, Schöpfschnecken oder Schaufeltöpfe. Das Prinzip des gleichgerichteten Teileinfangens beruht zumeist auf Ausnutzung der Unsymmetrie des Körpers sowie seiner Schwerpunktslage oder durch Anwendung von Fühlstiften. Letztere werden sehr häufig zum Gleichrichten der Teile im Zuführungskanal angewendet, z. B. bei Hülsen mit gelochten Böden. Setzt der Fühlstift, der größer als die Bodenlochung sein muß, auf den Hülsenboden auf, dann wird das Teil aus dem Zuführungskanal hinausgestoßen, im anderen Falle geht der Fühlstift in das Teil hinein und läßt es im Zuführungskanal unbeeinflusst verweilen.

Bei Sechskantmuttern aus Schnitten mit Vorlocher werden die, die keine auf Mitte stehenden Löcher besitzen, mit einem Fühlstift derart ausgestoßen, daß er bei seinem etwa $0,1 \text{ mm}$ kleineren Durchmesser, wie das der Mutter auf genügender Ausstoßfläche aufsetzt, während er sich bei Muttern mit zentrischer Lochlage ungehindert hindurch bewegt.

Eine einheitliche Gleichrichtung, auf jedes Teil anwendbar, gibt es nicht, deshalb ist in jedem Falle die Unsymmetrie oder die Schwerpunktslage eines Teiles auszunutzen.

Zuführungsvorrichtung mit Bürstenrotor (Abb. 115).

Geeignet: Für profilierte Teile in Form und Größe von Druckknöpfen. Zu beachten: Vor der Herstellung einer Zuführungsvorrichtung muß man sich darüber im klaren sein, welche Fanglage beim Teil am vorteilhaftesten ist und welche Förderstückzahl nach der Gleichrichtung erwartet werden kann. Einen Aufschluß hierüber gibt folgender Versuch: Die in einen Becher hineingezählten Stücke werden geschüttelt und darauf auf einer etwa 30° schräg gehaltenen Platte (kein Holzbrett) ausgeschüttet. Dabei werden sich einige Teile in gleicher Richtung einstellen und einen Überblick über den Prozentsatz der gleichgerichteten Teile geben. Bei mehrmaliger Wiederholung dieses Versuches wird man die geeignetste Fanglage für die Teile festlegen können und einen Eindruck bekommen, wie groß die voraussichtliche Fördermenge bei ihnen sein wird. Diese ist als ausreichend anzusehen, wenn sie etwa 20 vH weniger Teile der Maschine zuführt, wie letztere bei ununterbrochener Höchsthubzahl je Stunde leisten würde. Die Zuführungsvorrichtung ist so einzurichten, daß der Bürstenrotor die Ge-

walt besitzt, die überlagerten Teile im Füllmagazin in Bewegung zu halten, um oftmalige Drehänderungen bei ihnen zu erlangen. Dabei spielt die Drehzahl des Rotors eine Rolle, sie soll in einem abgestimmten Verhältnis zur Gleitgeschwindigkeit der Teile stehen. Ist z. B. die mechanische Rührbewegung im Füllmagazin größer als die Gleitgeschwindigkeit der Teile, so wird die Fördermenge eine geringe Stückzahl aufweisen. Daraus ergibt sich die Tatsache, daß eine kleine Drehzahl für den Rotor in Frage kommt und für Bürstenrotoren etwa $n = 20$ bis 25 U/min beträgt. Die Größe des Füllmagazins für die hier vorgesehenen Knopfteile beläuft sich auf etwa 200 mm \varnothing und 150 mm Höhe.

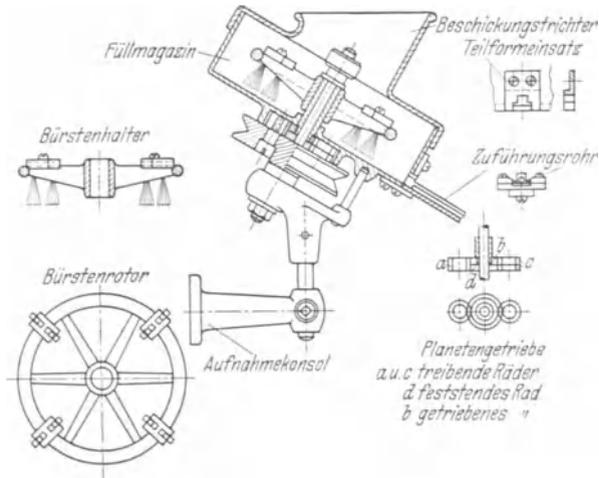


Abb. 115. Zuführungsvorrichtung mit Bürstenrotor für Druckknöpfe.

Die Förderleistung im Zubringen der Teile zum Werkzeug kann bei minimaler Fangstückzahl für jede Bürstenbewegung vor der Ausfallöffnung des Zuführungskanals mit 1 bis 1,5 Teil angenommen werden, woraus sich eine stündliche Fördermenge von etwa $4 \cdot 20 \cdot 60 = 4800$ Stück bzw. $4 \cdot 20 \cdot 60 \cdot 1,5 = \text{rd } 7200$ Stück/h ergibt.

Zuführungsvorrichtung mit Gleitbahnaufnahmen.

Geeignet: Für T-förmige Teile, bei denen die Seitenlängen 20 mm nicht übersteigen sollen.

Zu beachten: Diese Zuführungsvorrichtung hat den Vorzug, Teile innerhalb des Füllmagazines gleichzurichten. Der Rotor mit eingefrästen Gleitbahnen ist so gehalten, daß die Schrägen in oberster Stellung horizontal verlaufen, damit die falsch gelagerten Teile durch eine Steuerblattfeder (s. Wirkweise der Gleichrichtung) abgestreift werden können. Alle abgestreiften Teile fallen in das Magazin zurück, und das Spiel der Gleichrichtung wiederholt sich von neuem. Bei der Füllung des Magazines ist darauf zu achten, daß sie stets bis unter Rotormitte stattfindet. Unter dem Rotor befindet sich ein doppeltes Rädervorgelege,

um für den Rotor eine niedrige Drehzahl und für den Antrieb keine zu kleine Schnurscheibe zu bekommen.

Die Leistung der Vorrichtung ist bei 60er Teilung des Rotors mit etwa 1,5 U/min und zweifachem Teilfang einschließlich Sicherheit

$$2 \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,8 = \text{rd } 8600 \text{ Stück/h.}$$

Um das Einfallen der Teile in den Zuführungskanal störungsfrei zu gestalten, ist diesem eine Vorweite von etwa 1,5 mm zu geben.

Zuführungsvorrichtung mit Gleichrichtung im Zuführungskanal.

Geeignet: Für lange wie für kurze Hülsen bis etwa 35 mm \varnothing .

Zu beachten: Längere Hülsen, deren Mäntel um ein Vielfaches größer als ihre Durchmesser sind, können nur liegend im Rotor eingefangen werden; die Gleichrichtung geschieht eingangs des Zuführungskanals mit Ausnutzung ihrer Schwerpunkte. Der Vorgang im Richtungsordnen ist derart, daß die Hülsen sich zunächst in den Durchbrüchen des Rotors einfangen und bis zu ihrer Höchstlage transportiert werden. Von hier aus gelangen sie über den Freigeber zu den sich horizontal bewegenden Doppelfühlstiften, die das Gleichrichten der Hülsen vornehmen. Kommt z. B. eine Hülse mit ihrem Boden linksseitig (a) zwischen den Doppelstiften zu liegen, dann verfängt sie sich auf der rechten Seite des Stiftes, bleibt einen Augenblick dort hängen und wird durch die Bodenschwere „Boden voraus“ in den Zuführungskanal fallen; dasselbe Spiel wiederholt sich auf entgegengesetzter Seite, wenn der Hülsenboden rechts (b) zwischen den Doppelstiften zu liegen kommt. Tritt eine Füllung des Zuführungskanals ein, dann beginnt die Kanalsperre ihre Tätigkeit und sperrt die Teilzufuhr zur Verarbeitungsstelle. Wie aus der Darstellung ersichtlich, werden Freigeber und Kanalsperre von der Antriebswelle mittels Exzenters gesteuert.

Bei niedrigen Hülsen geschieht ihr Einfangen im Rotor in axialer Richtung, entweder mit Boden unten oder oben liegend. Auch hier wird die Bodenschwere nutzbar gemacht, sie bewirkt Kippmomente, die bei oben liegendem Boden zum Herausfallen der Hülsen aus dem Rotor

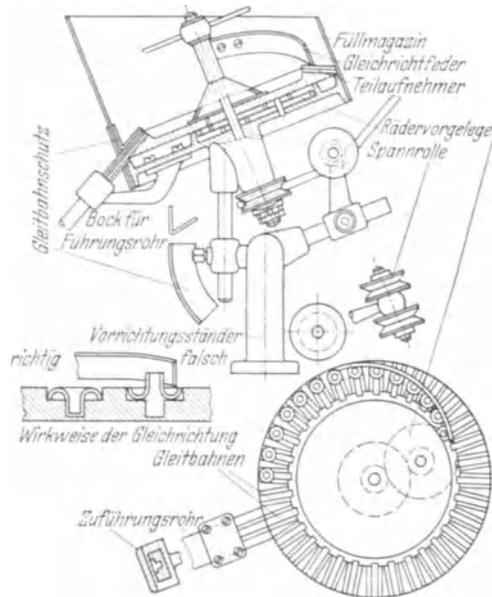


Abb. 116. Zuführungsvorrichtung für Ösenteile mit Gleitbahnteilnahmen.

oder bei unten liegendem Hülsenboden, sie zu verharrender Lage zwingt, um so in den Zuführungskanal zu gelangen.

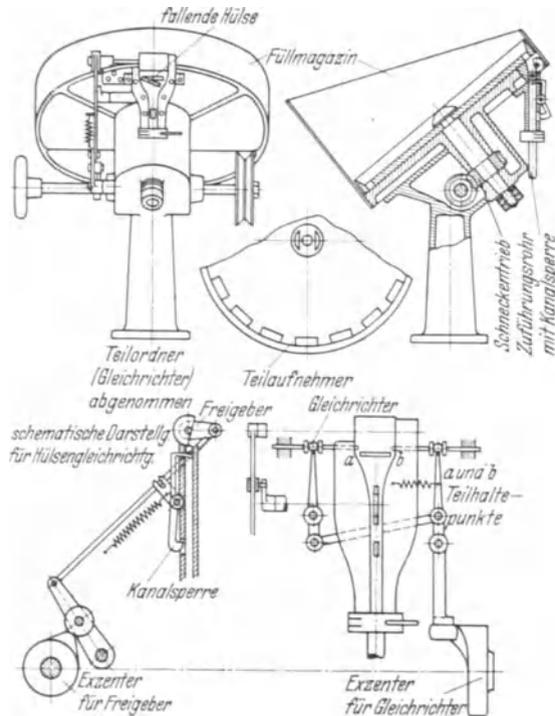


Abb. 117. Zuführungsvorrichtung für Stöpselhülsen mit Gleichrichtung im Zuführungsrohr.

Die Leistung der Vorrichtung ergibt sich aus der 52er Rotorteilung, 40 Sekunden Umdrehungsdauer und 400 mm \varnothing wie folgt:

$$\frac{60 \cdot 52 \cdot 60}{50} = \text{rd } 4700 \text{ Stück/h,}$$

bei einem Wirkungsgrad von $\eta = 0,8$

$$0,8 \cdot 4700 = 3750 \text{ Teile/h.}$$

Dauer eines Stückes $\frac{3750}{3600} = \text{rd } 1 \text{ Sekunde}$ und bei einer Schnecken-
triebübersetzung

$$100 : 50 = 52 : x; \quad x = 26; \quad \text{demnach also } 1 : 26.$$

Hersteller dieser Vorrichtung ist die Firma Fritz Werner, A.-Ges., Berlin-Mariendorf.

Zuführungsvorrichtung mit Schöpfschnecke (Abb. 118).

Geeignet: Für Flach- und niedrige Hohlteile.

Zu beachten: Die Vorrichtung fand zuerst für Zubringung von Sechskantmuttern aus Schnitten mit Vorlochern ihre Anwendung. Die

Flanken des Windungsganges sind ballig vorgesehen, um die Adhäsion der Teile bei nasser Oberfläche zu vermindern; für Hohlteile, die über geringere Schwerkraft verfügen, ist dies besonders wertvoll. Die Einmündung des Zuführungskanals liegt an tiefster Stelle des Schneckengehäuses, um keine Knickbewegung in der Teilwanderung hervorzurufen. Gleichgerichtet werden die Teile im Zuführungskanal in der Weise, daß der Ausstoßstift sich exzentrisch zur Teilmitte bewegt und diejenigen Hülsen, die ihre Böden auf seiner Seite haben, aus dem Kanal

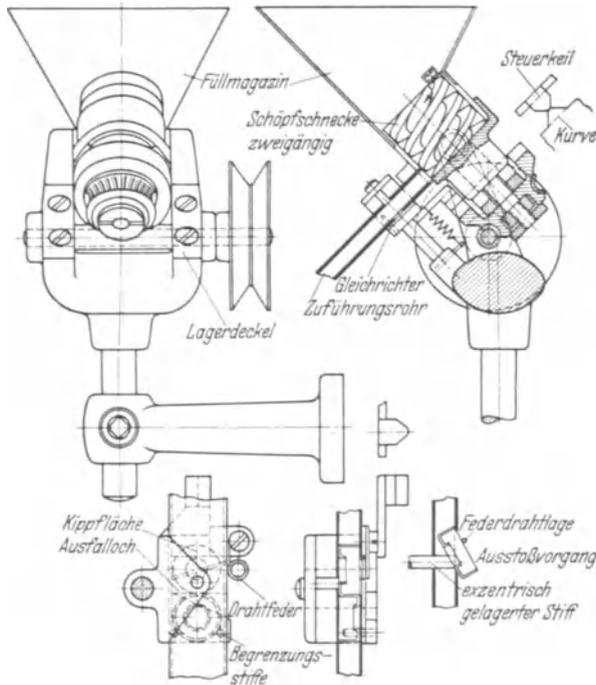


Abb. 118. Zuführungsvorrichtung mit Schöpferschnecke.

ausstößt. Bei umgekehrt gelagerten Hülsen kommt keine Ausstoßbewegung zustande, weil sich der Ausstoßstift im Hülsenraum bewegt und kein Hindernis vorfindet. Unterhalb des Ausstoßloches befinden sich zwei Stifte für den Anschlag der Hülse, welche die gleiche Bewegung des Ausstoßstiftes, aber in entgegengesetzter Richtung, ausführen.

Leistungsbestimmung.

Anzahl der Teile je Schneckengang $\frac{18 \cdot \pi}{4} = \text{rd } 14 \text{ Stück.}$

Teildurchmesser 4 mm.

Drehzahl der Schnecke $n = 12 \text{ U/min.}$

Wirkungsgrad der Vorrichtung $\eta = 0,8$.

Leistung je Schneckengang $0,8 \cdot 14 = 11,2$ Teile.

„ „ Stunde $11,2 \cdot 12 \cdot 60 = \text{rd } 8000$ Stück.

Zuführungsvorrichtung: Schaukeltopf.

Geeignet: Für Schrauben, Voll-, Hohlriete und ähnlich geformte Teile.

Zu beachten: Für die Zubringung genannter Teile ist die Zuführungsvorrichtung außerordentlich leistungsfähig. Zuerst fand sie zum Schlitzen

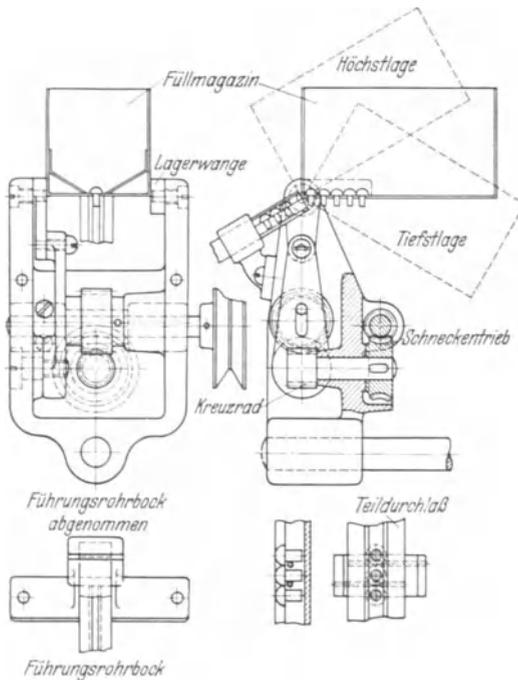


Abb. 119. Zuführungsvorrichtung, Schaukeltopf.

von Schrauben, dann für die Zubringung von Voll- und Hohlrieten in der Montage Anwendung. Damit sich die Teile im Schaukeltopf leicht ordnen lassen, sind Fallschrägen eingebaut, die bis zur Bodenmitte gehen; Pendelbewegung des Topfes beläuft sich auf $n = 60$ Hübe/min. Da der Behälter in der Bodenmitte einen Schlitz besitzt, der auch verstellbar einzurichten ist, sind die Teile infolge ihrer Schaftschwere einheitlich und auch schnell einzufangen. Die Schwenkante des Schaukeltopfes befindet sich im Drehpunkt der Achse, an dem sich die Kippseite anschließt, die eine anschaubare Blende mit dem Durchgangsloch der Form des Förderteils erhält. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, den Schaukeltopf für viele ähnliche Teile zu verwenden.

Leistung der Vorrichtung.

Der Schaukeltopf in Größe von $120 \times 80 \times 80$ mm macht in der Minute 60 Pendelbewegungen und kann den Bedürfnissen nach auch größer gemacht werden. Schrauben mit M3-Gewinde haben sich bei jeder Hubbewegung im Durchschnitt zu 5 Stück einfangen lassen, so daß man eine Zuführungsstückzahl von $5 \cdot 60 \cdot 60 = 18000$ Stück/h erhielt; bei einem Wirkungsgrad des Schaukeltopfes von $\eta = 0,85$ ist praktisch mit $18000 \cdot 0,85 \cong 15000$ Stück zu rechnen.

J. Anwendung von Zuführungsmitteln und Vorrichtungen.

Der Gebrauch von Zuführungskanälen.

Ein Vorbote der Automatisierung für liegend arbeitende Pressen ist der in Abb. 119 a gezeigte Zuführungskanal. Eisenhülsen von 24 mm \varnothing und 75 mm Länge wurden dem Werkzeug zuerst einzeln von Hand zugeführt und ziehend ausgestreckt. Mit den von der bedienenden Hand eingelegten Hülsen erreichte man nicht die gewünschte Fertigungsstückzahl und wandte deshalb einen Zuführungskanal an. Die Drehzahl der Maschine wurde auf $u = 98$ Hübe/min heraufgesetzt, man erreichte damit bei anfänglichem Handwirkungsgrad von $\eta = 0,85$ eine Stückleistung $98 \cdot 60 \cdot 0,85 = \text{rd } 5000$ Stück/h, die gegen Arbeitsschluß auf rd 4100 Stück zurückging. Die Maschine sowie das Werkzeug wurden gut ausgenutzt, das wirkte sich dahin aus, daß die gezogenen Hülsen wegen ihrer Wärme nicht angefaßt werden konnten. Dieses Beispiel zeigt, daß bei anfänglicher Herstellung von 3000 Teilen je Stunde eine Leistungssteigerung von 1100 Stück/h eintrat.

Zuführungsvorrichtung an Revolverpressen.

Die stufenweise Leistungssteigerung mit wirtschaftlichem Einschlag endet häufig bei der automatischen Herstellweise. Um in diesem Falle eine befriedigende Stückzahl im Hülsenziehen zu erreichen, mußte die bedienende Hand nach vorgenommener Kalkulation ausgeschaltet und einem Automaten der Vorzug gegeben werden. Hierbei wurde auf Platzbeschränkung der Maschine großer Wert gelegt, und man bekam auch eine günstige Lösung, die an der geschickten Anordnung der Zuführungsvorrichtung zu erkennen ist; der Platz für sie wurde dadurch bis auf das äußerste beschränkt.

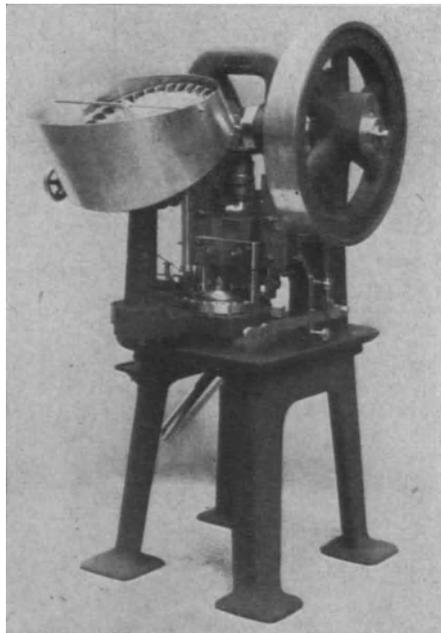


Abb. 120. Vollautomat für Schnitt- und Ziehteile.

Umwandlung eines Halb- in einen Vollautomaten (Abb. 121).

Leistungssteigerungen sind, wie im vorliegenden Falle, zuweilen auch an Maschinen kenntlich. Zum Lochen der Teile genügte anfänglich der

Zuführungskanal, er mußte aber einer Verbesserung weichen, weil die Fertigungsstückzahl der der Maschine nach Abb. 120 angepaßt werden mußte. Eine günstige Lösung wurde durch Anbau einer selbsttätigen Zuführungsvorrichtung mit Ständer gefunden, die im Prinzip bei mehreren Maschinen verwendet wurde.

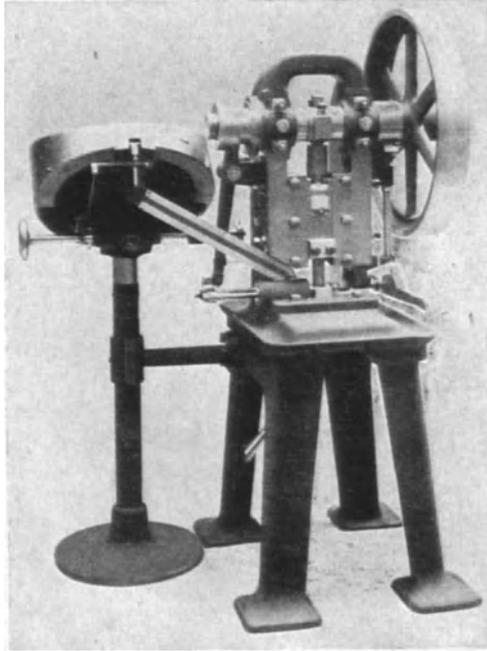


Abb. 121. Umwandlung eines Halb- in einen Vollautomaten.

Zuführungsvorrichtung an der Abstechmaschine (Abb. 122).

Fertiggezogene Hülsen, die auf genaue Längen zu bringen sind, müssen entweder abgestochen oder rollend beschnitten werden; das ist halb- oder vollautomatisch zu bewältigen. Die in Abb. 122 veranschaulichte Maschine zeigt einen Abstechautomaten, bei dem die Hülsen mittels Greifer und Stößer der Spannpatrone zugeführt werden; nach dem Hülseneinstoß in die Patrone geschieht der Abstich. Die hierauf neu zugebrachte Hülse verdrängt die erste in der Patrone um ihre Einstoßlänge, die ebenfalls mit einem Abstich versehen wird. Alle Hülsen, von den folgenden immer fortgeschoben, wandern durch Spindelkasten und Leitrohr (s. Abb. 123) in den Sammelkasten.

Für Hülsen gleichen Durchmessers, die auf erforderliche Höhe mit und ohne Boden herzustellen sind, bedient man sich des Doppelabstichprinzips; bei kalkulatorischer Rechtfertigung werden auch Automaten mit zwei Schlitten zur Aufnahme von mehreren Arbeitsstählen verwendet. Dünnwandige Hülsen, die gegen ihre Einspannung sehr emp-

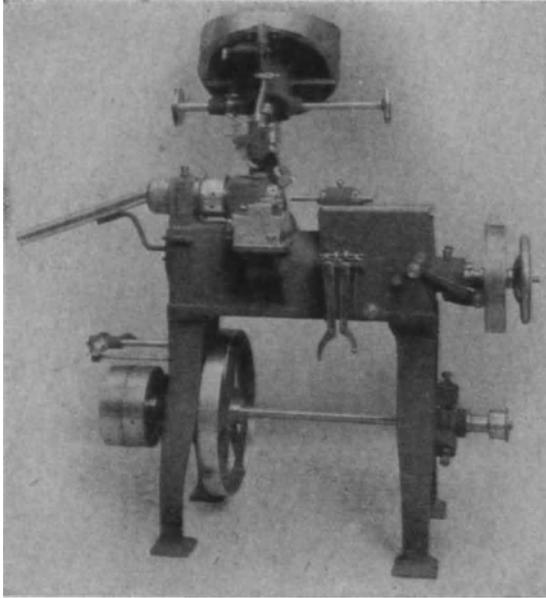


Abb. 122. Hülsenabstechautomat.

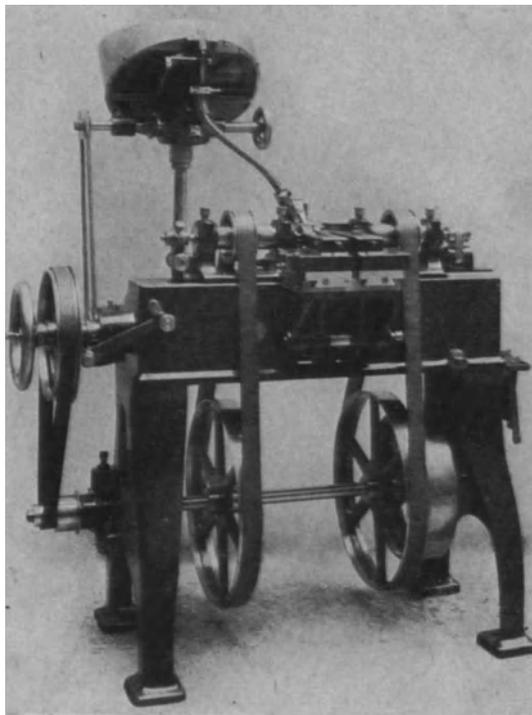


Abb. 123. Automatische Abstechmaschine.

findlich sind, werden zwischen zwei Dornen (Abstechdorn und Bodenmitnehmer) fest zusammengehalten und in kurzen Zwischenräumen abgestochen oder abgerollt; letzterem ist der Vorzug zu geben, weil keine Spanentwicklung auftritt.

Zuführungsvorrichtung für Beschneidemaschine (Abb. 124).

In den Fällen, wo beim Abstechen der Hülse eine größere Spanentwicklung auftritt, wird statt des spanabhebenden Abstiches ein rollendes Beschneiden der Hülsenmängel vorgenommen. Das Beschneiden des

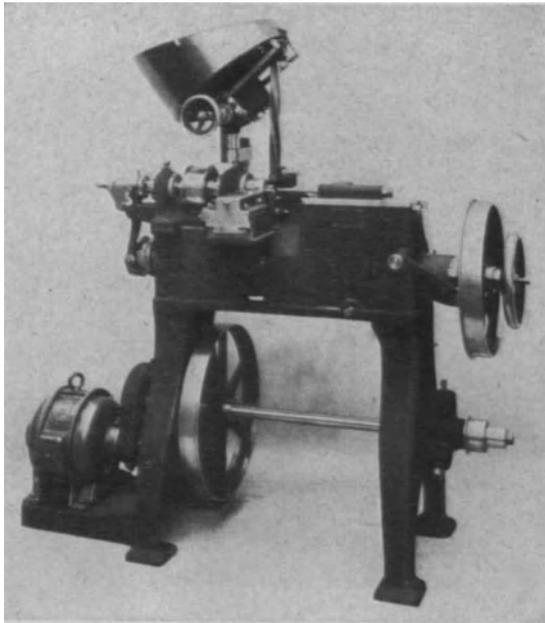


Abb. 124. Hülsenbeschneideautomat.

Hülsenmantels geschieht durch ein rotierendes Scheibenmesser, wie man es bei Kreisscheren vorfindet; der gehärtete, rotierende Aufnahmedorn ist deshalb mit einem schrägen und scharfen messerartigen Einstich versehen. Dieser Beschneidemethode gibt man den Vorzug, um das Belagen der Schlittenansläge mit Spänen zu verhindern, die Störungen an der Maschine verursachen; im übrigen bildet sie einen Vorteil bei der Maschinenreinigung, die sich leicht durchführen läßt.

Halb- und Vollautomat für Hülsenvernietung (Abb. 125/126).

Das Einnieten von Nippeln in Lampensockeln wurde anfänglich halbautomatisch durchgeführt. Man leitete zuerst die Nippel mittels Zuführungsvorrichtung, die Lampensockel dagegen durch Handbeschickung über den Zuführungskanal dem Nietstempel zu; hier trat ein ansehnlicher

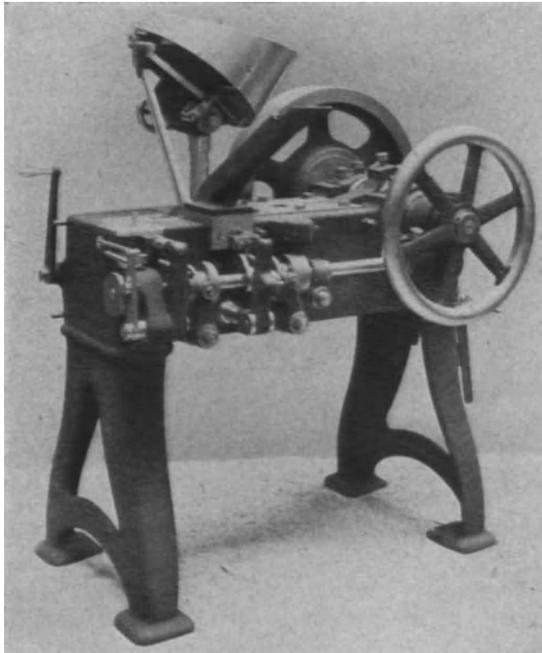


Abb. 125. Hülsevenietmaschine, halbautomatisch wirkend.

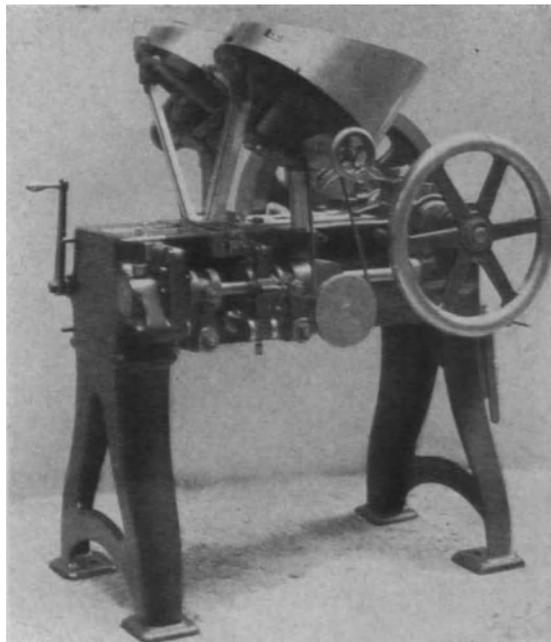


Abb. 126. Automatische Hülsevenietmaschine.

Fortschritt in der Fertigung gegenüber der Handeinlagearbeit ein. Da der Bedarf an diesen Teilen weiterhin zunahm, wurde durch Anbau einer zweiten Zuführungsvorrichtung eine nochmalige Leistungssteigerung ermöglicht; vergleiche Abb. 125 mit Abb. 126. Die Fertigungsstücke der Maschine weiterhin zu vergrößern war nur in der Erhöhung des Arbeitstaktes zu sehen, den man so weit steigerte, bis ein größerer Arbeitsausschuß als sonst aufzutreten begann. Die Vernietung der beiden Teile

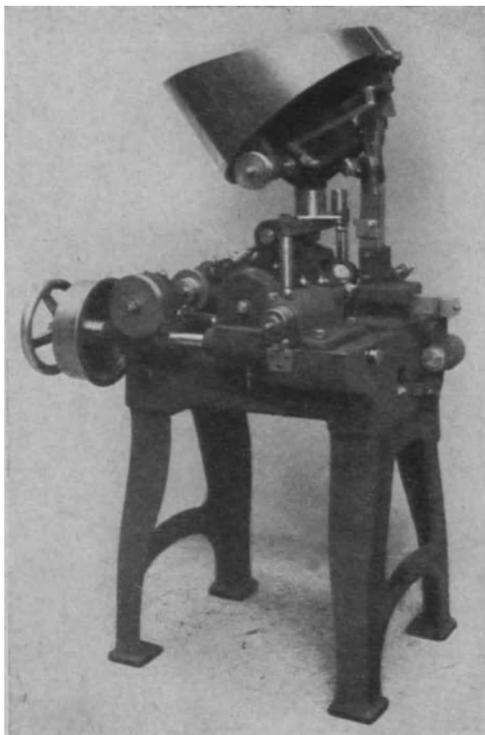


Abb. 127. Gewindedrückautomat für Hülsen.

geschah durch Sternnietung, um sie gegen Drehung zu schützen. Die Höchstleistung in der Vernietung beider Teile belief sich auf rd 2500 Stück in der Stunde, was einer täglichen Fertigungsstückzahl von rd 20000 Teilen entsprach.

Gewindedrückautomat für Kreisbogengewinde.

Das Gewindedrücken gleicht einem Sackvorgang, der sich halb- oder vollautomatisch vornehmen läßt. Um eine größere Anzahl von Gewinden rollen zu können, verwendet man selbsttätige Zuführungsvorrichtungen, die es gestatten, durch Auswechslung des Rotors verschiedene Hülsengrößen der Maschine zuzuführen. Das Gewinderollen ge-

schiebt zwangsläufig mit einer Räderübersetzung 1 : 3, wobei die Gegenrolle des Drückdornes dreimal größer als letzterer ist und dreigängiges Gewinde besitzt. Zum Gewindedrücken gibt man dem Dorn für die Hülse eine Linksdrehung, damit sich diese, ohne die Maschine stillzusetzen, abschrauben läßt. Der dargestellte Gewindedrückautomat wurde selbst konstruiert und mit einer selbsttätigen Zuführungsvorrichtung von der Firma Fritz Werner versehen. In allen Fällen, wo Zuführungsvorrichtungen angewendet wurden, haben sich diese als leistungsfähig erwiesen. Dadurch war die bedienende Hand außer Gefahr gebracht und konnte mehrere Maschinen betreuen.

Pressenfolge für Serienfertigung (Abb. 128).

Außer den Zuführungsvorrichtungen mit Füllmagazinen sind noch Schaufeltransportvorrichtungen, die großenteils aus Riemen, Gurten

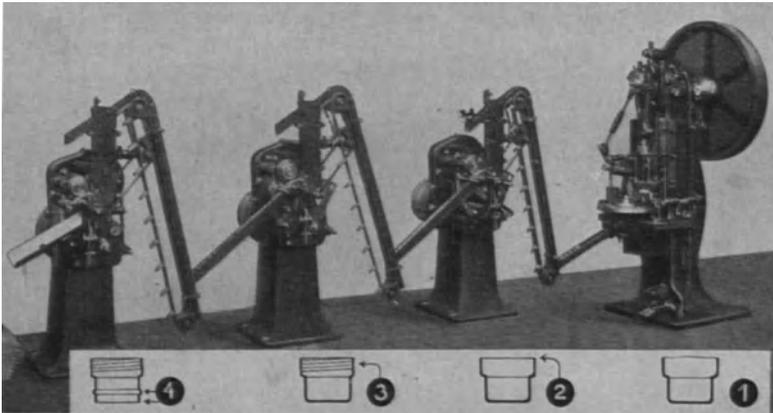


Abb. 128. Presse für Serienfertigung.

oder Ketten bestehen, zu erwähnen. Diese Hilfsmittel kommen besonders in der Fließfertigung zur Anwendung und können sich in der Versorgung auf mehrere Maschinen erstrecken. In der bildlichen Darstellung ist ein Idealzustand der Mengenfertigung für Fassungshülsen gezeigt, der die von den Maschinen verrichteten Arbeitsgänge erkennen läßt. Durch die Abstimmung des Arbeitstaktes der Maschinen konnte auf ganz beschränktem Werkraum eine außerordentliche Teilfertigung ermöglicht werden. Demgegenüber muß aber der Nachteil festgestellt werden, daß bei geringerer Stückzahlfertigung zu hohe Unkosten auftreten.

Zickzackautomat für Tafelverarbeitung (Abb. 129).

Das Nebeneinanderschneiden von häufig vorkommenden Scheiben kann auch bei Maßtafeln angewendet werden. Man benutzt das Prinzip zum Ziehen von Hülsen oder Dosen, die in großen Mengen auftreten

Zahnradsätze für Zickzackpresse.

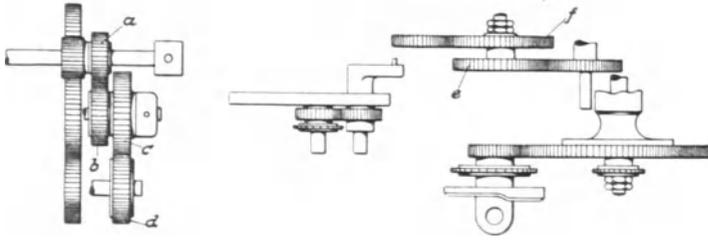


Abb. 129 a.

Scheib. \varnothing	a	b	c	d	e	f	Maßtafel	Stck. 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

und preiswert hergestellt werden müssen. Für die Fertigung eignen sich Zickzackpressen, die die Maßtafeln völlig verarbeiten; der bedienenden Hand sind zwei Maschinen zur Betreuung zu geben. Durch Wechselräder für Längs- und Querbewegung des Schlittens ist jeder erwünschte Vorschub genau einzustellen, woraus der Vorteil erwächst, kleine Stegbreiten im Tafelgitter zu erreichen. Die Maschine besitzt zu beiden Seiten des eingespannten Werkzeuges Abfallzerschneider, die zum restlosen Zerschneiden des Tafelgitters vorgesehen sind. Erleichternd für

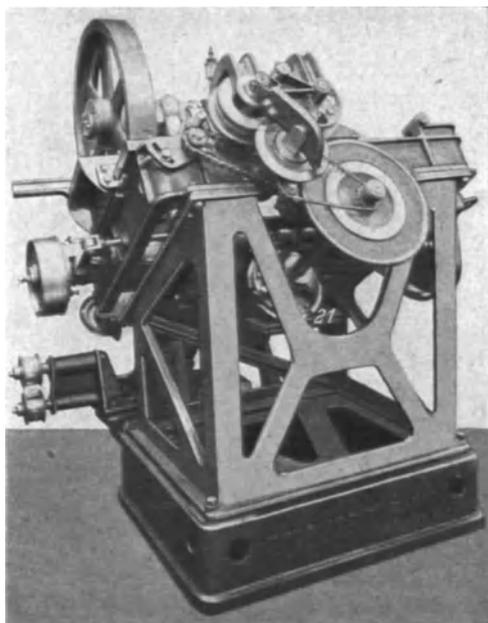


Abb. 129 b.



Abb. 129c. Zickzackautomat mit Wechslrädern.

das Einrichten der Maschine ist die Zahlentafel Abb. 129 a, die zum Austausch der Wechselläder bestimmt ist; in Millimetersprünge sind die Scheibendurchmesser von 45 mm \varnothing bis 75 mm \varnothing und die erforderlichen Radsätze abzulesen. Die Handhabung der Maschine ist einfach, sie wird durch Einspannen der Tafel am Schlitten mit darauffolgender Einrückung bedient. Ist die Tafel restlos verarbeitet, dann bewegt sich der Schlitten bis zu seiner Anfangsstellung und die Maschine wird selbsttätig stillgesetzt.

Blankglühofen mit fahrbarer Beschiekung (Abb. 130).

Nicht immer besteht bei Ziehtteilen die Möglichkeit, ohne Warmbehandlung auszukommen. Deshalb wendet man alles Mögliche an, das

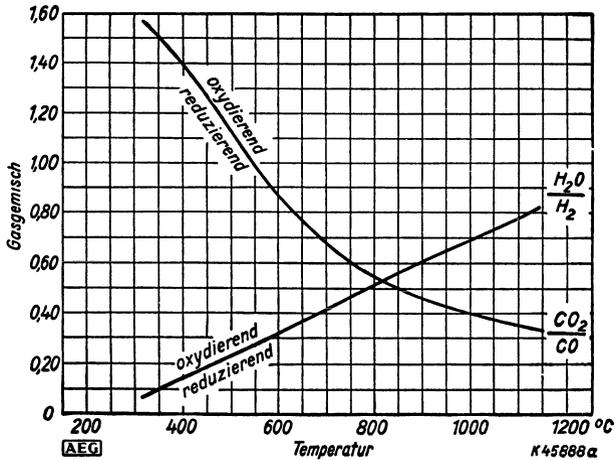


Abb. 130 a. Blankglühofen mit fahrbarem Herd.

Glühen ohne Schutzgas zu vermeiden, weil die auftretende Zunderbildung bei Metall- und Eisenteilen bekanntlich durch Beizen beseitigt werden muß. Beizen der Teile ist aber teuer, sie verlangsamt die Fertigung insofern, als die an Teilen anhaftenden Säurerückstände durch Kalkwasserspülung zu beseitigen und auszutrocknen sind. Das Trocknen mit Buchenspänen hat den Nachteil, daß die im Hohlteil zurückgebliebenen Späne erst durch Ausblasen entfernt werden müssen. Aus diesen und vielen anderen Gründen ist es empfehlenswert, einen Ofen zum Blankglühen in Betrieb zu haben, den man nach Wunsch für bescheidene wie für größere Bedarfverhältnisse im Handelerhält.

Das Verhalten eines Schutzgases z. B. gegenüber Eisen zeigt Abb. 130. Aus den Kurven des Diagramms ist zu entnehmen, daß die Gleichgewichtsbeziehungen zwischen Wasserdampf und Wasserstoff bzw. Kohlenoxyd und Kohlensäure, d. h. ihr gegenseitiger Anteil im Schutzgas, maßgeblich für die oxydierende bzw. reduzierende Wirkung des Gases sind. Beim gewöhnlichen Arbeiten der Schutzgasanlage erhält man eine Zusammensetzung, die auch nur bei Trocknung des Schutzgases durch Rückkühlung mit Kühlwasser reduzierend wirkt. Man kann

also in einem solchen Schutzgas ohne weiteres Eisen blank glühen, was für Metalle in ähnlicher Weise zutrifft, s. Abb. 130.



Gleichgewichtsbeziehungen zwischen $\frac{H_2O}{H_2}$ und $\frac{CO_2}{CO}$ mit Eisen.

Abb. 130 b. Diagramm für obigen Ofen.

Hülsenbeizautomat.

Die Inanspruchnahme der Beizerei und Brennerei hat die gleiche Frequenz wie die Glüherei und Stanzerei. Aus Gründen der Wirtschaft-

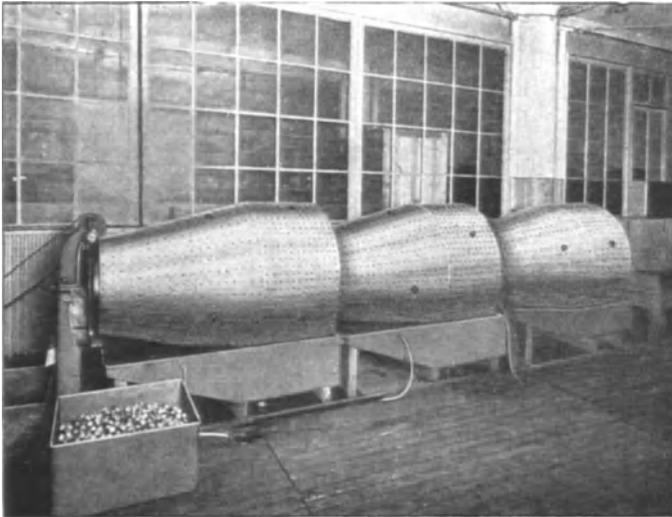


Abb. 131. Hülsenbeizautomat.

lichkeit ist man gezwungen, auch in der Brennerei mechanische Hilfsmittel anzuwenden. So z. B. werden zum schnelleren Beizen auto-

matische Beiztrommeln aus perforiertem Aluminiumblech verwendet, derart, wie sie im Lichtbild Abb. 131 veranschaulicht sind. In diesen befinden sich eingienietete Spiralgänge aus Blech, die die Aufgabe haben, die beschickten Teile von einer Trommel zur anderen zu befördern. Unter diesen Trommeln befinden sich Säure- und Wasserbehälter, letztere zur Neutralisierung der Beizflüssigkeit; die Wanderung der Teile geschieht in gegenseitig beschleunigter Weise. Die fließenden Abwässer werden, bevor sie die Kalkgrube erreichen, nach der Köpferschen Methode über Eisenplatten oder -spänen geleitet, an denen sich ein Kupferniederschlag bildet, der von ihnen entfernt wird.

K. Technischer Nachschlageteil.

Gleichungen für die Ziehpraxis.

Für Schnittkraft: $P = F \cdot K_s$ in kg

F = Scherfläche in mm^2

$\tau = K_s$ = spez. Scherdruck in kg/mm^2

Für Schnittarbeit: $A = P \cdot \delta \cdot x$ in mkg

P = Schnittkraft in kg

δ = Werkstoffdicke in m

x = Korrektionsfaktor für effektive Leistungsermittlung

Zu setzen ist für

$K_s =$	16	20	32	50	64	80	kg/mm^2
$x =$	0,4	0,5	0,8	1,25	1,6	2	

Für Ziehkraft: $P = D \cdot \pi \cdot \delta \cdot n \cdot K_z$ in kg

D = Ziehstempel \varnothing in mm

δ = Werkstoffdicke in mm

K_z = Zerreißfestigkeit des Werkstoffes in kg/mm^2

n = Korrektionsfaktor in Abhängigkeit des Ziehverhältnisses $\frac{d}{D} = m$

$\frac{d}{D} = m$	0,55	0,575	0,6	0,625	0,65	0,675	0,7	0,725	0,75	0,775	0,8
n	1	0,93	0,86	0,79	0,72	0,66	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4

Für Zieharbeit: $A = P_z \cdot h \cdot x$ in mkg

P_z = Ziehkraft in kg

h = Hohlteilhöhe in m

x = Korrektionsfaktor für effektive Leistungsermittlung in Abhängigkeit vom Ziehverhältnis $\frac{d}{D} = m$

$\frac{d}{D} = m$	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
x	0,8	0,77	0,74	0,7	0,67	0,64

Niederhalterkraft bei elastischer Steuerung:

$$P_n = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot p \quad \text{in kg}$$

D = Scheiben \varnothing in mm

d = Topf \varnothing in mm

p = Flächenpressung in kg/cm²

Zieharbeit einschließlich Niederhalterkraft:

$$A = (P \cdot x + P_n) \cdot h \quad \text{in mkg}$$

P_z = Ziehkraft in kg

x = Korrektionsfaktor

P_n = Niederhalterkraft in kg

h = Hohlteilhöhe in m

Gleichungen für Radienbestimmungen (runde Teile).

Für Ziehring 1. Zug (Normalausführung) $r = 0,8 \sqrt{(D_a - D_i) \cdot \delta}$

D_a = Scheiben \varnothing in mm

D_i = Topf \varnothing in mm

r = Ziehkantenhalbmesser für 1. Ziehring in mm

δ = Blechdicke

oder nach Ziehkantendiagramm $(D_a - D_i) \cdot 2 = (f) r$.

Für Stufenzüge $r = \frac{D - d}{2}$ in mm

D = großer Topf \varnothing in mm

d = kleiner Topf \varnothing in mm (zu Abb. 133).

Ziehkantenhalbmesser für hohe Blechbeanspruchung.

oder $r = 0,8 \cdot \sqrt{(D_a - D_i) \cdot \delta}$
 $(D_a - D_i) \cdot 2 = (f) r$

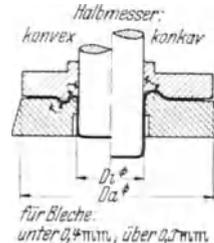


Abb. 132.

Halbmesser für Stufenzüge.

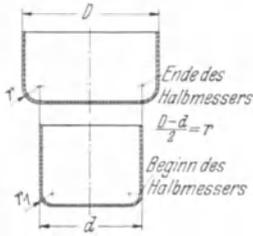


Abb. 133.

Einspannplatten nach AWF.

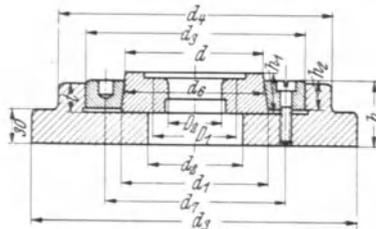


Abb. 134.

Nr.	Bereich von		Ziehring			Einspannplatte					Spannring					Befestigung durch
	D ₂	D ₁	d	d ₁	h ₁	d ₂	d ₃	d ₄	h	t	d ₅	G _{qz}	d ₆	h ₂	d ₇	
1	—	39	75	80	18	45	210	180	45	15	123	12	75,7	15	100	Gewinding
	—	39	75	80	18	45	195	165	45	15	125	12	75,7	15	100	4 Schrb. M8
2	40	54	100	107	23	60	235	205	50	20	145	12	100,7	20	125	Gewinding
	40	54	100	107	23	60	220	190	50	20	150	12	100,7	20	125	4 Schrb. M8
3	55	69	125	132	23	75	265	235	55	20	175	12	125,7	20	150	Gewinding
	55	69	125	132	23	75	245	215	55	20	175	—	125,7	20	150	4 Schrb. M8
4	70	84	150	158	28	90	300	240	65	25	200	—	150,7	25	175	4 „ M8
	85	104	175	183	28	115	325	265	65	25	225	—	175,7	25	200	6 „ M8
6	105	129	200	210	32	145	350	290	65	25	250	—	201,7	27	225	6 „ M10
	130	154	225	234	32	165	395	335	65	25	285	—	226	27	255	6 „ M10
8	155	179	250	260	32	190	420	360	65	25	310	—	251	27	280	6 „ M10
	180	204	275	285	37	215	445	385	70	25	335	—	276	27	305	6 „ M10
10	205	230	300	310	37	240	470	410	75	30	360	—	301	32	330	6 „ M10

Zu beachten: Einspannplatten sollen für Schnitt- und Ziehringe verwendet werden. Leistungsfähige Ziehringe sind aus legiertem Stahl herzustellen oder mit Widia (Hartmetall) zu belegen.

Ziehriingsatz nach AWF.

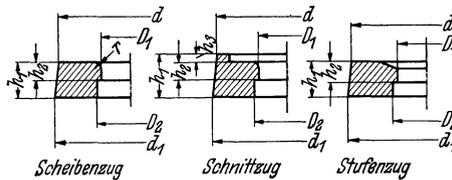


Abb. 135.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Schb ∅	3,6	4,5	5,5	7	9	11	14,5	18,5	22	29	36	45,5
D ₁	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25
D ₂	4	5	5	6	7	9	11	13	16	20	24	29
d				19					50			75
d ₁				25					55			82
h ₁				12					18			18
h ₂				5					8			8,5
h ₃				2					2			2

Fortsetzung von S. 128.

Nr.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Schb \varnothing	58	73	90	116	145	180	225	290	360	455	580	725
D_1	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
D_2	38	46	56	70	88	108	132	168	208	258	328	408
d		100	125	150	175	225	275	300	380	480	610	800
d_1		107	132	160	185	235	287	312	395	497	628	820
h_1		23	23	23	28	32	37	37	42	47	52	57
h_2		8,5	8,5	11	11	15	10	19	24	28	32	36
h_3		2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	4	5	6	7

Beispiel: Gegeben Topf $\varnothing = 16$ mm, Höhe $h = 80$ mm,

Bodenkante des Topfes scharf.

$$\text{Scheiben } \varnothing x = \sqrt{D^2 + 4 \cdot D \cdot h} = \sqrt{16^2 + 4 \cdot 16 \cdot 80} = 73,3 \text{ mm } \varnothing$$

Zu verwendende Ringe Nr. 14, 13, 12, 11, 10.

Ziehringe aus Hartmetall.

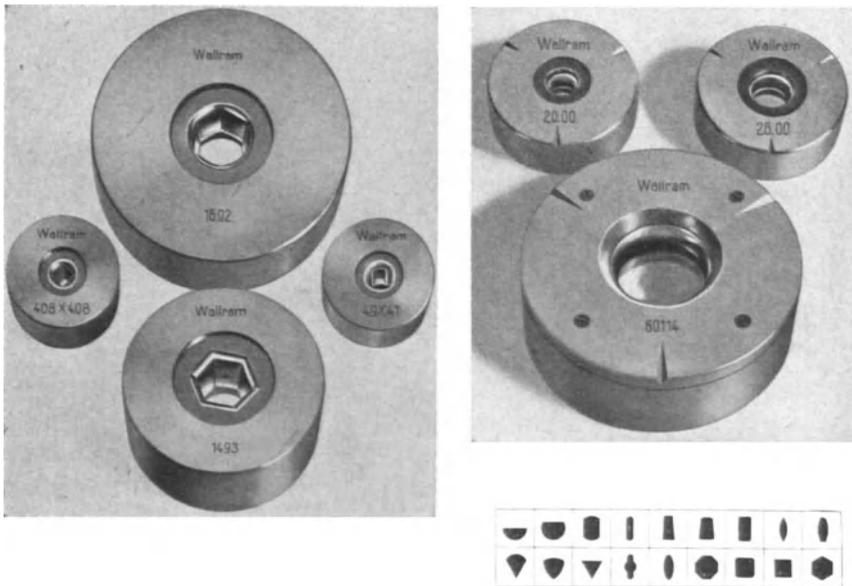


Abb. 136. Profile für Ziehringe.

Sie eignen sich besonders zum Ziehen von Draht, Röhren und Stangen aus Eisen, Stahl, Chromnickel, Wolfram, Molybdän sowie von harten und weichen Metallen, ferner zum Ziehen und Streckziehen von Hohlteilen auf Pressen.

Vorteile: Lange Kaliberhaltigkeit, und Ausschußverminderung, genaueste Abmessung der gezogenen Form bei außergewöhnlich glatter Oberfläche.

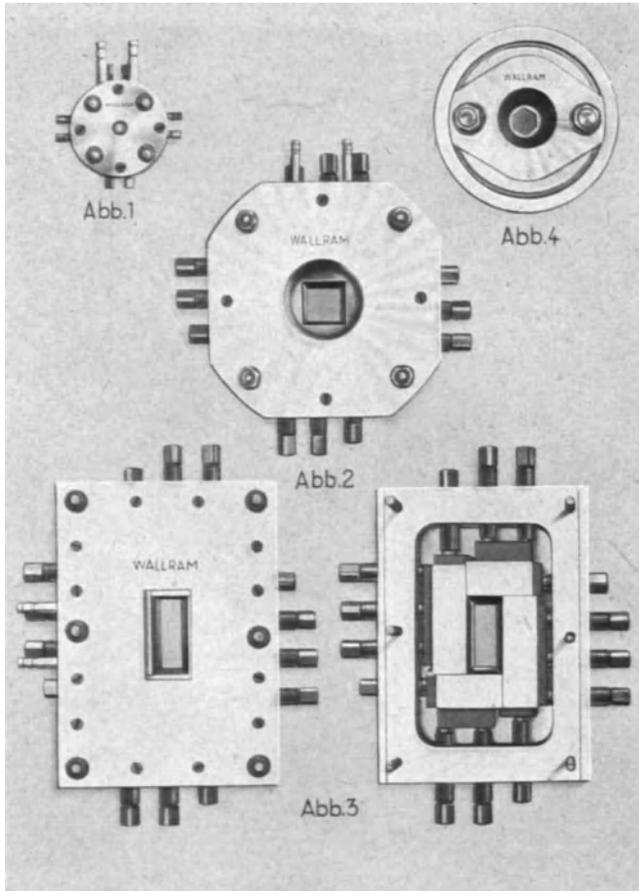
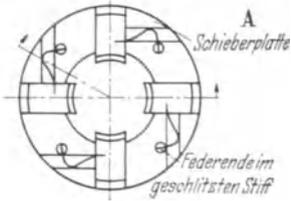
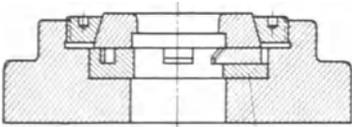


Abb. 137.

Diese lassen sich auf jedes gewünschte Maß innerhalb ihres Ziehbereiches genau einstellen.

Vorteile: Drallfrei zu ziehender Werkstoff mit nicht zu übertreffender glatter Oberfläche; große Lebensdauer der Werkzeuge.

Abstreifer für Züge (Abb. 138).



Die zweckmäßige Anwendung der AWF-Abstreifer erstreckt sich für

Ausführung A

auf Hohlteile, die sich unsicher vom Zieh-ring abstreifen lassen, aber zum Abstreifen vom Ziehstempel keine große Kraft bedürfen,

Ausführung B

auf Hohlteile, die zum Abstreifen vom Ziehstempel eine größere Kraft als unter „A“ aufgeführt gebrauchen, insbesondere dünnwandige Kupferhülsen,

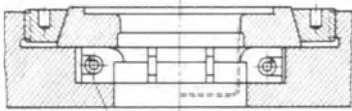
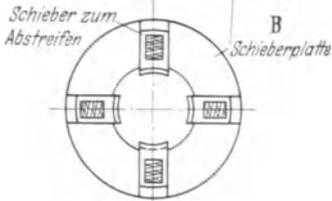
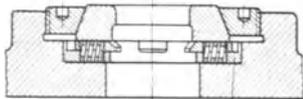
Ausführung C

auf Hohlteile, wie unter „A“ aufgeführt. Beide Konstruktionen unterscheiden sich nur in ihrer Ausführungsform,

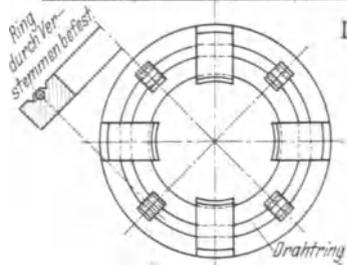
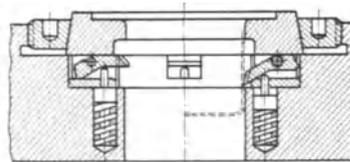
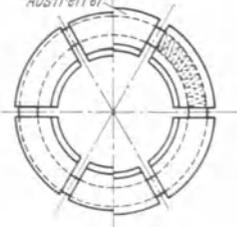
Ausführung D

auf Hohlteile, die eine große Kraft zum Abstreifen vom Ziehstempel bedürfen.

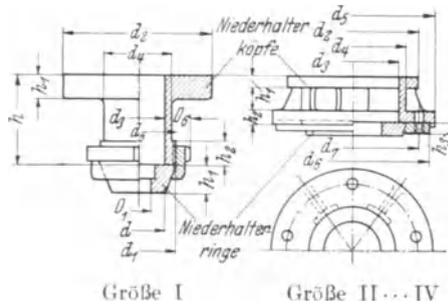
Wie aus der Darstellung ersichtlich, ist die Abstreifung starr und ein Versagen, wie es bei Federabstreifer vor- kommen kann, nicht möglich.



Feder in gespanntem Zustand Abstreifer C

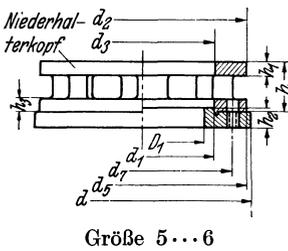


Niederhalterköpfe und -ringe für ersten Zug (Abb. 139).



Niederhalterringe.

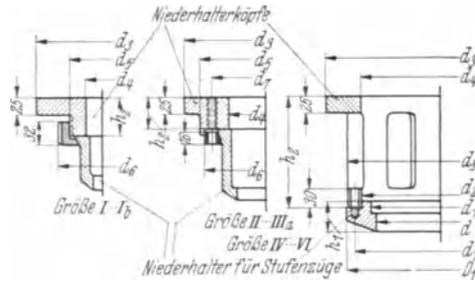
Nr.	1	2	3	4	5	6
D_1	10...40	40...63	63...80	80...100	100...125	125...160
d	73	116	145	180	225	290
d_1	80	123	154	189	234	299
h_1	23			28		
Niederhalterkopf	I	II	III		IV	



Nr.	7	8	9	10
D_1	160...200	200...250	250...315	315...400
d	370	455	580	725
d_1	325		410	
h_2	40			
Niederhalterkopf	V		VI	

Für Niederhalterköpfe										Spannring		Rippen		Fenster		Bemerkung
Nr.	h	h_1	h_2	d_2	d_3	d_4	d_5	d_7	Schrb.	h_3	d_6	Stck.	s	Stck.	$B \times H$	Befestigung durch
I	100	25	25	160	55	75	M 90	—	—	32	120	—	—	—	—	Überwurfmutter
II	100	25	25	160	80	100	180	144	M 12	14	170	4	10	4	40 × 50	
III	100	25	25	220	125	150	240	208	M 12	18	230	4	12,5	4	65 × 50	Spannring u. Schrb.
IV	100	25	25	300	200	225	360	320	M 14	18	350	5	12,5	5	85 × 50	
V	100	25	20	450	325	355	450	345	M 14	—	—	6	15	6	85 × 50	nur Schrb.
VI	100	25	20	650	410	450	650	488	M 16	—	—	8	20	8	85 × 50	

Niederhalterköpfe und -einsätze für Stufenzüge (Abb. 140).



Für Niederhalterköpfe.

Nr.	d_2	d_4	d_5	d_6	h_2	d_7	Schrb.	Befestigung durch
I	160	32	M 90 × 1,5	110	50	—	—	Überwurf- mutter
Ia	160	44	M 90 × 1,5	110	50	—	—	
Ib	160	67	M 90 × 1,5	110	50	—	—	
II	240	84	185	150	50	125	M 12	Spannring u. Schrb.
IIa	240	104	185	175	50	150	M 12	
III	310	130	260	210	50	185	M 12	
IIIa	310	164	260	250	50	225	M 12	
IV	310	210	248	—	130	225	M 12	nur Schrb.
V	370	260	305	—	180	284	M 14	
VI	450	325	390	—	215	358	M 16	

Niederhalter für Stufenzüge.

Bezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_1	40	63	80	100	125	160	200	250	315	400
d_1	16	35	56	70	87	112	140	175	220	280
d_2	20	40	63	80	100	125	160	195	240	300
d_3	45	68	85	105	130	165	205	210	260	325
h_1	64	64	64	84	84	114	114	50	50	50
Verlängerung von h_1 bei 3. Zug	11	17	19	25	32	46	51	64	94	112
„ 4. „	13	19	25	32	37	48	66	75	97	125
„ 5. „	14	25	35	37	47	58	71	99	115	144
„ 6. „	18	29	41	43	56	75	86	111	156	174
Niederhalter- kopf	I	Ia	Ib	II	IIa	III	IIIa	IV	V	VI

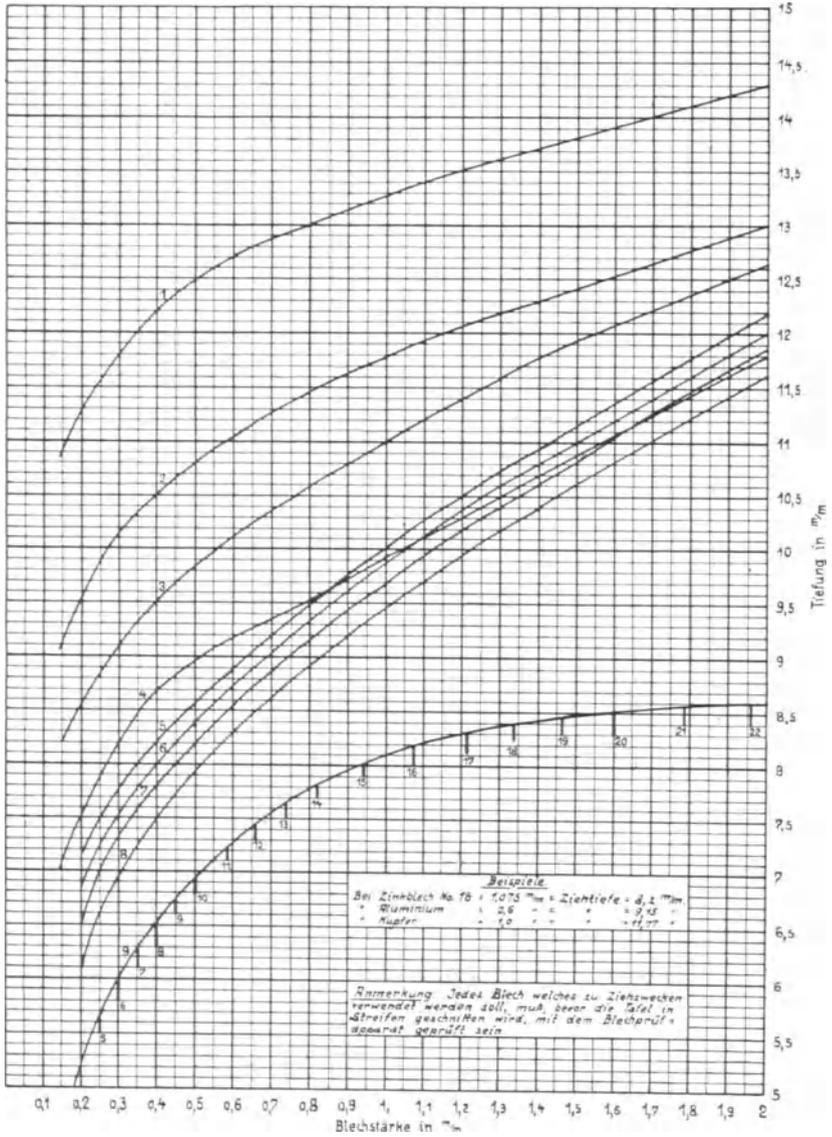


Abb. 141 a. Diagramm für Blechprüfapparat.

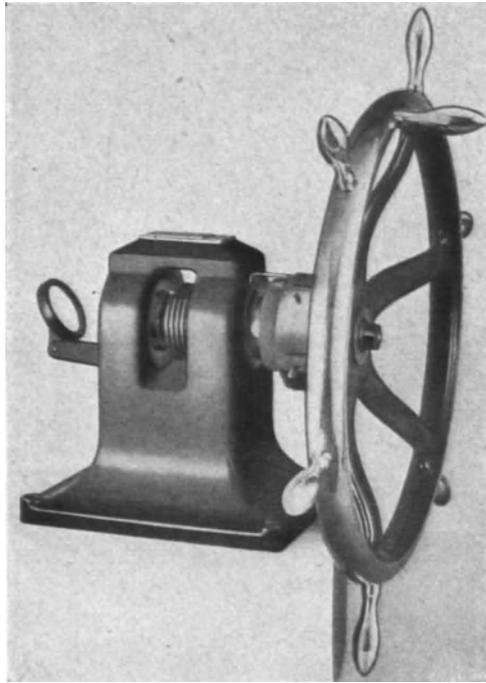


Abb. 141 b. Blechprüfapparat.

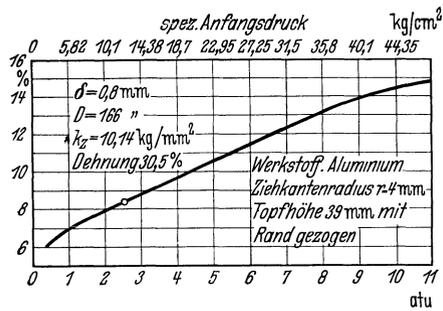


Abb. 146. Einfluß des Blechhalterdruckes auf die Oberflächendehnung.

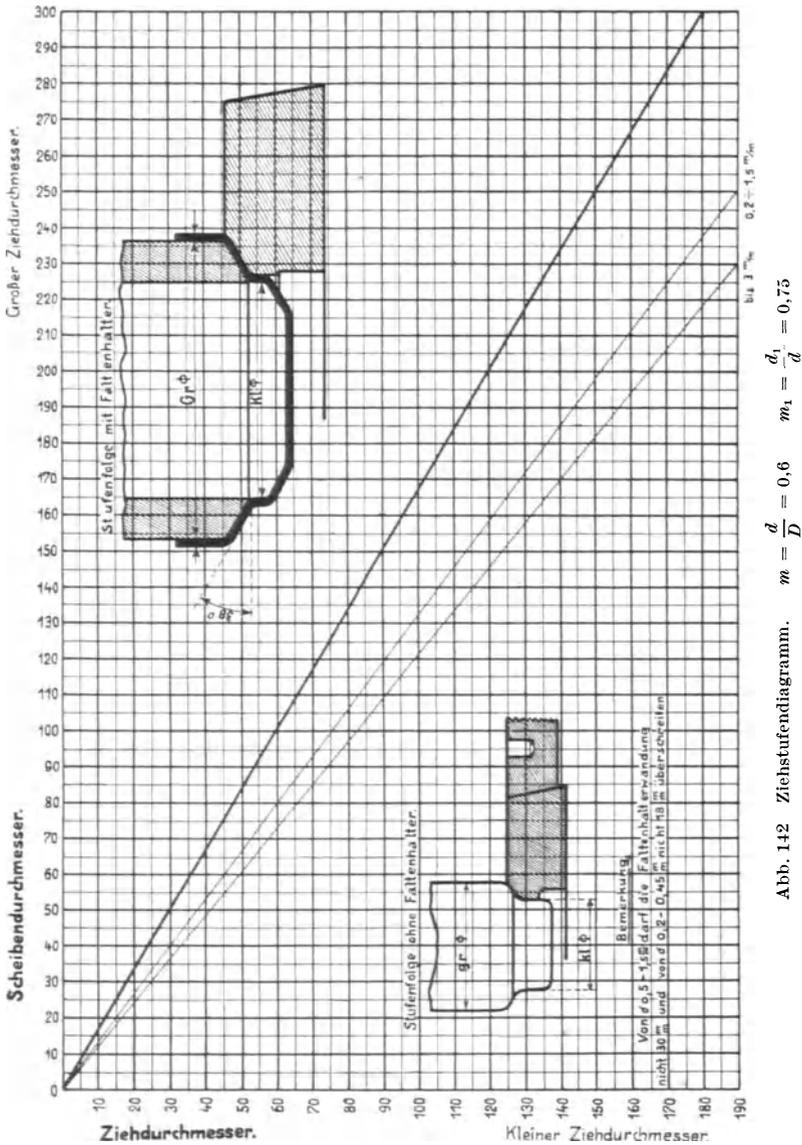


Abb. 142 Ziehstufendiagramm. $m = \frac{d}{D} = 0,6$ $m_1 = \frac{d_1}{d} = 0,75$

Zu beachten:

Für metallische Werkstoffe von Durchschnittsgüte, außer Weiß-, Zink- und Kupferblech; bei Dural ist $m = 0,8 \cdot D$ und Ulminium $m = 0,6 \cdot D$ zu setzen; m_1 -Werte ungewiß.

Für nichtmetallische Werkstoffe (Alberit, Albolit, Leukorit, Pantolit, Pliorit, Trolon) bei Erwärmung auf etwa 120° und nach der Verformung vorzunehmende Abkühlung.

Für Hartgummi, Zellon, Papier, Pappe und Tuchfilz liegen keine m_1 -Werte vor.

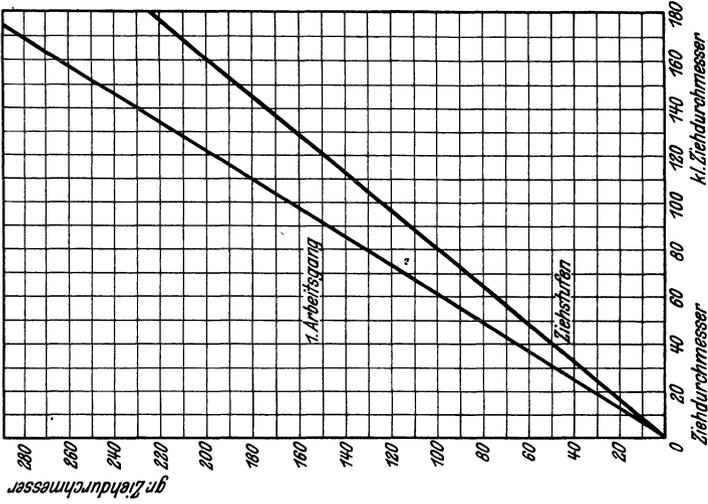


Abb. 144. Ziehstufendiagramm.

$$m = \frac{d}{D} = 0,6 \quad m_1 = \frac{d_1}{d} = 0,8$$

Zu beachten:

Für Bleche: Ziehblech, Kupferblech, Tiefziehblech, Karosserieblech, Messing weich und Aluminium weich.

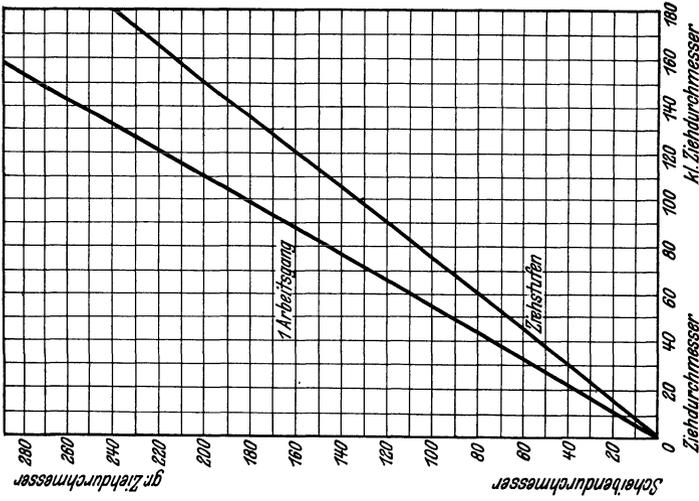


Abb. 143. Ziehstufendiagramm.

$$m = \frac{d}{D} = 0,55 \quad m_1 = \frac{d_1}{d} = 0,75$$

Zu beachten:

Für Bleche: Wippel-Metall (V 2a-Stahl), Tiefziehblech, Karosserieblech, Messing weich und Aluminium weich.

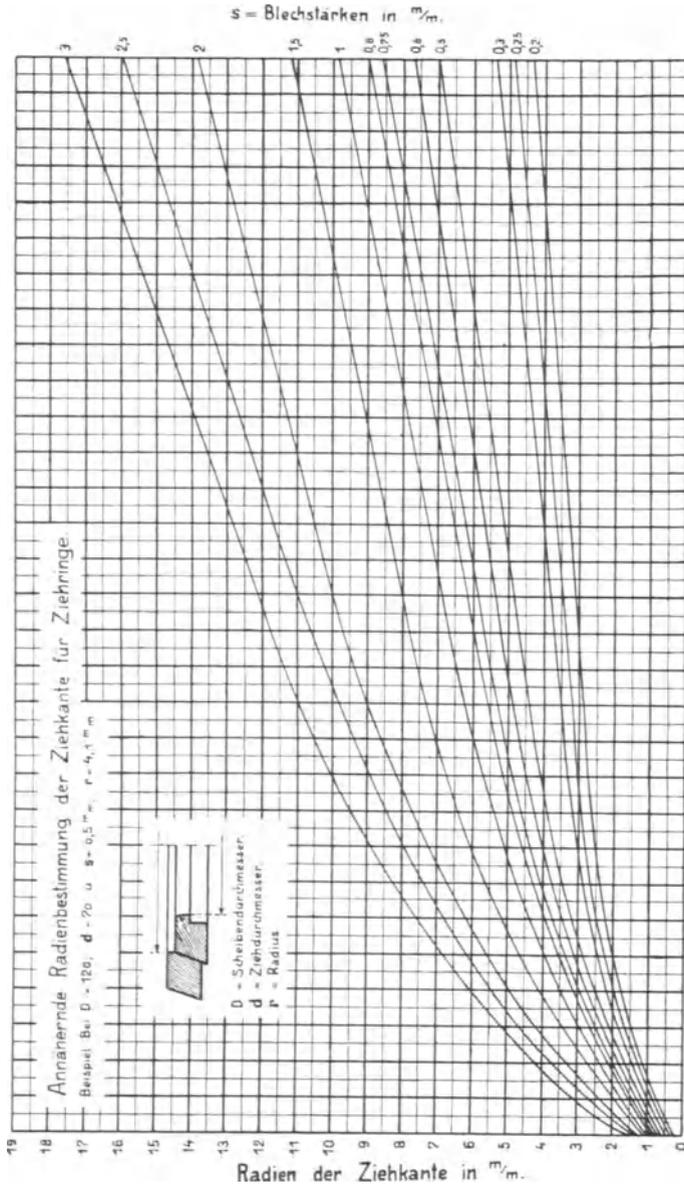


Abb. 145. Ziehkantendiagramm.

$$(D_a - D_i) \cdot 2 = (f)r \quad \text{oder} \quad r = 0,8 \cdot \sqrt{(D_a - D_i) \cdot \delta}$$

Zu beachten:

Für Eisen und Metall gelten die Ablesewerte, bei Leichtmetallen liegen sie etwa 10 vH höher.

Ziehstufendiagramm für eckige Hohlteile.

Die Beanspruchung der diesem Ziehstufendiagramm zugrunde gelegten Blechqualitäten ist gegenüber dem Maxima-Diagramm günstiger, weil bei der Herstellung von eckigen Teilen mit handelsüblichem Durchschnittsblech gerechnet werden muß, das nur bei geringem Arbeitsauschuß verarbeitet werden soll.

Von diesem Diagramm sind sowohl die Eckenhalbmesser des ersten Zuges wie die der Stufenzüge abzulesen, die zum Ziehen

für den 1. Niederhalter mit gleich breiten Teilstrecken, desgleichen

für den 2. Niederhalter mit ungleich breiten Teilstrecken mit oder ohne gewölbten Seitenwänden des Teils verwendet werden können.

Zu 1. Der gegebene Sektorhalbmesser für die Teilecke ist auf der Ordinate aufzusuchen, dann ist von hier für den ersten Zug bis zum Schnittpunkt der Geraden zu gehen, entweder zum Ziehen für gewölbte oder gerade Seitenwände, von wo aus das Lot auf der Abszisse den zu ziehenden Halbmesser angibt. Für Stufenzüge ist ebenso zu verfahren, nur mit dem Unterschied, daß man bis zur Stufungsgeraden für gerade und gewölbte Seitenwände zu gehen hat.

Die Stufungshalbmesser sind hiernach verschieden groß, sie laufen zueinander parallel.

Zu 2. Nach der zweiten Ziehmethode ist die Ablesung der Werte vom Diagramm die gleiche wie unter 1.

Der Unterschied besteht darin, daß der erste zu ziehende Halbmesser für die Teilecke auch für alle weiteren Stufenzüge bestehen bleibt und die abgelesenen Stufungswerte nur die Abstände für den gleichbleibenden Halbmesser sind.

Die Stufungshalbmesser sind hiernach gleich, sie verlaufen zueinander exzentrisch.

Maxima-Ziehdiagramm für eckig gezogene Hohlteile.

Das Diagramm zeigt die Höchstbeanspruchung im Ziehen rechteckiger Hohlteile mit 10 mm abgerundeter Bodenkante und einem veränderlichen Ziehverhältnis $m = \frac{r}{R}$ für Tiefziehblech.

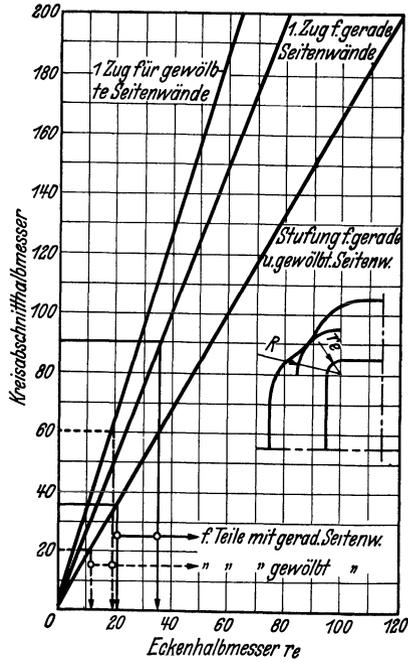


Abb.147. Ziehstufendiagramm für eckige Hohlteile.

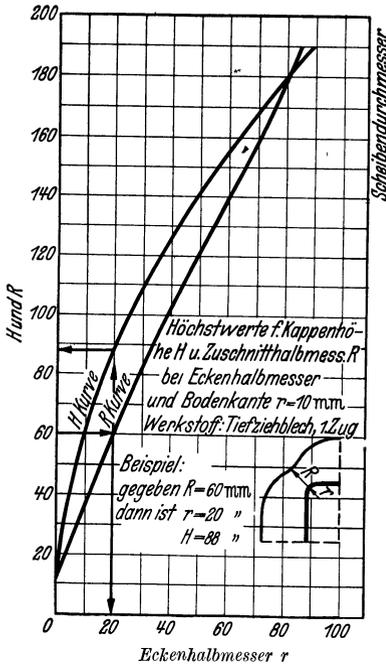


Abb. 148. Maxima-Ziehdiagramm für eckig gezogene Kappen.

Zu beachten: Die aus dem Ziehverhältnis $m = \frac{r}{R}$ sich bildende Topfhöhe H ist mit größer werdender Einziehfläche nicht proportional sondern wird zunehmend kleiner. Schaubildgemäß können bei bekanntem Eckenhalbmesser r (Kappenecke) der für den Halbmesser „ R “ und die Ziehhöhe des Teils abgelesen werden. Für die Teilerstellung ist das Diagramm nur ein Ziehmaßstab, der zeigen soll, wo die Grenze im Ziehen liegt. In Sonderfällen wähle man beim Ziehen etwa den 0,85- bis 0,9fachen Ablesewert, darüber hinaus muß mit einem Reißen des Bleches gerechnet werden.

Nomogramme für Formscheiben eckiger Hohlteile.

Die Verwendung der Zülke-Nomogramme bezweckt, die sonst umfangreichen Ausrechnungen für Scheibenschnitte eckiger Hohlteile auf einfacherer

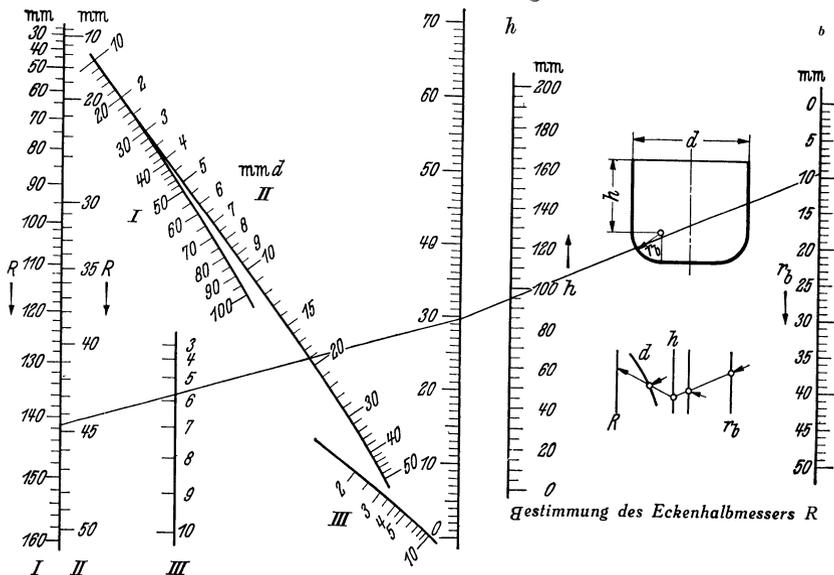


Abb. 149. Nomogramm I. $R = \sqrt{0,253 \cdot d^2 + d(h + 0,506r_b)}$ für Hohlkörper $108 \times 80 \times 100$ mm

Weise zu ermitteln. Hierbei ist genaues Ablesen der Werte für r_b , d , h , sowie auch genaues Zeichnen der Linienzüge auf den Nomogrammen unerläßlich.

Nomogramm Abb. 149 ist für die Ermittlung des Eckenhalbmessers „ R “,

Nomogramm Abb. 150 für die Größenbestimmung des Zusatzhalbmessers „ R_1 “,

Nomogramm Abb. 150a für die Ermittlung der gestreckten Länge der Seitenwände des Hohlteils vorgesehen, woraus man die Seitenabschnitte H_{sa} und H_{sb} feststellt.

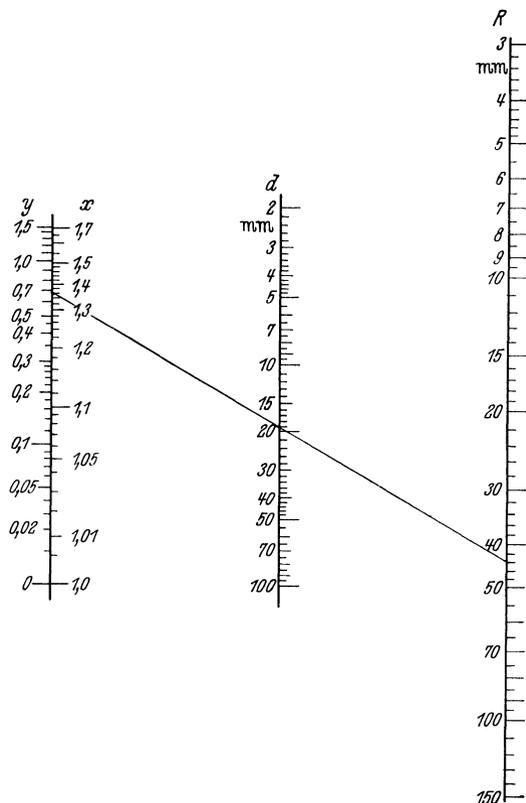


Abb. 150. Bestimmung der gestreckten Seitenwände „ H_s “

$$x = \frac{R_1}{R} = 0,074 \cdot \left(\frac{R}{d}\right)^2 + 0,982 \quad y = \frac{\pi}{4} \cdot (x^2 - 1)$$

In diesen Nomogrammen ist das Ausgleichprinzip für die Scheibenform bevorzugt, und zwar deshalb, um mit kleinsten Formscheiben und bei quadratischen Teilen mit runden Scheiben auszukommen; dadurch kommen möglichst kleine Werkzeuge in Betracht.

Irrig wäre die Annahme, es müßte sich für ein bestimmtes eckiges Hohlteil nur eine passende Formscheibe finden lassen; das ist aber nicht der Fall, weil das Ziehen eines Teiles nach dem Klapp- und Ausgleichprinzip trotz Scheibenverschiedenheit im Ergebnis gleich ist¹.

¹ S. A.W.F. Mitteilungen Heft 10, Oktober 1940.

Anwendung der Nomogramme.

Gegeben $r_b = 20$ mm; $h = 180$ mm; $d = 40$ mm.

Nach Nomogramm Abb. 149

$R = 89,5$ mm

nach Abb. 16

zu $R = 89,5$ mm

Nomogramm Abb. 150

$x = 1,32$; $y = 0,68$

und $R^2 = 89,5^2 = 8010$

$R_1 = x \cdot R = 1,30 \cdot 89,5 = \sim 116$ mm zu $R_1 = \sim 115$ mm

Nomogramm Abb. 150a

$H_{sa} = \frac{y \cdot R^2}{a} = \frac{0,68 \cdot 89,5^2}{210} = \sim 26$ mm zu $H_{sa} = 25,4$ mm

$H_{sb} = \frac{y \cdot R^2}{b} = \frac{0,68 \cdot 89,5^2}{160} = \sim 34$ mm zu $H_{sb} = 33,4$ mm

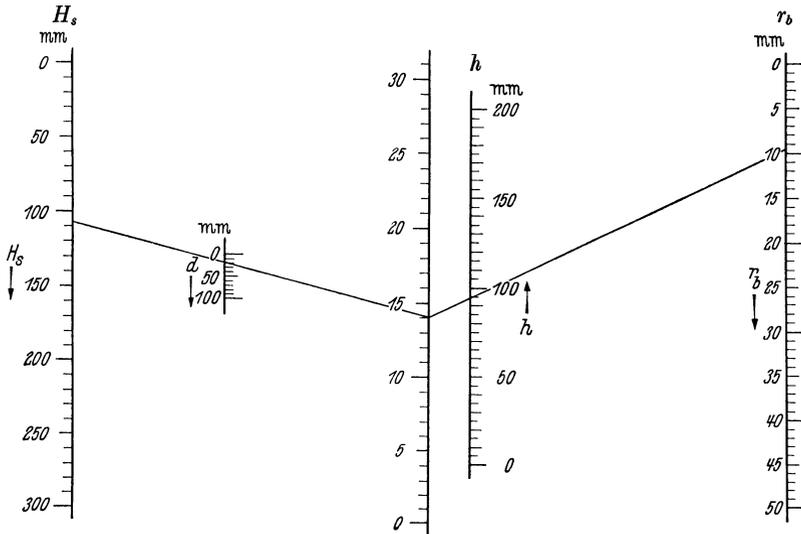


Abb. 150a. Nomogramm II. Bestimmung der gestreckten Seitenwände.

$H_s = 0,57 \cdot r_b + h + 0,5 \cdot d$ für Hohlkörper 108 × 80 × 100 mm

Zu beachten: Wenn auch gewisse Differenzen in den Zahlenwerten vorhanden sind, so kann man sie als geringfügig ansehen, da die Blechtoleranzen das Ziehen der Scheibe beeinflussen; die Nomogramme sind durch Ausmittlung der in der Praxis gefundenen Streupunkte entstanden.

Handhabung der Nomogramme.

Abb. 149. Bestimmung des Eckenhalbmessers „R“. Der Wert für $r_b = 20$ ist mit dem $h = 180$ bis zur Hilfsleiter zu verbinden, von dort aus eine zweite Linie nach $d = 40$ bis zur R-Leiter zu ziehen, wobei der Wert 89,5 mm ablesbar ist; im ungünstigsten Falle kann auch die d-Leiter II genommen werden, dann gelten aber die Werte für R-Leiter II.

Abb. 150. Bestimmung des Zusatzhalbmessers „ R_1 “. Es ist der Wert $R = 89,5$ mit $d = 40$ bis zur yx -Leiter zu verbinden und für $x = 1,32$ sowie für $y = 0,68$ abzulesen. Wie das vorangegangene Zahlenbeispiel zeigt, ergibt sich der Wert für $R_1 = \sim 118$ mm.

Abb. 150a. Bestimmung der gestreckten Seitenwände H_s . Der Wert $r_b = 20$ ist mit dem $h = 180$ bis zur Hilfsleiter zu verbinden und dieser Punkt mit $d = 40$ bis zur H_s -Leiter; lese 211,4 mm ab, d. h. dieser letzte Wert setzt sich zusammen aus der abgewickelten Höhe des Teiles plus Halbmesser der Bodenkante $191,4 + 20 = 211,4$ mm.

Für Ziehen nichtmetallischer Werkstoffe.

Werkstoff: Leder Erster Zug $m = \frac{d}{D} = 0,4$

Stufenzüge unbekannt

Zu beachten: Im heißen Leinöl $\sim 200^\circ$ erwärmen und darauf mit Niederhalter ziehen; Hohlteilböden nach innen etwa 5 vH des Durchmessers wölben. Ziehgeschwindigkeit $V_z = \text{rd } 1,5$ m/min.

Werkstoff:	Papier	Pappe	Preßspan
Erster Zug $m = \frac{d}{D}$	0,6	0,4	0,4

Stufenzüge: unbekannt.

Zu beachten: Die drei Werkstoffe sind im blankpolierten und erwärmten Werkzeug bei etwa 120° mit Niederhalter zu ziehen.

Papierziehmittel: Aufgelöster Schellack

Pappeziehmittel: siehe unter Schmiermittel

Preßspanziehmittel: Talkum

Werkstoff:	Zellon	Zelluloid
Erster Zug $m = \frac{d}{D}$	0,4	0,4

Stufenzüge: unbekannt.

Zu beachten: Für beide Werkstoffe ist rissefrei poliertes auf etwa 120° erwärmtes Werkzeug zu benutzen. Die Scheibe ist besonders rein zu halten, in warmen Öl $\sim 200^\circ$ zu erwärmen, mit nach innen gewölbtem Boden ziehen und in Wasser abzukühlen. Das Aussehen des Teiles ist gut, die bestehenden Gefügespannungen sind deutlich an den Spektrumfarben zu erkennen.

Im Ziehen erprobte Schmiermittel.

Allgemeines: Die Anwendung von Schmiermitteln zum Ziehen von Teilen bezweckt, die auftretende Reibung bei der Scheibe soweit wie möglich herabzusetzen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß schwer zieh-

bare oder hochbeanspruchte Werkstoffe mit Schmiermitteln von leichtem Gleitvermögen, gut ziehbare oder wenig beanspruchte Werkstoffe mit Schmiermitteln von hemmendem Gleitvermögen zu ziehen sind. Für erstere sind Öle, die nicht sauer reagieren, für letztere sämige Seifenwässer zu benutzen. Seifenwasser hat die Tendenz, eine Adhäsions-, Öl dagegen eine Kohäsionskraft auf die Scheibenoberfläche auszuüben. Man vereinigt beides, wenn von Öl ausgegangen wird, mit Seifenwasserzusatz oder umgekehrt bei Seifenwassergrundstoff.

In der Praxis erprobte Schmiermittel sind folgende:

Werkstoffschmiermittel	Zusammensetzung						
Aluminium:	Petroleum mit Zusatz von Pudergraphit						
Eisenblech:	2 Teile Rüböl, 1 Teil Rizinusöl, 1 Teil Talkum						
Kupfer:	wie bei Aluminium						
Messing:	Essenia mit Wasser, Mischungsverhältnis 1 : 5						
Zink:	Rüböl mit Zusatz von Pudergraphit						
Pappe:	<table> <tr> <td>1 Teil Venezianische Seife</td> <td rowspan="5">} Alle Teile müssen gut verrührt und gekocht werden</td> </tr> <tr> <td>3 Teile Pflanzenwachs</td> </tr> <tr> <td>3 Teile Glyzerinöl</td> </tr> <tr> <td>1 Teil Talkum</td> </tr> <tr> <td>3 Teile Weizenstärke</td> </tr> </table>	1 Teil Venezianische Seife	} Alle Teile müssen gut verrührt und gekocht werden	3 Teile Pflanzenwachs	3 Teile Glyzerinöl	1 Teil Talkum	3 Teile Weizenstärke
1 Teil Venezianische Seife	} Alle Teile müssen gut verrührt und gekocht werden						
3 Teile Pflanzenwachs							
3 Teile Glyzerinöl							
1 Teil Talkum							
3 Teile Weizenstärke							

Formmaße Lasema.

Geeignet: Zur Herstellung von Formhohlstempel für Leichtmetallteile aus Blech bis etwa 0,5 mm dick, ferner für Formklötze im Flugzeugbau.

Zu beachten: Spez. Gewicht: etwa 1,7

Druckfestigkeit: 32 kg/mm²

Heißverformung: bis auf 500° erhitzbar

Widerstandsfest: beim Hämmern und Drücken

Unempfindlich: gegen Öl und Lauge

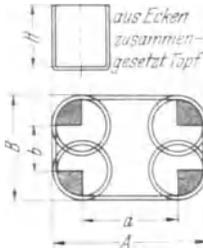
Bruch: wieder fest kittbar

(Hersteller: Deutsche Xylolith-Plattenfabrik Freital-Dresden.)

Formeltafel für eckige Hohlteile (Abb. 150 b).

Ermittlung von Zuschnittgrößen.

Für Ermittlung von Zuschnitten für eckige Hohlteile sind die abgerundeten Ecken zu einem runden Topf zusammzusetzen, aus dem der Scheibenhalmesser zu errechnen ist.



Hierbei unterscheidet man:

1. Hohlteile mit scharfer Bodenkante Bild 1
2. Hohlteile mit abgerundeter Bodenkante „ 2
3. Hohlteile mit abgerundeter Bodenkante und flachem Boden „ 3
4. Hohlteile mit abgeschrägter Bodenkante „ 4

Für die Ermittlung des Scheibenhalmessers R und Höhe H_s des Teiles gelten folgende Gleichungen oder die Nomogramme I, II, III.

Nr.	Aus Ecken gebildeter Topf	Topfgleichung	Gestreckte Teilhöhe	Radius für Zusatzringfläche
1		$2R = \sqrt{D^2 + 4 \cdot D \cdot h} \quad H_s = H$		bei $b < H$ $R_1 = f \cdot 1,417 \cdot \sqrt{r \cdot h + r^2}$ bei $b > H$ $R_1 = R$
2		$2R = \sqrt{8r_b^2 + 4 \cdot D \cdot h} \quad H_s = H - 0,43 r_b$		bei $b < H$ $R_1 = f \cdot 1,417 \cdot \sqrt{r \cdot h + r^2}$ bei $b > H$ $R_1 = R + x$
3		$2R = \sqrt{4 \cdot D \cdot h + 2r_b \cdot \pi \cdot d_1 + d_1^2}$ $d_1 = d + 2 \cdot 0,636 \cdot r_b \quad H_s = H - 0,43 \cdot r_b + 0,5d$		bei $b < H$ $R_1 = f \cdot 1,417 \cdot \sqrt{r \cdot h + r^2}$ bei $b > H$ $R_1 = R + x$
4		$2R = \sqrt{2 \sqrt{a^2 + b^2} \cdot (D + d) + \frac{d^2}{2} + 8 \cdot r \cdot h}$ $H_s = H - a + b - \sqrt{a^2 + b^2} + \frac{d}{2}$		bei $b < H$ $R_1 = f \cdot 1,417 \cdot \sqrt{r \cdot h + r^2}$ bei $b > H$ $R_1 = R + x$

Gestufte Manteldicken für Streckzüge.

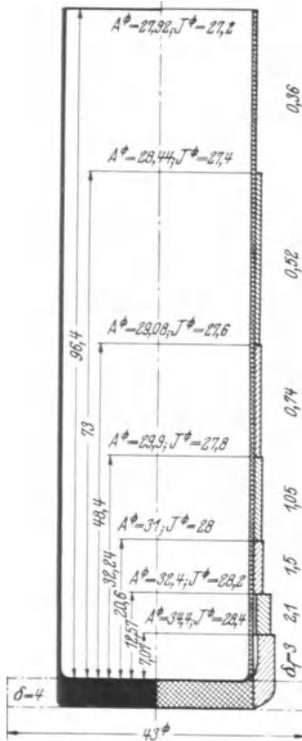


Abb. 151.

Anwendung:

Bei der fertigen Hülse sind die Anzahl der Streckzüge so festzulegen, daß beim ersten Zug der Teilmantel δ min 25 vH und bei den darauffolgenden Mänteln δ_1 30 vH auszustrecken ist. (Vorteilhafter nach obigen Zahlenwerten zu verfahren.) Es ist dann vom Stempel \varnothing auszugehen und für jeden Ziehgang 0,2 mm Spiel (s. Abb. 44) zu geben. Anfang- und Fertig \varnothing sind bekannt (27,2 und 28,4 mm), deren Differenz durch die Anzahl der Ziehgänge minus eins zu dividieren ist; der Quotient ist dann diejenige Zahl, um die sich die Hülse je Arbeitsgang vergrößert, z. B. $\frac{28,4 - 27,2}{\delta} = 0,2$, d. h. $27,2 + 0,2 = 27,4$ mm und $27,4 + 0,2 = 27,6$ mm usf.

Die jeweiligen Außendurchmesser der Hülse ergeben sich aus Innendurchmesser plus zweimal der betreffenden Manteldicke, z. B. $32,4 + 2 \cdot 2,1 = 34,4$ mm und so fort.

* Siehe S. 54.

		Blechdicke in mm										
$\delta =$		0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	Zug
25 vH	ausgestreckte Manteldicke in mm	0,37	0,75	1,12	1,5	1,87	2,25	2,62	3	3,37	3,75	1
30 vH		0,26	0,52	0,78	1,05	1,31	1,58	1,83	2,1	2,36	2,62	2
		0,18	0,36	0,55	0,74	0,92	1,11	1,28	1,5	1,65	1,83	3
		0,13	0,25	0,38	0,52	0,64	0,78	0,9	1,05	1,16	1,31	4
			0,17	0,27	0,36	0,45	0,55	0,63	0,74	0,78	0,92	5
				0,19	0,25	0,31	0,38	0,44	0,52	0,55	0,64	6
					0,17	0,22	0,26	0,31	0,36	0,38	0,45	7
						0,14	0,18	0,22	0,25	0,27	0,31	8
							0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	9
								0,11	0,12	0,13	0,14	10

Zu beachten:

Anwendung für leicht ziehbare Metalle, z. B. Messing weich, Tiefzieh-Eisenblech, Aluminiumblech.

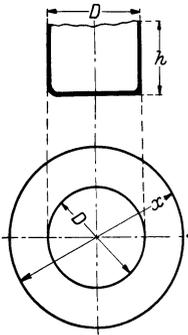
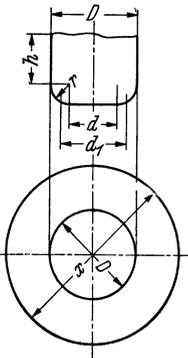
Scheibendurchmesser:

$$2R = \sqrt{\frac{D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h^*}{\delta}};$$

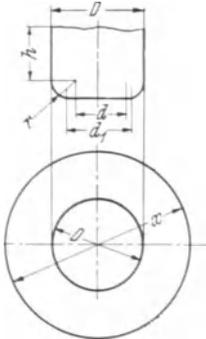
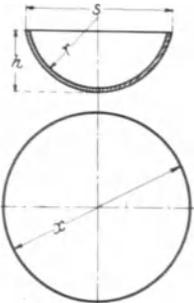
Höhe

$$h = \sqrt{\frac{x^2 \cdot \delta - D^2 \cdot \delta^*}{4 \cdot D \cdot \delta_1}}$$

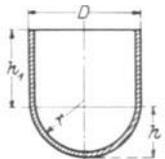
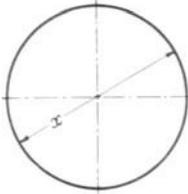
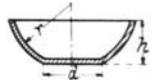
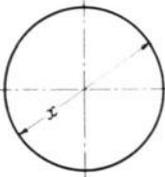
Gleichungen und Umformungen für Hohlteile.

Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
 <p data-bbox="215 795 395 830">$x = \sqrt{D^2 + 4D \cdot h}$</p> <p data-bbox="277 869 357 892">Abb. 152.</p>	<p>$D = 50 \text{ mm}$ $h = 19,5 \text{ mm}$</p>	<p>$x = \sqrt{50^2 + 4 \cdot 50 \cdot 19,5}$ $x = \sqrt{6400} = 80$</p>	<p><u>80</u></p>
	<p>$x = 80 \text{ mm}$ $D = 50 \text{ mm}$</p>	<p>$\sqrt{D^2 + 4D \cdot h} = 80$ $D^2 + 4D \cdot h = 80^2$ $2500 + 200 \cdot h = 6400$ $200 \cdot h = 6400 - 2500$ $h = \frac{6400 - 2500}{200} = 19,5$</p>	<p><u>19,5</u></p>
	<p>$x = 80 \text{ mm}$ $h = 19,5 \text{ mm}$</p>	<p>$\sqrt{D^2 + 4D \cdot h} = 80$ $D^2 + 4D \cdot 19,5 = 80^2$ $D^2 + 78D + 39^2 = 6400 + 39^2$ $(D + 39)^2 = 7921$ $D = -39 + \sqrt{7921} = 89 - 39 = 50$</p>	<p><u>50</u></p>
 <p data-bbox="174 1465 450 1501">$x = \sqrt{4 \cdot D \cdot h + 2 \cdot r \cdot \pi \cdot d_1 + d^2}$</p> <p data-bbox="277 1522 357 1545">Abb. 153.</p>	<p>$D = 74 \text{ mm}$ $h = 65 \text{ mm}$ $r = 16 \text{ mm}$ $d_1 = 64,4 \text{ mm}$ $d = 42 \text{ mm}$</p>	<p>$x = \sqrt{4 \cdot D \cdot h + 2 \cdot r \cdot \pi \cdot d_1 + d^2}$ $x = \sqrt{4 \cdot 74 \cdot 65 + 2 \cdot 16 \cdot \pi \cdot 64,4 + 42^2}$ $x = \sqrt{19240 + 6470,9 + 1764}$ $x = \sqrt{27474,9} = \text{rd } 165,8$</p>	<p><u>165,8</u></p>
	<p>$x = 165,8 \text{ mm}$ $D = 74 \text{ mm}$ $d = 42 \text{ mm}$ $d_1 = 64,4 \text{ mm}$ $r = 16 \text{ mm}$</p>	<p>$x = \sqrt{4 \cdot D \cdot h + 2 \cdot r \cdot \pi \cdot d_1 + d^2}$ $165,8^2 = 4 \cdot 74 \cdot 65 + 2 \cdot 16 \cdot \pi \cdot 64,4 + 42^2$ $h = \frac{165,8^2 - 2 \cdot 16 \cdot \pi \cdot 64,4 + 42^2}{4 \cdot 74}$ $h = \frac{27489,64 - 8234,9}{296} = 65$</p>	<p><u>65</u></p>

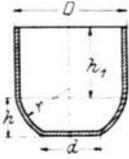
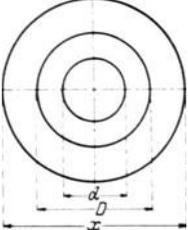
Gleichungen und Umformungen für Hohlteile.

Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
 $x = \sqrt{4 \cdot D \cdot h + 2 \cdot r \cdot \pi \cdot d_1 + d^2}$	$x = 165,8 \text{ mm}$ $h = 65 \text{ mm}$ $r = 16 \text{ mm}$ $d_1 = 64,4 \text{ mm}$	$x = \sqrt{4 \cdot D \cdot h + 2 \cdot r \cdot \pi \cdot d_1 + d^2}$ $x^2 = 4 \cdot D \cdot h + 2 \cdot r \cdot \pi \cdot d_1 + d^2$ $260 \cdot D + d^2 = 21015,5$ $260 \cdot D + (D - 32) \cdot (D - 32) = 21015,5$ $196 \cdot D + D^2 = 21015,5 - 1024$ $D = -98 \pm \sqrt{29595} = \underline{74}$	
	$r = 50 \text{ mm}$ $h = 65 \text{ mm}$	$x = \sqrt{8 \cdot 50 \cdot 65}$ $x = \sqrt{26000} = \underline{161,25}$	
$x = \sqrt{8r \cdot h}$	$x = 161,25 \text{ mm}$ $h = 65 \text{ mm}$	$x = \sqrt{8r \cdot h}$ $x^2 = 8r \cdot h$ $161,25^2 = 8r \cdot 65$ $r = \frac{2600}{8 \cdot 65} = \underline{50}$	
	$x = 161,25 \text{ mm}$ $r = 50 \text{ mm}$	$x = \sqrt{8r \cdot h}$ $x = 8r \cdot h$ $161,25^2 = 8 \cdot 50 \cdot h$ $h = \frac{2600}{8 \cdot 50} = \underline{65}$	
	$s = 14 \text{ mm}$ $h = 6,5 \text{ mm}$	$x = \sqrt{14^2 + 4 \cdot 6,5^2}$ $x = \sqrt{365} = \underline{\sim 19,2}$	
$x = \sqrt{s^2 + 4h^2}$	$x = 14,9 \text{ mm}$ $s = 14 \text{ mm}$	$x^2 = s^2 + 4 \cdot h^2$ $19,2^2 - 14^2 = 4h^2$ $h = \sqrt{\frac{19,2^2 - 14^2}{4}} = \underline{6,5}$	
<p>Abb. 154.</p>	$r = 7 \text{ mm}$ $h = 6,5 \text{ mm}$	$8r \cdot h = s^2 + 4h^2$ $8rh - 4h^2 = s^2$ $s = \sqrt{8r \cdot h - 4h^2}$ $s = \sqrt{8 \cdot 7 \cdot 6,5 - 4 \cdot 6,5^2} = \underline{14}$	

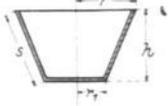
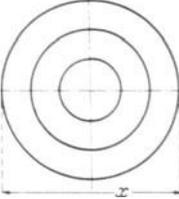
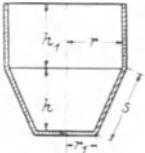
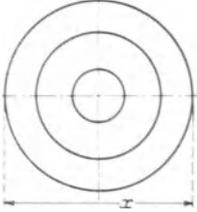
Gleichungen und Umformungen für Hohlteile.

Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
$x = \sqrt{8r \cdot h + 4D \cdot h_1}$ 	$r = 40 \text{ mm}$ $h = 33 \text{ mm}$ $D = 79 \text{ mm}$ $h_1 = 48 \text{ mm}$	$x = \sqrt{8r \cdot h + 4D \cdot h_1}$ $x = \sqrt{8 \cdot 40 \cdot 33 + 4 \cdot 79 \cdot 48} =$	<u>160,5</u>
	$x = 160,5 \text{ mm}$ $r = 40 \text{ mm}$ $h = 33 \text{ mm}$ $D = 79 \text{ mm}$	$x^2 = 8r \cdot h + 4D \cdot h_1$ $x^2 - 8rh = 4D \cdot h_1$ $h_1 = \frac{x^2 - 8rh}{4D}$ $h_1 = \frac{160,5^2 - 10560}{4 \cdot 79} =$	<u>48</u>
 Wenn $r = \frac{D}{2}$ wird $x = \sqrt{D^2 + 4h^2 + 4D \cdot h_1}$ Abb. 155.	$x = 160,5 \text{ mm}$ $r = 40 \text{ mm}$ $D = 79 \text{ mm}$ $h_1 = 48 \text{ mm}$	$x^2 = 8rh + 4D \cdot h_1$ $x^2 - 4Dh_1 = 8rh$ $h = \frac{x^2 - 4Dh_1}{8 \cdot r}$ $h = \frac{25760,25 - 15168}{320} =$	<u>33</u>
	$D = 79 \text{ mm}$ $h = 33 \text{ mm}$ $h_1 = 48 \text{ mm}$	$x = \sqrt{79^2 + 4 \cdot 33 + 4 \cdot 79 \cdot 48}$ $x = \sqrt{6241 + 4356 + 15168} =$	<u>160,5</u>
 	$r = 70 \text{ mm}$ $h = 45 \text{ mm}$ $d = 106 \text{ mm}$	$x = \sqrt{8 \cdot 70 \cdot 45 + 106^2}$ $x = \sqrt{25200 + 11236} =$	<u>~191</u>
	$x = 191 \text{ mm}$ $h = 45 \text{ mm}$ $d = 106 \text{ mm}$	$x^2 = d^2 = 8r \cdot h$ $\frac{x^2 - d^2}{8 \cdot h} = r$ $r = \frac{191^2 - 106^2}{8 \cdot 45} = \frac{36481 - 11236}{360} =$	<u>~70</u>
$x = \sqrt{8r \cdot h + d^2}$ Abb. 156.	$x = 191 \text{ mm}$ $r = 70 \text{ mm}$ $h = 45 \text{ mm}$	$x^2 - 8r \cdot h = d^2$ $d = \sqrt{x^2 - 8r \cdot h}$ $d = \sqrt{36481 - 25281} =$	<u>106</u>

Gleichungen und Umformungen für Hohlteile.

Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
	$r = 18 \text{ mm}$ $h = 10 \text{ mm}$ $d = 25 \text{ mm}$ $h_1 = 20 \text{ mm}$ $D = 36 \text{ mm}$	$x = \sqrt{8rh + d^2 + 4D \cdot h_1}$ $x = \sqrt{8 \cdot 18 \cdot 10 + 625 + 4 \cdot 36 \cdot 20}$ $x = \sqrt{4945}$	$= \underline{\sim 70,4}$
	$x = 70,4 \text{ mm}$ $r = 18 \text{ mm}$ $d = 25 \text{ mm}$ $h_1 = 20 \text{ mm}$ $D = 36 \text{ mm}$	$x^2 = \sqrt{r \cdot h + d^2 + 4D \cdot h_1}$ $\frac{x^2 - 4Dh_1 - d^2}{8r} = h$ $h = \frac{4945 - 2880 - 625}{144}$	$= \underline{\sim 10}$
	$x = 70,4 \text{ mm}$ $r = 18 \text{ mm}$ $h_1 = 20 \text{ mm}$ $D = 36 \text{ mm}$ $h = 10 \text{ mm}$	$d = \sqrt{x^2 - 8rh - 4D \cdot h_1}$ $d = \sqrt{70,4^2 - 8 \cdot 18 \cdot 10 - 4 \cdot 36 \cdot 20}$ $d = \sqrt{625}$	$= \underline{25}$
$x = \sqrt{8r \cdot h + d^2 + 4D \cdot h_1}$ Abb. 157.	$x = 70,4 \text{ mm}$ $h = 10 \text{ mm}$ $d = 25 \text{ mm}$ $h_1 = 20 \text{ mm}$ $D = 36 \text{ mm}$	$\frac{x^2 - 4D \cdot h_1 - d^2}{8h} = r$ $\frac{70,4^2 - 4 \cdot 36 \cdot 20 - 625}{8 \cdot 10} = r$ $r = \frac{1440}{80}$	$= \underline{\sim 18}$
	$x = 70,4 \text{ mm}$ $r = 18 \text{ mm}$ $d = 25 \text{ mm}$ $h_1 = 20 \text{ mm}$ $h = 10 \text{ mm}$	$\frac{x^2 - 8r \cdot h - d^2}{4h_1} = D$ $\frac{70,4^2 - 8 \cdot 18 \cdot 10 - 625}{4 \cdot 20} = D$ $D = \frac{2880}{80}$	$= \underline{\sim 36}$
	$x = 70,4 \text{ mm}$ $r = 18 \text{ mm}$ $d = 25 \text{ mm}$ $D = 36 \text{ mm}$ $h = 10 \text{ mm}$	$\frac{x^2 - 8rh - d^2}{4D} = h_1$ $\frac{70,4^2 - 8 \cdot 18 \cdot 10 - 625}{4 \cdot 36} = h_1$ $h_1 = \frac{2880}{44}$	$= \underline{20}$

Gleichungen und Umformungen für Hohlteile.

Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
  $x = \sqrt{4s(r+r_1) + (2r_1)^2}$ <p>Abb. 158.</p>	$s = 20,9 \text{ mm}$ $r = 18 \text{ mm}$ $r_1 = 12 \text{ mm}$ $h = 20 \text{ mm}$	$x = \sqrt{4 \cdot 5(r+r_1) + (2 \cdot r_1)^2}$ $x = \sqrt{4 \cdot 20,9 \cdot (18+12) + (2 \cdot 12)^2}$ $x = \sqrt{3084} = \underline{\underline{\sim 55,5}}$	
	$x = 55,5 \text{ mm}$ $r = 18 \text{ mm}$ $r_1 = 12 \text{ mm}$ $h = 20 \text{ mm}$	$s = \sqrt{(r-r_1)^2 + h^2}$ $s = \sqrt{(18-12)^2 + 20^2}$ $s = \sqrt{436} = \underline{\underline{\sim 20,9}}$	
	$x = 55,5 \text{ mm}$ $r_1 = 12 \text{ mm}$ $h = 20 \text{ mm}$ $s = 29,9 \text{ mm}$	$r-r_1 = \sqrt{s^2 - h^2}$ $r = \sqrt{20,9^2 - 20^2 + r_1^2}$ $r = \sqrt{436 - 400 + 12^2} = \underline{\underline{\sim 18}}$	
	  $x = \sqrt{4s \cdot (r+r_1) + (2 \cdot r_1)^2 + 8 \cdot r \cdot h_1}$ <p>Abb. 159.</p>	$s = 26,25 \text{ mm}$ $r = 24 \text{ mm}$ $r_1 = 16 \text{ mm}$ $h_1 = 25 \text{ mm}$	$x = \sqrt{4s \cdot (r+r_1) + (2 \cdot r_1)^2 + 8 \cdot r \cdot h_1}$ $x = \sqrt{4 \cdot 26,25 \cdot (24+16) + (2 \cdot 16)^2 + 8 \cdot 24 \cdot 25}$ $x = \sqrt{10010} = \underline{\underline{100,05}}$
$x = 100,05 \text{ mm}$ $r = 24 \text{ mm}$ $r_1 = 16 \text{ mm}$ $h = 25 \text{ mm}$ $h_1 = 25 \text{ mm}$		$x^2 = 4 \cdot s \cdot (r+r_1) + 2 \cdot r_1^2 + 8 \cdot r \cdot h_1$ $s = \frac{x^2 - (2 \cdot r_1)^2 + 8 \cdot r \cdot h_1}{4 \cdot (r+r_1)}$ $s = \frac{100,05^2 - (2 \cdot 16)^2 + 8 \cdot 24 \cdot 25}{4 \cdot (24+16)} = \underline{\underline{26,25}}$	
$x = 100,05 \text{ mm}$ $s = 26,25 \text{ mm}$ $r_1 = 16 \text{ mm}$ $h_1 = 25 \text{ mm}$		$x^2 - (2 \cdot r_1)^2 = 4s \cdot (r+r_1) + 8 \cdot r \cdot h_1$ $8996 = 505 \cdot r + 1680$ $r = \frac{8986 - 1680}{305} = \underline{\underline{24}}$	
$x^2 = 100,05 \text{ mm}$ $s = 26,25 \text{ mm}$ $r = 24 \text{ mm}$ $r_1 = 16 \text{ mm}$		$x^2 - (2 \cdot r_1)^2 = 4s \cdot (r+r_1) + 8 \cdot r \cdot h_1$ $8986 = 2520 + 150 \cdot r_1 + 4800$ $r_1 = \frac{8986 - 2520 - 4800}{105} = \underline{\underline{16}}$	

Gleichungen und Umformungen für Hohlteile.

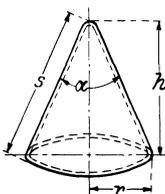
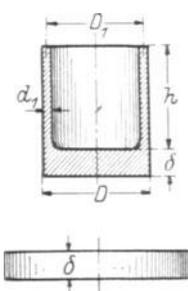
Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
$x = \sqrt{4r \cdot s}$	$r = 50 \text{ mm}$ $s = 94,5 \text{ mm}$	$x = \sqrt{4r \cdot s}$ $x = \sqrt{4 \cdot 50 \cdot 94,5}$ $x = \sqrt{18900} =$	<u>$\sim 137,5$</u>
$s = \sqrt{r + h^2}$	$r = 50 \text{ mm}$ $h = 80 \text{ mm}$	$x = \sqrt{4r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

Abb. 160.

Gleichungen und Umformungen für Hohlteile.

Scheibenformel $x = \varnothing$	Ist gegeben	Lösung	Resultat in mm
<p>Abb. 162. </p> <p>$x = \sqrt{4D^2} = 2D$</p>	<p>$D = 35 \text{ mm}$</p>	<p>$x = 2 \cdot D = 2 \cdot 35 =$</p>	<p><u>70</u></p>
	<p>Mittl. Faden \varnothing $D = 21 \text{ mm}$ $D_1 = 20 \text{ mm}$ $\delta = 4 \text{ mm}$ $\delta_1 = 1 \text{ mm}$ $h = 26 \text{ mm}$</p>	<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>	<p><u>31</u></p>
<p></p>	<p>$x = 31 \text{ mm}$ $D = 21 \text{ mm}$ $D_1 = 20 \text{ mm}$ $\delta = 4 \text{ mm}$ $\delta_1 = 1 \text{ mm}$</p>	<p>$x^2 = \frac{D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot h}{\delta}$ $h = \frac{x^2 \cdot \delta - D^2 \cdot \delta}{4D_1 \cdot \delta_1}$ $h = \frac{31^2 \cdot 4 - 21^2 \cdot 4}{4 \cdot 20 \cdot 1}$ $h = \frac{3844 - 1764}{80} =$</p>	<p><u>26</u></p>
<p>$x = \sqrt{\frac{D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h}{\delta}}$</p> <p>Abb. 163.</p>	<p>$x = 31 \text{ mm}$ $D = 21 \text{ mm}$ $D_1 = 20 \text{ mm}$ $\delta = 4 \text{ mm}$ $h = 26 \text{ mm}$</p>	<p>$\delta_1 = \frac{x^2 \cdot \delta - D^2 \cdot \delta}{4D_1 \cdot \delta}$ $\delta_1 = \frac{31^2 \cdot 4 - 21^2 \cdot 4}{4 \cdot 20 \cdot 26}$ $\delta_1 = \frac{3844 - 1764}{2080} =$</p>	<p><u>1</u></p>
	<p>$x = 31 \text{ mm}$ $D = 21 \text{ mm}$ $D_1 = 20 \text{ mm}$ $h = 26 \text{ mm}$</p>	<p>$x^2 \cdot \delta = D^2 \cdot \delta + 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h$ $\delta \cdot (x^2 - D^2) = 4D_1 \cdot \delta_1 \cdot h$ $\delta = \frac{4 \cdot D_1 \cdot \delta_1 \cdot h}{x^2 - D^2}$ $\delta = \frac{4 \cdot 20 \cdot 26}{31^2 - 21^2} =$</p>	<p><u>4</u></p>