

WERKSTATTBÜCHER

HERAUSGEBER EVGEN SIMON

HEFT 31

**P.H.
SCHWEISSGVTH**

**GESENK-
SCHMIEDE**

1.TEIL



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Zur Einführung.

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

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

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

Bisher sind erschienen:

- | | |
|---|---|
| Heft 1: Gewindeschneiden. (7.—12. Tausd.)
Von Obering. O. Müller. | Heft 14: Modelltschierel.
1. Teil: Allgemeines. Einfachere Modelle.
Von R. Löwer. |
| Heft 2: Meßtechnik. Zweite, verbesserte Auflage. (7.—14. Tausend.)
Von Professor Dr. techn. M. Kurrein. | Heft 15: Bohren.
Von Ing. J. Dinnebieer. |
| Heft 3: Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten. (7.—12. Tausend.)
Von Ing. H. Frangenheim. | Heft 16: Reiben und Senken.
Von Ing. J. Dinnebieer. |
| Heft 4: Wechselrädereberechnung für Drehbänke. (7.—12. Tausend.)
Von Betriebsdirektor G. Knappe. | Heft 17: Modelltschierel.
2. Teil: Beispiele von Modellen und Schablouen zum Formen.
Von R. Löwer. |
| Heft 5: Das Schleifen der Metalle. Zweite, verbesserte Auflage. (7.—13. Tausend.)
Von Dr.-Ing. B. Buxbaum. | Heft 18: Technische Winkelmessungen.
Von Prof. Dr. G. Berndt. |
| Heft 6: Teilkopfarbeiten. (7.—12. Tausend.)
Von Dr.-Ing. W. Pockrandt. | Heft 19: Das Gußeisen.
Von Ing. Joh. Mehrrens. |
| Heft 7: Härten und Vergüten.
1. Teil: Stahl und sein Verhalten.
Zweite, verbess. Auflage. (7.—14. Tausd.)
Von Dipl.-Ing. Eugen Simon. | Heft 20: Festigkeit und Formänderung.
Von Studienrat Dipl.-Ing. H. Winkel. |
| Heft 8: Härten und Vergüten.
2. Teil: Praxis der Warmbehandlung.
Zweite, verbesserte Auflage.
(7.—14. Tausend.)
Von Dipl.-Ing. Eugen Simon. | Heft 21: Einrichten von Automaten.
1. Teil: Die Systeme Spencer und Brown & Sharpe.
Von Ing. Karl Sachse. |
| Heft 9: Rezepte für die Werkstatt.
(7.—10. Tausend.)
Zweite, verbess. Auflage. (5.—10. Tausd.)
Von Ing.-Chemiker Hugo Krause. | Heft 22: Die Fräser.
Von Ing. Paul Zieting. |
| Heft 10: Kupolofenbetrieb.
Von Gießereidir. C. Irresberger. | Heft 23: Einrichten von Automaten.
2. Teil: Die Automaten System Gridley (Einspindel) u. Cleveland u. die Offenbacher Automaten.
Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil. |
| Heft 11: Freiformschmiede.
1. Teil: Technologie des Schmiedens. — Rohstoffe der Schmiede.
Von Direktor P. H. Schweißguth. | Heft 24: Der Stahl- und Temperguß.
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny. |
| Heft 12: Freiformschmiede.
2. Teil: Einrichtungen und Werkzeuge der Schmiede.
Von Direktor P. H. Schweißguth. | Heft 25: Die Ziehtchnik in der Blechbearbeitung.
Von Dr. Ing. Walter Sellin. |
| Heft 13: Die neueren Schweißverfahren.
Zweite, verbesserte u. vermehrte Auflage.
Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke. | Heft 26: Räumen.
Von Ing. Leonhard Knoll. |
| | Heft 27—30: Siehe dritte Umschlagsseite. |
| | Heft 31: Gesenkschmiede.
1. Teil: Arbeitsweise und Konstruktion der Gesenke.
Von P. H. Schweißguth. |

Aufstellung der in Vorbereitung befindlichen Hefte s. 3. Umschlagsseite.

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

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER
HERAUSGEGEBEN VON EUGEN SIMON, BERLIN

HEFT 31

Gesenkschmiede

Von

P. H. Schweißguth †

Unter Mitarbeit des Herausgebers

Erster Teil

**Arbeitsweise und Konstruktion
der Gesenke**

Mit 231 Figuren im Text



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1926

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	3
I. Das Wesen des Gesenkschmiedens	4
II. Das Fließen des Rohstoffes im Gesenk	6
Fließen bei seitlich nicht begrenzter Lage	6
Fließen im geschlossenen Gesenk	6
Fließen im geteilten Gesenk	8
III. Die Ausbildung der Gesenke	9
Die Teilung der Gesenke	9
Die Form der Gesenke	12
IV. Vor- und Fertigschmieden	14
Sinn des Vorschmiedens	14
Das Vorschmieden im Gesenk	17
Das Schmieden von der Stange	19
Schmieden von Präzisionsteilen	20
Berechnung der Querschnitte	20
Weitere Beispiele	22
Rationelles Vorschmieden	25
V. Das Biegen beim Gesenkschmieden	27
Das Biegen vor dem Schlagen ins Gesenk	27
Biegen von hochwertigem Stahl	29
Biegen in besonderen Gesenken	33
VI. Rippenbildung im Gesenk	35
Beispiele	35
VII. Das Vorlochen im Gesenk	37
VIII. Schmieden ringförmiger Körper	39
IX. Pressen, Ziehen, Schmieden von büchsenförmigen Körpern	40
X. Das Spritzen von Hohlkörpern	44
XI. Das Stauchen im Gesenk	46
XII. Flachpresserei	49
XIII. Das Faltungsverfahren	51
XIV. Das Heizen der Gesenke	52
XV. Das Schmieden im Gesenk auf wagerechten Schmiedemaschinen	53
Wesen des Formungsvorganges	53
Grundsätze für das Auftauchen und den Entwurf der Gesenkformen	55
Stauchen von kopfartigen Erweiterungen der Stange	58
Dornen von Hohlkörpern	59
Lochen in der Stangenrichtung	60
Gabeln von Köpfen (Schlitzen)	61
Das Spritzen im Gesenk	62
Das Biegen im Gesenk	63
Schweißen auf der wagerechten Schmiedemaschine	63

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
 Copyright 1926 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1926
 ISBN 978-3-662-41652-5 ISBN 978-3-662-41787-4 (eBook)
 DOI 10.1007/978-3-662-41787-4

Vorwort.

Die Literatur über Gesenkschmieden entspricht in keiner Weise der Bedeutung, die dieses Arbeitsverfahren heute schon hat und morgen haben wird.

Gute Buchliteratur gibt es, wenigstens in deutscher Sprache, überhaupt nicht¹⁾, und die Aufsätze in Zeitschriften gehen selten über die Beschreibung einiger Gesenke hinaus²⁾.

Daher glaubt der Verfasser, die deutsche Schmiedetechnik, die Heranbildung des Nachwuchses und das Verständnis des Konstrukteurs und Betriebsmannes für das Gesenkschmieden zu fördern, wenn er in dieser Sammlung das Gesamtgebiet der Gesenkschmiede behandelt. Das vorliegende erste der zwei Hefte soll die Arbeitsweise und die Konstruktion der Gesenke bringen, das zweite die Herstellung der Gesenke und die Einrichtungen der Gesenkschmiede.

Dem Herausgeber möchte der Verfasser auch an dieser Stelle für seine wesentliche und unermüdliche Mitarbeit bestens danken.

Einleitung.

Mit der Veredelung des Rohstoffes und der Beherrschung der Formungsverfahren kommen wir dem Grundsatz technischen Schaffens: mit den geringsten Mitteln den wirtschaftlich größten Erfolg zu erreichen, immer näher.

Nicht gar so lange ist es her, daß man zur Erzeugung jeder Pferdestärke 350 kg und mehr Metall in den Dampfmotor stecken mußte, während heute Motoren für Flugzeuge kaum 1 kg Eigengewicht für die Pferdestärke erfordern. Das verdanken wir nicht zum geringsten Teil der Möglichkeit, Stahllegierungen von hoher Festigkeit auf einfache Weise in künstliche Formen zu zwingen und in beliebiger Anzahl mit hoher Genauigkeit herzustellen, so daß die höchst erreichbare Festigkeit bei geringstem Stoffaufwand gesichert ist. Der alte Hammer schmied hätte aus so zähem Stahl niemals Formen in solcher Vollendung zuwege gebracht wie unsere heutigen Gesenkschmiede, obgleich er in seinem Fach ein Künstler war, der das zähe Eisen mit Hammer und Punze zu manch schönem Engelkopf und edlem Greifen formte, während unsere Gesenkschmiede heute nicht einmal einen gelernten Schmied, geschweige denn einen Künstler braucht.

Der Techniker hat dem Schmied den Hammer aus der Hand genommen und die Kunst von der Arbeit am Stoff getrennt.

¹⁾ Das Buch „Spanlose Formung“ Bd. IV der Schriften der ADB konnte nicht mehr berücksichtigt werden.

²⁾ Ausgenommen besonders die Arbeit von Hoffmeister in der Werkstattstechnik 1921.

Motto: Kraft ohne Kunst
ist hier umsonst! —

I. Das Wesen des Gesenkschmiedens.

Die Gesenkschmiede ist die eigentliche Formschmiede; doch wird in ihr die fertige Form, die dem Rohstoff gegeben werden soll, nicht wie in der Freiformschmiede in freier Gestaltung erzeugt, sondern durch mechanische Mittel: In die in Stahl hineingearbeitete, eingesenkte Form knetet der Gesenkschmied den Rohstoff. Auch der Freiformschmied kannte bereits lange den Vorteil des Gesenkes; denn was ist ein Setzeisen, ein Rund- oder Kantengesenk, eine Bolzenkopfform anderes, die er seit Jahrhunderten benutzte, um dem warmen Stahl die fertigen Formen durch die härteren kalten zu geben! Erst den letzten 60 ÷ 70 Jahren war es überlassen, die Kunst des Gesenkschmiedens der Massenfertigung von Maschinen und Geräten, entsprechend dem ins Ungeheure vermehrten Bedarf der emporstrebenden Industrie, dienstbar zu machen. Denn nur der große Bedarf an gleichen Formen rechtfertigt die Mühe, welche die dem eigentlichen Gesenkschmieden vorausgehenden Vorbereitungen verursachen.

Das Handschmieden dient in der Gesenkschmiede nur zum Vorformen; die Maschine hat hier im übrigen vollkommen die Herrschaft an sich gerissen.

Stellen wir in dem Amboßkern A (Fig. 1) eine Vertiefung her, legen ein Stück weißwarmen Stahl St hinein und schlagen mit dem Hammer H darauf, so fließt das Eisen auseinander, bis es die Höhlung ausgefüllt hat. Der Rest des Eisens, der den Unterschied bildet zwischen dem Rauminhalt der Vertiefung und dem des Eisens selbst, findet nur noch zwischen Hammer- und Amboßbahn eine Öffnung zum Ausweichen. Der niedersausende Hammer drückt auf diesen Überschub an Rohstoff so lange, bis die durch Abkühlung wachsende Festigkeit ihm Halt gebietet. Die Entfernung, in welcher der Hammer vom Amboß stehenblieb, sei e (Fig. 2). Wenn wir jetzt das Werkstück aus der Vertiefung herausnehmen, so bemerken wir, daß zwar die untere Form $abcd$ (Fig. 3) genau der Vertiefung im Amboßkern entspricht, daß aber das Werkstück um e dicker ist und außerdem noch einen Rand $ag-di$ hat.



Fig. 1.

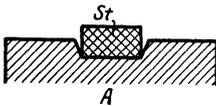


Fig. 2.

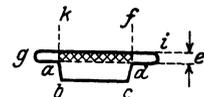


Fig. 3.

Den Raumteil des erhaltenen Schmiedestückes $abcd$, der zur Ausfüllung der Form diente, nennen wir die „Figur“, den darüberliegenden zwischen ak und df den „Überschuß“, den außenliegenden $ag-di$ den „Grat“ und e die „Gratstärke“.

Es fragt sich nun, was müssen wir tun, um ein Werkstück zu erhalten, das genau die Form der Vertiefung hat.

Wir können zwei Wege einschlagen, um das gewünschte Ziel zu erreichen. Der erste Weg ist, dem Rohstoff genau so viel Rauminhalt zu geben, wie die Vertiefung hat; dann füllt der Rohstoff die Vertiefung aus, und der Hammer schlägt schließlich auf den Amboß. Dieser Weg ist nur scheinbar günstig; denn es gehört sehr viel Scharfsinn und Mühe dazu, die beiden Rauminhalte in Einklang zu bringen, und nur bei kostbaren Metallen beschreitet man diesen Weg, indem

man den Rohstoff durch besondere Maschinen teilt und wägt. Außerdem gibt man dem Hammer dann noch solche Form, daß sie genau in die leere Öffnung der Vertiefung hineinpaßt, damit auch keine Spur des Rohstoffes entweichen kann (Das Prägen).

In der Gesenkschmiede, die meist Eisen und Stahl, aber auch Messing, Aluminium, Kupfer, Zink und verschiedene Legierungen dieser Metalle verarbeitet, geht man den zweiten Weg, der zu Anfang schon beschrieben wurde: Man verwendet etwas mehr Rohstoff, als dem fertigen Werkstück entspricht, und läßt so lange den Bär mit der glatten Bahn auf das untere Gesenk schlagen, bis der Überschuß an Rohstoff zwischen Bär und Gesenk herausgeflossen ist. Dieser Überschuß ist der Grat. Die Bildung des Grates gibt die Sicherheit, daß der Werkstoff im Inneren der Form an allen Stellen eine genügende Pressung erfährt, so daß er alle Vorsprünge und scharfen Ecken in der Form ausfüllt. Den Grat schneidet man dann auf einer Presse mit Schnittplatte (Matrize) und Stempel fort (Fig. 4). Damit nun nach dem Abgraten das Werkstück die erforderliche Stärke hat, muß die Tiefe h_1 (Fig. 2) der Form im Gesenk um die vorgesehene Gratstärke e geringer sein als die Stärke h des fertigen Werkstückes. Da die Gratstärke e bei jedem Schlag schwächer wird, so werden die im gleichen Gesenk geschlagenen Stücke nicht genau dieselbe Höhe h bekommen. Will man das erreichen, so muß man den Raum für die Gratstärke als Gratnut in das Untergesenk einarbeiten (Fig. 5). Wenn man bei schwierigen Stücken die Endform nicht in einem

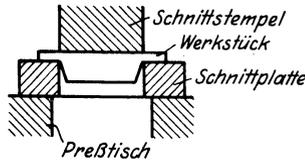


Fig. 4.

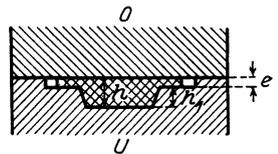


Fig. 5.

Gesenk erreichen kann, so muß man ein zweites Gesenk verwenden. Dann ist das erste das Vorgesenk und das zweite das Fertiggesenk. Meist machte man bisher das Vorgesenk fast wie das Fertiggesenk.

Dieser Weg scheint ziemlich umständlich, ist es aber in Wirklichkeit weniger als der erste, wenn man die Massenfertigung mit sehr unterteilter Arbeit im Auge hat und wenn jeder Arbeitsgang von einer anderen Maschine ausgeführt wird.

In Fig. 6 z. B. sei S eine Schere oder Säge, die den Rohstoff in entsprechende gleiche Teile trennt. Von S geht das Stück in den Ofen O_1 , von da zum Hammer H_1 ins Vorgesenk, dann auf die Abgratpresse P , zurück in den Ofen O_2 , dann unter den Hammer H_2 ins Fertiggesenk und zurück zur Abgratpresse P , wo es als fertiges Stück fortgeht.

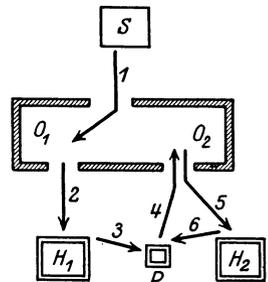


Fig. 6.

1 Schmieder, 2 Hammerleute, 1 Presser, vielleicht noch 2 Arbeitsburschen am Ofen machen auf diese Weise, wenn es sich um einfache Stücke handelt, vielleicht 1000 Stück in der Schicht. Alles sind ungelernete Arbeiter.

Würde man dasselbe Stück mit der Hand schmieden, so brauchte man vielleicht 20 gelernte Schmiede dazu, von denen jeder nur 50 mehr oder weniger ungleiche Werkstücke in der Schicht herstellen würde. Dazu käme noch die Ofenbedienung und der Kohlenverbrauch, da 20 Schmiede 10, sicher aber 5 Öfen brauchen.

Der Vorteil der Gesenkschmiederei ist derartig groß, daß die Massenfertigung diese Arbeitsweise anwendet, solange es nur die Größe und Stückzahl der Werkstücke irgend erlaubt.

II. Das Fließen des Rohstoffes im Gesenk.

Fließen bei seitlich nicht begrenzter Lage.

Beim Strecken eines Stabes von der Länge L (Fig. 7, I) und der Breite B nimmt seine Breite beim ersten Hammerschlag um den doppelten Drang D zu, seine Länge L um den doppelten Schub S (Fig. 7, II); beim zweiten Hammerschlag in der Längsrichtung daneben entsteht wieder dieselbe Breite $B + 2D$, während die Länge $L + 4S$ wird (Fig. 7, III). Die Länge des Stabes wächst also bei jedem Hammerschlage um weitere $2S$, während die Breite nirgends größer als $B + 2D$ wird, solange die Hammerschläge in der Schmiederichtung einer an den anderen gelegt werden (s. Freiformschmiede, 1. Teil). Schlagen wir auf dasselbe Stück Rohstoff (Fig. 8, I) mit einer Hammerbahn, die ihn vollkommen bedeckt, so ist nach dem ersten Schläge die Breite B um $2D$ gewachsen, die Länge um $2S$ (II), während nach dem zweiten Schläge die Breite wiederum um $2D$, also im ganzen

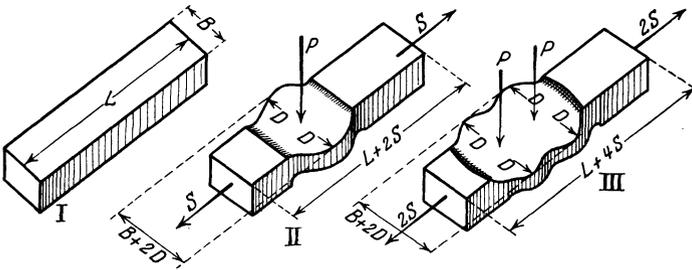


Fig. 7. Fließen bei seitlich nicht begrenzter Lage.

bereits um $4D$ wächst, wie die Länge um $4S$ (III). Länge und Breite wachsen also in demselben Verhältnis, während die Höhe des Werkstückes abnimmt. Diesen Vorgang nennt man Stauchen.

Der Preßdruck P erzeugt in der Ebene senkrecht zu seiner Richtung Teilkräfte, die nach allen Richtungen gleichmäßig wirken (Fig. 9); sie sollen im fol-

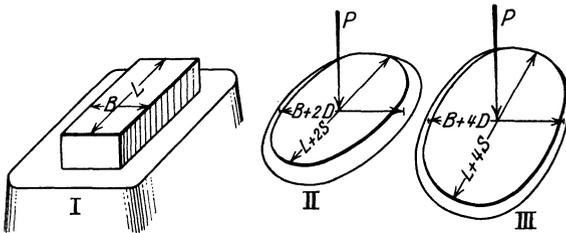


Fig. 8. Fließen beim Stauchen.

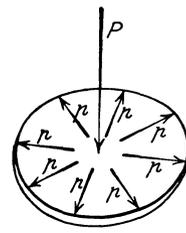


Fig. 9.

genden einfach Drang heißen. Bei seitlich nicht begrenzter Lage wirkt der Drang ausschließlich als Fließdruck, der die Rohstoffform nach jeder Seite hin verbreitert, während eine merkbare, nach außen gerichtete Druckwirkung nicht auftreten kann. Das Fließen tritt um so stärker ein, je geringer der Widerstand ist, den der Rohstoff dem Drang entgegensetzt, d. h. vor allem, je geringer seine Festigkeit (Quetschfestigkeit) und je höher seine Temperatur ist.

Fließen im geschlossenen Gesenk.

Übt man dagegen auf einen hocherhitzten Eisenstab, der ein geschlossenes Gesenk fast ausfüllt, einen Druck P aus, so wird der Stab zunächst von L auf L_1 (Fig. 10) zusammengedrückt, bis er die Wände des Gesenkes berührt. Wirkt dann P weiter,

so kann der Drang, da das Fließen gehindert ist, auf die Gesenkwände einen so hohen Druck p ausüben, daß das Gesenk zersprengt wird. Denn im Augenblick des Fließens pflanzt sich der Druck im Innern des Stoffes fast so fort, wie in einer Flüssigkeit. Beschränkt wird das Fließen dadurch, daß die äußere Schicht des Rohstoffes, die mit dem gut wärmeleitenden Gesenk in Berührung steht, schnell abkühlt, dadurch größere Festigkeit erlangt und dem Fließen Widerstand leistet.

Beim Formen im Gesenk ist es nun von großem Vorteil, diesen Druck p des Dranges nach Möglichkeit groß zu machen und zur Formbildung auszunutzen. Im einseitigen Gesenk (Fig. 10) ist dies leicht möglich. Alle Stoffteilchen haben das Bestreben, wie in Fig. 9 vom Zentrum des Stabes nach außen zu entweichen, so daß, wenn man dem Gesenk eine Form gäbe wie Fig. 11, auch diese leicht ausgefüllt werden könnte. Die Stoffteilchen könnten auch nirgendhin ausweichen als in die Erweiterung a , weil sie sonst überall durch die Wandung behindert würden. Sie weichen also unter dem Preßdruck P so lange aus, bis sie auf Widerstand stoßen.

Gibt man dem Gesenk bei b (Fig. 12) eine Öffnung, so fließt der Stoff hier als Strahl aus, solange im Inneren ein genügend großer Kern K von hoher Temperatur und damit von genügender Weichheit vorhanden ist. Diesen Vorgang nennt man wohl Spritzen. (Näheres über diesen Vorgang s. des Verfassers „Schmieden und Pressen“ im gleichen Verlag.) Beim Spritzen quillt der Werkstoff durch jede im Gesenk angebrachte Öffnung heraus, nicht nur in der Richtung des Preßdruckes (Fig. 12), sondern ebenfalls in der des Dranges (Fig. 13). Es hängt dies eben nur ab vom Druck P und der Temperatur des Stoffes. Stoffe jedoch, die nicht schmiedbar sind, sind auch nicht spritzbar.

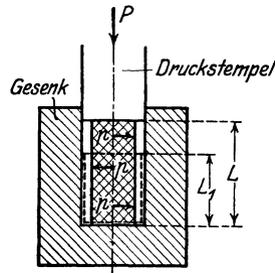


Fig. 10.

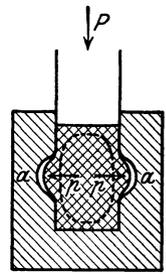


Fig. 11.

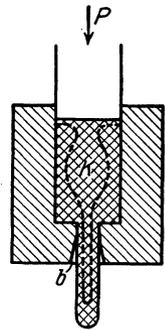


Fig. 12.

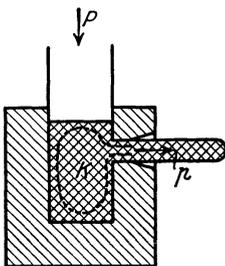


Fig. 13.

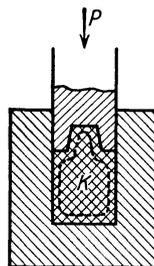


Fig. 14.

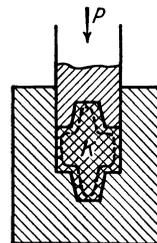


Fig. 15.

Fig. 12÷15. Spritzen im geschlossenen Gesenk.

Es ist auch nicht nötig, die Anordnung so zu treffen, wie in Fig. 12 und 13. Man kann z. B. in den Druckstempel P hineinspritzen (Fig. 14) und erhält dann einen Körper mit einem Zapfen, oder man ordnet in Stempel und Boden je eine Vertiefung an (Fig. 15), um zu gleicher Zeit zwei Zapfen zu erhalten.

Fließen im geteilten Gesenk.

Anders liegen die Verhältnisse beim geteilten Gesenk, Obergesenk O , Untergesenk U (Fig. 16).

Gratbildung. Der Rohstoff kann während der Beanspruchung durch den Druck P , wie beim Freiformschmieden, vorerst nach allen Seiten frei fließen. Ein gespannter Zustand wird sich erst bilden können, wenn das Gesenk durch den Grat g geschlossen ist (Fig. 17). Diese Spannung kann aber nur dann vergrößert werden, wenn der Grat g noch weich ist und dem Druck P nachgibt.

Ist die das Gesenk schließende Gratbildung früh eingetreten (Fig. 18), so kann man erwarten, daß vom weichen Kern K die abgekühlte und daher zähere

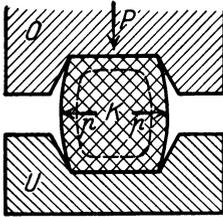


Fig. 16.

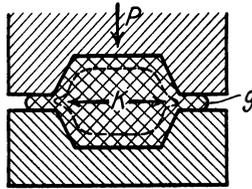


Fig. 17.

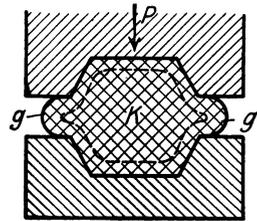


Fig. 18.

Fig. 16-18. Gratbildung im geteilten Gesenk.

Schale des Rohstoffes in alle Vertiefungen des Gesenkes hineingedrückt wird und die Formen des Gesenkes gut ausfüllt. Hierzu sind aber mehrere Bedingungen nötig, die alle zu gleicher Zeit erfüllt sein müssen.

Bedingungen für gutes Fließen.

1. Damit der Grat g das Gesenk so schnell wie möglich abschließt, muß der Rohstoff eine Form haben, die bereits vor der Einwirkung des Druckes P das Gesenk so weit wie möglich ausfüllt.

2. Der Fließdruck im Kern K muß in kürzester Zeit eine genügende Größe annehmen, so daß der Stoff nicht Zeit hat, aus dem Gesenk zu entweichen.

3. Die Temperatur des Stoffes muß hoch genug sein, damit der früh fließende Zustand des Kernes so lange wie möglich anhält, und die Kernschale so ist, daß sie leicht durch den Drang in die weiterliegenden Vertiefungen des Gesenkes hineingebogen und geschoben wird.

Die Bedingung 1 ist dadurch zu erreichen, daß man dem Rohstoff durch freies oder Gesenk-Vorschmieden eine Form gibt, die der Endgesenkform so nahe wie möglich kommt: Vorschmieden.

Die Bedingung 2 erreicht man meist durch plötzliche Ausübung des Druckes, d. h. unter dem Hammer und nicht unter der langsam wirkenden Presse: Verwendung von Fallhammer, Dampfhammer.

Die Bedingung 3 wird erzielt durch hohe Temperatur entsprechend der Zusammensetzung des Rohstoffes, d. h.: Verwendung moderner Ofenanlagen.

Stärke des Grates. Beim Schmieden wird der überschüssige Werkstoff als Grat zwischen Ober- und Untergesenk herausgepreßt. Je dünner der Grat ausgeschlagen wird, desto besser wird im allgemeinen die Form ausgefüllt. Die Stärke des Grates ist also abhängig von der Form und von der Größe des Schmiedestückes, sie schwankt zwischen 1 und 8 mm. Man wird den Grat aber nicht unnötig schwach wählen, weil mit abnehmender Gratstärke die Beanspruchung des Gesenkes wächst. Der dünne heraustretende Grat wird sofort kalt und muß

durch weitere harte Schläge dünner geschmiedet werden, oft die Ursache für das Zerspringen der Gesenke.

Unterschied des Fließens im Ober- und Untergesenk. Es ist eine bekannte Tatsache, daß beim Schmieden unter Hämmern die Formen des Werkstückes im Obergesenk, beim Schmieden unter Pressen im Untergesenk schärfer ausgedrückt werden. Der Grund hierfür ist noch nicht ganz aufgeklärt. Für Hämmer wird z. B. behauptet, da man das Werkstück in das Untergesenk legt, werde die Abkühlung der dem Untergesenk zugekehrten Oberfläche infolge von Wärmeableitung durch das Gesenk so stark, daß der unten liegende Werkstückteil fester werde und dem Fließen beim Schläge größeren Widerstand entgegensetze. Das ist annehmbar, doch findet dieselbe Abkühlung bei der Presse statt, und trotzdem wird der Teil hier im Untergesenk schärfer ausgedrückt. Daß der Höchstpreßdruck das eine Mal plötzlich (beim Hammer), das andere Mal allmählich (bei der Presse) erfolgt, kann bei der einmal durch Abkühlung erfolgten erhöhten Quetschfestigkeit des Stoffes der Oberfläche keine große Rolle spielen.

Nach meiner Meinung ist vor allem die Masse des Werkstückes und deren Festigkeit in Betracht zu ziehen. Beim Hammer wirkt die volle Energie des Bären zunächst von oben auf das Werkstück und erteilt dessen Stoffteilchen eine Beschleunigung, die um so größer ist, je näher diese Teilchen der unmittelbar vom Bär (Obergesenk) getroffenen Werkstückoberfläche liegen. Dadurch wird ein Teil der Bärenenergie verbraucht, und nur der übrigbleibende Teil geht durch das Werkstück hindurch zum Amboß (Untergesenk) und formt das Werkstück — zeitlich ein klein wenig später — von unten. Der Unterschied in der Größe der formenden Energie, des Arbeitsdrucks, von oben und von unten, wächst mit der Masse des Werkstückes. Dazu kommt unter Umständen noch eins: Vor dem ersten Schläge liegt das Werkstück oft nicht völlig dicht auf dem Amboß auf, und dieser kleine Zwischenraum wird vom Werkstück mit einer erheblichen Geschwindigkeit durch-eilt. Die hierzu nötige Energiemenge geht gleichfalls von der verfügbaren Gesamtenergie ab, d. h. sie verkleinert die an den Amboß gehende und von unten formende Energie noch weiter.

Beim Pressen befindet sich das Werkstück in einem Fließzustande, in dem das Gewicht des Werkstückes den Preßdruck unterstützt. Der Druck ist daher auf der Unterseite größer als auf der oberen, und entsprechend werden die unten liegenden Teile besser ausgeschmiedet.

Die Tatsache, daß die Unterschiede in der Ausarbeitung der beiden Flächen nur bei massigen Werkstücken auffallen, bei kleinen dagegen nicht, unterstützt die oben vorgetragene Meinung, daß es sich hier um eine Wirkung der Masse des Werkstückes handelt.

Auf jeden Fall soll man aber dies Tatsache selbst benutzen, um scharf ausgeprägte Arbeitsstücke zu erzielen, indem man vorspringende Teile, Firmenstempel usw. bei Hämmern ins Obergesenk, bei Pressen ins Untergesenk verlegt.

III. Die Ausbildung der Gesenke.

Die Teilung der Gesenke.

Die wichtigste Aufgabe bei der Formgebung der Gesenke ist, die richtige Teilung in Ober- und Untergesenk, d. h. die richtige Gratlinie zu finden. Wenn man ein Schmiedestück, das man im Gesenk herstellen will, betrachtet, so muß man zuerst die Lage des Schmiedestückes im Gesenk bestimmen und dann es sich in zwei Teile durch eine Fläche getrennt denken, von denen der eine die

Figur im Obergesenk, der andere die im Untergesenk bilden soll. Einfach gestaltet sich diese Überlegung bei symmetrischen Körpern mit regelmäßigem Querschnitt wie der Zapfen Fig. 19, der nach der Ebene $a-b$ geschnitten wird. Bei symmetrischen Teilen mit nur einer Symmetrieebene, wie Fig. 20 u. 21, wird die Teilungsebene anders gelegt. Wollte man hier die Symmetrieebene als Teilung benutzen, so würde man auf die größten Schwierigkeiten stoßen. Die Gesenke müßten sehr tief graviert werden, und wir müßten das Schmiedestück fast fertig vorschmieden, um es überhaupt nur in die Gesenkform

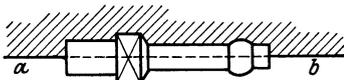


Fig. 19.

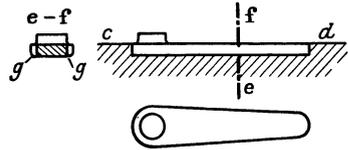


Fig. 20.

einbringen zu können. Man sucht aus diesem Grunde die Figur im Gesenk stets so flach wie möglich zu halten. Bei einem Körper wie der Griff Fig. 22 ist es

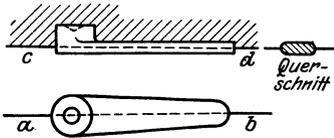


Fig. 21.

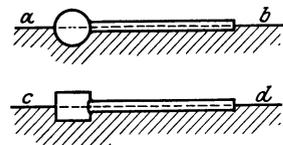


Fig. 22.

Fig. 19-22. Teilung der Gesenke nach einer Ebene.

gleichgültig, ob er nach $a-b$ oder $c-d$ geschnitten wird, nur daß die Trennung nach $c-d$ die Herstellung des Gesenkes vereinfacht. Dagegen Fig. 20: Entweder

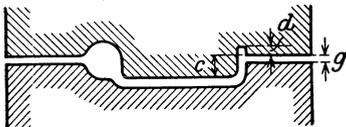
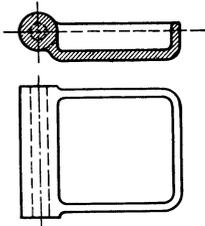


Fig. 23.

legt man den ganzen Körper in die untere Gesenkhälfte, indem man nach $a-b$ teilt, oder man teilt nach $c-d$ und verlegt das Auge ins Obergesenk. Für diesen Fall müßte jedoch der Querschnitt des Hebels geformt sein wie Schnitt $e-f$ mit abgerundeten Ecken bei g . Anders bei Fig. 21. Hier hat der Hebel im Querschnitt ein ganz abgerundetes Profil eines halben Kreisbogens, so daß Teilungen wie bei Fig. 20 unmöglich sind, bei flacher Lage also nur die Teilung nach $c-d$ bleibt. Beim Hebel Fig. 22 ist die Teilung $a-b$ der nach $c-d$ vorzuziehen, obgleich die Gesenkarbeit mehr kostet, weil sie bessere Gewähr gibt, daß das Auge scharf ausgeprägt wird, und weil der Zunder leichter zu entfernen ist. Die Ölschale (Fig. 23) ist ebenfalls

noch eben geteilt, doch ragt das Obergesenk mit dem Ansatz für die Schalentiefe um c in das Untergesenk hinein. Der obere abgerundete Rand d der Schale liegt im Obergesenk, außerdem muß der Grat g stärker als gewöhnlich gewählt werden, damit die Abrundung scharf ausgeprägt und glatt herauskommt und keine Nacharbeit verlangt. Der Haken Fig. 24 hat im Hakenteil einen symmetrischen Querschnitt, der nach der Symmetrieebene geteilt werden muß, im Schaft einen regelmäßigen Querschnitt, der mit ebenem Obergesenk hergestellt werden könnte.

Versenkt man also den Schaft ganz im Untergesenk, Trennlinie $a-f$, und legt die Trennlinie für den symmetrischen Teil nach $c-d$, so müssen diese beiden Ebenen $a-f$ und $c-d$ durch Querebenen $b-c$ und $d-e$ verbunden werden, damit der Oberteil des Hakens ins Obergesenk fällt. Fig. 25 gibt Schnitte des symmetrischen Teiles mit dem vorspringenden Obergesenk. Ähnlich wird die Teilung bei dem Zapfen mit Flansch (Fig. 27). Wäre der Zapfen A nach Fig. 26

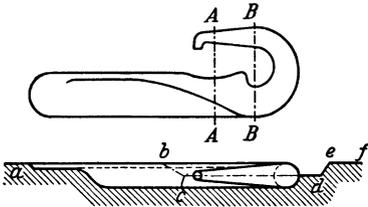


Fig. 24.

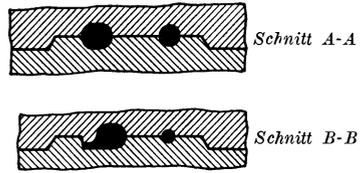


Fig. 25.

ausgebildet, so hätte man ihn eben nach $a-b-c$ teilen können. Nun ist in seiner Konstruktion aus irgendwelchen Gründen eine Kröpfung; folglich verschiebt sich auch die Teilungsebene des symmetrischen Teiles, während der Flansch

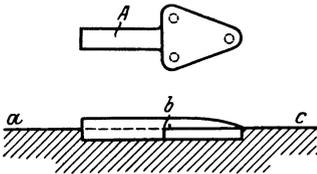


Fig. 26.

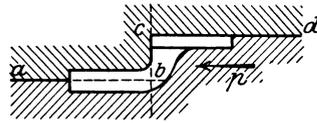


Fig. 27.

im Gesenk in seiner Lage verbleibt. Man erhält also wieder ein in zwei parallele Ebenen geteiltes Gesenk. Würde man nun das Gesenk einfach nach den Ebenen $a-b$, $c-d$ (Fig. 27) teilen, so würde der Fließdruck p im Unter-

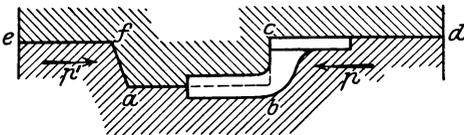


Fig. 28.

Fig. 24-28. Teilung der Gesenke nach parallelen Ebenen.

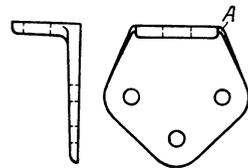


Fig. 29.

gesenk das Obergesenk zu verschieben suchen. Um dem vorzubeugen und einen gut ausgeprägten Ansatz zu erhalten, gibt man als Widerstand p' gegen die Kraft p den Ansatz $e-f-a$ (Fig. 28).

Bis hierher haben wir nur die Teilung der Gesenke nach parallelen Ebenen kennengelernt. Körper jedoch in Winkelform müssen entweder nach den Winkel-
linien getrennt werden, dann wird bereits die Vorform im Winkel gebogen, oder sie werden aufgebogen gedacht in ebener Teilung geschlagen und dann im Gesenk auf die richtige Form gebogen. (Biegegesenke s. weiter unten.) Ein Beispiel hierfür ist die winkelförmige Befestigungsplatte Fig. 29. Die Teilung der Gesenke geht nach der Linie $a-b-c-d-e$ (Fig. 30, I). Es entsteht hier also ein glattes Obergesenk ohne Figur. Betrachtet man aber die Ecken A (Fig. 29), so wird man

bald dahinter kommen, daß hier die Abgratung nicht sauber wird. Auch das Einlegen ins Abgratgesenk wird nicht einfach. Man verlegt deshalb besser die Trennebene nach Fig. 30, II. Diese Anordnung der Trennungsebenen ist erst nach schlechten Erfahrungen entstanden, durchaus nicht sofort durch Überlegung; wie überhaupt die Trennung der Gesenke den Umgang mit den mannigfaltigsten Formen voraussetzt und wie trotzdem oft sich erst nach verschiedenen verfehlten Gesenken das Richtige treffen läßt. Von der Gesenkteilung wird verlangt: 1. möglichst einfache Vorform, 2. einfaches Ausschlagen, 3. leichtes Herausnehmen des Werkstückes aus dem Gesenk, und 4. große Abgratfähigkeit.

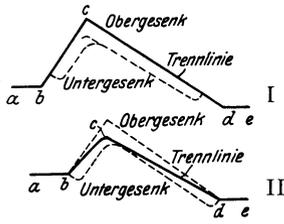


Fig. 30. Teilung nach Winkel- flächen.



Fig. 31.

Um die winkelförmig geschnittenen Gesenke, ihrer schwereren Bearbeitungs- fähigkeit und des geschwächten Fließdruckes halber zu umgehen, kann man in vielen Fällen die Vorform des Werkstückes so verändern, daß sie größtenteils in einer Ebene liegt, wie z. B. beim Schuh (Fig. 31). Man gibt dem Schuh die Vorform (Fig. 32) und teilt das Gesenk eben (Fig. 33).



Fig. 32.

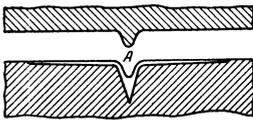


Fig. 33.

Es gibt aber auch Fälle, in denen das Gesenk besser nicht eben geteilt wird, trotzdem das Werkstück eine Symmetrieebene hat.

Wenn z. B. das Werkstück aus abgeschnittenen Stab- enden, wie Fig. 34, I, gepreßt werden soll und besonders vorspringende Teile hat (IV), so sind die Begrenzung- leisten $a-b$ notwendig; denn der Rundstab vom Durch- messer d und der Länge l fließt weniger in der Längsachse als in die Breite, weil hier die Verschiebungswege bedeutend kürzer sind, die Widerstände also

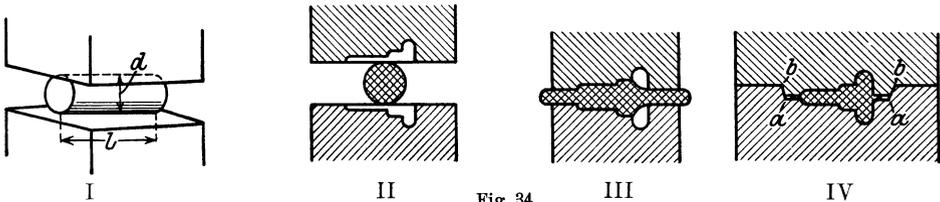


Fig. 34.

geringer. Es würde also das Gesenk II nicht gefüllt werden, sondern sich ein sehr großer Grat bilden wie bei III. Bei der Anordnung IV hindern aber die Leisten $a-b$ den Stoff am Ausfließen. Dadurch wird starker Fließdruck erzeugt, und die tiefen Stellen des Gesenkes werden ausgefüllt.

Die Form der Gesenke

Äußere Form und Befestigung. Kleine Gesenke, die in einen Gesenkhalter ge- preßt oder kegelig eingelassen oder mit Brille befestigt werden, sind im Querschnitt senkrecht zur Schlagrichtung gewöhnlich kreisrund (Fig. 35, I÷IV).

Größere Gesenke bis zu 50 kg und darüber (Fig. 36) werden im Querschnitt rechteckig hergestellt, mit Ausnahme der schweren Buchsen zum Dornen großer Geschosse und Zylinder, die meist auch kreisrund sind.

Während die kleineren Gesenke gemäß Fig. 37 unmittelbar an der äußeren zylindrischen Fläche oder mit einem angesetzten Zapfen befestigt werden, er-

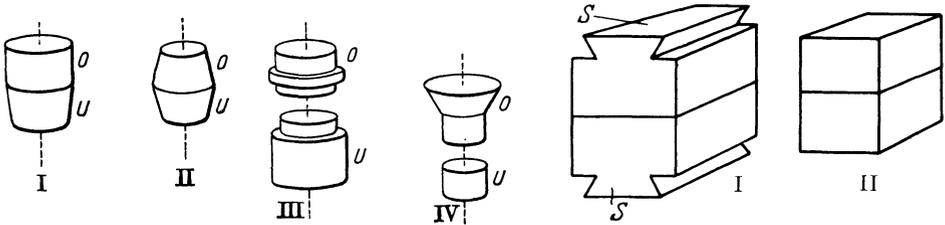


Fig. 35. Fig. 35 und 36. Äußere Form der Gesenke. Fig. 36.

halten die größeren Gesenke zur Befestigung sowohl im Bär wie in der Schabotte eine sogenannte Schwalbe *S* (Fig. 36, I), die in entsprechenden Nuten in Bär und

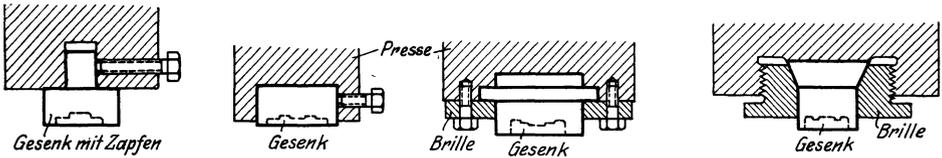


Fig. 37. Befestigung der Gesenke.

Schabottenstock paßt. Manchmal wird die Schwalbe auch wohl fortgelassen, so daß die ganze gerade Gesenkfläche zur Befestigung dient und anliegt (Fig. 36, II).

Führung. Zur genauen Führung des Obergesenkes gegen das Untergesenk durch besondere Mittel dienen entweder Stifte, die in den Ecken des Untergesenkes festsitzen (Fig. 38) oder Führungsleisten (Fig. 39). Statt vier Stiften wie in Fig. 38 genügen auch zwei in gegenüberliegenden Ecken (s. auch Fig. 50, S. 18).

Die Abschrägung der Leisten macht man stets im Winkel von 60° (Fig. 39). Die Tiefe *t* der Eindrehung bei runden Teilen oder der

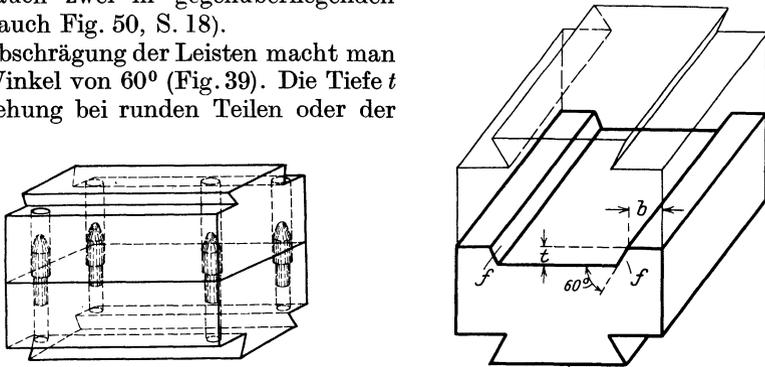


Fig. 38. Fig. 38 und 39. Führung der Gesenke. Fig. 39

Einbohlung bei flachen langgestreckten Teilen ist $20 \div 30$ mm und die Breite *b* der Leisten je nach der Größe des Gesenkes $60 \div 80$ mm, damit sie nicht abgesprengt werden; bei runden Preßgesenken $35 \div 50$ mm.

Die beste Führung ist aber ohne alle besondere Mittel nur durch den genau im Hammerständer geführten Bär. (Näheres über diese Ausführungen der Gesenke im 2. Teil der Gesenkschmiede.)

Gratleisten. Die Beanspruchung der Gesenke durch das Schmieden des kalten Grates kann man dadurch herabsetzen, daß man die Form freiräst oder freidreht,

d. h. man läßt zur Begrenzung der Gratstärke a (Fig. 40) nur einen Streifen b von $10 \div 25$ mm Breite von der Gesenkbahn um die Form herumstehen, während der übrige Teil der Gesenkbahn auf eine Tiefe $t = 3 \div 10$ weggefräst oder weggedreht wird. Es genügt auch, wenn die Form nur an einer Gesenkhälfte, am besten der unteren, frei gearbeitet wird, wodurch man etwas an Herstellungskosten für das Gesenk sparen kann.

Diese Ausführung erfüllt ihren Zweck aber nur so lange, wie der Grat erheblich breiter wird als die Stegbreite b , was bei Fertigesenken häufig nicht der Fall sein dürfte. Eine andere Konstruktion zeigt Fig. 41. Man schrägt den um die Einarbeitung stehenbleibenden Gesenkrand nach außen hin ein wenig ab.

Dabei entsteht allerdings die Gefahr, daß die Gesenkkanten allmählich nach innen zu umgebördelt werden und so das Werkstück im Gesenk festklemmen (wie in Fig. 41 gestrichelt). Dieser Gefahr kann man nur dadurch entgehen,

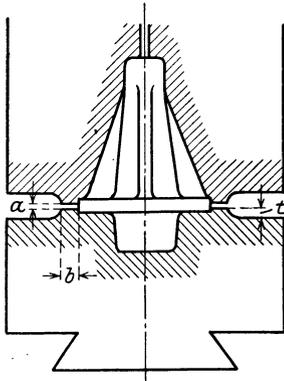


Fig. 40.

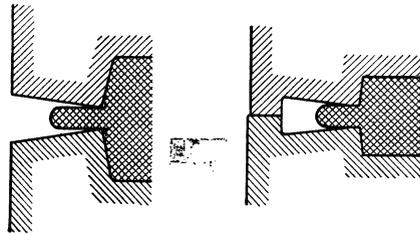


Fig. 41.

Fig. 42.

Fig. 40-42. Ausbildung der Gratleisten.

daß man einmal die Abschrägung der Gesenkkanten nur sehr mäßig macht bzw. erst nach einem geraden Stück beginnen läßt und daß man zweitens die senkrechten Flächen der Figur genügend stark nach innen zu neigt.

Für Präzisions-Schmiedestücke, die genaue Stärke haben müssen, ist es das beste, wie schon S. 5 erwähnt, die Gratrinne mit in die Gesenkform einzuarbeiten. Dabei läßt man die Gratlinie zweckmäßig erst ein kleines Stück wagrecht gehen und dann etwas abfallen (Fig. 42, s. auch Fig. 45).

Luftlöcher für den Druckausgleich. Bei tiefen Formen, wie in Fig. 40, muß man der Luft einen Weg zum Entweichen verschaffen, da die eingeschlossene Luft im Obergesenk ein Ausfüllen der Form verhindern kann. Es muß daher im Obergesenk ein Loch von $3 \div 5$ mm Durchmesser entweder wagrecht oder besser senkrecht nach oben gebohrt werden.

IV. Vor- und Fertigschmieden.

Sinn des Vorschmiedens.

In den meisten Fällen ist die Form des Rohstoffes die Stangenform, d. h. mit durchgehend gleichem Querschnitt, während sich der Querschnitt des Werkstückes fast an jeder Stelle ändert. Es ist nun sehr vorteilhaft und zuerst von amerikanischen Schmieden, von denen wir ja eigentlich das Schmieden im Gesenk erlernt haben, als richtig erkannt, dem Rohstoff eine dem Werkstück möglichst angenäherte, wenn auch rohe Form zu geben, d. h. ihn vorzuschmieden. Dieses Vorschmieden kann mit Hand oder im Gesenk ausgeführt werden. Das Vorschmieden

im Gesenk tritt immer dann ein, wenn es sich um einfache Formen handelt. Wird mit Hand vorgeschmiedet, so müssen alle Praktiken des Freiformschmiedens¹⁾ angewendet werden.

Vorteile des Vorschmiedens. Es sind folgende: Da der Querschnitt des Rohstoffes größer gewählt werden muß als der größte Querschnitt des Werkstückes, so tritt beim Schmieden im Gesenk in allen Querschnitten des Werkstückes, die kleiner sind, der Rohstoff aus dem Gesenk heraus (um so mehr je kleiner der Ausschnitt ist) und muß als Grat dünn geschlagen werden. Das erfordert eine bedeutend größere Anzahl von Schlägen, als wenn die Querschnitte der vorgeschmiedeten Form den entsprechenden Querschnitten der Fertigform angepaßt sind. Der Grataustritt ist in diesem Falle in allen Querschnitten angenähert gleich und gering. Ohne Vorschmieden wird dagegen viel Rohstoff in den Grat gehämmert und ist verloren; dazu ist der erforderliche Kraftaufwand bedeutend größer, die Leistung des Hammers an Stückzahl geringer, die Beanspruchung der teuren Gesenke sehr viel größer. Je länger nämlich das Werkstück im Gesenk verbleiben muß, desto mehr erhitzt sich dieses; namentlich werden die Kanten rotwarm und stauchen sich ein: Das Gesenk verliert die Form. Außerdem aber braucht ein massiger Rohstoff mehr Kohle zum Erwärmen, als ein vorgeschmiedetes leichteres Stück. Daher wird die Lohnausgabe für das Vorschmieden nicht nur reichlich gedeckt durch die Ersparnisse an Rohstoff, Kohle, Arbeitslohn, Gesenken und durch die erhöhte Leistung, sondern die Erzeugung wird billiger und die Ware schöner.

Vorformen. Sehr wichtig für die Formgebung im Gesenk sind die Querschnittprofile der Vorformen des Werkstückes. Läßt man ein Werkstück durch ein oder zwei Vorgesenke laufen, so muß der Querschnitt der Vorform für das nächstliegende Gesenk eine gewisse Stauchhöhe bieten, d. h. er muß etwas höher und schmaler sein als der der folgenden, bzw. der Fertigform; andernfalls gäbe nur die vorangegangene Grathöhe die Stauchhöhe zum Ausfüllen der folgenden Form. Diese Grathöhe genügt dazu aber in den meisten Fällen nicht. Man gibt also der Vorform für einen runden Querschnitt ovale Form, für einen quadratischen Querschnitt eine hochkantige Form usw., ganz unabhängig davon, aus welchem Urprofil des Rohstoffes geschmiedet wird. Bei einfachen Profilformen und kleinen Querschnitten genügt es, bei der Vorform die Breite (in der wagerechten Achse) etwa 1 mm schmaler und die Höhe (in der senkrechten Achse) etwa 2 mm + Gratstärke größer zu wählen, als für die Fertigform verlangt ist. Daher ist in Fig. 43, in der bei den verschiedenen Querschnitten I÷VI die stark ausgezogenen Formen rechts und die dünn ausgezogenen links die Fertigformen, die stark ausgezogenen links die Vorformen darstellen, $x \approx 1$ mm, $y \approx 2$ mm, und $g' < g$ zu wählen. Bei größeren Querschnitten kann $x = 1,5 \div 2$, $y = 4 \div 5$ mm angenommen werden. Dem Flächeninhalt nach soll der Querschnitt der Vorform ein wenig, etwa 8 %, größer sein als der der Fertigform, womit dann Grat, Zunder und Abbrand berücksichtigt sind.

Die Fertigform soll in einem Schlage hergestellt werden, um das Fertiggesenk zu schonen. Es erhält auch die erwähnten Gratnuten, damit die Gratdicke g' entstehen kann, ohne daß das Werkstück in der senkrechten Profilachse um diesen Betrag stärker wird, wie dies bei den Vorformen geschieht. Das Fließen des Werkstoffes wird jedenfalls durch dieses Verfahren befördert und die Form des Gesenkes sicher ausgefüllt.

Viele Schmiedemeister verfolgen ein anderes System. Sie wählen den Querschnitt des Rohstoffes nach dem dicksten Querschnitt des Schmiedestückes mit

¹⁾ S. Werkstattbücher 11 u. 12.

der nötigen Zugabe, teilen den Rohstoff gleich in Stücke nach der Länge des Werkstückes, erwärmen die Teile und schlagen sie mehrere Male ins Vorgesenk, graten mehrere Male ab, bis die Form heraus ist; dann schlagen sie sie im Fertigesenk fertig. Die Verschwendung an Rohstoff erreicht bei diesem Verfahren oft 50 %, die Gesenke werden aufs äußerste angestrengt, und die Werkstücke weisen dabei oft ganz beträchtliche Verschiedenheiten auf.

Das Kunststück, in einer Hitze alles fertiggeschmiedet zu haben, soll gewöhnlich alles retten und die Ware billig machen. Die richtige Regel aber heißt: In der Gesenkschmiede soweit wie möglich vorschmieden

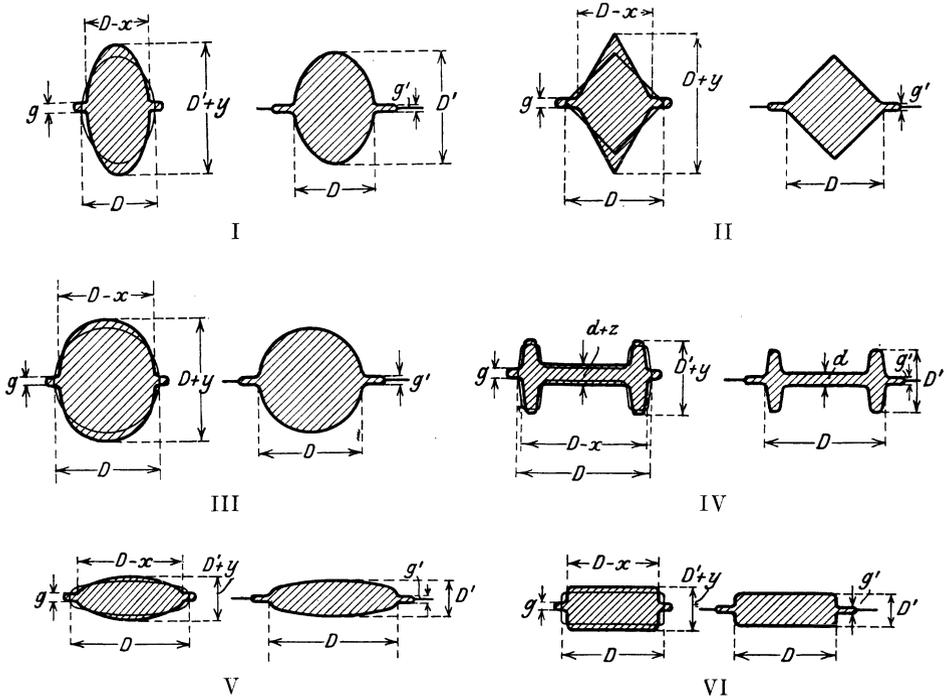


Fig. 43. Vor- und Fertigformen der wichtigsten Querschnitte.

und dem Gesenk nur die letzte Form überlassen. Anders ist es bei Teilen, die man nicht vorschmieden kann, die man direkt ins Gesenk hineinschlagen muß auf Kosten des Vorgesenkens, z. B. Wagenräder. Hierbei handelt es sich aber überhaupt nur um ein Vorschmieden, bei dem man auch schon dem gegossenen Stahlblock die angenäherten Formen geben kann. Das fertiggeschmiedete und abgegratete Rad erklärt dann noch in einem Walzprozeß die letzte Form.

Es ist allgemein in Deutschland die Ansicht verbreitet, daß die Ware billiger werde, wenn man sie in einer Hitze fertigschmiede. Das ist nur in sehr beschränktem Maße wahr. Bei modernen Ofenanlagen, richtiger Organisation und Unterteilung der Arbeit wird in zwei Hitzten durchaus nicht mehr Brennstoff gebraucht als in einer. Denn erstens muß während des verlängerten Schmiedeprozesses der Ofen warmgehalten, also Brennstoff verbrannt werden, der niemand nützt, dann werden die Gesenke stark hergenommen, die teurer sind als Kohle und drittens wird die Ware unansehnlich, wie bereits oben gesagt. Die Schmiede-

meister, die sich damit brüsten: Wir schmieden alles in einer Hitze im Gesenk fertig!, irren sich meist in der Berechnung des Kraft- und Wärmeverbrauches. Solche falsche Ansichten entstehen dadurch, daß der Ingenieur sich um Gesenke meist wenig kümmert und alles dem Meister überläßt. (Die Formgebung der Gesenke ist aber hauptsächlich Sache des Konstrukteurs, weil der Meister die hierzu notwendige theoretische Einsicht nicht haben kann.)

Beispiel: Schmieden von Grensrachenlehren¹⁾. Fig. 44 zeigt von links nach rechts: das abgeschnittene Stück Flachstahl, das unterm Bradley-Hammer vorgeschmiedete Stück mit dem Zangenende, die fertiggeschlagene und abgegratete Lehre und schließlich ganz rechts die fertige Lehre. Fig. 45 zeigt

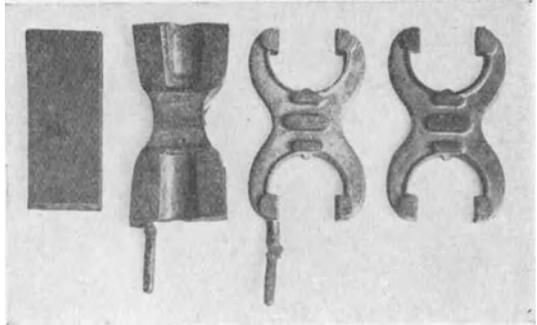


Fig. 44. Schmieden einer Grensrachenlehre.

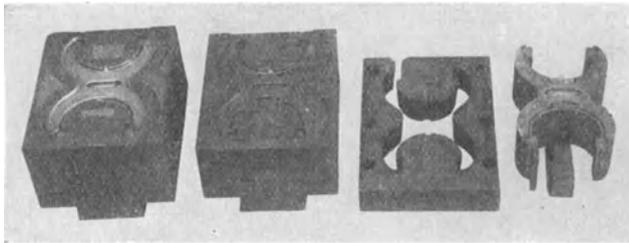


Fig. 45. Gesenk und Schnitt für Rachenlehre Fig. 44.

links Unter- und Obergesenk (Untergesenk mit der eingesenkten und abgechrägten Gratrinne) und rechts Abgratschnittplatte und -stempel.

Das Vorschmieden im Gesenk.

Einfache Formen, wie z. B. die Schubstange (Fig. 46), schmiedet man am besten im Gesenk vor. Für den Rohstoff nimmt man nach den Abmessungen der Stange Flach- oder Quadratstahl.

Fig. 47, I (Schnitt $u-v$) ist die erste Vorschmiedeform: zwei einfache Gesenkbacken, die den Rohstoffquerschnitt durch ein oder zwei Schläge in der Stangenlänge vermindern. Fig. 47, II (Schnitt $w-x$) ist die zweite Vorschmiedeform: ebenfalls zwei einfache Backen, die meist durch einen Schlag den Köpfen die angenäherte Dicke geben. Beide Vorschmiedegesenke werden gewöhnlich mit einer Vorform oder Fertigform zusammen in einem Stück hergestellt, wie in Fig. 47 links unten. In jedem Fall geht das Werkstück nach den Schlägen in den Vorschmiedeformen I

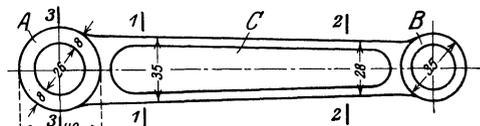


Fig. 46.

¹⁾ Gesenke der Ludw. Loewe & Co. A.-G.

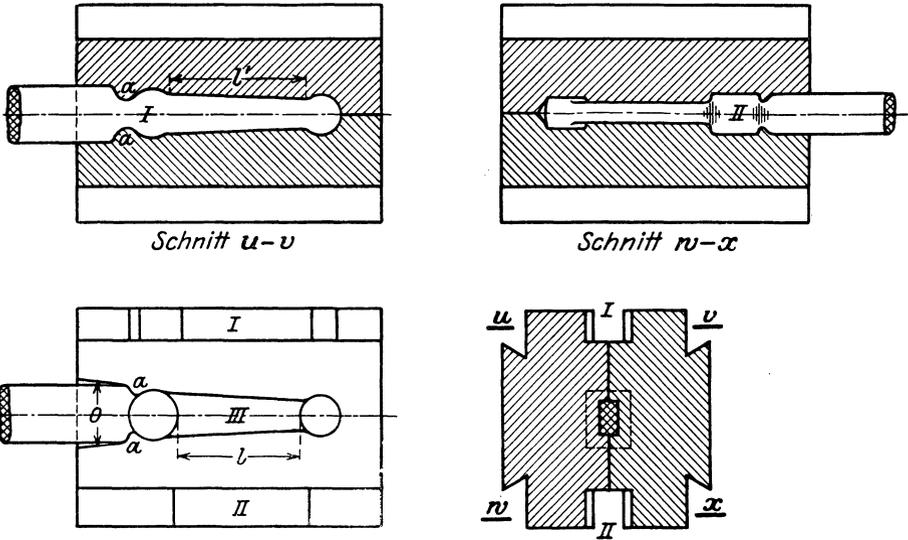


Fig. 47.

und II sofort in die Vorform III und Fertigform IV. Dabei kann die Fertigform IV mit I, II und III auch noch zusammen in einem Gesenkblock sein wie in Fig. 48 oder gesondert wie in Fig. 49. Diese letzte Anordnung ist vorzuziehen, weil das Vorgesenk sich schneller ausarbeitet als das Fertigungesenk. Auch kann man das Fertigungesenk auf einen

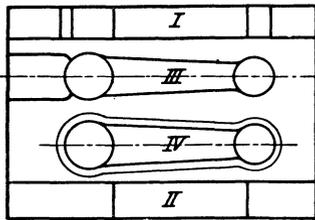


Fig. 48.

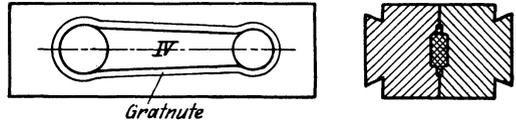


Fig. 49.

anderen leichteren Fallhammer geben, mit Gratnute versehen, und das Werkstück nach dem ersten Abgraten noch einmal vorwärmen. Schlechtes Schmieden ist es, in einem Gesenk wie Fig. 47, III fertig zu schlagen. Man gibt dann dem vorgeschmiedeten Werkstück das erstmal mehrere Schläge, gratet es ab und legt es noch einmal in dasselbe Gesenk, um ihm einen Schlag zu geben, weil es um die Gratstärke zu dick war.

Schmiede-Vorgesenk

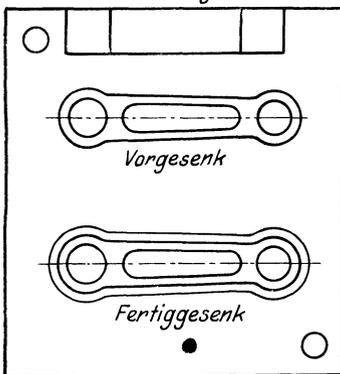


Fig. 50.

Fig. 47-50. Gesenke für Schubstangen.

Soll die Schubstange mit Rippenform geschmiedet werden, so bereitet man vielfach gleich beim Vorschmieden im Gesenk die Vertiefung von C (Fig. 46) vor. Das

Soll die Schubstange mit Rippenform geschmiedet werden, so bereitet man vielfach gleich beim Vorschmieden im Gesenk die Vertiefung von C (Fig. 46) vor. Das

Werkstück kommt nun in das Vorgesenk, Fig. 50 mit der Wulst h (nachdem es abgetrennt wurde, wenn man es von der Stange schmiedete) und wird abgegratet. Hiernach wird es, wenn es noch warm genug ist, im genauen Fertigesenk im selben Block mit einem Schläge fertiggemacht.

Das Schmieden von der Stange.

Bei vielen einfachen Formen, wie kleinen Schubstangen, Schraubenschlüsseln und namentlich solchen Teilen, die im Vorgesenk vorgeschmiedet und vorgebogen werden, teilt man den Rohstoff nicht in einzelne Stücke, die ihrem Gewicht nach dem Werkstück entsprechen, sondern in handliche Stangen von annähernd 1 m Länge. Diese Stangen werden an ihren Enden in Länge des Werkstückes auf Schmiedetemperatur gebracht und das warme Ende ins Gesenk geschlagen. Zu diesem Zweck müssen die Gesenke an der dem Schmied zugewandten Seite eine Öffnung haben, die am äußeren Ende des Gesenkes dem Stangenquerschnitt bei O (Fig. 47) entspricht, dicht an dem Werkstück aber eine Verengung aa , auch schon beim Vorschmieden, die die Stange einschnürt, um das Werkstück leicht abtrennen zu können. Solche Gesenke nennt man „offene Gesenke“¹⁾, weil der Rohstoff außer in der Gratrichtung auch in dieser Stangenöffnung aus dem Gesenk austreten kann, sobald der Stoffdruck beim Schmieden eine gewisse Höhe erreicht. Aber dies ist auch der eigentliche Grund, daß man mehr und mehr vom Schmieden von der Stange abkommt und diese Art des Gesenkschmiedens nur für einfache Formen anwendet, bei denen es auf besondere Genauigkeit nicht ankommt; denn eben infolge des verminderten Preßdrucks kann der Rohstoff das Gesenk nie so scharf ausfüllen, wie bei vollkommen geschlossenem Gesenk, bei dem der Rohstoff nur in der Gratebene, also der Trennfläche der beiden Gesenke, ausweichen kann.

Bei Teilen, die auf Genauigkeit Anspruch machen und bei denen man doch die Vorteile des bequemen Vorschmiedens im Gesenk ausnutzen will, verfährt man deshalb meist so, daß man von der Stange vorschmiedet, die Vorformen abtrennt, sie nochmals ins Feuer bringt und im geschlossenen Gesenk fertigmacht (Form IV Fig. 48. Fig. 49 u. 50). Alle anderen Teile, die eines Vorschmiedens nicht bedürfen, bearbeitet man heute fast durchgängig von vorgeschrittenen Stücken.

Das Abtrennen der von der Stange geschmiedeten Teile. Wird von der Stange geschmiedet, so hängt nach obigem das fertige Werkstück noch an der Stange. Es muß also eine Vorrichtung in der Nähe des Fallhammers sein, die das Abtrennen besorgt. In den meisten Fällen bringt man diese Vorrichtung am Gesenk selbst an, indem man z. B. an einem vorspringenden Teil des Vorgesenkens zwei einseitig geschärfte Messer s_1 und s_2 (Fig. 51) einläßt und anschraubt, deren Schneiden sich gerade noch bei geschlossenem Gesenk berühren. Der Schmied legt also das Werkstück mit der Trennfläche auf das untere Messer darauf fallen. Manchmal benutzt man auch die Abgratpresse zum Abtrennen oder in einzelnen Fällen kleine schnelllaufende Warmsägen.

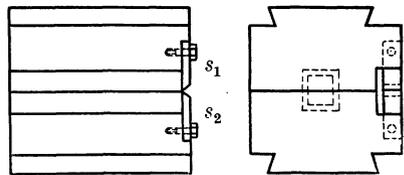


Fig. 51.

¹⁾ Jedes Gesenk, bei dem der Rohstoff noch auf einer anderen Stelle als der Gratebene austreten kann, heißt „offenes Gesenk“ im Gegensatz zum geschlossenen Gesenk, bei dem das Ausweichen des Rohstoffes nur in der Gratebene erfolgt.

Schmieden von Präzisionsteilen.

Der neuzeitige Auto- und mehr noch der Flugzeugmotorenbau verlangen Schmiedeteile, die mit äußerster Genauigkeit hergestellt werden, einesteils der Gewichte wegen, die auf das allergeringste Maß beschränkt werden müssen und immer gleich sein sollen, andernteils der Bearbeitung wegen. Es sollen nur die Paßflächen mit Schneidwerkzeugen nachgearbeitet werden. Zu diesem Zweck genügt es nicht, den vorgeschmiedeten Teil in einem Gesenk fertigzuschmieden, weil dieses Gesenk nach und nach seine Form verändert. Man macht aus diesem Grunde das erste Gesenk um etwa 0,2 mm nach allen Richtungen größer. Das hierin geschlagene Werkstück wird durch Säure vom Zunder befreit¹⁾, sowie vom Grat und dessen Rückständen; dann wird es, am besten in einem Gasofen, auf 950° erwärmt und in einem Fertiggesenk, das mit großer Genauigkeit hergestellt ist, mit einem kräftigen Schlag fertiggeschmiedet. Dazu benutzt man einen besonders genau arbeitenden Fallhammer, d. h. einen Fallhammer mit sehr genauer Führung. Kurz vor dem Einlegen in das Fertiggesenk taucht man das glühende Werkstück einen Augenblick in kaltes Wasser und fährt schnell mit der Stahlbürste darüber, um etwaigen Zunder zu entfernen. Man läßt aber die Flamme des Gasofens mit ganz wenig Luftüberschuß brennen, um reduzierende Wirkung zu erzielen. So behandelte Stücke werden hinterher nur mit dem Sandstrahlgebläse gekörnt, um ihnen ein schönes Aussehen zu geben. Es ist nicht vorteilhaft für solche Fälle, Vor- und Fertiggesenk in einem Block zu vereinigen, sondern man stellt das Fertiggesenk gesondert her, wie in Fig. 49. Läßt die Genauigkeit des Fertiggesenkes nach, macht man ein Vorgesenk daraus.

Berechnung der Querschnitte.

Wir haben Seite 16 gesehen, daß beim Vorschmieden die Querschnittprofile höher und schmaler werden müssen als die Fertigformen, damit beim Nach- bzw. Fertigschneiden die Querschnitte gestaucht werden können.

Bei I-Querschnitten, überhaupt bei allen, die eine Aushöhlung oder dergleichen haben, braucht die Vertiefung nicht im Vorschmiedegesenk bzw. vor Hand vorbereitet zu werden, da die vorspringenden Teile des Vor- oder Fertiggesenks (z. B. h und h' in Fig. 50) treibend auf die die Vertiefung umgebenden Teile der Querschnitte wirken.

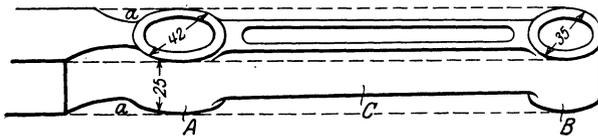


Fig. 52.

Man benutzt diese günstige Wirkung vorspringender Gesenkteile auch bei Werkstücken mit Bohrungen, indem man diese Bohrungen bereits beim

Schmieden vorbereitet. So zeigt Fig. 52 nicht nur die eingeschmiedeten Vertiefungen der I-Querschnitte, sondern auch die vorgeschmiedeten Bohrungen der Köpfe.

An dieser Schubstange, deren Fertigform und Abmessungen Fig. 46 gibt, sei auch die Berechnung der Querschnitte des Rohstoffes und der Vorform erläutert.

In Fig. 53 sei I der Querschnitt 1—1 des Stangentheiles von Fig. 46. Seine Fläche F ist $= F_1 + 2 \cdot F_2 = 6 \cdot 27 + 2 \cdot 4 \cdot 15 = 282 \text{ mm}^2$.

¹⁾ S. Schweißguth, Schmieden u. Pressen II.

Beim Präzisionsschmieden mit Vorform ist das Werkstück einmal vorzuschmieden und zweimal ins Gesenk zu schlagen. Es ergeben sich also folgende Verluste, wenn Vorschmieden und Vorgesenk in derselben Hitze geschlagen wurden:

1. Abbrand des Rohstoffes im Feuer etwa 2%
 2. Abgraten der Vorform etwa 6%
 3. Abbrand der Vorform im Feuer etwa 2%
 4. Abgraten der Fertigform etwa 5%
- Zusammen 15%

Diese 15% sind der Fläche F zuzurechnen, das ergibt ein Rohstoffprofil von $282 + 15\% = 325 \text{ mm}^2$. Nimmt man nun an, daß die Vorform (II) 1 mm schmaler als die Fertigform wird, das ist 34 mm, und daß der Rohstoff in der Vorform um 4 mm gebreitet wird, so ergibt sich das Breitenmaß des Rohstoffes (III) zu $35 - 1 - 4 = 30 \text{ mm}$.

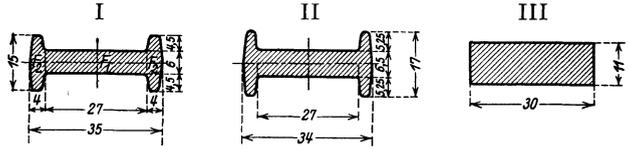


Fig. 53.

Bei 30 mm Breite muß der Rohstoff in dem Querschnitt I—1 eine Dicke von $325 : 30 \approx 11 \text{ mm}$ erhalten, worauf beim Vorschmieden Rücksicht zu nehmen ist. Berechnet man außer dem Querschnitt I—1 noch den zweiten 2—2 (Fig. 46), so erhält man die Form des ganzen mittleren Stangenteiles C , wie sie vorgeschmiedet werden muß.

Das Vorgesenk sollte 34 mm breit sein; dazu nimmt man noch die Stegdicke zu 6,5 mm an, die Rippenhöhe nach dem Vorhergesagten zu 17 mm. Der Gesamtquerschnitt soll um $2 + 5 = 7\%$ größer sein als der der Fertigform, weil ja nur noch eine Hitze und ein Grat als Verlust gerechnet werden, so erhält man die Rippenstärke x aus

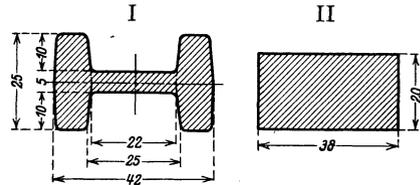


Fig. 54.

$$282 + 7\% \approx 302 \text{ mm}^2 = 2 \cdot 17 \cdot x + (34 - 2x) \cdot 6,5,$$

$$\text{also } x \cdot (34 - 13) = 81 \text{ mm} \text{ oder } x \approx 3,9 \text{ mm}.$$

Wenn die Rippen parallele Flächen hätten, würde die Rippenstärke rund 4 mm betragen, da sie aber etwas verjüngt (1 : 10) gemacht werden müssen, um leicht aus dem Gesenk gehoben werden zu können, so ist das Material dementsprechend zu verteilen. Damit ist dann das Vorgesenk bestimmt (Fig. 50). Es bleibt noch die Bestimmung der Rohstoffstange übrig. Die Abmessungen ihres Profils richten sich nach dem größten Querschnitt der Köpfe A oder B (Fig. 46) der Schubstange, also nach A mit 42 mm Durchmesser und 25 mm Höhe. Beide Köpfe werden vorgelocht. A soll in fertigem Zustande 26 mm haben — und da es sich hier um Präzisionsschmieden handelt, so soll das Fertigstück verjüngte Vorlochungen von 25 : 22 mm (Fig. 54, I) erhalten. Die Fläche des Kopfquerschnittes ist also:

$$F_k = 42 \cdot 25 - 2[(25 + 21) : 2 \cdot 10] = 1050 - 2 \cdot 235 = 580 \text{ mm}^2.$$

Zu diesem Querschnitt sind die obengenannten 15% hinzuzufügen, so daß $F_k = 667 \text{ mm}^2$ für den Rohstoff angenommen werden muß. Nehmen wir nun an, daß durch die Vorlochungsvorsprünge im Gesenk der Rohstoff um 4 mm auseinandergetrieben wird, so erhalten wir seine Breite zu $42 - 4 = 38$ und seine Dicke zu $667 : 38 \approx 18 \text{ mm}$ (Fig. 54, II). Wir nehmen 20 mm, d. h. Stangen von $38 \cdot 20 \text{ mm}$ (oder,

wenn die nicht vorhanden, 40 · 20 mm). Dieses Profil wird für den Stangenquerschnitt 1—1 nach Fig. 53, III vorgeschmiedet. Auf diese Weise können die meisten Gesenke vorher rechnerisch und zeichnerisch mit ziemlicher Genauigkeit und Kraft- und Stoffersparnis im Vorrichtungsbüro festgelegt werden.

Weitere Beispiele.

Bajonettklingen (Fig. 55). Fig. 56÷59 zeigen die Werkzeuge, Übergangsformen und Behandlungsverfahren beim Schmieden der Bajonettklingen. Der Rohstoff für die Klingen ist niedrig legierter Chromnickelstahl von etwa 70 kg/mm² Festigkeit.

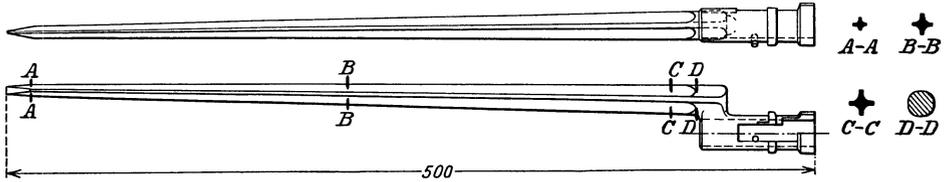


Fig. 55. Bajonettklinge.

Die Klinge wird in zwei Hitzen fertiggeschmiedet. Schmiedetemperatur 980—1000°. Zeitverbrauch zum Schmieden des Rohstoffes, Vorschmieden, Ein-

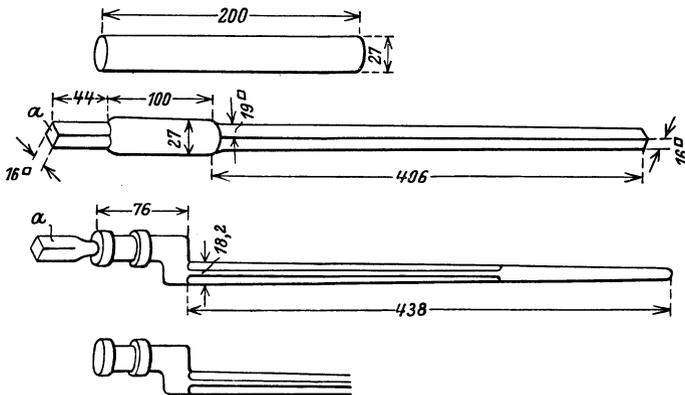


Fig. 56. Schmieden von Bajonettklingen.

schlagen, Abbrechen der Zangenenden, Härten, Beizen, Waschen, Neutralisieren 2³/₄ Minuten für 1 Stück oder 160 ÷ 170 Stück in 8 Stunden. Fig. 56 zeigt die

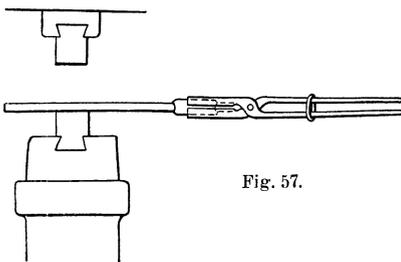


Fig. 57.

Übergangsformen vom Rohstoff zur Fertigform; Fig. 57 das Ansetzen und Ausschmieden unter einem 50 kg Bradley-Hammer (s. 2. Teil) nach Anwärmen im Muffelofen auf 1000°; Fig. 58 das Gesenk mit Biegeform (Vorschmiedeform), Vorform und Fertigform; Fig. 59 das Abschlagen der Zangenenden von Hand (400 Stück in 1 Stunde). Als Hammer für das Gesenk dient ein 900 kg-Fallhammer mit folgenden Schlägen:

1 Schlag in der Biegeform, 1 bis 2 Schläge im Vorgesenk, 1 Schlag im Fertigesenk, Abgraten in besonderer Presse, 1 Schlag im Fertigesenk zum Richten.

Mutterschlüssel. Ähnlich, wie die vorbeschriebene Bajonettklinge, wird auch der Mutterschlüssel Fig. 60, I im Gesenk geschmiedet, nachdem aus den verschiedenen Profilen die Vorformen Fig. 60, III und (im Gesenk gebogen) Fig. 60, II be-

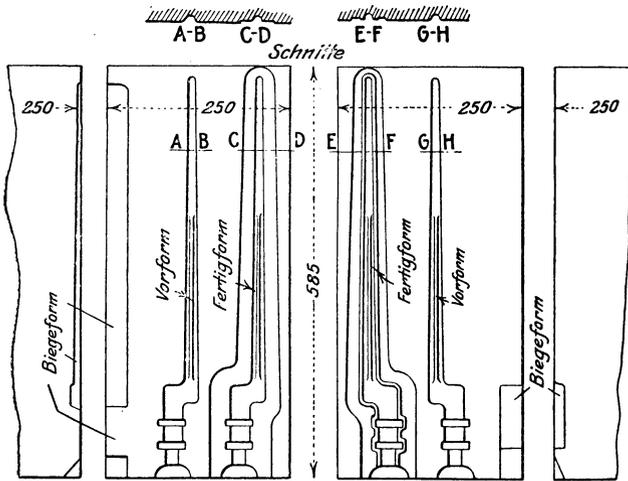


Fig. 58. Gesenk für Bajonettklingen.

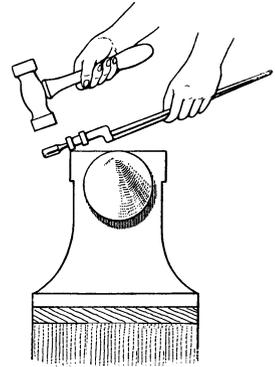


Fig. 59.

stimmt sind. Die Vorformen II werden von der Stange abgetrennt und gehen noch einmal in den Ofen, bevor sie ins Gesenk geschlagen werden.

Eisenbahnzughaken (Fig. 61). Fig. 62 gibt die Querschnitte an den Stellen I ÷ VI an und Fig. 63 die daraus abzuleitende Vorschmiedeform, die dann hinterher gebogen wird. Jedoch muß man von solchem korrekten Vorschmieden bei diesen Haken meist absehen, weil es zu teuer werden würde.

Man kann in diesem Fall um so eher auf dieses Vorgehen verzichten, weil keine große Genauigkeit verlangt wird, weil die Form im Gesenk sehr flach ist und weil, wie Versuche ergeben haben, die Festigkeit genügt, auch wenn in der Biegung des Hakens keine Längsfasern liegen.

Man schmiedet von Hand das eine Ende eines Knüppels von 90° nach Fig. 64 vor, so daß das gebreitete Ende die Gesenkform ungefähr bedeckt. Nach guter Erwärmung wird

dann der Haken mit wenigen nicht zu schweren Schlägen in einem offenen Gesenk vorgeschlagen und abgegratet, dann in derselben Hitze und im selben Gesenk fertiggeschlagen und wieder abgegratet. Das nicht ausgeschlagene Ende des Knüppels wird unter einem Dampfhammer von Hand nach Maß ausgeschmiedet.

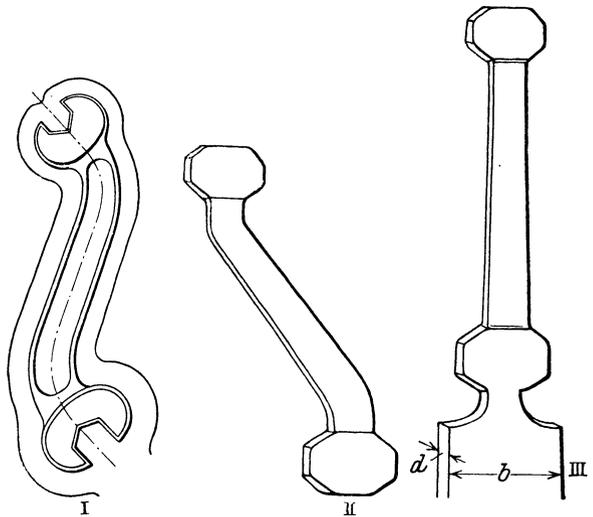


Fig. 60. Schmieden von Schraubenschlüsseln.

Fig. 65 zeigt den Schnitt zum Abgraten. Die Schnittplatte *a* wird am besten aus einem Stück hergestellt, da sie wegen der schwachen Stelle bei *b* durch den Zapfen *c* unterstützt werden muß. Dadurch ist man gezwungen, den abgegrateten Haken zwischen Schnittplatte *a* und Unterplatte *e* herauszudrehen. Der Stempel *f* an Platte *g* ist an seiner Unterfläche ein Negativ der Hakenoberfläche. Es wird nun nicht die Genauigkeit wie beim Gesenk verlangt, aber so viel Fläche muß rings-

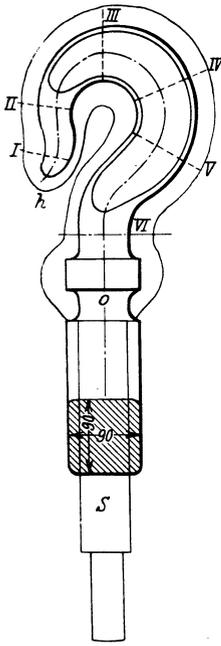


Fig. 61.

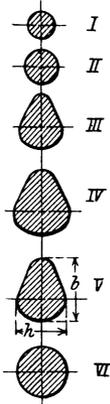


Fig. 62.

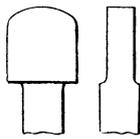


Fig. 64.

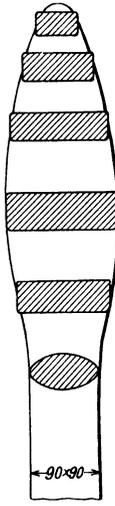


Fig. 63.

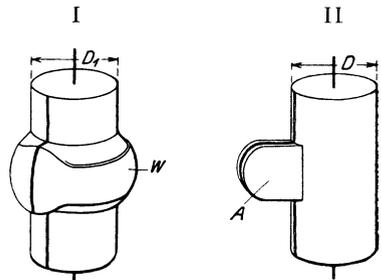


Fig. 66.

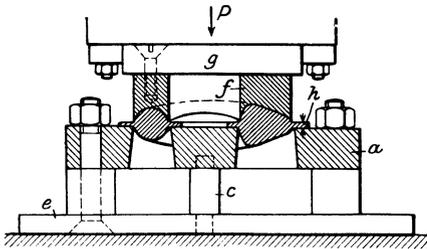


Fig. 65.

Fig. 61-65. Schmieden von Eisenbahnhaken.

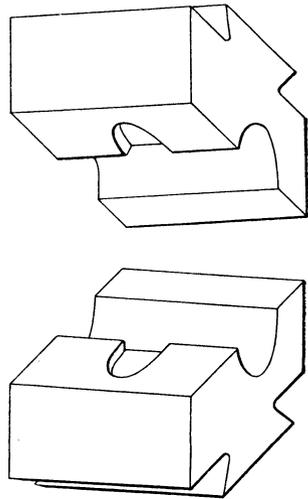


Fig. 67.

herum anliegen, daß ein Verbiegen oder Verdrücken des gepreßten Hakens ausgeschlossen ist.

Kupplungsspindel (Fig. 66).

Eine interessante Vorform (I) wird für die Eisenbahn-Kupplungsspindel (II) mit Ansatz *A* hergestellt. Die Wulst *W* wird in der wagerechten Stauchmaschine (s. Kapitel XV) aufgestaucht, und zwar ringsherum, um die Maschine nicht einseitig hoch zu beanspruchen; denn bei der hohen Festigkeit des Werkstoffes von 80 kg/mm^2 ist der Stauchdruck sehr groß.

Beim Fertigschlagen im Gesenk (Fig. 67) wird der überschießende Teil der Wulst zum größten Teil nicht in den Grat getrieben, sondern in die Spindel, die um etwa 15 mm länger wird. Fig. 68 zeigt die geringe Menge des entfallenden Grates.

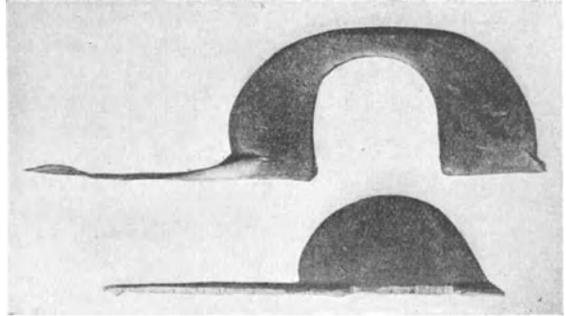


Fig. 68. Grat von Fig. 66 II.

Rationelles Vorschmieden.

Altes Schmiedeverfahren. Meist gibt man dem Vorgesenk angenähert dieselbe Form wie dem Fertigesenk. Das ist aber in vielen Fällen, besonders auch bei größeren Werkstücken, unrationell, weil die natürliche Fließneigung des geschlagenen Werkstoffes dabei unberücksichtigt bleibt. Das sei am Beispiel des \perp Querschnitts des Teils *C* der Schubstange Fig. 46 erläutert. Nach der üblichen Ausbildung des Gesenks (Fig. 69) lassen wir es mit seiner ebenen Fläche auf die ebene Fläche des meist prismatischen Rohstoffs schlagen. Wir verlangen nun, daß der Rohstoff in die Richtung *p'* fließt, um das Gesenk auszufüllen (1. Schlag). Das tut er aber nicht, er fließt beharrlich in der Richtung *p* und preßt das Gesenk auseinander. Erst wenn er nirgends entweichen kann, ändert er notgezwungen unter höchster Beanspruchung des Gesenks die Richtung. Es hat sich dabei bereits Grat gebildet: 2. Schlag. Dieser Grat begünstigt einerseits den Fließvorgang in Richtung *p'* durch seinen Widerstand, den er in den Gesenkflächen findet, andererseits verringert er den auf die Flächeneinheit wirkenden Druck durch Vergrößerung der geschlagenen Fläche. Das Untergesenk führt inzwischen eine Menge Wärme vom Rohstoff ab, verfestigt ihn also und erwärmt sich selbst.

Beim 3. Schläge werden die Verhältnisse noch ungünstiger, und wenn es gut geht, hat erst beim 4. Schläge der Werkstoff so weit das Gesenk ausgefüllt, daß man sagen kann, das Werkstück ist vorgeschmiedet.

Die genaue Form hat es noch nicht angenommen, da die Kanten bei *a* noch die runden Fließlinien haben. Sie waren schon zu kalt und der Fließdruck war zu gering, als daß sie sich an die Gesenkform anschmiegen konnten. Dabei sind aber die Kanten *b* des Gesenks hochgradig erwärmt, oft rotglühend, so daß das Gesenk bald seine Form verlieren muß. Um es abzukühlen, fährt nun der Schmied mit einem Ölschwabbel über die erhitzten Flächen und denkt nicht dabei, daß die Temperaturgrade der Gesenkfläche verschieden sind; demgemäß erfolgt die Nachhärtung verschieden, es entstehen in den hochoerhitzten Kanten hohe Spannungen, die zu den bekannten Querrissen führen müssen.

Um dem Werkstück die genauere Form zu geben, kommt es jetzt nach Entfernung des Grates in den Ofen und nach Säuberung vom Zunder in das Fertigesenk, wo es einen Schlag erhält, den fünften, und wird nochmals entgratet.

Neues Schmiedeverfahren. Verwenden wir aber vernunftgemäß die Lehren der Freiformschmiede und lassen die Form des Werkstückes eine natürliche Ent-

wicklung durchmachen vom Rohstoff bis zur Fertigform, so ändert sich das Bild gewaltig. Wir gehen dabei von dem Grundsatz aus: für die Druckwirkung nur immer eine gerade mit einer gekrümmten Fläche wechselseitig zwischen Gesenk und Rohstoff wirken zu lassen, um den Fließvorgang zu beschleunigen und die Formgebung so zu gestalten, daß sie möglichst dem natürlichen Verschiebung des Rohstoffes folgt.

Es soll wieder derselbe Querschnitt erzeugt werden. Fig. 70, I zeigt in *a—d* die Formen des 1. Vorgesenkens und die verschiedenen Stufen des ersten und einzigen Schlages, den der Rohstoff in diesem Gesenk erhält. *P* und *P*₁ greifen in der Mitte des prismatischen Rohstoffes an und erzeugen die Fließrichtung *p*, aber gleichzeitig fließt der Stoff in die Richtung *p'* (b),

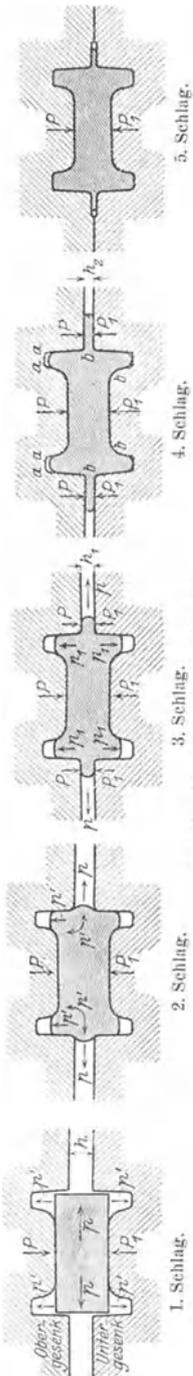


Fig. 69. Altes Schmiedeverfahren.

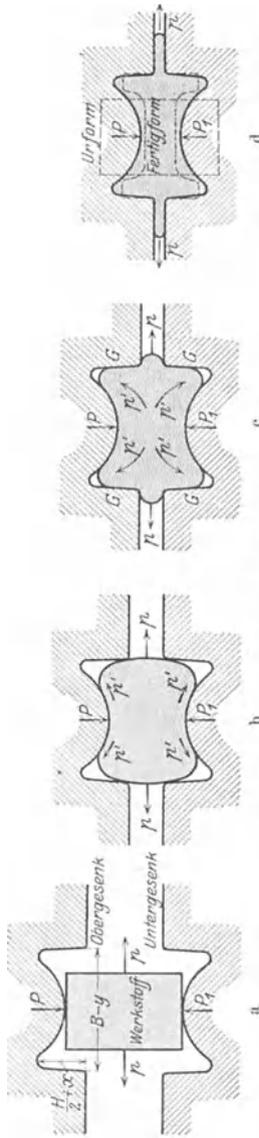


Fig. 70, I. Neues Schmiedeverfahren: Erster Schlag.

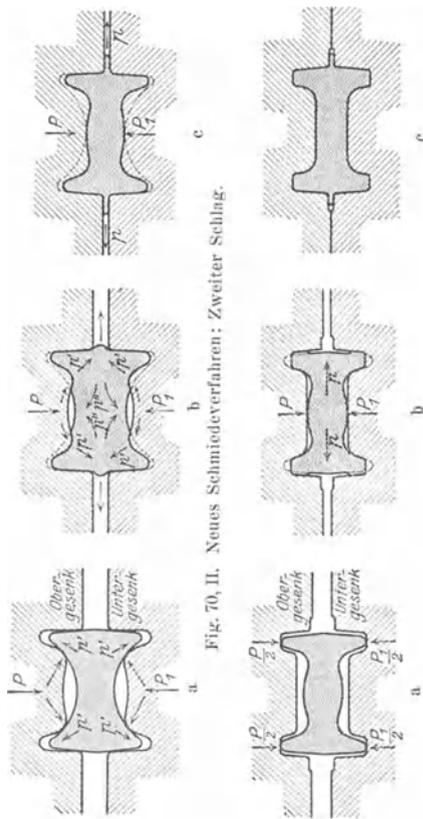


Fig. 70, II. Neues Schmiedeverfahren: Zweiter Schlag.

Fig. 70, III. Neues Schmiedeverfahren: Dritter Schlag.

und zwar ohne jeden Widerstand. Erst bei Erreichung der Gesenkwände *G* (c) wird die Fließrichtung vollständig nach *p'* gelenkt und zwangslos das Gesenk aus-

gefüllt (d). Die Querschnitte des Rohstoffes und der Gesenke sind berechnet nach dem üblichen Verfahren mit Abbrand und Gratverlust. Es wird mit einem Schlag oder Druck die erste Vorform erzeugt; sie wird abgegratet und kommt in den Ofen.

Die zweite Annäherung an die Fertigform erhält das Schmiedestück in einem zweiten Vorgesenk (Fig. 70, II), auch wieder durch einen einzigen Schlag. Die Stufen dieses 2. Schlages sind in $a \div c$ dargestellt. Der Druck wird auf zwei Punkte verteilt, um die Fließrichtung nach den Flanschen zu erhöhen. Die Höhe der Flanschen der zweiten Vorform ist größer als die Fertigform, während die Breite des Querschnittes geringer ist. Dadurch ergibt sich der Stauchdruck auf die Flanschen und der gleichzeitige Streckdruck auf den Steg, so daß das Gesenk zwanglos ganz ausgefüllt wird. Der 3. Schlag im Fertiggesenk ist in Fig. 70, III in 3 Stufen (a, b, c) dargestellt.

Auch die 2. Vorform wurde im Ofen wieder auf die vorgeschriebene Schmiedetemperatur gebracht und nach dem Schlag oder Druck abgegratet. Jede Vorform war nur sekundenlang mit dem Gesenk in Berührung. Man sieht auf den ersten Blick, daß der Kraftverbrauch bedeutend geringer ist als bei dem alten Verfahren, schon weil nur drei Schläge nötig sind gegen früher fünf. Dadurch werden die Gesenke außerordentlich geschont. Man braucht allerdings drei verschiedene Gesenke, diese halten aber das Vielfache aus, so daß die Gesenkersparnis sehr groß wird. Da die Gesenke bei solchem Schmieden kalt bleiben und dem Schmiedestück nicht viel Wärme entziehen, wäre es vielleicht zweckmäßig, sie zu heizen. (Näheres s. Abschnitt XIV.)

V. Das Biegen beim Gesenkschmieden.

Das Biegen vor dem Schlagen ins Gesenk.

Lage der Biegung. Liegt die Ebene der Biegung senkrecht zur Schlagrichtung, fällt sie also mit der Teilungsebene des Gesenkes zusammen, wie z. B. in Fig. 71, so wird die Biegung meist vorteilhafter beim Vorschmieden ausgeführt, um eine Deformation des sauber geprägten Querschnittes zu vermeiden (s. Freiformschmiede, 1. Teil). Werden aber solche Biegungen nach dem Einschlagen ins Gesenk vorgenommen, trotzdem sie senkrecht zur Schlagrichtung liegen, so müssen die Werkstücke meist nachgeschlagen werden, um ein sauberes Aussehen zu erhalten.

Alle Biegungen in anderen Ebenen werden zweckmäßiger nach dem Einschlagen ausgeführt.

Wird für ein Werkstück die Teilungsebene für Unter- und Obergesenk bestimmt, so ist auf seine Biegung Rücksicht zu nehmen und stets die unvorteilhafteste Biegung in die Teilebene zu legen. Die unvorteilhafteste Biegung ist aber diejenige, bei der sich nach dem Einschlagen die größte Deformation ergibt.

Ist man nun gezwungen, nach dem Einschlagen zu biegen, so ist jedenfalls für diese Biegungsstelle der elliptische Querschnitt I (Fig. 72) dem T- und U-förmigen II vorzuziehen. In solchen Fällen ist auch stets der gerade

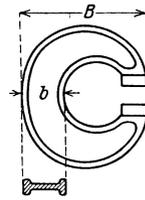


Fig. 71.



Fig. 72.

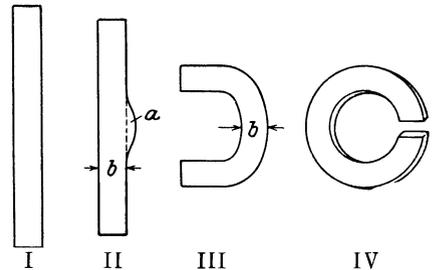


Fig. 73.

Stab I (Fig. 73) an der äußeren Biegungskante bei a (II) entsprechend zu verstärken, damit die Dicke b trotz des Biegungsverlustes erhalten bleibt (III und IV).

Beispiele: Drehherz (Fig. 74). Fig. 75 ÷ 79 zeigen Gesenke und Abgratschnitte für das Drehherz¹⁾. Aus Rund- oder Flachmaterial wird zunächst die Vorform (Fig. 75) von Hand geschmiedet, indem der Schwanz a und das Zangenende b

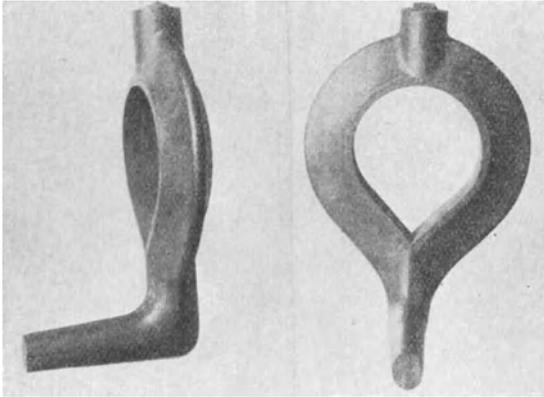


Fig. 74. Drehherz.

unter einem schnellschlagenden Schwanzhammer „ausgetrommelt“ werden und auch der Kopf c abgefaßt wird. Dann wird das Rohstück ins Vorgesenk (Fig. 76 linke Hälfte) geschlagen, wobei der Schwanz zunächst gerade bleibt und eine Wulst w (Fig. 75 a) bekommt, die als Vertiefung auch im Untergesenk erkennbar ist. Nach dem Abgraten der äußeren Form mit dem Schnitt Fig. 76 (rechte Hälfte) und dem Ausstoßen der Lochwand mit dem Führungsschnitt (Fig. 77) wird der Schwanz von Hand oder unter

der Presse gebogen, wozu die Einrichtung (Fig. 78) benutzt werden kann. Dann wird das Drehherz im Fertigesenk (Fig. 79 linke Hälfte) über den Dorn geschlagen, damit das Loch und auch die äußere Form sauber und genau werden, und schließlich wird er nochmals mit dem Schnitt Fig. 79 (rechte Hälfte) abgegratet.

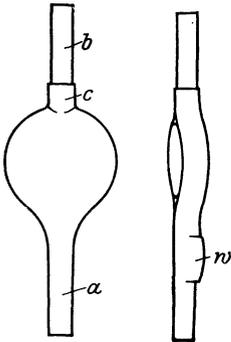


Fig. 75.

Fig. 75 a.

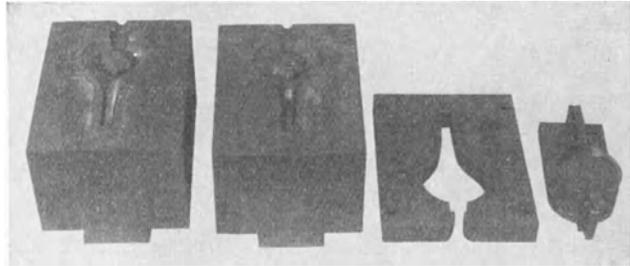


Fig. 76. Vorgesenk und Abgratschnitt für Drehherz.

Die Rachenlehre (Fig. 71) kann auf verschiedene Weise geschmiedet werden. Entweder wählt man einen Rohstoff von der Breite B , schlägt ihn direkt ins Gesenk, gratet die Vorform außen und innen ab und schlägt sie nach, oder man wählt einen Rohstoff von einer Breite etwas kleiner als b , biegt ihn entweder auf der Biegemaschine oder im Gesenk unter dem Hammer vor, wie Fig. 73 und schlägt diese Vorform dann ins Gesenk. Ohne viel Erklärung wird man zugeben, daß im zweiten Falle viel Rohstoff gespart wird, dafür muß allerdings mehr Lohn für das Vorschmieden gezahlt werden. Aber nur scheinbar; denn man kommt beim Einschlagen mit weniger Schlägen aus, und es braucht meist auch einmal weniger gratet zu werden, da der Stoffüberschuß geringer ist. Es

¹⁾ der Ludw. Loewe & Co. A.-G.

kann also eine größere Stückzahl herausgebracht werden, und nebenbei werden Gesenke und Schnitte geschont. Wenn man sich für das Vorschmieden einiger-

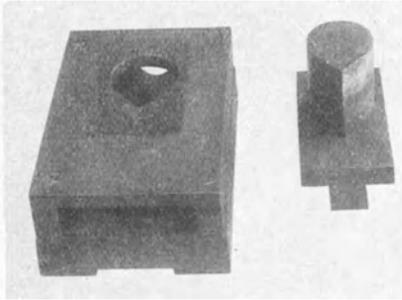


Fig. 77. Schnitt zum Ausstoßen.

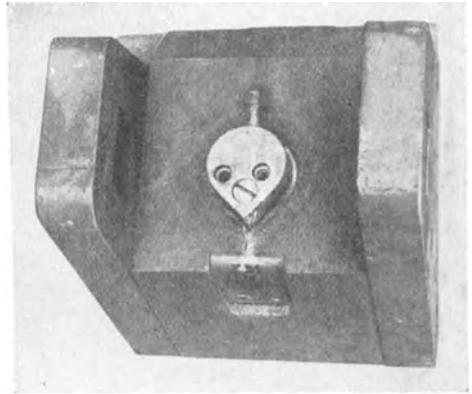


Fig. 78. Biegevorrichtung.

maßen einrichtet, erzeugt man mit 2 Mann in 8 Stunden wenigstens 300 Stück, ebensoviel schlägt ein Fallhammer aus und gratet eine Presse ab; also zusammen 3 Mann und 1 Hitzerbub.

Im anderen Fall, beim Einschlagen aus dem Vollen, macht der Hammer in derselben Zeit nur 100 Stück. Dabei ist die Abgratpresse nicht voll beschäftigt, und es sind im ganzen 1 Mann, 1 Bub, 1 Hitzerbub erforderlich. Dadurch wird das Stück mindestens ebenso teuer, und die teuren Gesenke werden noch besonders stark beansprucht. Das gilt jedoch nur für größere Abmessungen; für kleinere lohnt das Biegen nicht, so daß man doch vorzieht, sie gleich ins Gesenk zu schlagen.

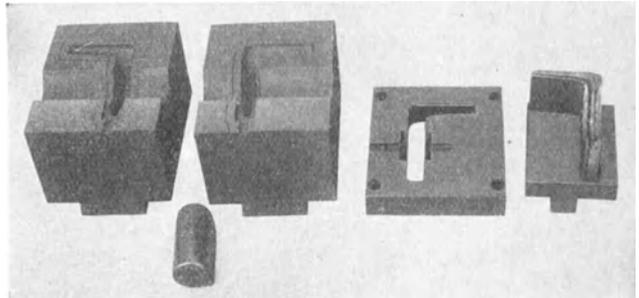


Fig. 79. Fertiggesenk und Abgratschnitt für Drehherz.

Das gilt jedoch nur für größere Abmessungen; für kleinere lohnt das Biegen nicht, so daß man doch vorzieht, sie gleich ins Gesenk zu schlagen.

Biegen von hochwertigem Stahl.

Viel größer ist der Unterschied aber, wenn hochwertiger Stahl verarbeitet wird, wie z. B. beim Schmieden von Teilen von Kraftwagen.

Achsschenkel für Kraftwagen (Fig. 80). Von ihnen hängt meist das Wohl und Wehe einer Autofahrt ab. Diese hochbeanspruchten Teile werden deshalb aus mit Nickel und Chrom legiertem Edelstahl hergestellt. Wenn

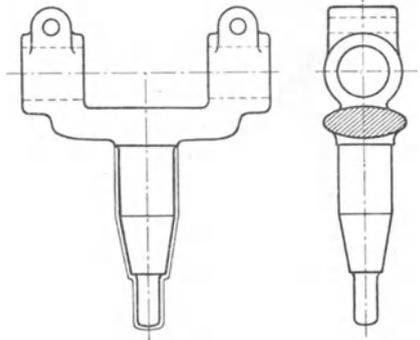


Fig. 80.

dieser Stahl hoch gekohlt ist, so darf er nicht über 950° angewärmt und nur bis 900° geschmiedet werden; wahrlich ein Grund, dem Gesenk so wenig wie mög-

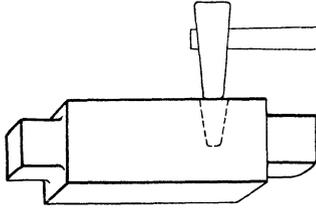


Fig. 82.

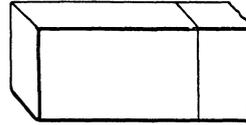


Fig. 81.

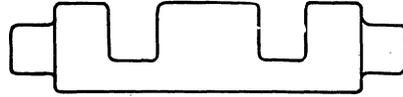


Fig. 83.

lich Arbeit aufzubürden. Man schmiedet das Stück also aus dem abgesägten Knüppelende (Fig. 81) vor (Fig. 82 u. 83), so daß alle Biegearbeiten vorher durchgeführt worden sind, und schlägt es dann ins Gesenk. Sollte aber noch, auch bei legiertem Stahl, die Furcht vor der Faserrichtung bestehen, so kann man das Stück lochen

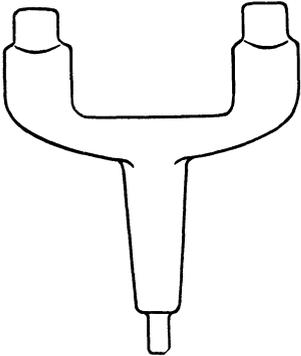


Fig. 85.

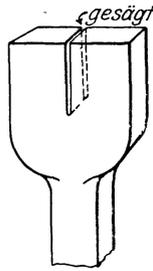


Fig. 84.



Fig. 86.

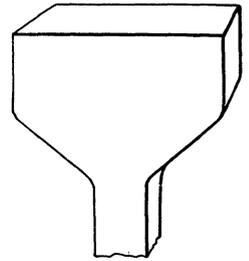


Fig. 87.

Fig. 80-87. Schmieden der Achsschenkel für Kraftwagen.

und schlitzten wie Fig. 84, und kommt schließlich zu derselben Endform (Fig. 85). Die früher beliebte Methode des „Faltens“ nach Fig. 86 kommt dagegen nicht mehr in Frage, da man für das Vorerzeugnis (Fig. 87) über 60% Stahl mehr

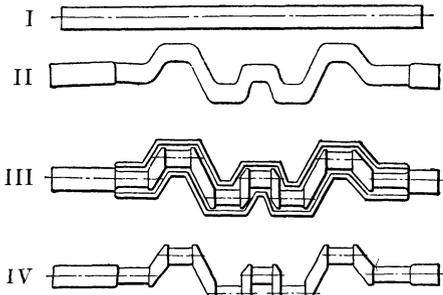


Fig. 88.

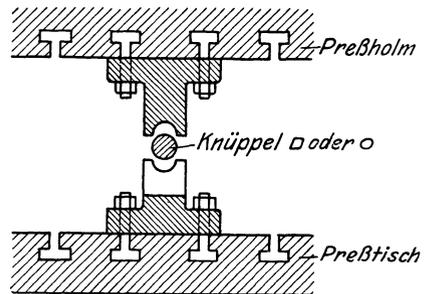


Fig. 89.

braucht. Außerdem hätte man nach dem Abgraten noch eine Biegung auszuführen und ein weiteres Fertigesenk herzustellen. Obwohl dabei der größte Teil des Vorschmiedens gespart würde, dürfte das Stück um das Dreifache teurer werden.

Also vorschmieden, soweit man kann! —

Kurbelwelle für Automobilmotor (Fig. 88, IV). Die dreifach gelagerte Welle besteht aus legiertem Stahl. Den Rohstoff bildet ein Knüppel von entsprechendem quadratischen oder runden Querschnitt und berechneter Länge (Fig. 88, I). Er wird zunächst im Vorschmiedegesenk (Fig. 89) unter der hydraulischen Presse gebogen. Die Gesenkbacken werden meist mit Flansch am Preßtisch bzw. am Preßholm befestigt. Bei diesem Vorbiegen ist ein Recken der Wangen nicht zu vermeiden,

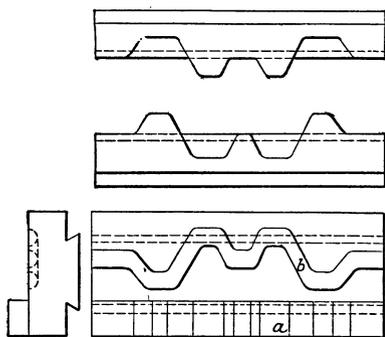


Fig. 90.

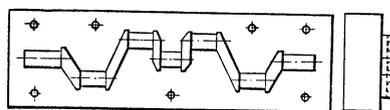


Fig. 91.

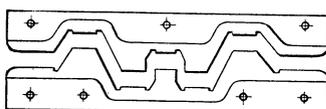


Fig. 92.

Stempel und Matrize zum Abgraten.

meiden, das gleichbedeutend mit einer Querschnittsverminderung ist. Daher ist der Knüppelquerschnitt von vornherein so zu wählen, daß die Wangen nach dem Biegen noch stark genug sind, um im Gesenk die richtige Form zu ergeben.

Der vorgebogene Rohstoff wird dann auf die vorgeschriebene Höchsttemperatur erhitzt und geht in das Vorgesenk *b* (Fig. 90). Fig. 90 zeigt die Biegevorrichtung *a* mit *b* aus einem Stück. Das ist aber bei Massenfertigung gewöhnlich nicht üblich und wird nur dann ausgeführt, wenn z. B. nur ein schwerer Hammer zur Verfügung steht; sonst ist die Vorbiegearbeit viel einfacher und schneller auf der dampfhydraulischen Presse gesondert vorzunehmen. Die vorgeschlagene Kurbelwelle wird jetzt auf der Abgratvorrichtung (Stempel Fig. 91 und Schnitt Fig. 92) abgegratet und meist wieder erwärmt, worauf sie einen Schlag in dem Fertigesenk (Fig. 93) erhält. Nach nochmaligem Abgraten ist sie fertig, bis auf das Verdrehen der Kurbeln gegeneinander.

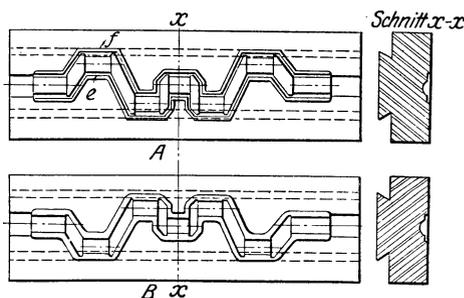


Fig. 93.

Fig. 88-93. Schmieden von Kurbelwellen für Automobilmotore.

Automobilvorderachse.

Als weiteres Beispiel für diese Art der Gesenk-

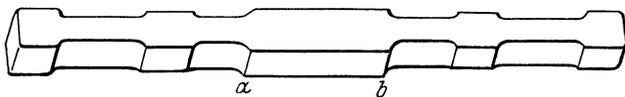
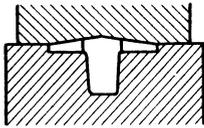


Fig. 94.

formerei diene eine Automobilvorderachse mit einfachem und mit gegabeltem Kopf. Die Faustachse wird vorgeschmiedet (Fig. 94); darauf werden im kleinen Vorgesenk (Fig. 95) die Lappen ausgeprägt nach dem Grundsatz: Alle Rippen und vorspringenden Teile müssen, wenn sie nicht flach zur Schlagrichtung liegen, vor dem

Schlagen im Fertigesenk entweder durch Vorschmieden oder im besonderen Gesenk vorgearbeitet werden. Darauf wird vorgebogen (Fig. 96) und jedes Ende besonders im Gesenk (Fig. 97) fertiggeschlagen. Die Länge des fertiggeschlagenen Teiles ist vorteilhaft so groß zu wählen, wie es das Gesenk zuläßt, damit für die weitere Bearbeitung des Teiles $a-b$ (Fig. 94) im Gesenk (Fig. 98) bereits die vorgearbeiteten Enden d (Fig. 97) hinter den Lappen l als Führung dienen. Die Zugabe von $a-b$ (Fig. 94) ergibt sich aus dem Gesamtgewicht des Rohstückes mit Grat und Abbrand.



Schnitt $m-n$

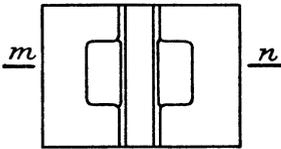


Fig. 95.



Fig. 96.

Es gibt aber schon große Schmieden, welche die Achse nach Fertigstellung nochmals in den Ofen bringen und in einem Vollgesenk im ganzen fertiggeschlagen. Dadurch wird natürlich eine große Gleichförmigkeit der Ware erzielt, und das lästige Aus- und Nachrichten unterbleibt.

Es ist das technisch-wirtschaftlich beste Verfahren, die Achse gut vorzuschmieden, die Befestigungslappen im Teilgesenk vorzuschlagen, die Achse unter der hydraulischen Presse genau zu biegen, dann in einem Gesenk ganz vorzuschlagen, abzugraten und in genauem Fertigesenk mit einem Schlag fertigzuschlagen. Es gehören hierzu 8 ÷ 10 t mit entsprechend geformtem Bär und Amboß.

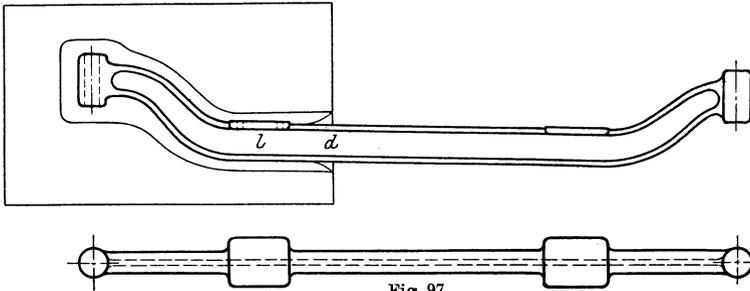


Fig. 94÷97. Schmieden von Automobilvorderachsen.

Die Gabelachse (Fig. 99) wird auf dieselbe Weise hergestellt, nur muß beim Vorschmieden Stoff und Werkstück nach Möglichkeit geschont werden. Der

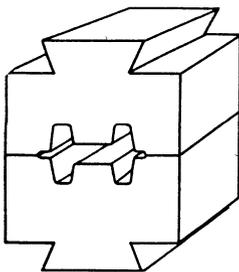


Fig. 98.

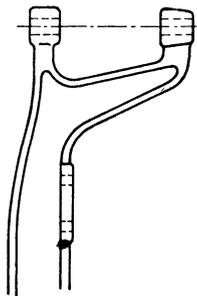


Fig. 99.

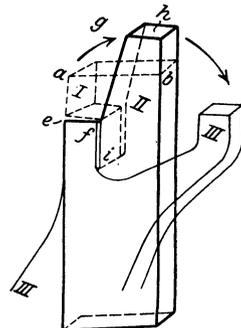


Fig. 100.

Fig. 98÷100. Schmieden von Automobilgabelachsen.

Werkstoff in der Form I (Fig. 100) wird von $e-f$ eingekehlt, $a-b$ heruntergeschmiedet zur Form $g-h$ (II), bei $f-i$ warm eingesägt und der obere Schenkel III abgebogen, ausgeschmiedet und zurückgebogen. Das Gesenkschmieden geschieht wie oben.

Biegen in besonderen Gesenken.

Liegt die Biegung nicht in der Gesenkebene, so muß fast in allen Fällen das Formstück nach dem Einschlagen in einem besonderen Biegegesenk die endgültige Form erhalten.

Beispiel für das Biegen in einer Ebene. Ein Lehrbeispiel hierfür bietet der vierbeinige Pufferkorb der ungarischen Staatsbahn (Fig. 101), der aus Stahl

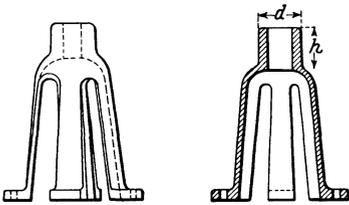


Fig. 101.

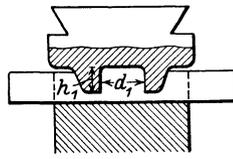


Fig. 102.

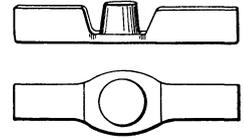


Fig. 103.

von 45 kg/mm^2 Festigkeit geschmiedet wird. Ein abgesägtes Knüppelende von $125 \times 125 \text{ mm}$ Querschnitt, im Gewicht $18 \div 20\%$ schwerer als das fertige Stück, wird unter der hydraulischen Presse, dem Dampf- oder Fallhammer im Gesenk (Fig. 102)

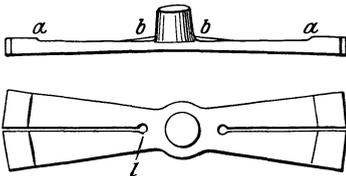


Fig. 104.

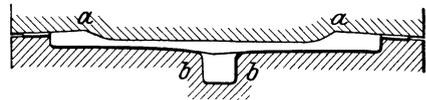


Fig. 105.

vorgeschlagen, ($d_1, h_1 \approx d, h$), so daß das Werkstück die Form nach Fig. 103 erhält (1. Hitze: 750 kg-Hammer oder -Presse). Darauf werden die beiden Enden ausgestreckt nach Fig. 104, wobei in den Stärkenverhältnissen der verschiedenen Querschnitte auf die nachfolgenden Biegungen bei a und b in der Weise Rücksicht zu nehmen ist, daß auf der Außenseite der Biegung Werkstoff zugegeben wird (2. und 3. Hitze: 500 kg-Hammer). Der so ausgestreckte Teil wird bei l gelocht und von s aus mit der Warmsäge geschlitzt, aufgebogen und ins Gesenk geschlagen (4. Hitze: 100 kg-Hammer). Auch bei der Form dieses Gesenkes (Fig. 105) ist auf die spätere Biegung bei a und b Rücksicht zu nehmen. Das fertiggeschlagene Formstück (Fig. 106) wird abgegratet und wandert unter die Presse zum Vorbiegen der Pratzten (Fig. 107, 150-t-Presse).

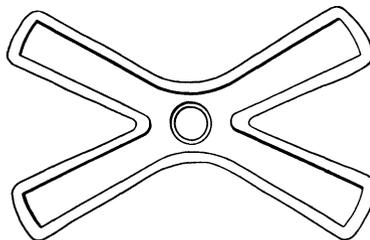


Fig. 106.

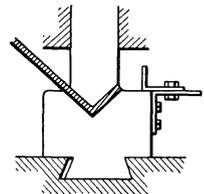


Fig. 107.

Schließlich kommt es in schweißwarmem Zustande in das Biegegesenk Fig. 108 (5. Hitze: 1000-kg-Hammer oder -Presse).

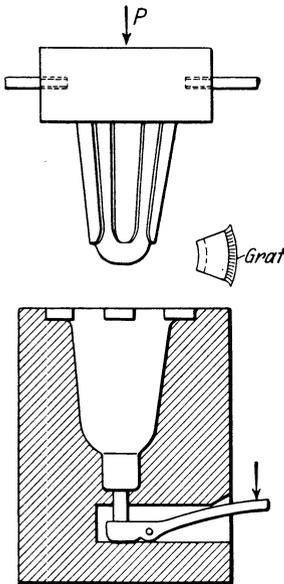


Fig. 108.

Fig. 101-108. Schmieden von Pufferkörben,

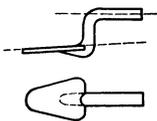


Fig. 109.

Es muß das Werkstück hier sehr genau in die Mitte des Unterteiles gebracht und das Oberteil muß genau auf den Schmiedeteil aufgesetzt werden, damit die Füße in die Vertiefungen des Oberteiles passen. Deshalb nimmt man diesen nach einigen leichten Hammerschlägen wieder ab und untersucht die Richtigkeit der Lage, ehe man den Hammer mit Volldampf arbeiten läßt. Ein angenähertes Vorbiegen ist deshalb sehr zu empfehlen. Hammer und Pressen brauchen für diese Arbeit sehr großen Hub, aber der Hammer hat sich bisher noch am besten bewährt. An den Füßen entsteht beim Fertigschlagen noch ein kleiner Grat (Fig. 108), der mit Meißel und Hammer oder mit Schmirgelstein entfernt werden muß, da durch Schnittvorrichtungen leicht Verbiegungen eintreten. In der Massenfertigung wird für jeden Arbeitsgang ein Hammer (oder Presse) eingerichtet. Man machte früher 45 Körbe in 10 Stunden. Heute werden diese Pufferkörbe meist gepreßt oder wohl aus Stahl gegossen.

Beispiel für das Biegen in zwei Ebenen. Oft liegen Biegungen in zwei parallelen oder auch nichtparallelen Ebenen, wie z. B. bei dem Karosserieteil Fig. 109. Dann muß das Gesenk wie Fig. 110 ausgeführt werden (s. S. 11). Das Stück wird vorgebogen, gebreitet mit Herz, wie eine Haue (vgl. Freiformschmiede 1. Teil) und im Gesenk fertiggeschlagen. Da beim Schlag Kräfte in der Richtung p (Fig. 110) auftreten, die die Neigung haben, das Obergesenk abzudrücken, wird die gegenüberliegende Wand $c-d$ überhöht ausgeführt. Der Oberteil des Gesenkes paßt nun mit seinem Vorsprung in die Vertiefung $a-b-c-d$, kann sich also nicht verschieben (Fig. 111). Da nun ein Austreten des Grates auf der Krümmung $a-b$ in der Linie $a-a'$ (Fig. 110) das dichte Auf-

einanderpassen der geraden Gesenkflächen und dadurch ein scharfes Ausschlagen verhindern würde, so umgibt man die Figur an dieser Stelle mit einem genügend breiten Graben für den Grat, der auf diese Weise hier etwas tiefer zu liegen kommt als der übrige. Die Grabentiefe ist mit $0,75 \div 1$ mm genügend bemessen.

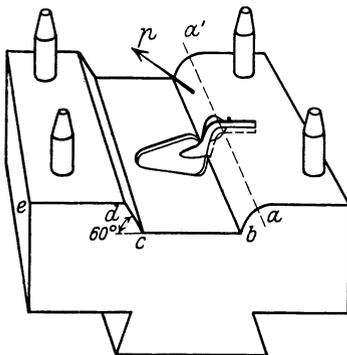


Fig. 110.

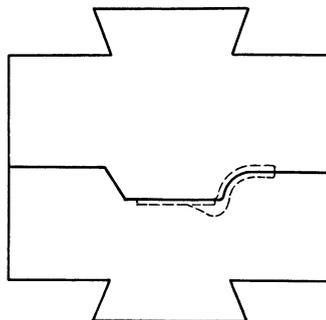


Fig. 111.

Um überflüssige Gesenkmassen im Vergleich zum Arbeitsstück zu vermeiden, kann man gleichzeitig zwei Stücke schlagen, indem man die Teilung wie Fig. 112

vollzieht. Nur dürfen die Biegungswinkel α und β (Fig. 112) keine rechten sein, sondern müssen wenigstens 110° betragen. Vorgeschmiedet wird nach Fig. 113, ob 1 oder 2 Stück zugleich im Gesenk geschlagen werden. Für den ersten Fall wird bei $x-x$ vor dem Schlagen, im zweiten Fall nachher getrennt.

Das Abgraten verursacht hier einigermaßen Schwierigkeiten. Es

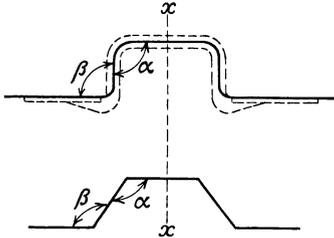


Fig. 112.

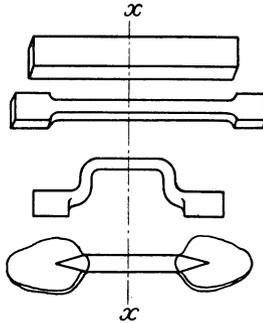


Fig. 113.

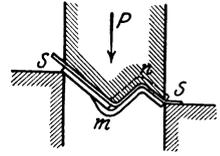


Fig. 114.

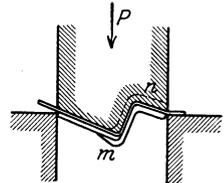


Fig. 115.

Fig. 109-115. Schmieden eines Karosserieteils.

muß darauf geachtet werden, daß die Schnittwinkel $m-n$ (Fig. 114 und 115) die richtige Größe erhalten, um einen sauberen Schnitt zu geben. Bei Fig. 114 würde die Spitze S des Blattes beim Gratzen gefährdet sein, bei Fig. 115 dagegen der Schnittwinkel $m-n$ zu gering sein. Man läßt deshalb oft etwas Grat stehen, der leicht durch Schleifen auf Schmirlscheiben entfernt werden kann.

Abgraten bei Biegungen. Nach Möglichkeit soll man Abgratwerkzeuge wie Fig. 114 und 115 und abgesetzte Gesenke wie Fig. 110 und 111 vermeiden, vielmehr danach streben, die Biegungen in die Teilebene zu bekommen, also, wenn nötig, die Werkstücke im gestreckten Zustand ausschlagen, abgraten und dann (am besten unter der Presse) biegen. Die abgesetzten Gesenke und entsprechend geformten Gratwerkzeuge sind nicht nur teurer herzustellen als die mit glatter Bahn, ihre Lebensdauer ist auch geringer.

VI. Rippenbildung im Gesenk.

Regel: Alle Rippen von größeren Abmessungen, die nicht flach zur Schlagrichtung liegen, sollen vorgearbeitet werden, möglichst so, daß sie etwas dünner, aber höher sind als ihre endgültigen Abmessungen, so daß sie im Fertigesenk gestaucht werden.

Beispiele.

Radnabe für Lafettenräder (Fig. 116). Der vierkantige Werkstoff (Fig. 117 links) wird in einem Gesenk (Fig. 118) vorgeschlagen. Dabei ist $l' > l$, $l'_1 > l_1$, $l'_2 > l_2$ dagegen $d_1 < d$ und $s_1 < s$, während die Rippenhöhe größer ist als die endgültige. Die Aussparungen 1 und 2 dienen zur Aufnahme der in den seitlichen Aussparungen 3 und 4 geschlagenen Rippen. Man dreht das Stück jedesmal um 90° im Gesenk, damit die gegen-

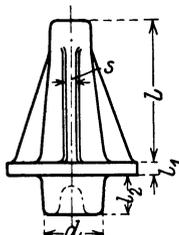


Fig. 116.

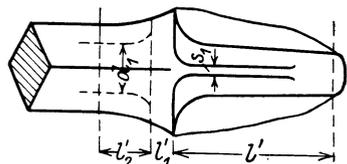


Fig. 117.

überliegenden Rippen immer einmal in 1 und 2 und dann in 3 und 4 kommen, so lange, bis die gewünschte Vorform erreicht ist. Darauf wird der Durchmesser d vorgeschmiedet. Man kann den Werkstoff auch an beiden Enden auf die obige Weise vorarbeiten, dann d ausschmieden und trennen, wodurch

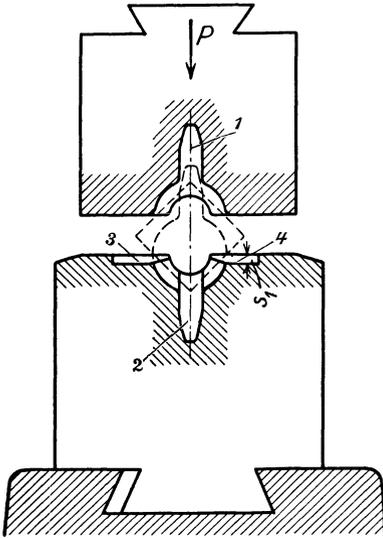


Fig. 118.

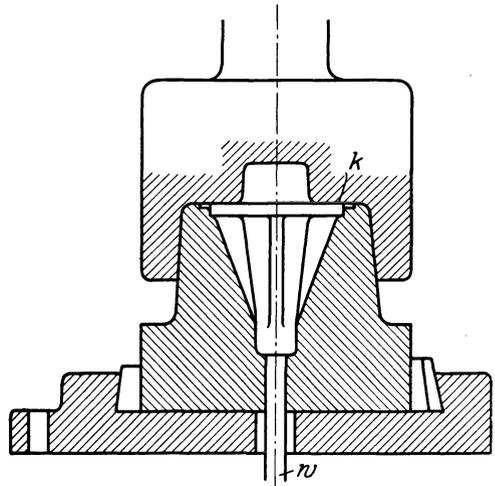


Fig. 119.

man zwei Teile erhält. Wenn die Nabe gut vorgeschmiedet ist, kann sie im Gesenk Fig. 119 auf der Spindelpresse fertiggeschlagen werden. Dies Gesenk muß mit Auswerfvorrichtung w versehen sein. Wird unter dem Hammer geschmiedet, so ist ein weniger gutes

Vorschmieden ausreichend. Man legt dabei wohl den langen Teil der Nabe mit den Rippen ins Obergesenk (Fig. 120), weil hier der Werkstoff besser fließt; das hat aber auch zwei Nachteile: einmal wird das Werkstück dabei im Obergesenk leicht verdrückt, zweitens bleibt es beim Hochgehen des Bärs leicht im Obergesenk sitzen. Die Rippen sind nach beiden Richtungen um $5 \div 7^\circ$ zu verjüngen.

Es ist mit großer Vorsicht zu schlagen. Im Gesenkkunterteil ist eine Kerbe zu machen, auf die man die Rippe genau einstellt oder besser noch eine kleine Vertiefung auf einer wagerechten Fläche, so daß auf dem Werkstück nach dem ersten Schlage eine kleine Erhöhung entsteht, mit der man das Werkstück immer wieder in die genaue Lage bringen kann.

Fig. 116 ÷ 120. Schmieden von Radnaben für Lafettenräder.

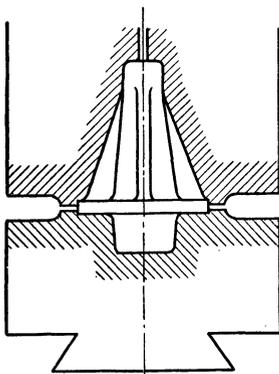


Fig. 120.

Lage der Gratnaht. Bei der Herstellung nach Fig. 117 und 118 war das Werkstück ziemlich genau vorgeschmiedet, und es kann sich daher nur ein dünner Grat bilden, der mit der Kante k des Flansches (Fig. 119) zusammenfällt. Dieser dünne Grat läßt sich mit einem Abgratwerkzeug leicht entfernen. Beim Schmieden im Gesenk nach Fig. 120 wird man weniger genau vorschmieden und einen stärkeren Grat erhalten. Würde man hier diesen stärkeren Grat auch an die Kante des Flansches legen, so würde

beim Abgraten die Kante k oft an verschiedenen Stellen abgerissen, wenn das Abgratwerkzeug etwas stumpf geworden ist, womit im Betrieb ja immer gerechnet werden muß. Man teilt deswegen die Form nach Fig. 120, so daß der Grat nicht an der Flanschseite entsteht. Dieser Grat läßt sich auch mit einem etwas stumpfen Abgratwerkzeug entfernen, ohne daß die Kante dabei einreißt.

Rippenhebel. In dieselbe Gruppe gehören auch Teile wie Fig. 121. Nachdem das Werkstück passend vorgeschmiedet ist, wird es mit den Rippen nach oben geschlagen. Dabei ist die Regel anzuwenden, daß die Abschrägung des Gesenkteiles, der sich aus dem Werkstück herausheben soll, größer gemacht wird als die Abschrägung des Teiles, der im

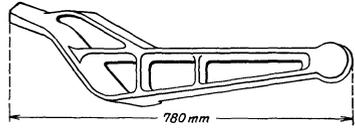


Fig. 121.

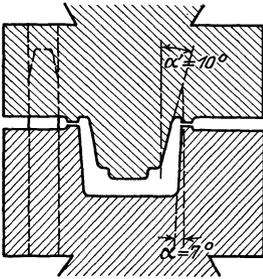


Fig. 122.

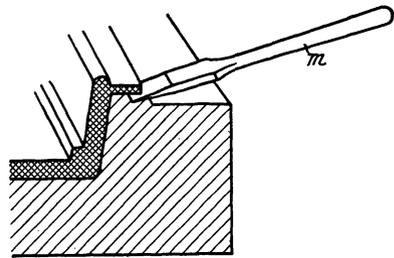


Fig. 123.

Untergesenk verbleiben soll, also (Fig. 122) $\alpha' > \alpha$, und zwar nimmt man hier etwa $\alpha' = 10^\circ$, $\alpha = 7^\circ$. Die Größe dieser Winkel hängt von der Höhe der Rippe ab: je höher die Rippe, desto größer der Abschrägungswinkel.

Das vorgeschmiedete Stück muß natürlich in den Hohlraum des Gesenkes eingelegt werden können. Es wird um 15% schwerer gemacht als das fertige Werkstück.

Unter den Grat schiebt man das meißelartige Werkzeug m (Fig. 123), um das Werkstück aus dem Gesenk zu heben. Für Hohlkörper hat man auch sogenannte negative Zangen, die am Maul auseinandergehen, wenn man die Griffe zusammendrückt (Fig. 124). Die Flächen f sind feilenartig aufgerauht. Schlimmstenfalls muß man im Amboß und Untergesenk Ausstoßvorrichtungen anbringen.

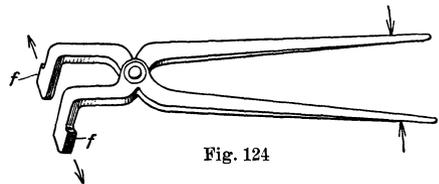


Fig. 124

VII. Das Vorlochen im Gesenk.

Mit einem Dorn mit ebener Fläche kann man kein Loch im knetbaren Rohstoff erzeugen, ohne daß am Ende des Hubes ein Boden oder Grat oder eine Wand entsteht, weil der vor dem Dorn hergetriebene Rohstoff zu den Innenwandungen des Loches ausweicht, bis der zurückbleibende Boden durch Wärmeabgabe fest wird, so daß eine weitere Verschiebung unmöglich wird. Diese Wand muß durch Stanzen entfernt werden. Ein Beispiel hierfür ist der Mitnehmer S. 28. Ein anderes Beispiel ist die Schubstange für Automobilmotore (Fig. 125).

Im Gesenk (Fig. 126) sind beiderseits die Dorne a, a und b, b eingesetzt oder ausgearbeitet. Die zwischen beiden Dornen entstehenden Wände von der Stärke d_1 und d_2 werden in Fig. 127 ausgestanzt. Nach dem Ausbohren wird der Kopf bei $x-x$ (Fig. 125) durchgefärscht. Man wendet das Vorlochen in der Absicht an, um Rohstoff zu sparen und um seinen Querschnitt möglichst klein wählen zu können, wodurch wiederum das Vorschmieden vereinfacht und in manchen Fällen ganz unnötig wird (s. S. 21). Ferner wird das Vorlochen angewendet, um den Drang besser auszubilden und eine schärfere Ausprägung der Form zu erzielen. Jedoch ist vor einer zu weitgehenden Vorlochung zu warnen, da mit einem zu dünnen

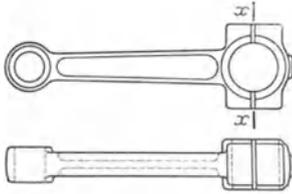


Fig. 125.

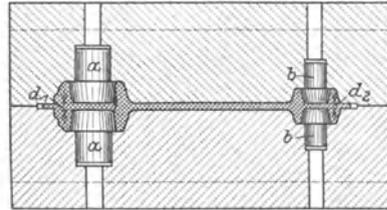


Fig. 126.

Ausschlagen der Wände d_1 und d_2 eine vorzeitige Abkühlung und daher eine starke Beanspruchung der Dorne verbunden ist, die zu einer Stauchung der Dorne führt. Man wird d_1 und d_2 nicht schwächer als die doppelte Gratstärke halten.

Die Amerikaner begnügen sich nicht mit dem Vorlochen, sondern gehen noch einen Schritt weiter. Das abgegratete, durchgestanzte und wieder erwärmte

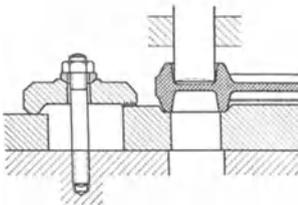


Fig. 127.

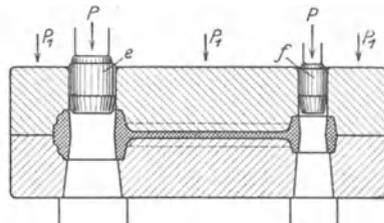


Fig. 128.

Fig. 125÷128. Genaues Fertigschmieden von Schubstangen für Automobilmotore.

Werkstück wird in ein sauber gearbeitetes Fertigesenk (Fig. 128) auf eine Zieh-
presse gebracht, durch die Hebeldrücke P_1 fest zusammengedrückt, und dann werden
die kleinen Dorne e und f aus geschliffenem Hartguß durch die Kurbeldrücke P
durch die Löcher gepreßt. Auf diese Weise erhält das Werkstück eine sehr genaue
Form mit Abweichungen von höchstens $0,25 \div 0,30$ mm, das Loch selbst eine
Genauigkeit bis zu $0,1$ mm, so daß das Ausbohren sich erübrigt und ein Nach-
reiben oder Schleifen genügt (nachdem der Zunder durch Beizen entfernt wurde),
um die vollendete Form zu erreichen. Das sind die genauesten Leistungen der
Schmiede, die der spanabhebenden Maschine ebenso den Rang ablaufen will wie
der Gießerei.

VIII. Schmieden ringförmiger Körper.

Ringförmige Körper, wie z. B. Spannschlösser (Fig. 129), werden im Gesenk hergestellt, indem man ein Stück Flacheisen (Fig. 129 rechts) oder das erwärmte

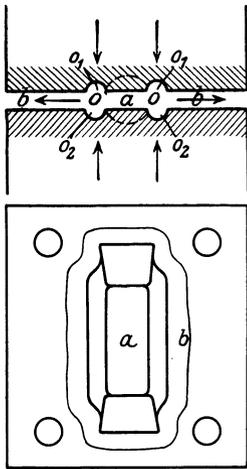


Fig. 130.

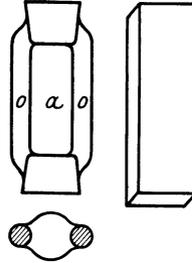


Fig. 129.

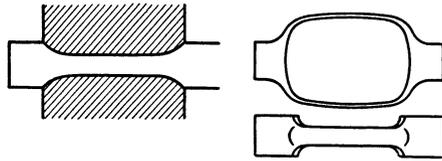


Fig. 131.

Fig. 129-131. Schmieden von Spannschlössern.

Ende einer Flacheisenstange in das Gesenk (Fig. 130) schlägt, in zwei Arbeitsgängen abgratet (einmal den Grat aus der Öffnung a , das andere Mal den Außengrat b), das Stück wieder einschlägt und abgratet, bis die gewünschte Form erreicht ist. Der ganze Stoffüberschuß muß dabei von a über o bei bb ausfließen (Fig. 130). Es bildet sich hier ein Metallstrom, der den Anforderungen

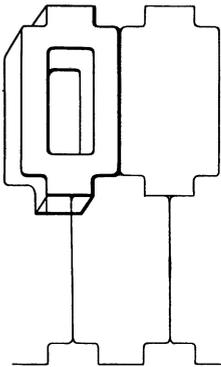


Fig. 132.



Fig. 133.



Fig. 134.

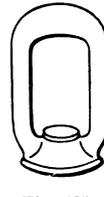


Fig. 135.

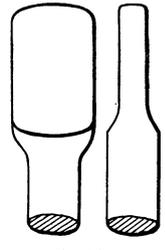


Fig. 136.

der Gesenkpresseerei nicht entspricht, die Teile $o_1 o_1$ und $o_2 o_2$ nehmen nicht daran teil, so daß ihre Struktur anders wird als die der Mitte. Deshalb und auch wegen

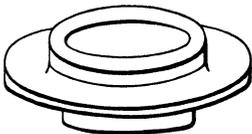


Fig. 137.



Fig. 138.

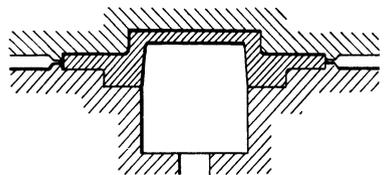


Fig. 139.

der Stoffersparnis sollte man besser wie Fig. 131 vorschmieden. Besonders für Messing und andere Metallegierungen benutzt man in solchem Fall vorgestanzte

Formen (Fig. 132), und spart dadurch Metall und Arbeit, indem man mit einem Druck fertigpreßt bei äußerst geringem Grat, der abgehoben werden kann. Ebenso

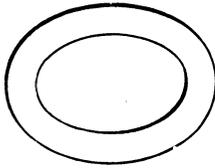


Fig. 140.

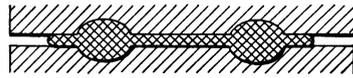


Fig. 141.

werden Fig. 133 ÷ 135 hergestellt, d. h. entweder aus dem vollen oder vorgeschmiedet (z. B. Fig. 135 von der Stange nach Fig. 136) oder vorgestanzt. Die Brille (Fig. 137) wird aus abgèsägtem Rundeisen (Fig. 138) mit Boden gepreßt oder geschlagen (Fig. 139) und der Boden durch Ausstanzen entfernt. Ebenso aus einer Scheibe der Ring (Fig. 140) im Gesenk (Fig. 141).

IX. Pressen, Ziehen, Schmieden von büchsenförmigen Körpern.

Fließen des Rohstoffes beim Pressen. Wenn man einen Abschnitt hochangewärmten Stahles in einem geschlossenen Gesenk dem Druck P eines Dornes D aussetzt (Fig. 142, I), so wird der Rohstoff zusammengedrückt, bis er den Boden der Büchse vollständig ausfüllt.

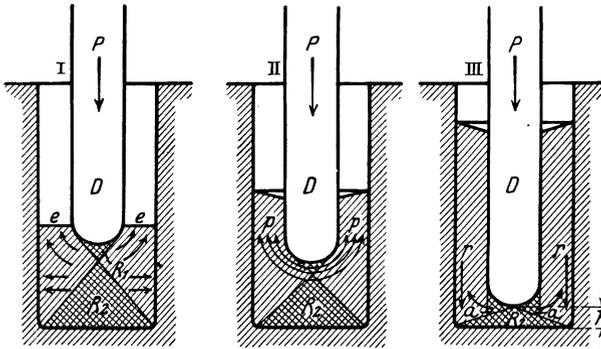


Fig. 142. Fließen des Rohstoffes beim Pressen.

Setzt man jetzt den Druck fort, so bilden sich die bekannten Rutschkegel $R_1 R_2$, aber da der Stoff nur bei e ausweichen kann, so bildet sich bei stetigem Vorschub des Dornes (Fig. 142, II) eine Fließzone, aus welcher der verdrängte Rohstoff in der Richtung p aufströmt, bis der Dorn kurz vor dem Erreichen des Bodens des Gesenkes sehr großem Widerstande durch den hier stark abgekühlten Stoff begegnet (Fig. 142, III). Der Rutschkegel R ist durch die Reibung r des Rohstoffes an den Gesenkwänden am Fließen verhindert, so daß die Teile a keine Gelegenheit mehr haben, auszufließen. Der Druck steigt plötzlich von etwa 25 auf 45 ÷ 50 kg/mm². Auf diese Weise ist für jede Dornsorte eine gewisse Bodenstärke h gegeben, bei deren Überschreitung Maschinen, Gesenke und Dorne leiden.

Der Preßdorn. Die beste Kopfform für den Dorn ist diejenige, die sich dem Wege des fließenden Werkstoffes anpaßt, wie Fig. 143a. Ein Dorn nach b geformt zeigt nach einigen Pressungen die Form c , doch reißt er infolge Ermüdung gewöhnlich eher, als er bei seiner Härte diese Form angenommen hat. Soll also die Form b im Hohlkörper ohne spätere Nacharbeit erzeugt werden, so sind sehr oft die Dorne auszuwechseln, was meist teurer wird als das Nachdrehen der Bohrung des Stückes. Ein Dorn nach a braucht auch den geringsten Druck, und zwar etwa 15 ÷ 25 kg/mm² bei einem Rohstoff von

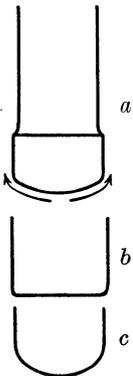


Fig. 143.

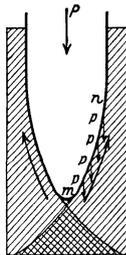
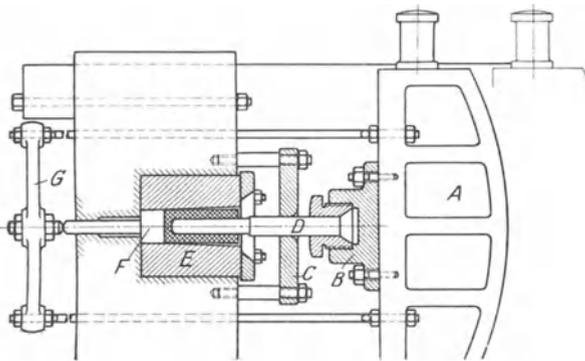
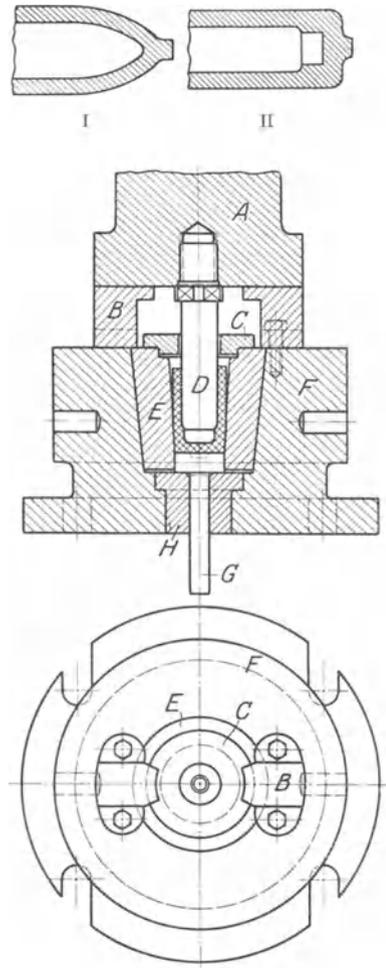


Fig. 144.

das Nachdrehen der Bohrung des Stückes. Ein Dorn nach a braucht auch den geringsten Druck, und zwar etwa 15 ÷ 25 kg/mm² bei einem Rohstoff von

60 kg/mm² und einer Temperatur des Rohstoffes von 1100°; den höchsten Druck bis 45 kg/mm² unter denselben Bedingungen braucht die Dornform Fig. 144 (für Granathülsen); für die Kopfform 143*b* liegt der nötige Druck dazwischen. Die große Höhe des Preßdruckes bei der Form Fig. 144 erklärt sich aus dem großen Fließwiderstand entlang der langen kegeligen Fläche *m* — *n*. Vorteilhaft für den Kraftverbrauch ist es, hinter dem Kopf, wie bei 143*a*, den Schaft dünner zu drehen um 0,5 ÷ 0,75 mm, um die Reibung des aufsteigenden Stoffes zu verhindern. Um das Aufschumpfen der Hülse auf dem Dorn zu vermeiden, sind Abstreifvorrichtungen anzuwenden.

Die Gesenkbüchse wird zur Öffnung kegelig erweitert, um etwa 1 %. Auch bei Anwendung eines zylindrischen oder wenig kegeligen Dornes ist der Dorn bei Hubende sofort zurückzubewegen, denn sonst schrumpft die gedornte Hülse gar schnell auf dem Dorn auf. Man greift in die Öffnung der Büchse mit einer winkelrecht gebogenen negativen Zange (s. Fig. 124) und hebt den Preßling heraus. Für wirtschaftlich eingerichtete Massenfertigung wirken Abstreifer und Ausstoßer automatisch, wie z. B. bei der wagerechten Biegemaschine (Kurbelpresse) (Fig. 145), für Zündladungsbüchsen eingerichtet (180 ÷ 200 Stück in der Stunde).



A: Preßholm B: Dornhalter C: Abstreifer
D: Dorn E: Gesenk F: Ausstoßbolzen
G: Brücke für die Ausstoßvorrichtung

Fig. 145. Dornen auf wagerechter Kurbelpresse.

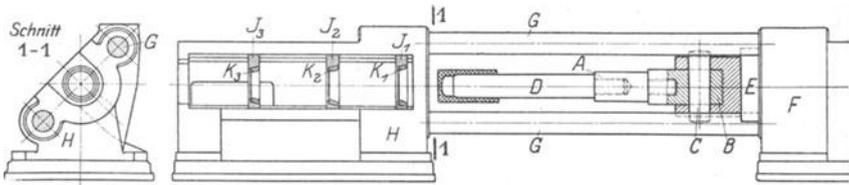
A: Dornhalter B: Aufsatzstücke
C: Abstreifer D: Dorn
E: Gesenkbüchse F: Gesenkhalter
G: Ausstoßer H: Grundbüchse

Fig. 146. Dornen auf senkrechter hydraulischer Presse.

Die Dornkopfform ist gewöhnlich vorgeschrieben durch die Bodenform der Büchse, wenn diese nicht bearbeitet werden soll, wie z. B. bei Geschossen (Fig. 146 A und B). Dabei muß man natürlich den größeren Preßdruck in Kauf nehmen.

Vorpressen und Nachziehen. Man kann kleinere Hülsen mit Wandstärken von 3 ÷ 4 mm direkt pressen. Bei größeren Hülsen zieht man gewöhnlich einen

anderen Weg vor, um genaue, dünne Wandstärken zu erlangen. Man preßt mit Hilfe einer hydraulischen Presse und den dazugehörigen Dornwerkzeugen (Fig. 146) einen Block (Rohling) vor nach Fig. 146 und zieht die so entstehende Hülse



A: Dornhalter B: Schwenkkopf C: Bolzen D: Dorn E: Preßplunger
 F: Preßzylinder G: Säulen H: Bett J: Halter K: Ziehring

Fig. 147. Ziehen auf wagerechter hydraulischer Presse.

in derselben Hitze auf einer wagerechten hydraulischen Presse (Fig. 147, dazu Abstreifer Fig. 148) nach. Dabei benutzt man aus Hartguß gegossene Ziehringe,

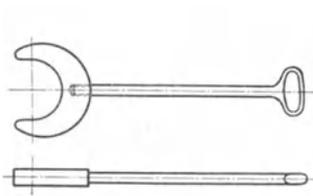


Fig. 148. Abstreifer für Ziehpresse.

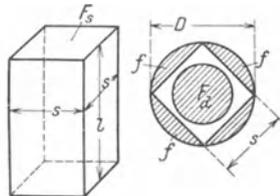


Fig. 149.

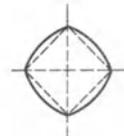


Fig. 150.

die nur außen — zum Einpassen in den etwas kegeligen Ziehringhalter — und in der Bohrung genau auf Maß geschliffen werden. Man zieht mit einem Hub durch alle 3 Ziehringe $K_1-K_2-K_3$.

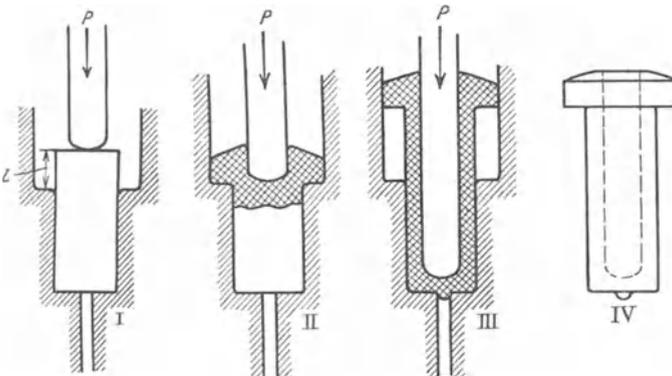


Fig. 151. Stauchen und Pressen von Hülse.

Das frühere Ehrhardsche Verfahren bestand darin, daß man zur Herstellung der Hülse vom Durchmesser D Werkstoff von einem quadratischen Querschnitt $F_s = s^2$ (Fig. 149) wählte, der gerade in den Kreis mit D hineinpaßte, so daß also beim Fließen das Material nur die 4 Flächenstücke f auszufüllen hatte. Wählte man ferner den Dornquerschnitt $F_a = 4f$, so wurde in jedem Querschnitt von innen so viel Werkstoff verdrängt, wie außen hinzukommen mußte, nämlich $4f$. Infolgedessen wurde die Höhe der Hülse = der Höhe l des Blocks.

Es ist aber ein großer Irrtum, zu glauben, daß man hierbei Arbeit spare. Die Staucharbeit ist im Gegenteil größer.

Man nimmt heute meist Rundmaterial, um den Stauchvorgang zu verringern, oder sonst die etwas billigeren Spitzbogenknüppel (Fig. 150), jene im Durchmesser, diese in der Diagonale etwas kleiner als den Gesenkdurchmesser, um so viel, daß das Einlegen des warmen Werkstückes keine Schwierigkeiten macht.

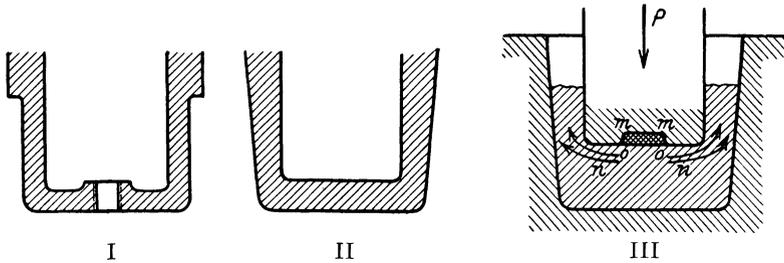


Fig. 152. Schlagen von Hülsen.

Pressen und Stauchen. Will man eine Hülse mit Kopfrand pressen, so erweitert man das Gesenk oben gleich dem Durchmesser der gewünschten Kopfform (Fig. 151, I). Die Stärke des Kopfrandes hängt nun von dem Volumen des die engere Buchsenform überragenden Endes l des Werkstoffes ab. Bei der nun folgenden Pressung findet zuerst eine Stauchung der Länge l statt (II), erst dann beginnt der oben beschriebene Dornvorgang, bei dem der Kopfrand nicht weiter an dem Fließvorgang teilnimmt, sondern nach oben verschoben wird (III). Es entsteht auf diese Weise die Randhülse (IV) mit etwas kegelförmiger oberer Fläche, die bei zylindrisch gewünschtem Rande abgestochen werden muß. Man kann auf diese Weise für Hülsen mit Rand, wie sie viel im Maschinenbau gebraucht werden, sehr viel Rohstoff sparen.

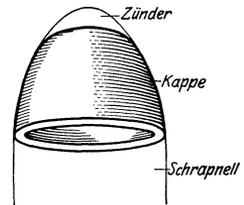


Fig. 153.

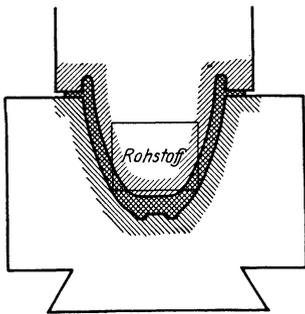


Fig. 154.

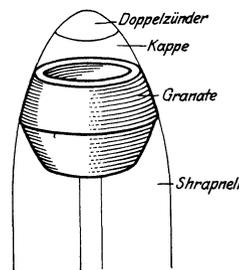


Fig. 155.

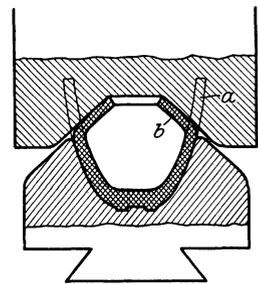


Fig. 156.

Schlagen von Hülsen. Bei langen dünnen Dornen sind nur Pressen am Platze, bei dicken kurzen Dornen Hämmer, wobei dem Dampfhammer der Vorzug vor dem Fallhammer zu geben ist wegen der schnell aufeinander zu folgenden Schläge.

Eine kleine Granate, wie z. B. Fig. 152, II für 75-mm-Granatschrappnells, soll stets so geschlagen werden, wie Fig. 152, II zeigt, ohne Putzen. Würde man mit Putzen $m-m$ (Fig. 152, III) pressen, so würde dieser meist un ganz werden, d. h. sich in der Fläche $o-o$ teilweise ablösen, weil das Fließen unter dem Dorn in der Richtung $n-n$ geht.

Die Schrapnellkappe für 125-mm-Schrapnells (Fig. 153) wird am saubersten unter dem Dampfhammer. Das Gesenk zeigt Fig. 154. Für diese Größe genügt ein $750 \div 1000$ -kg-Hammer, $2 \div 3$ Schläge. (Lederstückchen ins Gesenk und in das Werkstück werfen.) Nachdem 5 Stück geschlagen sind, werden sie schnell durch Wasser gezogen, ins Gesenk gelegt, etwas Wasser ins Werkstück gegossen (nicht zu viel!) und ein Wasserschlag gegeben. Glatt, wie poliert, kommen sie aus dem Gesenk.

Für Granatschrapnells über 75 mm dient die Tulpenform Fig. 155. Sie wird ebenso geschlagen wie Fig. 153, kommt aber noch einmal ins Feuer und wird unterm Fallhammer eingezogen, *a* nach *b* (Fig. 156).

X. Das Spritzen von Hohlkörpern.

Einfache Hohlkörper. Mit Messing kann man sich ganz andere Kunststücke erlauben wie mit Stahl. So wie man für einen Schraubenbolzen den Schaft

aus einem zylindrischen Messingstück *A* (Fig. 157) ausspritzen kann (man staucht den Kopf übrigens besser an Werkstoff von Schaftstärke an, wie in Fig. 158, während Stauchen und Spritzen nach Fig. 159 selten ist), so preßt man mit der Vorrichtung (Fig. 160) aus einem zylindrischen Messingstück die Kapsel (Fig. 161). Der im Bär befestigte Stempel *B* schiebt beim Abwärts-

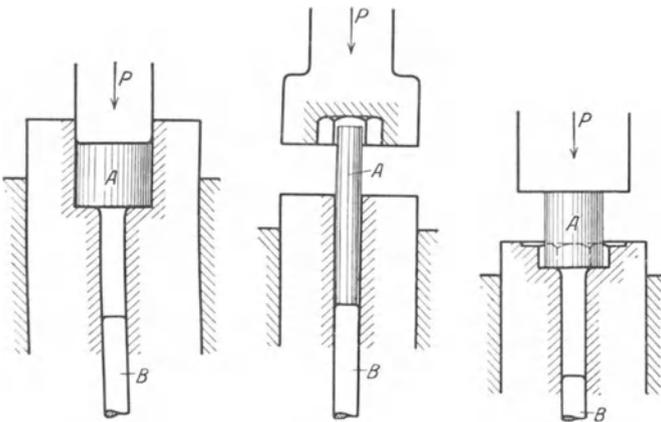


Fig. 157. Fig. 158. Fig. 159.
Fig. 157÷159. Spritzen und Stauchen von Schraubenbolzen.

gehen zunächst mit dem Anschlag *C* die Brille *D* des beweglichen mittleren Gesenkteils *E* herunter entgegen dem Druck der Federn *F*, bis sich *E* auf die Gesenkbüchse *G* legt. In *G* sitzt der Dorn *H* fest, so daß nun *E*, *G* und *H* den richtigen Gesenkhohlraum bilden, in den Stempel *B* den Rohstoff *A* hineindrückt und -spritzt.

Beim Rückgang des Stempels folgt der mittlere Gesenkteil und zieht dadurch das fertig gepreßte Stück vom Dorn *H* ab, bis sich die Brille *D* gegen die Köpfe der Schrauben *I* legt.

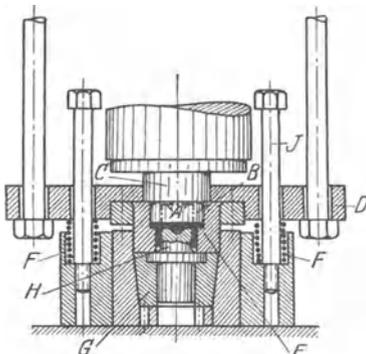


Fig. 160. Pressen von Kapseln.



Fig. 161.

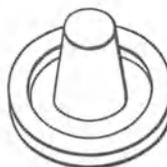


Fig. 162.

Auf dieselbe Weise können Ventilkegel (Fig. 162), Kapseln und Deckel für Wassermesser, für Stauerbüchsen, Mikroskope und Fernrohre und ähnliche Gegenstände gespritzt werden. Es wird dazu 58-gekupfertes Messing verwendet.

Hohlkörper, die später gezogen werden sollen, wie z. B. Patronenhülsen, können dagegen nur aus 75 ÷ 76-gekupferten Messing gedornrt werden wie Schrapnellhülsen.

Hohlkörper mit Rippe. Fig. 163, I—V zeigt einen Doppelzünder vom Rohstoff bis zum fertigbearbeitetem Stück. Der Ringraum *R* muß mit einer Toleranz von weniger als 0,3 mm fertiggepreßt werden, weil die Rippe *P* für das Zündloch *L* eine nachträgliche Bearbeitung von *R* nicht gestattet.

Er wird in drei Arbeitsgängen hergestellt, aus weichem Rundeisen vom Durchmesser des oberen Zapfens (I). 1. Arbeitsgang: Anschmieden des Zapfens *Z* im Rundgesenk auf dem Federhammer (II).

2. Arbeitsgang: Vorform (III) wird im einfachen Stauchgesenk gestaucht. (Bei Messing kann man in demselben Gesenk umgekehrt verfahren — bei schweren Pressen von 200 mm Spindeldurchmesser bei Eisen auch — indem man den Rohstoff von einer Stange von der Ballendicke absägt und beide Zapfen ausspritzt.) 3. Arbeitsgang: Fertigpressen (IV) wie beim Dornen von Hohlkörpern, nur daß hier der Dorn selbst ein Hohlkörper (Ringdorn *D*, Fig. 164) ist, in dem die Kanalrippe *P* als Schlitz ausgearbeitet ist. Das Gesenk (Fig. 164) besteht aus dem Oberteil *B*₁*B*₂ und dem Unterteil *A*₁*A*₂. Während *B*₁ im Bär fest sitzt, ist *B*₂ an *B*₁ beweglich, da es zugleich als Abstreifer dient.

Nachdem die Fertigform fertiggepreßt ist und in der tiefsten Stellung des Obergesenks die Federn *F* über die etwas geneigte Fläche *k* von *B*₂ gegriffen haben, geht der Bär mit *B*₁ wieder hoch, während die Federn *F* den Teil *B*₂ auf den Werkstück solange festhalten, bis der Ringdorn *D* sich völlig vom Werkstück gelöst hat. Dann stößt der Ansatz *m* von *B*₁ gegen den geteilten Ring *E* und nimmt, *F* zurückdrückend, *B*₂ mit hoch. Die genau zentrische Ausführung des zweiten Vorerzeugnisses und die richtige Anordnung der Federn verbürgen den Erfolg. Würde bei großer Stoffzugabe der Mantelring des Zünders beim Pressen zuerst gefüllt, so verböge sich leicht der Ringdorn. (Näheres s. Schweißguth, Schmieden und Pressen.)

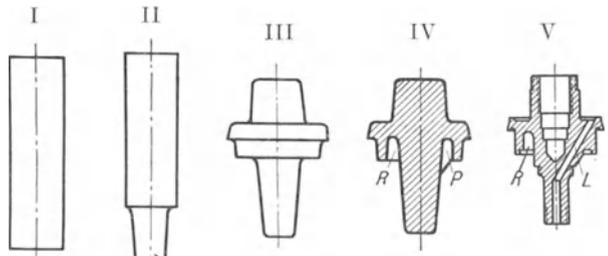


Fig. 163.

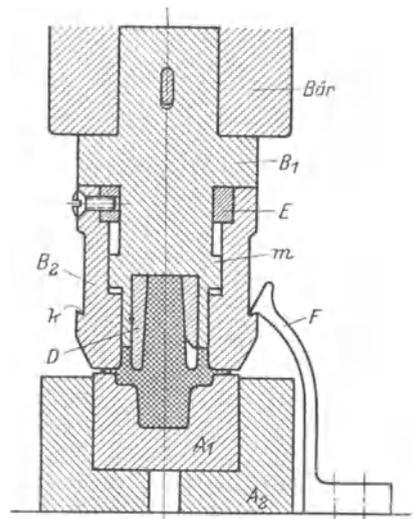


Fig. 164.

Fig. 163 u. 164. Pressen von Doppelzündern.

XI. Das Stauchen im Gesenk.

Breite tellerförmige Gegenstände mit zentralem Zapfen, wie Eisenbahnpuffer, Motorventile usw., werden gestaucht. Zu diesem Zweck wird der Rohstoff bedeutend stärker gewählt als die Führungsstange des Stückes, wenn diese verhältnismäßig dünn ist.

Eisenbahnpuffer. Für normale Eisenbahnpuffer (Fig. 165) wählt man z. B. der Billigkeit halber Spitzbogenknüppel oder, wenn sie nicht teurer sind, Rundknüppel

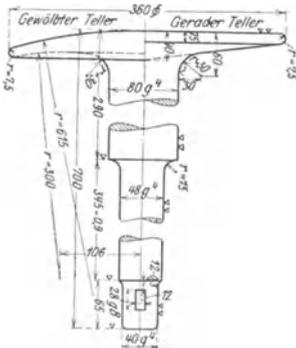


Fig. 165. Wagenpuffer.

von $85 \div 120$ mm und trennt sie nach dem Gewicht der Werkstücke mit der Verlustzugabe (die die Schmiede auch wohl Kalo nennen). Man streckt dann zuerst die Führungsstange aus (Fig. 166)¹⁾. Unter dem Hammer sieht man den abgetrennten Rohstoff *a* strecken; *b* zeigt den vorgestreckten und *d* den im Sattel *c* fertiggestreckten und gerundeten Schaft mit dem in ursprünglicher Stärke belassenen Kopfteil, aus dem der Pufferteller gestaucht und gebreitet werden soll. Zunächst wird er unter dem Hammer im Gesenk mit Ausstoßvorrichtung (Fig. 169) vorgestaucht, wobei der Bärkern eine glatte Bahn *a—b* oder eine gewölbte *a'—b'* hat. Jetzt wandert das Stück wieder in den Ofen unter möglicher Kühllhaltung des Schaftes und kommt auf eine drehbare Vorrichtung (Fig. 167), um den Pufferteller zu breiten. Das Gesenk

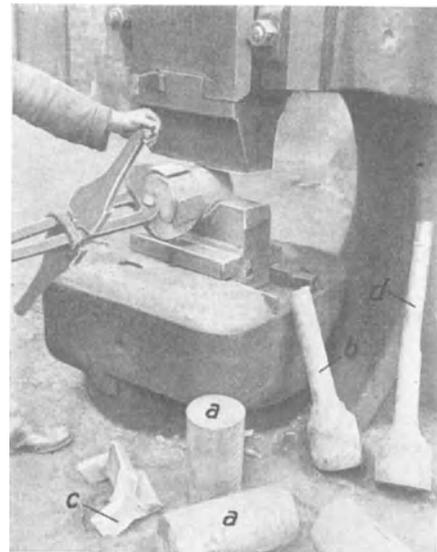


Fig. 166. Strecken der Rohlinge unter dem Dampfhammer.

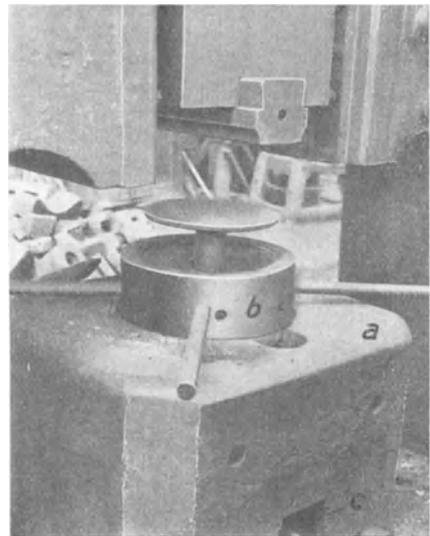


Fig. 167. Tellerschmieden unter dem Dampfhammer.

hierfür ist in Fig. 168 im Schnitt gezeigt. Man kann aber auch den Pufferteller gleich im ersten Gesenk ganz ausschmieden, wenn man mit breitem Bärkern sehr

¹⁾ Gans, Reihenfertigung von Eisenbahnpuffern WT. 1924, H. 19.

heiß arbeitet. Gewölbte Puffer kommen nach dem Abgraten rotwarm in ein Gesenk (Fig. 170 und 171). Will man noch das Saugloch am Ende des Pufferschaftes stanzen, so geschieht dies in warmem Zustande mit Dornen aus Wolframstahl, unter einer Friktions- oder Kurbelpresse (Fig. 172). Der Puffer ist jetzt fertig zur Bearbeitung.

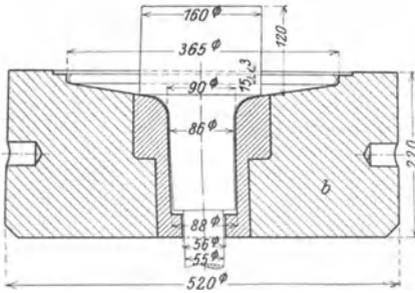


Fig. 168. Gesenk zum Ausschlagen des Tellers.

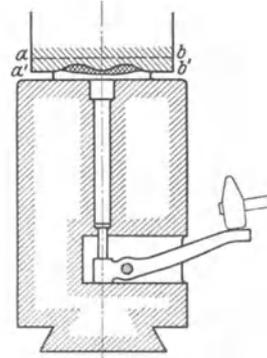


Fig. 169.

Motorventil. Auf dieselbe Weise werden Motorventile (Fig. 173) aus Chromnickelstahl hergestellt (am besten auf der Schmiedemaschine). Man streckt sie aber auch aus runden Abschnitten I (Fig. 175) in Form II aus oder zu gleicher Zeit 2 Stück nach Form IIa. Will man den Stahl gut behandeln (er darf nur auf 950°C erwärmt werden), so macht man eine Zwischenform (Fig. 174) und preßt dann erst auf der Friktionspresse fertig.

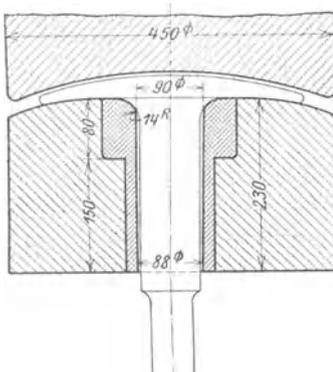


Fig. 170. Vorrichtung zum Wölben der Teller.

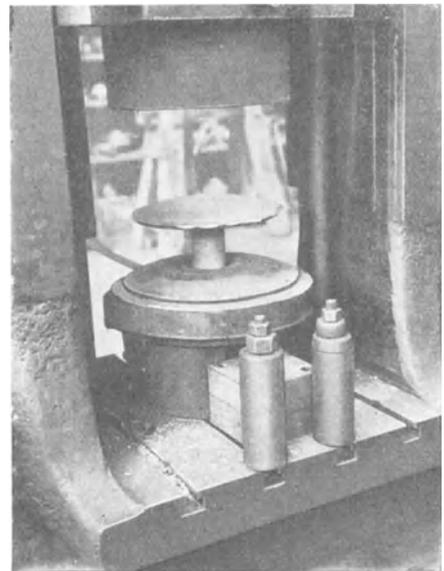


Fig. 171. Vorrichtung zum Wölben der Teller in der Reibspindelpresse.

Flugzeugmotorenzylinder. Zylinder für Flugzeugmotore (Fig. 179, VI) werden aus weichem Flußstahl hergestellt, und zwar werden dazu Rundknüppel von 180 mm Durchmesser für Stücke von $64 \div 67$ kg genommen. Früher fräste man sie

aus dem Vollen, nachdem man nur den unteren Flansch angestaucht hatte. Trotzdem das Verfahren, wie es hier gezeigt wird, höchst unwirtschaftlich ist wegen des enormen Rohstoffverlustes von über 500 %, so ist es doch ein gutes Beispiel für den Konstrukteur, wie er Schmiedestücke nicht formen soll. Man ist deshalb auch von dieser Form abgegangen, die hier nur als Lehrbeispiel gezeigt werden soll. Die vorspringenden und unterschrittenen Flanschen machen ein anderes Schmiedeverfahren unmöglich, es sei denn in sehr komplizierten Gesenken, die durch hydraulischen Druck zusammengepreßt werden, damit der Rohstoff nach mehrfachem

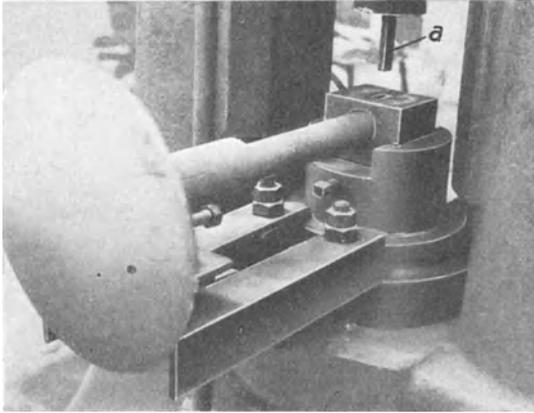


Fig. 172. Lochen der Pufferstangendenen.

Vorschmieden gedornet werden kann. Wir haben beim Dornen von Hohlkörpern gesehen, wie man Zylinder auf einfachere Weise ohne großen Stoffverlust herstellen kann.

Der Rohblock Form I kommt in ein einfaches Stauchgesenk (Fig. 176), in dem — am besten unter einer hydraulischen Presse — der Flansch angestaucht wird. Dem Druckstück gibt man eine Eindrehung, so daß der Flansch die verlangte Form erhält. Wenn die Arbeit unter dem Dampfhammer ausgeführt werden muß, so muß man zunächst vorstauchen und dann mit flachen

Stahlstäben breiten, Form II (Fig. 177), indem man den Hammer mit ebener Bahn auf den Stab schlagen läßt und strichweise von der Mitte zum Rande

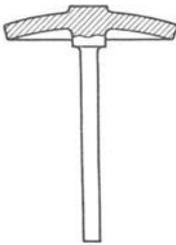


Fig. 173.

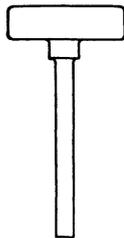


Fig. 174.

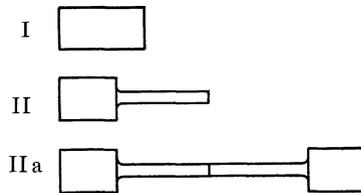


Fig. 175.

breitet, und dann in der Richtung rechtwinklig hierzu. Nach genügender Breitung halten 2 Gehilfen ein Kopfgesenk über das Werkstück (Fig. 178), womit der Flansch seine Vorform III erhält. Darauf wird das Werkstück ausgehoben, in derselben Hitze flachgeschmiedet nach Form IV (Fig. 179) und wandert in den Ofen, wo es auf 1100 bis 1200° angewärmt wird. Unter einem 2000-kg-Dampfhammer erhält es in einem Vorschlaggesenk die Form V. Die Linien 1—2 der Querschnitte (Fig. 179) zeigen die Teilung des Gesenkes. Diese zweite Vorform (V) wird unter der dampfhydraulischen Presse abgegratet, wandert in den Ofen und kommt mit genannter Temperatur in das Fertiggesenk. Fertigform VI wird wieder gegrattet, schnell in Wasser gesteckt und geputzt und erhält im selben Gesenk einen Schlag, worauf

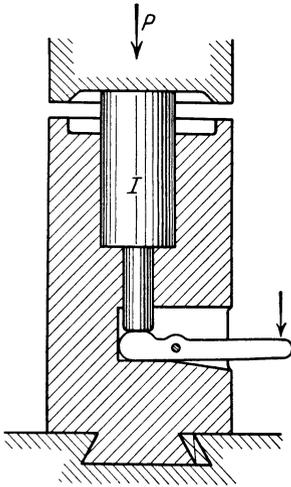


Fig. 176.

der leichte Grat entfernt wird. Beim letzten Schlage muß das Werkstück noch hellrot sein trotz der Wasser-taube. Im Kriege wurde für diese Zylinder eine Tole-ranz von 0,5 mm im Glühkopf vorgeschrieben, die auch gut eingehalten wurde.

Bolzenköpfe. Schließlich zeigt Fig. 180 ein Gesenk zum Stauchen von Bolzenköpfen aus Rundstäben. Die normale Bolzenkopfhöhe braucht eine Schaftlänge von 2,5fachem des Schaftdurchmessers. Auf dieselbe Weise

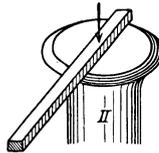


Fig. 177.

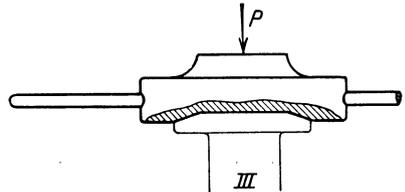


Fig. 178.

können auch Nieten und andere Teile gestaucht werden. Die Schrauben und Nieten müssen in umgekehrter Stellung nach Fig. 181 abgegratet werden, damit

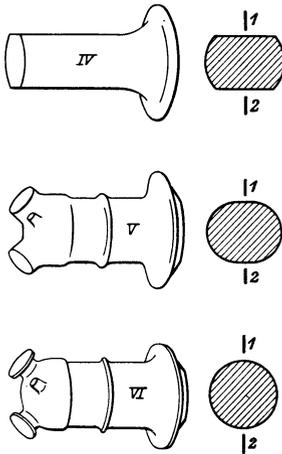


Fig. 179.

Fig. 176--179. Schmieden von Flug-zeugmotorenzylindern.

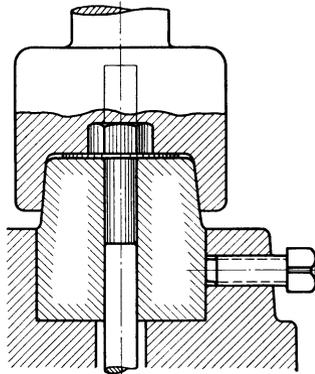


Fig. 180.

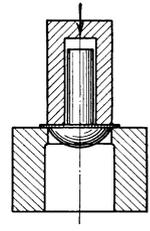


Fig. 181.

der Kopf in der Schnittplatte eine Führung erhält. Für diese Arbeiten verwendet man vorteilhaft Friktionspressen, wenn keine Sondermaschinen vorhanden sind.

XII. Flachpresserei.

Hierzu geeignet sind die unzähligen Formen aus Messing und Eisen für kleine Bedarfsgegenstände der verschiedenen Industrien, die teilweise sogar automatisch und halbautomatisch auf Friktions- und Kurbelpressen, aus gespritzten Rund- und Profilstangen¹⁾ hergestellt werden. Alle diese Gegenstände sind flach, brauchen

¹⁾ Z. V. d. J. 1913. Adler: Metallpreßteile.

keine tiefgearbeiteten Gesenke, und wenn sie aus Eisen hergestellt werden, stanzt man sie meist im Profil vor. Flügelmuttern werden entweder einzeln hergestellt (Fig. 182) oder mehrere zu gleicher Zeit in einem Gesenk nach Fig. 183 oder Fig. 184. In beiden Fällen wird die Achse des abgesägten Rundstabes (Fig. 185) in die Richtung $a-b$ gelegt. Die Gesenke erhalten Gratleisten parallel $a-b$.

Aus abgesägten Scheiben (Fig. 186) wird der Verschraubungsdeckel (Fig. 187) hergestellt. Für den Hand wirtel (Fig. 188) werden gespritzte Profilstangen (Fig. 189)

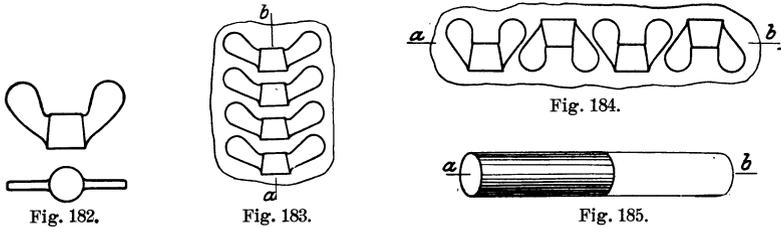


Fig. 182.

Fig. 183.

Fig. 184.

Fig. 185.

benutzt, die ebenfalls auf der Kaltsäge in schmale Abschnitte getrennt werden. Man spart dabei viel Metall. Stoßspiegel für Schrapnells (Fig. 190, I) müssen eine

Materialfestigkeit von 90 kg/mm^2 haben. Man stanzt die Scheiben für sie aus entsprechenden Blechen oder Lafetteisen aus (Fig. 190, II),

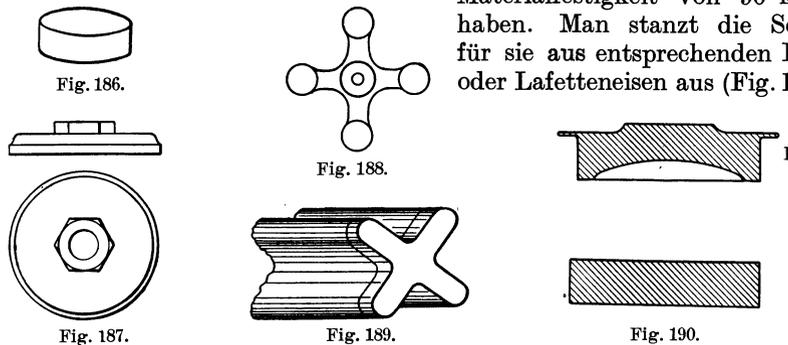


Fig. 186.

Fig. 188.

Fig. 187.

Fig. 189.

Fig. 190.

da die Walzfaser in der Kreisfläche verlaufen soll und nicht in der Zylinderachse, so daß man die Scheiben nicht von Rundeisen absägen darf. Doch sind im

Weltkriege auch solche hergestellt worden, namentlich zum Schluß, wegen Rohstoffmangels. Da hochgekohlter Stahl genommen werden muß, so braucht man Gesenke aus Chromnickelstahl. Die Spiegel werden bei 950° geschlagen, und zwar vor und nach. Zwischen dem ersten und zweiten Pressen

werden sie gebeizt, um den Zunder zu entfernen und das zweite Mal in desoxydierender Flamme auf 900° angewärmt, schnell in Wasser getaucht und im Fertigesenk geschlagen. Man kann sie mit großer Genauigkeit herstellen, so daß höchstens der Rand abgedreht werden muß. Bei dem kurzen harten Schlage, den sie brauchen, brechen bei Friktionspressen leicht die Ständer, wenn sie aus Gußeisen sind (siehe 2. Teil). Das Abgraten geschieht in gewöhnlicher Weise nach jedem Pressen.

Fig. 191 zeigt eine Feder für Hämmer, Äxte, Picken usw., die aus Eisenblech vorgestanzt und mit einem Druck gratlos fertiggepreßt wird.

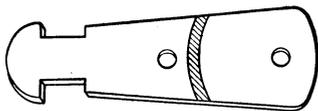


Fig. 191.

XIII. Das Faltungsverfahren.

Ein Schmied kann die gewünschte Form nicht aus Stoffteilchen zusammensetzen, wie man ein Haus baut. Er verwendet ein möglichst großes Stück Rohstoff und schält oder knetet die Form heraus und benutzt hierbei auch die Faltung. Dabei denkt man sich das Werkstück zunächst zu einer möglichst einfachen und glatten Form zusammengefaltet, stellt diese Form im Gesenk her und führt sie durch Schlitzen, Biegen, Dornen usw. in die Fertigform über.

Stütze mit 2 Armen. Das Beispiel soll das Faltungssystem erklären, wie es in der Schmiede bei vielen Formen mit Vorteil verwendet werden kann. Der kleine

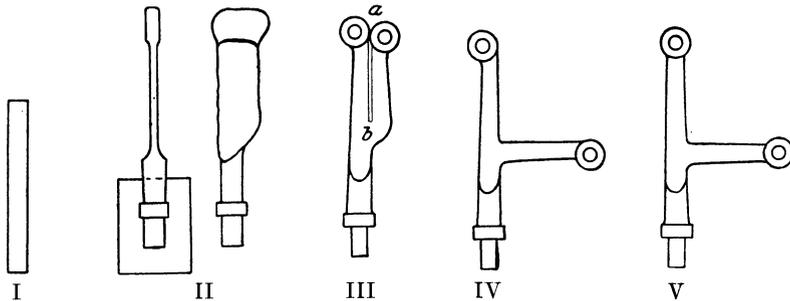


Fig. 192. Schmieden einer Stütze mit 2 Armen.

Massenartikel macht dem Techniker die größte Sorge, nicht der große massige Maschinenteil. Da hilft uns das Faltungssystem oft über viele Schwierigkeiten hinweg und schafft ständig neue Anregung für den phantasiebegabten Geist des Menschen. Bei der Stütze mit 2 Armen (Fig. 192 V), wie sie häufig gebraucht wird, verfällt

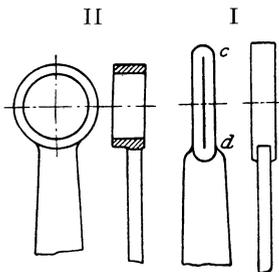


Fig. 193.

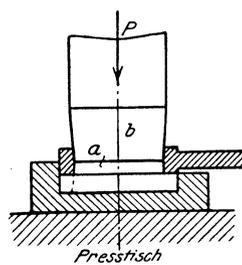


Fig. 194.

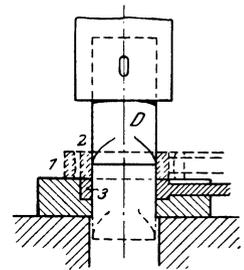


Fig. 195.

Fig. 193-195. Schmieden eines Öhrs.

der Schmied sofort auf das „Querschweißen“. Vollkommen unnötig! denn das Ankleben soll man in der Schmiede nur dort verwenden, wo es nicht zu umgehen ist. Der gewachsene Ast hält besser als der geleimte. Wenn man sich die Stütze zusammengefaltet denkt nach III, kann man sie aus Rund- oder Vierkantstahl (I) vorschmieden, Zapfen und Bund im einfachen Gesenk vorschlagen und den Oberteil breiten und strecken (II), so daß der Rauminhalt von V mit etwas Überschuß in dieser Vorform enthalten ist. Wenn man nun den Oberteil im Gesenk schlägt, abgratet und noch warm auf der dünnen Kreissäge nach $a-b$ (III) schlitzt, nach Vorschrift gemäß IV biegt und die Köpfe in kleinem Gesenk nachschlägt, so erhält man die vollendete Form V.

Das Ohr (Fig. 193) ist auch noch einfach. Man schlägt es nach I im Gesenk vor, schlitzt es auf der Presse nach $c-d$ zwischen den beiden keilförmigen

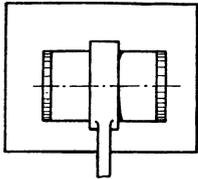


Fig. 196.

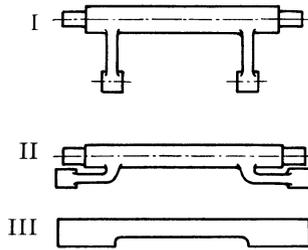


Fig. 197.

Messern a und b (Fig. 194) und weitet es mit dem Dorn D aus (Fig. 195). Um ihm die genau runde Form zu geben, kann man es nun auf zweierlei Weise weiterbearbeiten. Entweder drückt man es auf derselben Presse, nachdem man es durch den Dorn von der Form I (Fig. 195) in die Form 2 gebracht hat, durch Weiterpressen gleich-

zeitig in das Gesenk (3), oder man schlägt es mit dem Dorn zusammen in ein passendes Gesenk ein (Fig. 196).

Bremswelle für Eisenbahnwagen (Fig. 197, I). Sie wird ganz ähnlich hergestellt wie die Stütze (Fig. 192). Der Rohstoff wird zunächst nach III unterm Hammer vorgestreckt, dann nach II im Gesenk geschlagen und nach I aufgebogen.

XIV. Das Heizen der Gesenke.

In letzter Zeit hat die Erfahrung gezeigt, daß Gesenke, die man durch eine Gasheizvorrichtung beständig auf gleicher Temperatur erhält, länger zu gebrauchen sind, ohne daß der Verbrauch an Gas im Verhältnis zur größeren Lebensdauer der Gesenke eine Rolle spielte.

Wenn man die Gesenke vor dem Schmieden nur vorwärmt, sei es durch glühende Eisenstücke, sei es dadurch, daß man ein angewärmtes Werkstück in die Gesenkform legt, so ist das Gesenk wohl warm, solange frisch hintereinander gearbeitet wird; tritt aber aus irgendwelchem Grunde eine Pause ein, so kühlt es schnell ab. Außerdem wird dem Gesenk, das nur vorgewärmt wurde, durch den Gesenkhalter, den Amboß und den Bär in den anliegenden Teilen schneller Wärme entzogen als in den Teilen, die nur von Luft umgeben sind, so daß das Gesenk in seinen verschiedenen Teilen verschiedene Temperaturen und dadurch Spannungen aufweist, die durch Schlag oder Druck beim Schmieden vergrößert werden und zu Rissen Anlaß geben können. Viel schwieriger als das Untergesenk ist das Obergesenk warm zu halten, wegen seiner Bewegung in der Luft bei hoher Geschwindigkeit. Will man also diesen an und für sich sehr guten Gedanken des Heizens der Gesenke wirksam durchführen, so muß man aber durchaus auch das Obergesenk heizen. Das stößt auf verschiedene Schwierigkeiten, namentlich bei hohen Hammerhüben, wobei man den Gasschlauch mitlaufen lassen muß. Das Verfahren ist aber erst in den Kinderschuhen und muß ausgebildet werden; vielleicht hilft uns auch hier die elektrische Heizung. Stahl hat bei etwa 250° seine größte Festigkeit, wesentlich höher soll man mit der Heiztemperatur nicht gehen. Es ist allgemein üblich, die Schmelztemperatur der Zinnfolie zu halten und diese selbst zur Kontrolle zu benutzen.

Beim Schmieden großer Gesenkstücke ist die Heizung weniger angebracht, weil das Werkstück meist soviel Wärme abgibt, daß die Gesenke noch gekühlt werden müssen. Sehr wichtig ist aber die Heizung beim Kalteinschlagen von anderen Metallen als Eisen, oder wenn die Schmiedetemperatur wie bei Zinklegierungen nur $120 \div 150^{\circ}$ beträgt. Die Firma Bard-Parker Co., New York, berichtet, daß sie Gesenke (Fig. 198) für chirurgische Messer aus einer Nickellegierung mit dünnen auf

0,025 mm genau zu schlagenden Ansatzenden (dazu gehören sehr starke Schläge und überaus große Beanspruchung der Gesenke) erst dann bei größerer Lebensdauer erhalten konnte, als sie Ober- und Untergesenk heizte (Fig. 199). Die Heizungsrohre haben eine kleine Sicherheitsflamme, die nicht auslöchen kann. Falls also die Heizflammen durch den Windzug beim Schlagen erlöschen, so entzündet sich das ausströmende Gas wieder an der Zündflamme. Ohne

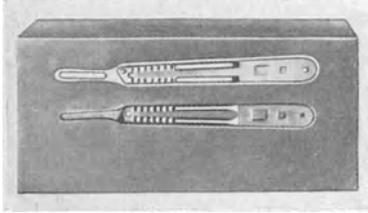


Fig. 198.

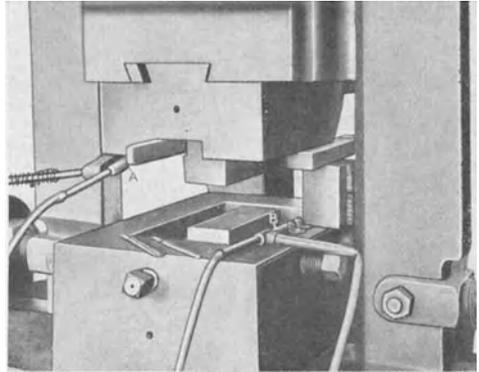


Fig. 199. Heizen eines Gesenkes.

Heizung hielten diese feingravierten Gesenke nur einige 100 Stück aus, obgleich sie aus Chromnickelstahl von 2,5 % C, 14 % Cr, 1 % Ni und 0,55 % Mn hergestellt, glashart gehärtet und leicht nachgelassen wurden. Nach der Beheizung auf 225° betrug die Leistung eines Gesenkes 14000 ÷ 18000 Stück.

XV. Das Schmieden im Gesenk auf wagerechten Schmiedemaschinen.

Wesen des Formungsvorganges.

Die bisher erläuterten Verfahren des Gesenkschmiedens bestanden darin, daß der Rohstoff in hochwarmem Zustande entweder zwischen zwei Gesenkhälften unter Hammer oder Presse geformt wurde, wobei ihm noch die Möglichkeit des Ausweichens an den Trennflächen der Gesenke als Grat gegeben war, oder der Rohstoff wurde durch den Druck eines Dornes gezwungen, um den Dorn herum zur offenen Seite der Büchse zu fließen wie beim Pressen hülsenförmiger Körper in einer einseitig geschlossenen Gesenkbüchse. Hierbei traten in Wirkung: teilweise Stauch-, teilweise Streck- und teilweise Spritzvorgänge, wobei man unter „Spritzen“ bekanntlich das Heraustreiben verhältnismäßig langer, doch schmaler oder dünner Teile aus massigeren Körpern versteht. Die Gesenke bestanden fast durchweg aus zwei Teilen, einem feststehenden (passiven) und einem beweglichen (aktiven) Teil.

Die Wirkungsweise der wagerechten Schmiedemaschinen beruht, zunächst wenigstens, auf dem reinen Stauchen, verbunden mit dem aus ihm hervorgehenden „Spritzen“. Die Gesenke bestehen aus drei Teilen, und zwar aus zwei Gesenkbacken und einem Gesenkorn (Stempel), wobei von den Gesenkbacken beide beweglich oder eine fest und die andere beweglich sein können. Fig. 200 zeigt schematisch ein solches Gesenk, bestehend aus der festen Backe *A*, der beweglichen *B* und dem Dorn *D*. Die Gesenkform (Figur oder Kaliber) in den Backen ist von *a*—*b* etwas enger als der Durchmesser des Stabes *S*, so daß die Backen hier den Stab festklemmen, wenn sie durch die Kräfte *q* zusammengedrückt werden. Wird nun

der Dorn *D* mit der Kraft *P* vorgeschoben, so staucht er den bei *c—d* losen, preßwarmen Stab in die Höhlung *C* der Figur hinein, so daß die Form *II* entsteht. Dies ist eine Stauchung. Der Rohstoff muß die Gesenkhöhlung ausfüllen, da er nirgends ausweichen kann; der hierbei entstehende Grat ist nur eine Folge des ungenauen Zusammenliegens der Gesenkbacken; er tritt also bei hohem Preßdruck nur durch die Fugen des unvollkommen geschlossenen Gesenkes an den Trennflächen der Backen dünn heraus, während zwischen Dorn und Backen manchmal gewöhnlicher Grat entsteht, wie beim Gesenkschmieden. Hat dagegen die Figur des Gesenks eine

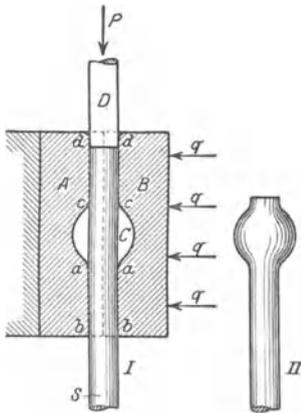


Fig. 200.

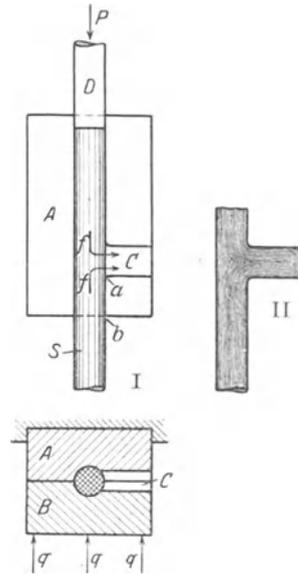


Fig. 201.

Öffnung nach außen, wie Fig. 201 bei *C*, so spritzt der durch den Stauchdorn mit der Kraft *P* ins Fließen gebrachte Rohstoff des Stabes *S*, der wieder bei *a—b* festgeklemmt ist, in der Richtung der Pfeile *f* aus der Öffnung *C*, so daß die Form *II* entsteht. Um die Form aus dem Gesenk entfernen zu können, müssen solche Spritzöffnungen in den Trennflächen der Gesenkbacken *A* und *B* liegen. Der zu spritzende Ansatz darf nicht lang sein, da die Reibung des Werkstoffes an den Wandungen des Gesenkes das Fließen stark hindert und ein Ausfüllen der Form nur bei großer Inanspruchnahme der Schmiedbarkeit des Rohstoffes und bei großer Beanspruchung der Schmiedemaschine möglich wäre. Der Preßdruck *P* wird durch die Umdrehung einer Kurbel erzeugt, der einen

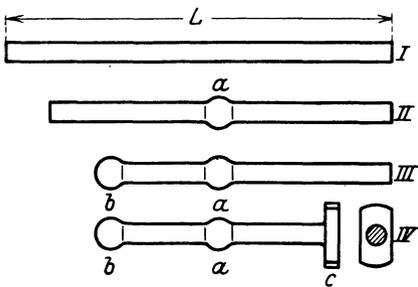


Fig. 202.

den Stauchdorn tragenden Schlitten unmittelbar oder mit Hebelübersetzung bewegt. Die Kräfte *q* zum Zusammenpressen der Schlitten, die die Gesenkbacken tragen, werden meist durch Hebelübersetzung von der Kurbelbewegung selbst oder einem besonderen Exzenter abgeleitet (s. Gesenkschmiede, II. Teil).

Soll ein Stück mit mehreren Anstauungen, etwa die Geländerstütze Fig. 202, IV, hergestellt werden, so geschieht das so, daß zuerst an den Stab I die Verdickung *a* angestaucht wird (II), dann in einer zweiten Figur desselben Ge-

senkes der Kopf *b* (III), schließlich in einer dritten Figur desselben oder eines besonderen, zweiten Gesenkes der Fuß *c* (IV).

Auf die Weise können die drei Arbeitsgänge in einer, höchstens zwei Hitzen bei drei Hüben der Maschine ausgeführt werden.

Aus diesem Beispiel geht besonders deutlich die Arbeitsweise der wagerechten Schmiedemaschine hervor. Während beim Gesenkschmieden langer Teile der Formungsvorgang senkrecht zur Stabachse wirkt (Fig. 203), geschieht hier die Formungsarbeit in der Richtung der Stabachse (Fig. 204). Im ersteren Fall wird die ganze Vor- oder Endform auf einmal geprägt, im zweiten Fall werden einzelne Teile der

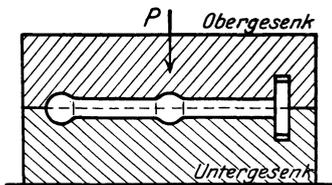


Fig. 203.

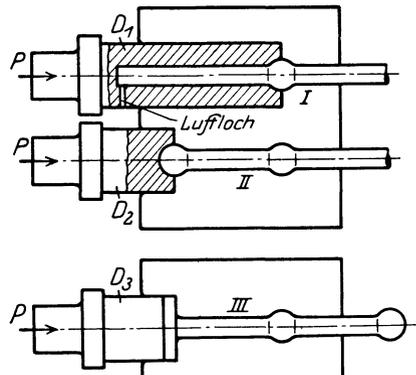
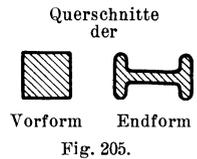


Fig. 204. Schmieden einer Geländerstütze.

Form nacheinander hergestellt, entsprechend ihrer Lage in der Stabachse. Aus diesem Grunde sind auf Schmiedemaschinen alle Formen leicht herzustellen, die starke Vergrößerungen der Querschnitte senkrecht zur Stabachse aufweisen; bei geringen Querschnittsvergrößerungen oder Formänderungen bei wesentlich gleicher Querschnittsgröße (Fig. 205) muß aber die Endform doch durch Gesenkschmieden erzeugt werden. In Fig. 204 sind für jede Querschnittsänderung die dazugehörigen Backen und Dornformen angegeben. Diese drei Gesenkformen I, II und III können bei Maschinen, deren Stößel drei Stempel faßt, in einem Paar Backen untergebracht werden (s. auch Fig. 218 S. 59).



Formungsmöglichkeiten. Außer den bereits angedeuteten Querschnittsveränderungen senkrecht zur Achse längerer Stäbe sowie von Lochungen längs zur Achse des Stabes und umfangreichen Biegungen können auf wagerechten Schmiedemaschinen fast alle in der Industrie nötigen meist konzentrischen Formungen hergestellt werden, die keinen stärkeren Rohstoff in Stabform als 150 mm brauchen. Das sind schon recht beträchtliche Stücke, für die bei den größten Maschinen ein Arbeitsdruck von 1000000 kg zur Verfügung steht. Außer für fertige Schmiedeformen können die Maschinen vorteilhaft in Gesenkschmieden zur Herstellung gewisser Vorformen Verwendung finden, die anders nur durch Freiformschmieden geformt werden könnten (s. S. 24, Fig. 66).

Grundsätze für das Aufstauchen und den Entwurf der Gesenkformen (Kaliber).

Wirtschaftliches Stauchen. Die wenigsten Formen werden auf der wagerechten Schmiedemaschine durch einen Druck hergestellt, die meisten durch zwei und drei Drucke. Aber manche Formen brauchen auch noch mehr Arbeitsgänge, wenn nicht alle Kniffe, die möglich sind, angewandt werden. Das Bestreben neuzeitlicher Wirtschaftlichkeit geht nun aber dahin, mit möglichst wenig Arbeits-

gängen eine Form vollendet darzustellen, was in unserem Fall heißt: möglichst wenig Stauchdrücke zu gebrauchen.

Dem Volumen des aufzustauchenden Werkstückteiles muß natürlich das Volumen der freien Stablänge entsprechen. Die Anzahl Stauchdrücke, die nun nötig sind, hängt vor allem von dem Verhältnis des Stabquerschnitts zum größten Werkstückquerschnitt ab. Meist ist dieses so groß, daß zwei oder drei Drucke nötig sind. Dann ist es die Aufgabe des ersten Druckes, in der ersten Vorform bereits das ganze geforderte Werkstückvolumen so zusammenzuballen (der Amerikaner unterscheidet auch beim Stauchen: to gather = zusammenballen, sammeln und to upset = stauchen), daß die nachfolgenden Arbeitsgänge ohne jede Gefahr für Fehlpressung die verwickeltesten Formen ergeben können. Hierbei sind verschiedene Regeln zu beachten, die bei Vernachlässigung sicher zu Fehlpressungen führen.

Regeln für das Stauchen¹⁾. Aus der Erfahrung können folgende Regeln abgeleitet werden:

Regel 1: Wenn ein Stangenende mit einem Druck ungestützt gestaucht werden soll, so darf die freie Länge nicht mehr als zweieinhalb bis höchstens drei Stangendurchmesser betragen, d. h. (Fig. 206): $L \leq 2,5 \div 3d$.

Dabei ist es gleichgültig, ob das freie Stangenende ganz außerhalb der Gesenkbacken liegt wie in Fig. 206 oder ungestützt ganz oder teilweise in den Backen oder im Stempel (Fig. 207 und 208). Ist die Länge $L > 3d$, so biegt sich das Ende beim Stauchen aus (Fig. 209), und es entstehen gefaltete fehlerhafte Pressungen.

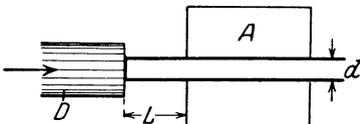


Fig. 206.

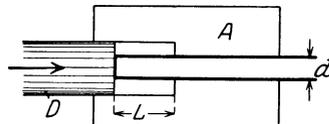


Fig. 207.

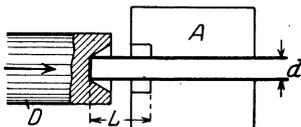


Fig. 208.

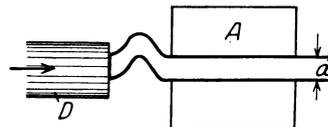


Fig. 209.

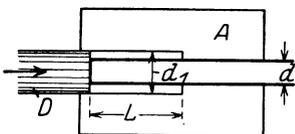


Fig. 210.

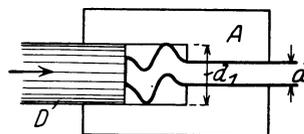


Fig. 211.

Fig. 206÷211. Grundsätze für das Stauchen.

Regel 2: Eine größere freie Länge als drei Stangendurchmesser kann mit einem Druck gestaucht werden, wenn das freie Stangenende zur Unterstützung gegen Knickung und Faltung von einer Aussparung der Gesenkbacken umgeben ist, deren Durchmesser nicht größer als das 1,5fache des Stangendurchmessers ist, d. h. (Fig. 210): Wenn $L > 3d$, muß $d_1 \leq 1,5d$ sein.

¹⁾ s. American Machinist 1925 S. 587.

Ist $d_1 > 1,5d$, so knickt die Stange so stark aus, daß wieder Falten entstehen (Fig. 211). Daß man durch stufenweises Stauchen ein über $3d$ langes Ende zu einem Kopf von mehr als $1,5d$ Durchmesser umformen kann, ist selbstverständlich.

Durch Kunstgriffe kann man das in einem Druck aufzustauchende Volumen über die Formel hinaus vergrößern. Zunächst ist das dadurch möglich, daß man die runde Stange quadratisch aufstaucht. Wenn man dabei die Quadratseite des Kalibers $= 1,5d$ macht (Fig. 212), was zulässig ist, so enthält die quadratische Aufstauchung im Verhältnis von $(1,5d)^2 : (1,5d)^2 \pi/4 = 4 : \pi \approx 27\%$ mehr Volumen als die zylindrische. Beim zweiten Druck kann man dadurch gewinnen, daß man den quadratischen Querschnitt nun wieder rund aufstaucht und dabei von der Diagonale d' des Quadrats ausgeht und den Durchmesser d_1 der Aufstauchung $1,5 \cdot d'$ macht. Ferner kann man Volumen dadurch ansammeln, daß man am Ende der Gesenkform, wo ein Ausknicken der Stange nicht mehr zu befürchten ist, Erweiterungen schafft wie in Fig. 213. Bedingung ist jedoch, daß $l > \frac{1}{2}L$ ist. Natürlich kann man auch diese beiden Möglichkeiten miteinander verbinden und

so eine Unzahl von Formen leicht herstellen, für die ein großes Volumen verschoben werden muß.

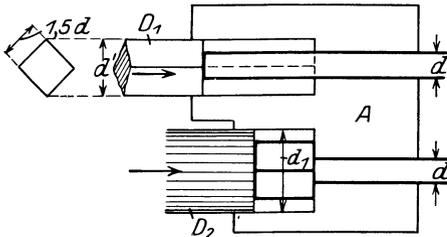


Fig. 212.

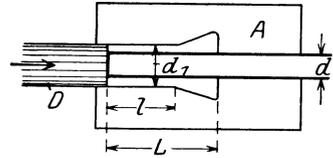


Fig. 213.

Es ist nicht nötig, daß bei $L > 3d$ die ganze freie Länge des Stabes im Gesenk liegt, es genügt, wenn das Gesenk bis über die Mitte reicht, da das freie Ende sich in der Mitte zuerst ausbaucht. Deshalb kann das freie Ende auch ebensogut

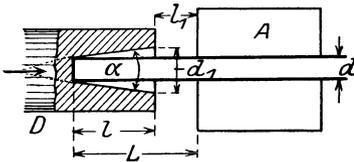


Fig. 214.

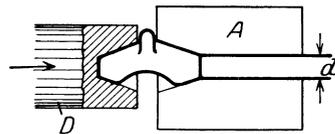


Fig. 215.

Fig. 212÷215. Grundsätze für das Stauchen.

in der Form des Stempels gestützt werden, wenn die Form nur so tief ist, daß das Ende über die halbe Länge hineinragt, also l (Fig. 214) $> L/2$ ist. Ist die Stempelform kegelig (Fig. 214) — was sehr oft der Fall ist — so soll der große Durchmesser d_1 nicht wesentlich über $1,5d$ sein.

Liegt die Form teils in den Backen, teils im Stempel und ist $L > 3d$, so darf die Mitte des freien Stabendes nicht zwischen Gesenk und Stempel liegen, weil sie dann ausknickt und sich eine Falte bildet, die eine Fehlpressung bedeutet (Fig. 215). Für das zwischen Gesenk- und Stempelform frei liegende Stück l_1 (Fig. 214) der Stange genügen die bis jetzt aus Regel II abgeleiteten Bedingungen noch nicht, um Fehlerarbeiten zu vermeiden; es muß vielmehr die Länge l_1 noch begrenzt werden. Das geschieht durch

Regel 3: Ist die freie Stangenlänge größer als dreimal Stangendurchmesser und ist der Durchmesser der Gesenkform in den Backen oder im Stempel gleich anderthalbmal Stangendurchmesser, so müssen die Gesenkformen so tief sein,

daß das zwischen Backen und Stempel ungestützt liegende Stangenteil nicht länger als der Stangendurchmesser ist. Ist der Durchmesser der Gesenkform kleiner, kann die ungestützte Stangenlänge entsprechend größer sein. Also (Fig. 214): Wenn $L > 3d$ und $d_1 = 1,5d$, muß $l_1 \leq d$ sein. Ist $d_1 \approx 1,25d$, kann $l \approx 1,5d$ sein.

Daß dabei l_1 nicht in der Mitte des freien Stangenendes liegen darf, wurde oben schon festgelegt.

Die kegelige Vorform. Durch Regel 3 wird der Stauchhub, wenn der Stempel nicht in die Backen eintritt, sehr beschränkt.

Das ist vor allem der Fall, wenn die Stauchform ganz im Stempel liegt. Trotz der geringen Stauchlänge wählt man diese Ausführung aber gern, weil die Form sich im Stempel besonders bequem einarbeiten läßt und weil sie oft lange, dünne Stempel wie in Fig. 216 unnötig macht. Besonders gern staucht man die Vorform im Stempel kegelig. Das hat mehrere Vorzüge: Zunächst löst sich die Form beim Rückgang von der kegelligen Aufstauchung leicht ab, dann wächst bei der kegelligen Form durch den zunehmenden Querschnitt der Stauchdruck stetig,

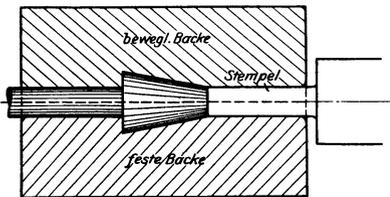


Fig. 216.

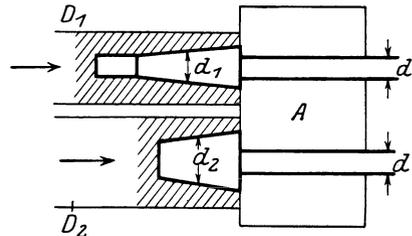


Fig. 217.

so daß der Werkstoff gut durchgearbeitet wird und die Form gut ausfüllt. Schließlich bringt man durch die Kegelform das meiste Volumen gerade dahin, wo es am notwendigsten ist.

Der große Durchmesser d_1 des Kegels (Fig. 214) und die Längen L und l müssen natürlich so zueinander abgestimmt sein, daß das Volumen des freien Endes $d^2 \pi / 4 \cdot L$ gleich dem Kegelinhalt $\pi / 3 \cdot l (d^2 / 4 + d_1^2 / 4 + d \cdot d_1 / 4)$ ist. Ist z. B. $d_1 = 1,25d$ und $l_1 = 1,5d$, so muß $L \approx 6,25d$ sein, ist dagegen $d_1 = 1,5d$ und damit $l_1 = d$, so ergibt die Rechnung $L \approx 2,7d$. Damit wird der Winkel α im ersten Fall $\approx 3^\circ$, im zweiten Fall $\approx 16 \frac{1}{2}^\circ$.

Staucht man den Kegel im Zwei- oder Dreidruck, so kann der mittlere Durchmesser des folgenden Kegels immer $\approx 1,5$ fachen des vorhergehenden sein, also (Fig. 217): $d_2 \approx 1,5d_1$. Diese Figur zeigt auch, wie man für die zweite Stauchung durch einen zylindrischen Ansatz am ersten Kegel ein größeres Volumen schaffen kann.

Stets soll durch Ausrechnen und Ausproben die freie Stauchlänge so groß gewählt werden, daß so gut wie kein Grat entsteht.

Es sollen im folgenden aus den wichtigsten Arbeitsgruppen der wagerechten Schmiedemaschine einige charakteristische Beispiele beschrieben werden.

Stauchen von kopffartigen Erweiterungen der Stange¹⁾.

Die Kopfform wird entweder ganz in den Stempel verlegt wie bei dem Sechskantkopf I (Fig. 218), der in einem Druck fertiggestellt wird, oder teils

¹⁾ Die Unterlagen für die meisten Figuren der folgenden Abschnitte wurden von der Maschinenfabrik Hasenklever, Düsseldorf, zur Verfügung gestellt.

in den Stempel und teils in die Backen wie bei der Vorform II_a oder ganz in die Backen wie bei der Fertigform II des Vierkantkopfes¹⁾. Gleichfalls

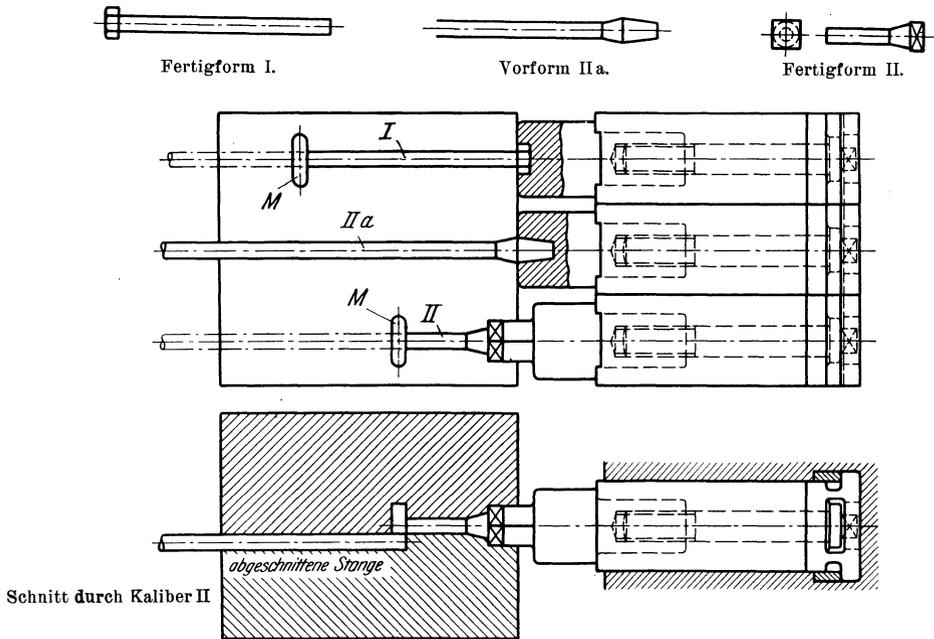


Fig. 218. Stauchen von Köpfen.

eine Verteilung auf Stempel und Backen zeigen Vorformen A₁ und A₂ und Fertigform A₃ in Fig. 219.

Dornen von Hohlkörpern.

Lange Stangen mit verdickten Köpfen machten von jeher in der Schmiede Schwierigkeiten, wie z. B. Kuppelungsstangen für Waggons, Bohrgestänge usw. Sie wurden früher mit Hand auf der Platte gestaucht. Die wagerechte Schmiede-

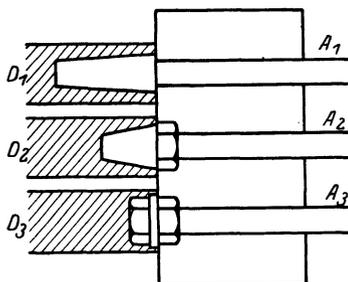


Fig. 219.

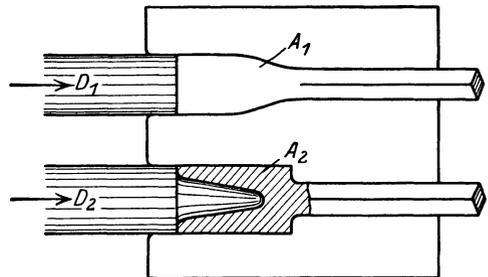


Fig. 220.

¹⁾ Bemerkenswert ist das Abschneiden von der Stange in Fig. 218. Für den Sechskantkopf I wird die Stange, für den Vierkantkopf II die vorgestauchte Stange in das Fertigkaliber der festen Backe gehalten und vor dem Klemmen durch das Messer M der beweglichen Backe abgeschnitten.

maschine hat hier einen großen Fortschritt gebracht, indem sie die Köpfe nicht nur anstaucht, wie vorher beschrieben, sondern, wenn verlangt, auch hohl preßt.

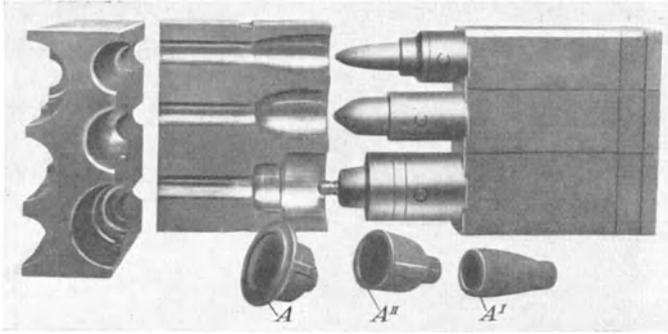


Fig. 221. Stauchen eines Hohlkörpers im Dreidruck.

Fig. 220 zeigt, wie an eine Bohrstange aus Quadrateisen in zwei Drücken ein hohler Kopf gepreßt wird, indem der Vorstauchstempel D_1 nur staucht, der Fertigstempel D_2 die Form außen fertig und zugleich hohl preßt.

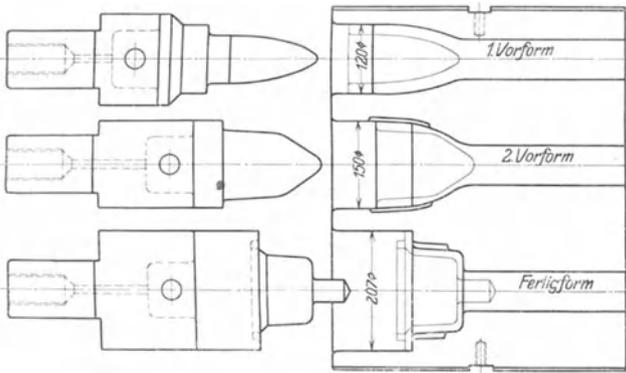


Fig. 222.

Fig. 221 u. 222. Stauchen eines Hohlkörpers.

Bei Köpfen, die starkes Aufstauchen verlangen und gar noch verwickelte Form haben, arbeitet man im Dreidruck (möglichst 1 Gesenk mit 3 Formen) oder gar im Vierdruck (2 Gesenke). Es wird dann auch schon bei der ersten Vorstauchform die Bohrung vorgedornt.

Fig. 221 zeigt ein Beispiel für die Dreidruckarbeit. A ist das fertige Werkstück, nach dem letzten Pressen mit der Warmsäge von der Stange abgeschnitten. A' und A'' sind die Vorformen (für das Bild auch von der Stange abgeschnitten). Fig. 222 ist die Strichzeichnung für die Dorne und Gesenkformen. Das Werkstück ist jedesmal dünn eingezeichnet¹⁾.

Lochen in der Stangenrichtung.

Während das Stauchen voller und hohler Körper keine großen Besonderlichkeiten der wagerechten Schmiedemaschine gegenüber der Herstellung solcher Formen in der Gesenkpresserei zeigt, abgesehen von der vorteilhaften Anordnung der Kaliber selbst, die die Fertigstellung der Form meist in einer Hitze erlaubt, bildet diese Arbeitsweise einen hervorragenden Fortschritt, indem wieder die

¹⁾ Fig. 221 zeigt an der Gesenkbacke links, wie man durch Einarbeiten der Kaliber auf beiden Seiten den Gesenkblock gut ausnutzen kann.

vorteilhafte Anordnung mehrerer Kaliber und Dorne untereinander die Herstellung durchgehender Lochungen in Ventilbrücken, Stopfbüchsen, Rahmen, Ringen, Flanschen usw. ermöglicht. Dadurch übernimmt die wagerechte Schmiedemaschine fast kostenlos einen Teil der Arbeit der spanabhebenden Maschinen, außerdem erspart sie Werkstoff, da ohne Verlust gelocht werden kann, dadurch, daß der ausgedornte Putzen an der Stange sitzenbleibt. Dieser Vorgang ist ideal in seiner Einfachheit. Man wählt, um das zu erreichen, am einfachsten den Stangendurchmesser gleich der Bohrung bzw. dem Dorn-durchmesser. Ist das nicht zugänglich, weil die Stange im Verhältnis zum Werkstück zu dünn würde, so nimmt man sie dicker, kneift sie aber durch die seitliche Druckkraft der Gesenkbacken schon beim Verstauchen gleich hinter dem Werkstück auf den Bohrungsdurchmesser ein. Zum Ausstoßen der Lochputzen- und zum Zurückstoßen der Stange muß die Stange im Gesenk ausreichend Spiel haben.

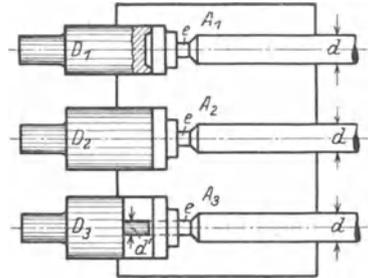


Fig. 223. Stauchen und Lochen.

Fig. 223 zeigt das Stauchen und Lochen einer Ventilbrücke, bei der der Stangendurchmesser d stärker ist als die Bohrung d' , so daß bei e eingekniffen werden muß

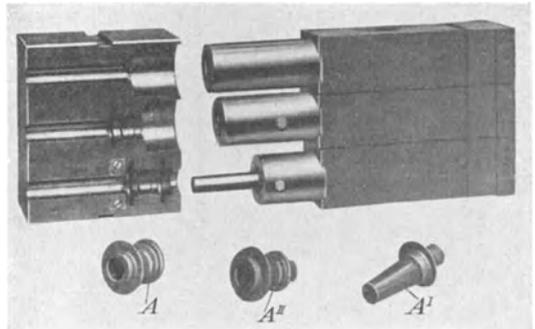


Fig. 224. Stauchen und Lochen.

Fig. 224 zeigt Gesenk und Stempel für das Werkstück A und die Vorformen A' und A'' . A' und A'' sitzen bei der Arbeit an der Stange, A wird abgetrennt dadurch, daß die Stange vom Lochstempel durch den in der untersten Gesenkform sichtbaren (geteilten) Lochring hindurch ausgestoßen wird.

Daß ebenso wie runde auch eckige Löcher verlustlos ausgestoßen werden können, ist selbstverständlich.

Daß ebenso wie runde auch eckige Löcher verlustlos ausgestoßen werden können, ist selbstverständlich.

Gabeln von Köpfen (Schlitzen).

Ähnlich wie Hohlkörper werden auch gegabelte Köpfe usw. hergestellt, wobei meist erst vorgestaucht und geschlitzt, dann fertiggepreßt wird. Während oft im Zwei- oder Drei-

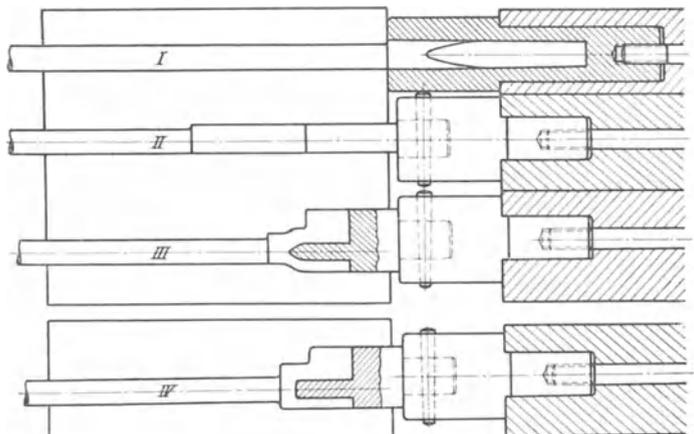


Fig. 225. Gabeln von Köpfen.

druck gearbeitet werden kann, zeigt Fig. 225 die Herstellung des Zugstangenkopfes (Fig. 226) im Vierdruck, wobei I und II reines Stauchen sind, III Vorpressen und IV Fertigpressen. Nach dem zweiten Vorstauchen wird in diesem Fall auf der Warmsäge aufgeschnitten.

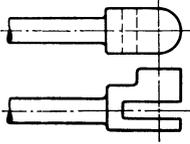


Fig. 226.

Das Spritzen im Gesenk.

Nocken und Daumen an Hebeln oder Stangen, aufzufassen als seitliche Auswüchse einer Stabform, werden einfach durch den Stauchprozeß in seitliche Höhlungen der Gesenkbacken mit und ohne besondere Formung hineingespritzt. Man muß bei diesem Vorgang unterscheiden: Spritzungen, die durch die Gesenkform begrenzt sind, und solche, die das nicht sind. Fig. 201 (S. 54)

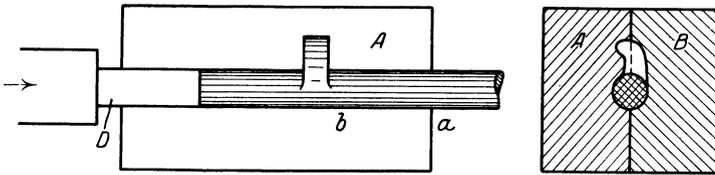


Fig. 227.

zeigt den Vorgang, wie der bei $a-b$ eingeklemmte Stab S durch den Preßdruck P bei C frei ausfließt. Diese Art des Anspritzens von Zapfen wird dort angewendet, wo der Zapfen in der Schmiede noch weitergeformt oder eine Verlängerung angeschweißt werden soll. Die Daumenwelle (Fig. 227) erhält dagegen im begrenzten Spritzvorgang ihren fertiggeformten Daumen. Die Stange muß dabei auf Strecke $a-b$ festgeklemmt werden. Hat der Daumen noch seitliche Auswüchse, so wird er in einer Vorform (wie Fig. 227) zunächst um mindestens das Volumen der Auswüchse stärker geschmiedet, und dann werden in der Fertigform die Ansätze ausgespritzt (Fig. 228). Ein Klemmen bei $a-b$ ist in diesem Fall unnötig.

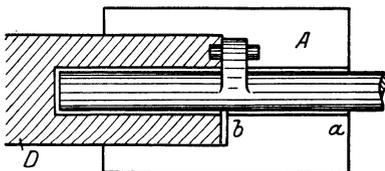


Fig. 228.

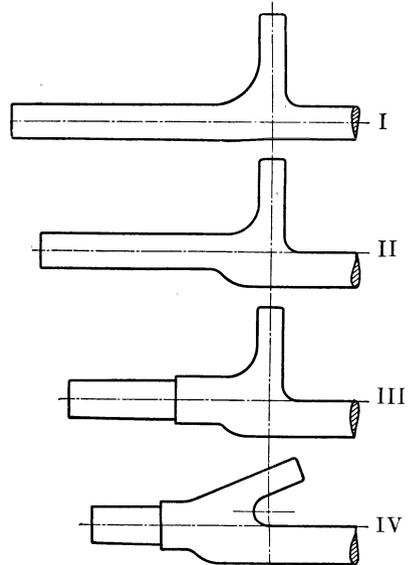


Fig. 229. Schmieden von Bremsdreiecken.

Die vier Arbeitsstufen zum Schmieden der im Wagenbau nötigen Dreieckswellen (Bremsdreiecke) zeigt Fig. 229. Beim ersten Druck wird der seitliche Anschweißzapfen $120 \div 150$ mm lang herausgespritzt.

Das Biegen im Gesenk.

Es sei an der Herstellung des Stangenauges *B* und Vorform *A* (Fig. 230) erläutert.

Die Stange wird an einem Ende erwärmt und dann in der oberen Figur des Gesenkes gebogen, nachdem die richtige Länge des eintretenden Stückes mit einem Anschlag bestimmt worden ist. Beim ersten Hub der Maschine wird durch die bewegliche Gesenkbacke das Stangenende zunächst um den Bolzen *H*

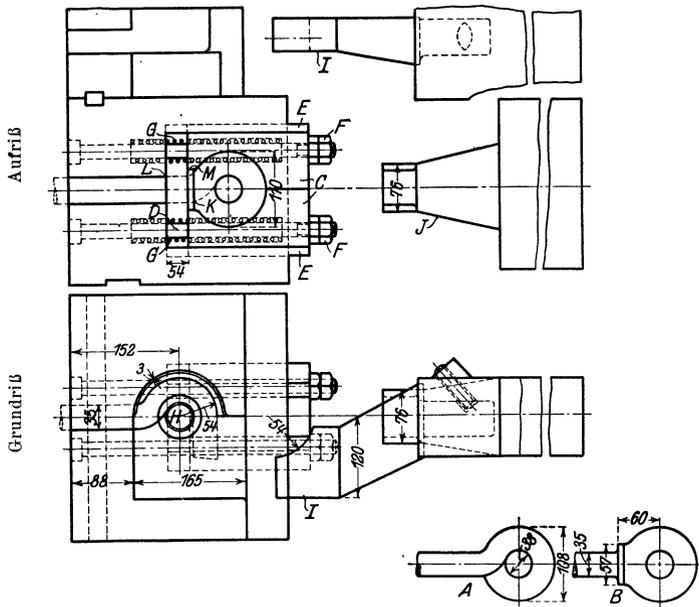


Fig. 230. Biegen eines Stangenauges.

des festen Gesenkes (s. Grundriß) gebogen. Sowie das Gesenk geschlossen ist, ist der Stempel *I* so weit vorgegangen, daß er gegen das umgebogene Ende der Stange stößt und dieses weiter umbiegt, so daß das Auge die Form *A* bekommt. Nun wird die Stange aus der oberen Figur herausgenommen und zwischen die Backen *C* gelegt. Die Maschine macht einen zweiten Hub, das Gesenk schließt sich wieder und der Stempel *J* drückt entgegen den Spiralfedern *G* die Backen *C* mit dem Stangenauge in das Gesenk hinein. Da nun die Stange selbst im Gesenk festgehalten wird, so muß durch diese Bewegung zwischen der Stelle *L* der Stange und *K* des Kopfes ein Kragen angestaucht werden in die zylindrische Bohrung *M* der Backe *C* hinein. Die Größe dieses Kragens ist abhängig von der Entfernung *K* von *L*, und diese wieder wird bestimmt durch die Stellung der Muttern *F* auf den Bolzen *D*.

Schweißen auf der wagerechten Schmiedemaschine.

Der Preßdruck von Backen und Stempel kann natürlich auch zum Zusammenschweißen benutzt werden, wenn die Rohstoffteile auf die nötige Temperatur

gebracht, umgebogen (wie oben das Stangenauge) oder gefaltet sind, bzw. vorher auf Biegepresse oder Amboß die entsprechende Vorform erhalten haben. Namentlich wird vielfach das stumpfe Zusammenschweißen der Abfallenden von Stangen geübt. Dieser Vorgang unterscheidet sich in nichts vom Schweißen unter anderen Arbeitsmaschinen, bei denen ebenfalls gleichzeitig mit dem Schweißvorgang die Formgebung vor sich gehen kann, wenn die Gesenke entsprechend eingerichtet sind.

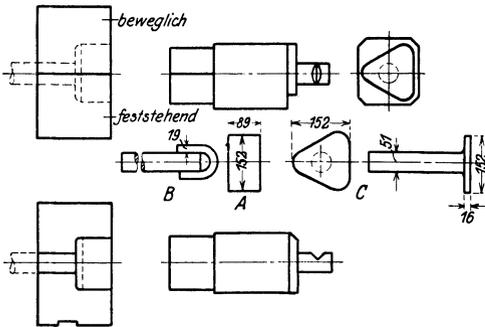


Fig. 231. Schweißen und Stauchen einer Trittstange.

geschweißt und gestaucht, und zwar in einem Druck. Stempel und Gesenk sind in der Figur ersichtlich.

Ein anderes Beispiel zeigt Fig. 231. Die Trittstange *C* wird aus dem Rundeisen *B*, um dessen Ende das gebogene Flacheisen *A* gelegt wird, in einem Druck. Stempel und Gesenk

Ein anderes Beispiel zeigt Fig. 231. Die Trittstange *C* wird aus dem Rundeisen *B*, um dessen Ende das gebogene Flacheisen *A* gelegt wird, in einem Druck. Stempel und Gesenk

WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER

HERAUSGEGEBEN VON EUGEN SIMON, BERLIN

In Vorbereitung bzw. unter der Presse befinden sich:

- Heft 27: **Das Einrichten von Automaten.** Dritter Teil. Von Ing. Ernst Gothe, Obering. Ph. Kelle und Ing. Albert Kreil.
Heft 28: **Das Löten.** Von Dr. Walter Burstyn.
Heft 29: **Die Kugel- und Rollenlager (Wälzlager)** mit besonderer Berücksichtigung des Einbauens. Von Ing. Hans Behr.
Heft 30: **Gesunder Guß.** Von Prof. Dr. Erdmann Kothny.
Brennstoffe. Von Prof. Dr. Erdmann Kothny.
Formmaschinen. Von Dipl.-Ing. Alfred Keiser.
Herstellung der Lehren. Von A. Stich.
Beizen und Entrosten. Von Otto Vogel.
Prüfen und Aufstellen von Werkzeugmaschinen. Von W. Mitan.
Die Federn. Ihre Berechnung, Konstruktion und Herstellung. Von E. Kreißig.
Die Getriebe der Werkzeugmaschinen. Erster Teil. Von W. Pockrandt.
-

Schmieden und Pressen. Von P. H. Schweißguth, Direktor der Teplitzer Eisenwerke. Mit 236 Textabbildungen. IV, 110 Seiten. 1923. RM 4.—

Aus den zahlreichen Besprechungen:

Es ist sehr zu begrüßen, wenn ältere Techniker ihre Erfahrungen dem Nachwuchse zur Verfügung stellen. Gerade auf diesem wie vielen anderen Sondergebieten stehen Theorie und Praxis zu kühl einander gegenüber, obwohl neuzeitliche Forschung sehr viel Brauchbares geschaffen hat. Die Anwendung im Betrieb ist meist schwieriger als das Erkennen der Zusammenhänge, und es muß wertvolle Dienste für die Entwicklung leisten, wenn ein Praktiker der oft verlästerten Theorie in den Sattel hilft. Auch die arg vernachlässigte Seite der Wärmewirtschaft in den Schmieden wird eingehend, wenn auch nicht abschließend, behandelt. Das Buch sollte keinem Praktiker auf diesem Gebiete fehlen, und dieser sollte die lehrreichen Ratschläge nicht als Plaudereien und theoretische Seitensprünge, sondern als ernste und unbedingt zu beherzigende Einweise zur wirtschaftlichen Ausgestaltung seines Betriebes betrachten

(Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.)

... Am wertvollsten sind die aus der Praxis genommenen Darstellungen. Jeder Schmiedereifachmann wird aus den in der Gesenkschmiede gemachten Beobachtungen nur lernen können. Hinsichtlich des Metallspritzens hat Schweißguth als einer der ersten auf die eigentlichen Verlagerungen des im Aufnehmer der Presse befindlichen Werkstoffes während des Preßvorgangs hingewiesen, nämlich auf die Erscheinung, daß die Außenhaut des Rohlings beim Verpressen in den Kern der gespritzten Stange wandert. Hier bietet der erwähnte Aufsatz eine Fülle fesselnder Tatsachen. (Stahl und Eisen.)

Freiformschmiede. Von P. H. Schweißguth. Erster Teil: Technologie des Schmiedens. Rohstoff der Schmiede. (Werkstattbücher, Heft 11.) Mit 225 Textfiguren. 72 Seiten. 1922. RM 1.80

Freiformschmiede. Von P. H. Schweißguth. Zweiter Teil: Einrichtungen und Werkzeuge der Schmiede. (Werkstattbücher, Heft 12.) Mit 128 Textfiguren. 74 Seiten. 1923. RM 1.80