

SCHMIEDEN IM GESENK UND HERSTELLUNG DER SCHMIEDEGESENKE

ZWEITE AUFLAGE

DR. ING. W. POCKRANDT

SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

Schmieden im Gesenk

und

Herstellung der Schmiedegesenke

von

Dr.-Ing. W. Pockrandt

Zugleich zweite, völlig selbständig und neu
bearbeitete Ausgabe des gleichnamigen Werkes

von

Joseph V. Woodworth

Mit 160 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1920

ISBN 978-3-662-33460-7 ISBN 978-3-662-33858-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-33858-2

Copyright 1920 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Otto Spamer, Leipzig 1920.

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1920



Vorwort

Die unter dem gleichen Titel im Jahre 1913 erschienene, von mir bearbeitete deutsche Übersetzung des Buches von Woodworth „Drop forging, die sinking and machine forming of steel“ hat trotz der ihr anhaftenden, von der Kritik gerügten und mir keineswegs entgangenen Mängel eine gute Aufnahme gefunden, sodaß, nachdem die Auflage vergriffen war, der Verlag beschlossen hat, eine Neuauflage zu veranstalten. Wenn dieselbe erst jetzt erscheint, so tragen die durch den Krieg gegebenen Verhältnisse die Schuld daran.

Die Gründe, welche damals zur Herausgabe der deutschen Übersetzung des erwähnten Buches Veranlassung gaben — Mangel an einschlägiger Literatur einerseits und andererseits die großartige Entwicklung und Ausdehnung des Gesenkschmiedens — liegen auch heute noch vor. Der durch den Krieg bedingt, Massenbedarf an Gesenkschmiedestücken hat das Augenmerk in erhöhtem Maße auf die Vorteile dieses Arbeitsverfahrens gelenkt und es ist mit aller Bestimmtheit vorauszusehen, daß Gesenkschmiedestücke künftig in noch größerem Umfange gebraucht und verwendet werden, als es schon vor dem Kriege der Fall gewesen ist, nicht zum mindesten deshalb, weil die eisenverarbeitende Industrie Deutschlands noch viel mehr als bisher auf äußerst wirtschaftliches Arbeiten angewiesen ist, wenn sie die stark gestiegenen Löhne einigermaßen ausgleichen und auf dem Weltmarkt wettbewerbsfähig bleiben bzw. werden will. Möglichst weitgehende Formgebung bereits im ersten Arbeitsgange auf Grund der Schmelzbarkeit und Schmiedbarkeit des Eisens ist aber grundsätzlich wirtschaftlicher als die Bearbeitung durch Schneidwerkzeuge. Ausnahmen bestätigen die Regel. Zwar sind inzwischen eine Reihe z. T. sehr guter Veröffentlichungen über das

eine oder andere Gebiet des Schmiedens im Gesenk erschienen, doch fehlt es, soweit mir bekannt, noch immer an einem das ganze Gebiet im Zusammenhang behandelnden Werk. Deshalb hoffe ich, daß das vorliegende Buch diese Lücke auszufüllen in der Lage ist und beifällige Aufnahme finden wird.

Von der Übersetzung des Woodworth'schen Buches ist eigentlich nur der Titel übriggeblieben, daneben sind einige Abbildungen und ganz wenige Textstellen übernommen; im übrigen stellt die vorliegende Ausgabe eine vollständig neue Bearbeitung des Stoffes dar. Dasselbe gilt für die Einteilung desselben nach dem Werdegang des Schmiedestückes. Wenn die Herstellung der Schmiedegesenke, die danach vielleicht zuerst hätte besprochen werden müssen, trotzdem erst im zweiten Teil des Buches behandelt ist, so geschah es in Übereinstimmung mit dem Titel des Buches. Es steht übrigens nichts im Wege, diesen Teil zuerst durchzulesen, sodaß die Reihenfolge praktisch ohne Bedeutung ist.

Mit Rücksicht darauf, daß es sich bei der überwiegenden Mehrzahl der Gesenkschmiedestücke um leichte bis mittelschwere Teile handelt, die in der Regel unter dem Fallhammer geschmiedet werden, ist dieser Teil des Schmiedens im Gesenk am ausführlichsten behandelt. Das gilt sowohl für das eigentliche Schmieden als auch für die dazu benutzten Maschinen und Gesenke. Die einzelnen Hämmer und Pressen sind möglichst dort besprochen, wo sie in erster Linie Verwendung finden, und in dem Maße mehr oder minder ausführlich, wie es ihrer Bedeutung für den vorliegenden Zweck entspricht.

Bei den Abbildungen ist die sogenannte „amerikanische Projektion“ gewählt — nicht etwa aus Vorliebe für alles Amerikanische nachgeahmt oder beibehalten — worden, weil ich sie für zweckmäßiger halte, und weil sie m. W. auch in Deutschland immer mehr in Aufnahme kommt.¹⁾ Dem Verlag, der keine Kosten für Herstellung möglichst klarer Abbildungen gescheut hat, gebührt auch an dieser Stelle mein Dank.

Außer den im Text genannten Firmen bin ich auch den beiden Solinger Firmen J. A. Henckels, Zwillingswerk, und Rich. Abr. Herder für ihre Unterstützung zu Dank verpflichtet.

¹⁾ Der Normenausschuß der deutschen Industrie hat sich inzwischen in anderem Sinne entschieden, Dem konnte indessen nicht mehr Rechnung getragen werden,

Wenn das Buch auch in der neuen Form noch nicht allen berechtigten Anforderungen entspricht, dann bitte ich es als ein im Kriege und unter den dadurch bedingten Schwierigkeiten, die mehrmals eine längere Unterbrechung der Arbeit nötig machten, entstandenes zu betrachten und dementsprechend nachsichtig zu beurteilen. Anregungen für Verbesserungen und Ergänzungen sind mir stets willkommen.

Duisburg, Frühjahr 1919.

W. Pockrandt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	VI
Literaturverzeichnis	VIII
Abschnitt I. Allgemeines über Schmieden im Gesenk und Schmiedegesenke	1
Abschnitt II. Das Vorbereiten der Werkstücke zum Schmieden im Gesenk:	
A. Das Anwärmen des Materials	13
a) Zweck und Wirkung des Anwärmens	13
b) Brennstoffe	14
c) Schmiedeöfen	18
B. Das Zerteilen und Vorschmieden des Materials	24
a) Das Zerteilen des Materials	24
b) Das Vorschmieden des Materials	26
c) Hämmer zum Vorschmieden	27
1. Stielhammer	30
2. Federhammer	33
3. Lufthammer	36
4. Dampfhammer	42
Abschnitt III. Das Schmieden im Gesenk:	
A. Einfluß von Material und Form des Schmiedestückes, Schmiedetemperatur und Schmiedeverfahren auf Schmiedestück, Gesenk sowie Kraft- und Arbeitsbedarf	44
B. Beispiele für Gesenkschmiedearbeiten	59
C. Fallhämmer, Schmiedepressen, Schmiede- und Biegemaschinen, Abgratpressen	82
a) Fallhämmer	84
1. Allgemeines über Konstruktion und Arbeitsweise, Schlagleistung, Fundament	84
2. Riemenfallhammer	92
3. Brettfallhammer	99
b) Schmiedepressen	101
1. Spindelpressen	102
2. Hydraulische Pressen	104
3. Schmiedemaschinen	115
4. Biegemaschinen	119
5. Abgratpressen	124
Abschnitt IV. Die Herstellung der Schmiedegesenke:	
A. Das Entwerfen der Gesenke	128
B. Die mechanische Bearbeitung der Gesenke	149

Inhaltsverzeichnis

VII

	Seite
C. Das Material der Gesenke	177
D. Die Wärmebehandlung der Gesenke:	
1. Das Härten	184
a) Erklärung des Härtevorganges	185
b) Das Anwärmen des Stahles (Härteöfen)	190
c) Das Abschrecken	196
2. Das Anlassen	201
3. Das Zementieren (Einsatzhärtung)	202
4. Die Messung der Temperaturen	208
Sachverzeichnis	214

Literaturverzeichnis

- Woodworth, Joseph V., Drop forging, die sinking and machine forming of steel, New York 1911.
- Preger, E., Die Bearbeitung der Metalle in Maschinenfabriken durch Gießen Schmieden, Schweißen, Härten und Tempern. 2. Aufl. Leipzig 1913.
- Hütte. Des Ingenieurs Taschenbuch. 22. Aufl. Berlin 1915.
- Schuchardt u. Schütte, Technisches Hilfsbuch. 3. Aufl. Berlin 1916.
- Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. Berlin. Jahrgang 1900, 1907 u. 1913.
- „Werkstattechnik“. Berlin. Jahrgang 1917.
- Uhland's „Der deutsche Werkzeugmaschinenbau“. Leipzig. Jahrgang 1912, 1917 u. 1918.
- Zeitschrift für praktischen Maschinenbau. Berlin. Jahrgang 1914.
- Druckschriften, Zeichnungen und Mitteilungen der verschiedenen Firmen.
-

Abschnitt I

Allgemeines über Schmieden im Gesenk und Schmiedegesenke

Das Schmieden im Gesenk ist ein an sich längst bekanntes Arbeitsverfahren, das aber erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit umfassende Verbreitung und Bedeutung gefunden hat. In alten handwerksmäßigen Schmiedewerkstätten wurde schon im Gesenk geschmiedet, aber nur oder hauptsächlich zu dem Zweck, dem bereits von Hand auf dem Amboß nahezu fertiggeschmiedeten Stück eine saubere Oberfläche zu geben oder bei einer Anzahl gleicher Schmiedestücke die nötige Gleichförmigkeit zu erhalten, die mit den gewöhnlichen Schmiedewerkzeugen auf dem Amboß auch von dem geschicktesten Schmied nicht zu erzielen gewesen wäre. Die hierbei benutzten Gesenke sind meist recht einfacher Art und dienen in der Regel nur zum Nacharbeiten eines bestimmten Teiles des Schmiedestückes. Das Schmieden im Gesenk zur Massenfertigung finden wir dann zuerst in der Kleineisenindustrie, z. B. in der Solinger Stahlwarenindustrie, wo man es von jeher mit großen Stückzahlen zu tun hatte. In neuerer Zeit hat das Gesenkschmieden dann aber auch in anderen Fabrikationsgebieten, insbesondere in der Waffen-, Fahrrad-, Nähmaschinen- und Flugzeugindustrie, im Schiff-, Lokomotiv- und Eisenbahnwagenbau usw. Aufnahme oder weitere Ausdehnung gefunden. Infolgedessen finden wir heute neben einer großen Zahl von Unternehmen, die sich ausschließlich mit der Herstellung von Gesenkschmiedestücken für andere Firmen befassen, in sehr vielen Maschinenfabriken bereits Gesenkschmieden, die lediglich für den eigenen Bedarf des Werkes arbeiten und dadurch vollkommen in Anspruch genommen sind. Es werden heute Hunderte und Tausende von Teilen, die man

früher unter großem Aufwand an Zeit und Mühe durch geschickte Schmiede von Hand schmieden ließ, aus schmiedbarem Guß herstellte oder aus dem vollen Material herausarbeitete, im Gesenk geschmiedet.

Die zunächst recht beträchtlichen Kosten für die Anfertigung der Gesenke machen sich nicht nur durch die Gleichmäßigkeit und Güte der Erzeugnisse bezahlt, sondern ermöglichen sogar z. T. nicht unbeträchtliche Ersparnisse an Gestehungskosten für die Schmiedestücke bzw. die weitere Bearbeitung derselben. Man ist beim Schmieden im Gesenk nicht nur von der Geschicklichkeit des Schmiedes in weitem Maße unabhängig, kann also nicht nur billigere Arbeitskräfte verwenden, sondern erzielt gleichzeitig eine größere Gleichmäßigkeit und Genauigkeit der Schmiedestücke und eine weit höhere Tagesleistung, wie sie selbst der tüchtigste Schmied auf dem Amboß niemals erreichen kann. Beim Schmieden von Hand ist es wegen der Schwierigkeit, dem Werkstück genaue Form und glatte Oberfläche zu geben, ratsam, billiger und dabei allgemein üblich, das Stück unter reichlicher Materialzugabe nur roh vorzuschmieden und dann auf Drehbänken, Hobel-, Stoß- und Fräsmaschinen fertig zu bearbeiten. Beim Schmieden im Gesenk kann man das Werkstück so genau herstellen, daß nur eine geringe, mitunter überhaupt keine Nacharbeit mehr erforderlich ist. Leider wird hiervon noch viel zu wenig Gebrauch gemacht. Man hält noch zu sehr an dem Gedanken fest, auch ein Gesenkschmiedestück als „Rohling“, d. h. lediglich als Vorfabrikat zu betrachten, während es sehr häufig Fertigfabrikat hinsichtlich der Genauigkeit der Form und Abmessungen sein kann. In vielen Fällen genügt die weitere Bearbeitung durch Schmirgeln, Schwabbeln oder in der Putztrommel, oder es braucht nur noch gebohrt oder Gewinde geschnitten zu werden. Austauschbarkeit läßt sich bis zu einem gewissen Grade bereits beim Schmieden erzielen, ohne daß der Arbeiter deshalb mehr Zeit oder Sorgfalt aufzuwenden hat. Kein Wunder also, wenn das Schmieden im Gesenk dauernd größere Verbreitung und Bedeutung gewinnt, wozu nicht zum wenigsten die in den letzten Jahren gleichfalls mehr und mehr durchgeführte Vereinheitlichung aller Einzelteile und die dadurch ermöglichte Massenfertigung derselben beiträgt. Lediglich die Tatsache, daß man von früheren Arbeiten her Gesenke noch liegen hatte, ist mitunter die Veranlassung gewesen, sie aufs neue bereits für Stückzahlen zu be-

nutzen, die sonst die Herstellung neuer Gesenke nicht hätten gerechtfertigt erscheinen lassen. Da sie aber einmal vorhanden waren, wollte man sich die Vorteile des Schmiedens im Gesenk wiederum zunutze machen. Das führte schließlich neben sonstigen Gründen zu einer planmäßigen Vereinheitlichung aller in Frage kommenden Teile; denn da die Gesenke anfangen sich zu häufen, versuchte man ihre Anzahl nach Möglichkeit zu beschränken, indem man vermeidbare Größen- und Konstruktionsunterschiede sonst gleicher Teile beseitigte. Es darf z. B. der Unterschied von $\frac{1}{2}$ oder 1 t in der Tragfähigkeit eines großen Krans kein Grund für Neukonstruktionen aller Einzelteile desselben sein, sondern dieselben müssen so berechnet und bemessen werden, daß sie für beide oder mehrere Fälle genügen. Ähnlich liegen die Verhältnisse in anderen Zweigen des Maschinenbaues. Auf diese Weise ergab sich eine wechselseitige, fruchtbare Einwirkung des Gesenkschmiedens auf die Konstruktion und umgekehrt, die nicht nur das Schmieden im Gesenk förderte und verbilligte, sondern auch weiterhin die ganzen Gestehungskosten günstig beeinflusste.

Die Vorteile des Schmiedens im Gesenk liegen so klar zutage, daß ein weiteres Eingehen darauf an dieser Stelle sich erübrigt. Es sei nur auf das grundsätzlich Richtige des Gesenkschmiedens, die endgültige Formgebung eines Werkstückes soweit wie irgend möglich gleich im ersten Arbeitsgang zu erzielen, hingewiesen, demgegenüber das Herausschälen aus dem vollen Material durch Schnellstahlwerkzeuge, zum mindesten bezüglich des Materialverbrauches, höchst unwirtschaftlich ist. Die durch den Krieg bedingte Sparsamkeit im Materialverbrauch im allgemeinen, in Schnellstahl im besonderen, hat viele zwangsweise auf die ausgiebige Verwendung von Gesenkschmiedestücken hingewiesen und eine weitere Verbreitung dieses Verfahrens gezeitigt, die auch für die Zukunft von größter Bedeutung bleiben wird und der weiteren Verbreitung des Gesenkschmiedens die günstigsten Aussichten eröffnet. Die sonstigen bereits erwähnten Vorteile des Schmiedens im Gesenk für die weitere Bearbeitung der Teile, die günstigen Fertigkeitseigenschaften derselben kommen hinzu. Da die Ansprüche an die Betriebssicherheit der Maschinenteile — man denke nur an Automobil- und Flugzeugteile, insbesondere Motorenteile — ständig gesteigert werden und Gesenkschmiedestücke in

dieser Beziehung den Gußstücken weit überlegen sind, da ferner die Herstellungskosten der ersteren bei Massenfertigung meist nicht höher, sondern sogar niedriger sind als diejenigen für Gußstücke, so ist damit zu rechnen, daß letztere immer mehr durch Gesenkschmiedestücke ersetzt werden.

Je nach dem Zweck, den man mit dem Gesenk im einzelnen Falle erreichen will, oder nach dem Arbeitsverfahren unterscheidet man verschiedene Arten von Gesenken. Die Gesenke sind in den allermeisten Fällen zweiteilig; dreiteilige Gesenke finden nur bei Wagerecht-Schmiedemaschinen oder Pressen mit mehreren Preßkolben Verwendung. Bei Hämmern und senkrecht arbeitenden Pressen nennt man die beiden Hälften des Gesenkes Ober- und Untergesenk, bei Schmiedemaschinen (Stauchmaschinen) spricht man meist von Patriz oder Stempel und Matrize, von denen letztere zweiteilig ist.

Nur in den seltensten Fällen wird man mit einem einzigen Gesenk für ein bestimmtes Werkstück auskommen, wie z. B. bei stabförmigen Werkstücken mit nur geringen Querschnittsunterschieden, die ein Vorschmieden überhaupt nicht erfordern oder die schnell und leicht von Hand oder unter einem Maschinenhammer vorgeschmiedet werden können. In der Regel wird in einem besonderen Gesenk, dem Vorgesenk, vor- und in einem weiteren, dem Fertiggesenk, fertiggeschmiedet. In vielen Fällen sind mehrere Vorgesenke erforderlich, teils um das Fertiggesenk nach Möglichkeit zu entlasten und zu schonen, teils weil das Werkstück in einem einzigen Vorgesenk nicht soweit vorgeschmiedet werden kann, daß es sich in das Fertiggesenk hineinschlagen läßt. Das trifft besonders für solche Teile zu, die im Winkel oder sonstwie gebogen sind und infolgedessen nach dem Verlassen des ersten Gesenkes mit Hilfe eines zweiten, des Biegegesenkes, erst gebogen werden müssen, bevor sie im letzten Gesenk ihre endgültige Form erhalten. Vor- und Fertiggesenke können vollständig getrennt voneinander hergestellt oder in demselben Block vereinigt sein; maßgebend hierfür ist die Größe des einzelnen Gesenkes, das dafür zu verwendende Material, die Hammerkonstruktion usw. Auf jeden Fall müssen die Gesenke, sofern man das Stück in einer Hitze fertiggeschmieden will, unmittelbar nebeneinander angeordnet werden, um unnötige Wege und Abkühlung zu vermeiden.

In Fig. 1 ist eine Hälfte eines Gesenkes abgebildet, bei welchem Vor- und Fertiggesenk in einem Block vereinigt sind. An der rechten Seite befindet sich das Vorgesenk, links das Fertiggesenk.

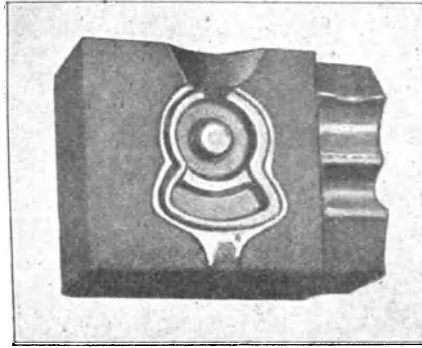


Fig. 1. Schmiedegesenk, an der rechten Seite das Vorgesenk.

Fig. 2 veranschaulicht das Gesenk für den davorliegenden Schraubzwingenbügel. Das Material wird in zwei zu beiden Seiten des Fertiggesenkes angeordneten Vorgesenken vorgeschmiedet. Das

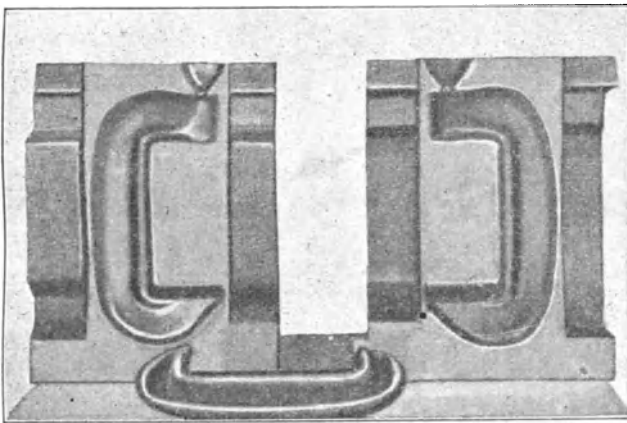


Fig. 2. Gußeisernes Gesenk für einen Schraubzwingenbügel.

Gesenk ist nach einem Holzmodell in Gußeisen hergestellt. Fig. 3 und 4 stellen die beiden Gesenkhälften für einen Winkelgriff dar. Das Hauptgesenk ist aus dem Vollen gearbeitet und enthält zu-

nächst ein Vorgesenk für das mit Kugelknopf versehene Ende des Griffes, alsdann ein weiteres Vorgesenk für das ganze, zunächst in gestreckter Form vorgeschmiedete Stück, weiterhin an den Seiten

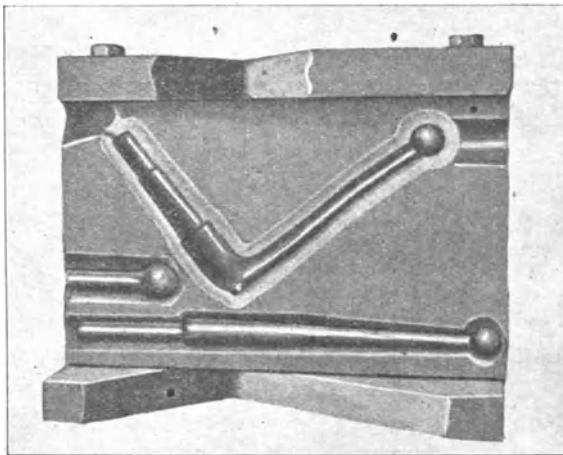
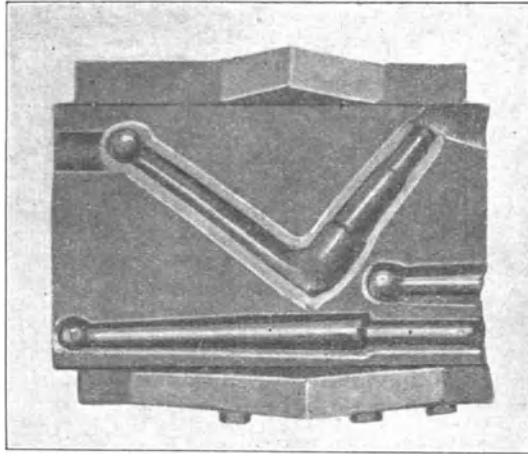


Fig. 3 und 4. Vor-, Fertig- und Biegegesenk für einen Winkelgriff. (Ober- und Untergesenk.)

die aus besonderen, angeschraubten Platten bestehenden Biegegesenke, mit Hilfe deren das soweit vorgeschmiedete Stück rechtwinklig gebogen wird, sodaß es in das in der Mitte des Blockes

angeordnete Fertiggesenk paßt, in dem es schließlich fertiggeschmiedet wird. Fig. 5 und 6 veranschaulichen die Vor- und

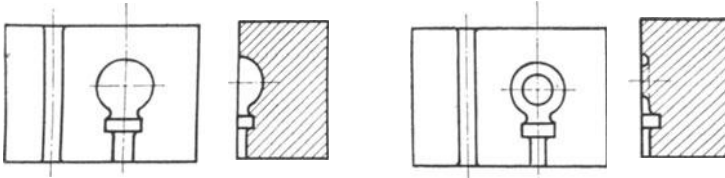


Fig. 5 u. 6. Vor- und Fertiggesenk für einen Ösenbolzen.

Fertiggesenke für einen Ösenbolzen oder eine Geländerstange. Hier ist das Vorgesenk vollständig getrennt vom Fertiggesenk. Das hat den Vorteil, daß man das eine oder andere von beiden, je nach der Abnutzung oder im Falle einer Beschädigung, erneuern kann, ohne zugleich das zweite an sich noch brauchbare ebenfalls außer Dienst stellen zu müssen. Die Trennung ist mitunter auch, wie bereits angedeutet, dadurch geboten, daß Vor- und Fertiggesenk aus verschiedenem Material angefertigt werden.

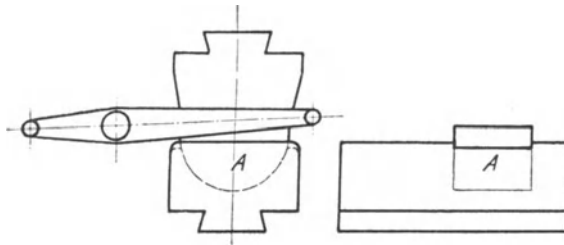


Fig. 7. Gesenk für die Arme von Hebeln.

Vielfach wird nicht das ganze Schmiedestück, sondern nur ein Teil desselben im Gesenk geschlagen oder es werden die einzelnen Teile des betreffenden Stückes nacheinander in verschiedenen Gesenken bearbeitet (wie z. B. in Fig. 5 und 6). Der Grund für das letztere Verfahren kann z. B. der sein, daß das Gesenk für das ganze Werkstück zu groß und teuer ausfallen würde und zum Schmieden unnötig schwere Hämmer erforderlich wären. Beispiele solcher Gesenke für Teilbearbeitung sehen wir in Fig. 7 bis 9. Die skizzierten Gesenke dienen zum Schmieden von mit Nabenaugen versehenen Hebeln. Die beiden, nach den Enden

sich verjüngenden Arme werden mittels des Gesenkes Fig. 7 geschmiedet. Das Gesenk ist sehr einfach und praktisch. Das Obergesenk besitzt eine glatte, ebene Hammerbahn bzw. wird durch

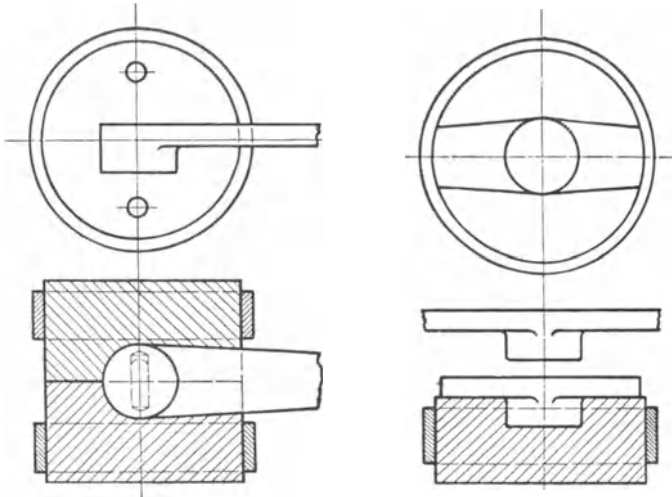


Fig. 8 u. 9. Gesenke für die Naben von Hebeln.

die normale Hammerbahn gebildet. In dem Block des Untergesenkes ist ein Halbzylinder *A* eingebettet, dessen ebene Arbeitsfläche sich beliebig schräg einstellen kann. Die Neigung ist davon abhängig, wie der Schmied das Werkstück hält; je mehr er das herausragende Ende nach unten drückt, desto stärker wird die Verjüngung ausfallen. Das Gesenk läßt sich also nicht nur für beide Arme dieses Hebels, sondern für ganz verschiedene Hebel-längen verwenden und macht sich daher schon bei kleineren Stückzahlen der verschiedenen Größen bezahlt. Daß andererseits das Werkstück nicht zu schräg gehalten und der Halbzylinder *A* zu weit aus seinem Sitz herausgeschoben wird, wird durch die Kante des Gesenkblockes, die sozusagen als Anschlag wirkt, verhindert. Wenn die Arbeitsfläche des Halbzylinders wagerecht steht, d. h. das Werkstück wagerecht gehalten wird, erhält dasselbe parallele Flächen. Man kann also auch die Breitseiten der Hebel mit dem Gesenk schmieden. Zum Fertig Schmieden der Augen dienen Gesenke nach Fig. 8 und 9. Weitere Beispiele von Gesenken für Teilbearbeitung sehen wir in Fig. 43–45.

Man hat ferner zu unterscheiden zwischen offenen und geschlossenen Gesenken. Offene Gesenke, zu denen in erster Linie die eben besprochenen Gesenke für Teilbearbeitung gehören, lassen das Material nach einer oder nach beiden Seiten herausragen bzw. austreten; sie kommen daher beim Schmieden von der Stange in Anwendung. Bei einem geschlossenen Gesenk (Fig. 10) dagegen muß das zu einem Schmiedestück erforderliche Material vorher abgeschnitten, nötigenfalls auch genauer vorgeschmiedet, vor allen Dingen aber dem Gewichte nach genau bemessen sein, weil das überschüssige Material nicht an einer bestimmten Stelle austreten kann, sondern sich als Grat rings um das Schmiedestück bemerkbar macht. Ist der Materialüberschuß zu groß, dann wird der Grat zu stark und läßt sich schwer entfernen, und das Schmiedestück selbst fällt möglicherweise zu stark aus. Die Gefahr besteht

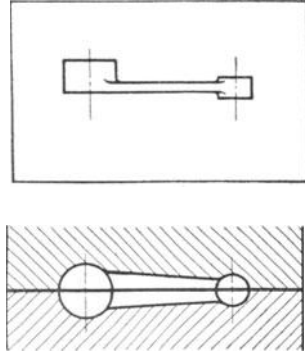


Fig. 10. Geschlossenes Gesenk.

besonders, wenn im Stücklohn geschmiedet wird. Außerdem wird das Gesenk dabei übermäßig stark beansprucht. Bei zu knapp bemessenem Material ist andererseits zu befürchten, daß das Gesenk nicht vollständig ausgefüllt wird, das Schmiedestück also unvollständig oder unsauber, zum mindesten zu schwach ausfällt. Der Materialbedarf für ein bestimmtes Stück läßt sich, natürlich unter Zugabe eines erfahrungsmäßigen Betrages für den Grat, berechnen. Praktisch wird indessen so vorgegangen, daß man einige Probestücke schmiedet und dadurch den günstigsten Materialquerschnitt und die Materialmenge ermittelt. Bei einem offenen Gesenk kann man das Material durch abwechselndes Bearbeiten von verschiedenen Seiten nach Bedarf etwas stauchen oder strecken, damit es gut in das Gesenk hineinpaßt und dasselbe beim Fertigschlagen richtig ausfüllt. Das überschüssige Material wird nach einer Seite fortgedrückt und geht, da es an der Stange bleibt, nicht verloren, während es beim geschlossenen Gesenk als Grat herausgepreßt wird und somit Abfall bildet. Wenn also, wie z. B. beim Verarbeiten hochwertiger Stähle, die Materialersparnis eine Rolle spielt, so kann das Schmieden im offenen

Gesenk vorteilhafter sein. Für das zweckmäßigste Verfahren, sofern man überhaupt eine Wahl zwischen beiden hat, ist die Summe aus Maschinen- und Gesenkkosten, Materialpreis und Löhnen ausschlaggebend. Auch die Gewohnheit wird hier vielfach entscheidenden Einfluß ausüben.

Je nach der Art der zum Schmieden benutzten Maschine spricht man auch von Hammer- und Preßgesenken. Der Hauptunterschied zwischen beiden liegt in der Art der Befestigung und in dem für das Gesenk zu wählenden Material. Auf beide Punkte wird später noch einzugehen sein. Die auf Schmiedemaschinen benutzten Stauchgesenke bestehen aus drei Teilen, einer festen und einer beweglichen Klemmbacke und dem Stauchstempel (vgl. Fig. 124). Auch diese Gesenke sollen hier zunächst nur kurz erwähnt und später bei Besprechung der Herstellung der Gesenke bzw. bei den Maschinen im einzelnen behandelt werden.

In der Regel werden die Gesenke an der Maschine befestigt, bei wagerechten Schmiedemaschinen stets. Sind dagegen für ein

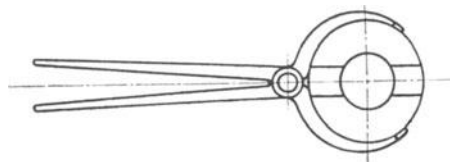


Fig. 11. Gesenkzange.

Schmiedestück nacheinander mehrere Gesenke erforderlich, z. B. Gesenke für Teilbearbeitung, die nicht in einem Block vereinigt oder an einem, zum mindesten an zwei nebeneinander stehenden Häm-

mern befestigt werden können, dann arbeitet man mit losen Gesenken. Man legt dann das Untergesenk lose auf den Amboß und setzt nach Einlegen des Materials in das Untergesenk das Obergesenk auf, um beide alsdann mit dem Hammerbär oder Preßstempel zusammenzuschlagen bzw. zu drücken. (Empfehlenswert ist dieses Verfahren nicht, weil die Gesenke zu lange mit dem glühenden Material in Berührung bleiben. Ratsamer wird es daher in vielen Fällen sein, erst alle Werkstücke in einem oder zwei Gesenken zu bearbeiten und in einer zweiten Hitze in den weiteren, weil man dann die Gesenke am Hammer befestigen kann.) Zum Handhaben der losen Gesenke dienen in diese fest eingesetzte oder eingesteckte Griffe oder besondere Gesenkzangen, Fig. 11. In anderen Fällen werden die Gesenke als Federgesenke ausgebildet, Fig. 12, indem beide Gesenkhälften an einem ge-

meinsamen, federnden Bügel befestigt sind, der sowohl als Griff dient als auch das Abheben des Obergesenkes selbsttätig bewirkt.

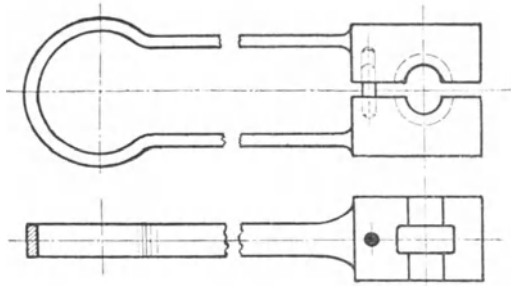


Fig. 12. Federgesenk.

Diese Ausführung kann naturgemäß aber nur für kleinere, leichtere Gesenke in Frage kommen; sie eignet sich insbesondere auch zum

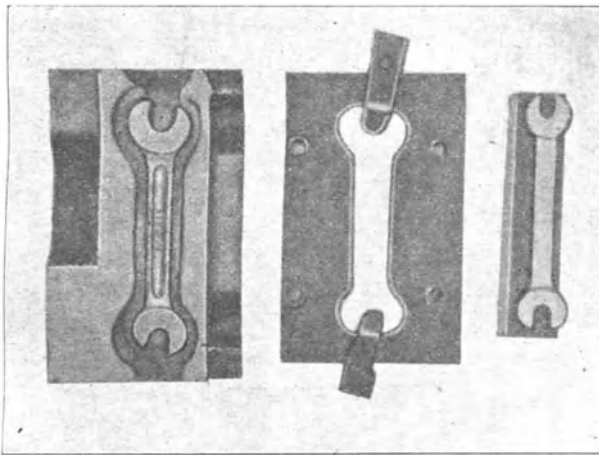


Fig. 13. Schmiede- und Abgratgesenk für einen Schraubenschlüssel.

Fertigschmieden auf dem gewöhnlichen Schmiedeamboß mit Hilfe des Vorschlaghammers.

Mit den eigentlichen Schmiedegesenken ist es in der Regel aber nicht abgetan. Bei manchen Gesenkschmiedestücken läßt sich zwar der daransitzende Grat nach Erkalten einfach mit dem Handhammer abschlagen, in den meisten Fällen gehört jedoch

zu einem vollständigen Gesenksatz auch ein Abgratgesenk, mit Hilfe dessen die Schmiedestücke von dem Grat befreit werden. Dieses Abgraten erfolgt auf einer Abgratpresse meist unmittelbar nach dem Schmieden, also im warmen Zustande des Schmiedestückes. In Fig. 13. sehen wir links die eine Hälfte des Schmiedegesenkes für einen Schraubenschlüssel, daneben das Abgratgesenk, bestehend aus der in der Mitte liegenden Matrize und der rechts daneben liegenden Patrize. Der Durchbruch der ersteren und der Umriß der letzteren entsprechen genau demjenigen des Werkstückes, sodaß beim Durchpressen desselben durch die Matrize der Grat abgeschert wird und das von diesem befreite Werkstück nach unten herausfällt.

Soll das Schmiedestück nicht weiter bearbeitet werden und doch sauber aussehen, dann wird es nach dem Abgraten nochmals ins Gesenk geschlagen. Sofern die Form des Werkstückes es gestattet, teilt man dieses zum Nachschlagen dienende Gesenk nach einer Ebene, welche zur Teilfläche des vorhergehenden Gesenkes senkrecht steht, damit das Werkstück nachher keine Gratspur, d. h. keine Naht mehr aufweist. Ist also ein Hebel zuerst nach Fig. 46 geschmiedet und abgegratet, so bildet man das Gesenk zum Nachschlagen gemäß Fig. 10 aus, um die Seiten, an denen der Grat gesessen hat, ganz sauber zu bekommen. Das Nachschlagen hat auch öfters zugleich den Zweck, das beim Abgraten etwa verbogene Werkstück wieder zu richten.

Abschnitt II

Das Vorbereiten der Werkstücke zum Schmieden im Gesenk

A. Das Anwärmen des Materials

a) Zweck und Wirkung des Anwärmens.

Das Schmieden beruht auf einer Verschiebung der kleinsten Materialteilchen gegeneinander, ohne daß ihr Zusammenhang gestört wird; die Formgebung oder Formveränderung erfolgt durch Zusammendrücken (Stauchen), Dehnen (Strecken) oder Biegen des Materials, wobei die Fließ- bzw. Elastizitätsgrenze desselben überschritten wird, um die Formänderung zu einer bleibenden zu machen, die Druck-, Zug- und Biegebeanspruchung aber andererseits die Bruchgrenze nicht erreichen darf, weil sonst eine Zerstörung des Materials eintreten würde, die natürlich vermieden werden muß. Zum Schmieden eignen sich also nur solche Metalle, bei denen Elastizitätsgrenze und Bruchfestigkeit genügend weit auseinanderliegen. Bei einigen Metallen, beispielsweise Blei und Kupfer, ist das bereits bei Lufttemperatur der Fall, sodaß dieselben in kaltem Zustande geschmiedet werden können; in der Regel ist aber ein Anwärmen des Materials für das Schmieden erforderlich. Hierdurch wird die Elastizitätsgrenze des Materials herabgesetzt und dadurch die Formgebung beim Schmieden erleichtert bzw. der dazu erforderliche Arbeitsaufwand geringer. Die Erwärmung erhöht die Bildsamkeit des Materials in dem Maße, daß die durch die Erwärmung verursachten Kosten durch Ersparnisse an Zeit und Arbeitsaufwand für das Schmieden mehr als aufgewogen werden. Mit steigender Erwärmung sinkt allerdings auch die Festigkeit des Materials, jedoch zum Glück nicht

in dem Maße wie die Elastizitätsgrenze, sodaß in den meisten Fällen durch die Erwärmung der Spielraum zwischen beiden sich vergrößert, was für das Schmieden von großer Bedeutung ist.

Eine unangenehme Begleiterscheinung des Anwärmens der Metalle ist, daß sie in glühendem Zustande an der Oberfläche stark oxydieren, d. h. Sauerstoff aufnehmen. Die dadurch entstehende Oxydschicht blättert beim Schmieden ab, man bezeichnet sie als Zunder oder Hammerschlag. Derselbe bedeutet natürlich einen Materialverlust, der um so größer ist, je öfter und stärker das Material erwärmt wird. Beim Gesenkschmieden macht sich der Hammerschlag noch weiter dadurch unangenehm bemerkbar, daß er die Gesenke verschmutzt und, falls nicht sorgfältig aus diesen entfernt, unsaubere Oberflächen der Schmiedestücke ergibt. Durch das Oxydieren wird ferner das Eisen an der Oberfläche entkohlt, weil der Sauerstoff des Eisenoxydes sich leicht mit dem Kohlenstoff des Eisens zu Kohlenoxyd verbindet und dieses gasförmig entweicht. Das ist besonders schädlich bei Werkzeugen und sonstigen Teilen, die später gehärtet werden sollen. Durch zu starkes Erhitzen kann der Stahl seine Härtefähigkeit vollständig verlieren und verbrennen oder überhitzt werden. Eisen und Stahl wird zum Schmieden auf Rot- bis Weißglut, d. h. auf etwa 700—1200° C erwärmt. Dünne Bleche schmiedet man kalt, um das Oxydieren zu verhüten, ebenso schlägt man vielfach fertige Gesenkschmiedestücke im Gesenk kalt nach, um ihnen eine glatte Oberfläche zu geben oder das Material an der Außenhaut zu verdichten und härter zu machen (Komprimieren).

Auf den Einfluß der Schmiedetemperatur auf Werkstück und Arbeitsbedarf wird später noch näher einzugehen sein (vgl. S. 44ff.). Hier sollen zunächst nur die technischen Hilfsmittel zum Anwärmen des Materials, die Brennstoffe und die Schmiededöfen, besprochen werden. Die letzteren unterscheiden sich einmal durch die Art des zum Heizen benutzten Brennstoffes, daneben durch ihre Bauart bezw. den Verwendungszweck, d. h., ob sie zum Anwärmen von einzelnen Stücken oder von Stangenenden dienen sollen.

b) Brennstoffe.

Als Brennstoffe für Schmiededöfen kommen Koks, Öl und Gas in Frage, von denen ersterer aber der heute noch am häufigsten verwendete ist.

Koks ist der gleichförmigste aller festen Brennstoffe und ermöglicht beim Betrieb mit Gebläsewind eine große Wärmeleistung auf verhältnismäßig kleinem Raum. Er eignet sich nicht zum Heizen von Schmiedeöfen mit großem Heizraum, weil er infolge Fehlens der Kohlenwasserstoffe keine langen **Flammen** zu entwickeln vermag. Derartige Öfen **pfl egt** man mit einem Gemisch von Koks und Kohle **zu betreiben**, um die Vorzüge beider, die geringere **Neigung** des Koks zur Schlackenbildung und die **Langflam migkeit** der Kohle, zu vereinigen. Kohle allein wird als Brennstoff für Großraumöfen mit Halbgasfeuerung verwendet; ein Nachteil der Kohle ist ihre starke Schlackenbildung.

Öl ist ein nahezu ideales Heizmittel für Schmiedeöfen, das wohl nur infolge der größeren Schwierigkeit der Beschaffung gegenüber Koks noch nicht in dem Maße verwendet wird, wie es wünschenswert und angezeigt wäre. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist die Ölheizung von allen in Frage kommenden Feuerungen die geeignetste und stellt einen billigen Ersatz für Gasfeuerung dar. Auf kleinstem Raum erzielt sie die größten Leistungen und gestattet infolge des geringen Raumbedarfes, Fortfallen des Platzes für den Koks, die Öfen unmittelbar neben die einzelnen Hämmer oder Pressen zu stellen und dadurch unnötige Wege und Wärmeverluste zu ersparen. Einmal eingestellt, erfordert die Ölfeuerung fast keine weitere Wartung, der Schmied kann seine ganze Zeit und Aufmerksamkeit auf das Schmieden selbst verwenden, das Aufwerfen von Koks und das Entfernen der Rückstände fällt fort. Anwärmöfen mit genau einstellbarer, gleichbleibender Temperatur und selbsttätiger Brennstoffzufuhr bilden die Grundlage für wirtschaftliches Gesenkschmieden, wobei in bestimmten, genau begrenzten Zeitabschnitten gleichförmig vorgewärmte Rohlinge benötigt werden. Nur so können die Maschinen voll ausgenutzt werden. Hieraus ergibt sich, daß selbsttätig arbeitende Schmiedeöfen auch bei verhältnismäßig hohen Brennstoffkosten noch wirtschaftlich sind; zumal wenn man dem gegenüberhält, daß bei dem meist noch üblichen Anwärm- und Schmiedeverfahren kaum 60% der gesamten Arbeitszeit wirklich ausgenutzt werden.

Als Heizöle werden verwendet: Teeröl, Masut, Rohöl, Blauöl usw., deren Heizwert durchschnittlich 9500 Wärmeeinheiten für 1 kg beträgt, während für 1 cbm Leuchtgas im Mittel etwa 4800 Wärmeeinheiten als Heizwert angenommen werden

können. Berücksichtigt man ferner den Preis beider Brennstoffe, so ergibt sich, daß Ölfeuerung etwa $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$ der Kosten von Gasfeuerung unter Verwendung von Leuchtgas verursacht.

Zum Zweck des Verbrennens werden die flüssigen Brennstoffe zerstäubt, vergast und mit Luft gemischt. Die Verbrennung erfolgt um so vollständiger, je vollkommener die Zerstäubung ist. Zu diesem Zweck wird Gebläsewind verwendet. Für Schmiedeöfen, in welchen zwar große Wärmemengen, aber im allgemeinen gleichbleibende Temperaturen gebraucht werden, genügen niedere Drucke, während für Glüh-, Härte-, Einsatz- und Anlaßöfen, die eine Wärmeregulierung in weiten Grenzen erfordern, höhere Drucke notwendig sind.

Für die Gasfeuerung gilt im wesentlichen dasselbe wie für Ölfeuerung. Die sogenannte Halbgasfeuerung, bei welcher das Gas in den einzelnen Öfen nur unvollkommen erzeugt und ausgenutzt wird, kommt in der Hauptsache nur für große Schmiedeöfen, weniger für das Gesenkschmieden in Frage. Es ist zweifellos wirtschaftlicher, das Gas für alle Öfen in einer gemeinschaftlichen, neuzeitlich eingerichteten Anlage zu erzeugen und es den einzelnen Öfen zuzuleiten, außerdem hält man bei diesem Verfahren die Rauch- und Staubentwicklung von der Schmiede fern, kann die Bodenfläche derselben ausschließlich für Maschinen und Anwärmeöfen benutzen, benötigt keine Lagerplätze für die Brennstoffe in der Schmiede, und das Anfahren von Kohle oder Koks sowie die Schlackenabfuhr zu bzw. von den einzelnen Schmiedeöfen fällt fort. Die Regelung der Gasfeuerung bzw. des Mischungsverhältnisses von Gas und Luft ist bei zugeleitetem Gas natürlich eine viel genauere und leichtere als bei Halbgasfeuerung. Sobald in anderen Betrieben, z. B. in der Härterei, auch mit Gasfeuerung gearbeitet wird, ergibt sich die Anlage einer gemeinschaftlichen Gaserzeugung ganz von selbst.

Gasfeuerungen werden für die verschiedensten Gasarten gebaut. Danach sind in erster Linie die Brenner und Brennerdüsen zu bemessen. Welche Gasart im Einzelfalle die zweckmäßigste ist, hängt von den besonderen Betriebsverhältnissen ab. Leuchtgas ist im allgemeinen überall leicht zu beschaffen und stellt bezüglich Bequemlichkeit und Reinlichkeit den vollkommensten Brennstoff dar, ist aber für Schmiedeöfen zu teuer und kommt deshalb hierfür nicht in Betracht. Anders liegen die Verhältnisse z. B. bei

Härteöfen, die wegen kleinerer Abmessungen oder unterbrochenem Betrieb nur einen verhältnismäßig geringen Gasverbrauch haben, sodaß die Betriebskosten gegenüber den sonstigen Vorteilen zurücktreten. Wassergas (Kraftgas) ist wegen seiner billigen Erzeugung, seiner hohen Flammentemperatur und seiner stets gleichmäßigen Beschaffenheit für technische Zwecke besonders geeignet. Die Erzeugungskosten für 1 cbm Mischgas (Kraftgas) sind allerdings noch geringer, da aber der Heizwert nur etwa die Hälfte desjenigen von Wassergas beträgt, so ist die doppelte Gasmenge zur Erzielung derselben Wärmeleistung in der Zeiteinheit erforderlich. Die Anlagen müssen also entsprechend größer sein. Nachstehende Übersicht gestattet einen Vergleich der drei angeführten Gasarten:

Gasart	Heizwert in WE für 1 cbm Gas von 15° C und 1 Atm.		Zur Verbrennung von 1 cbm erforderliche Luftmenge in cbm
	oberer	unterer	
Leuchtgas . . .	5135	4590	5,21
Wassergas . . .	2520	2300	2,15
Mischgas	1175	1095	1,00

Es ist ferner zu berücksichtigen, daß die Zusammensetzung des Mischgases je nach der Art der Beschickung des Generators schwankt und daß dasselbe vollständig schwefelfrei sein muß, weil sonst der Schwefelgehalt die Arbeitsstücke unter Umständen (z. B. wenn dieselben später gehärtet werden sollen) schädlich beeinflusst. Bei nicht ganz sorgfältiger Reinigung des Gases treten mit der Zeit Rohrverengungen und Verstopfungen der Düsen ein.

Zum Betrieb der Gasfeuerungen ist ebenfalls Gebläsewind erforderlich. Die Gas- und Windleitungen müssen reichlich bemessen und dürfen jedenfalls nicht schwächer sein als die entsprechenden Leitungen am Ofen selbst, bei langen Rohrleitungen müssen die Rohrquerschnitte größer gewählt und scharfe Krümmungen vermieden werden. Durch Beobachtung der Flamme kann man leicht feststellen, ob das Gemisch von Gas und Luft im richtigen Verhältnis steht; zutreffendenfalls zeigt die Flamme einen blaugrauen Kern.

Beim Anzünden öffne man zunächst nur das Gasventil so weit, daß ganz kleine Flammen an den Brennern entstehen, danach lasse man durch allmähliches Öffnen des Windhahnes in geringem

Maße Luft zutreten, wodurch die Flammen sich bläulich färben. Dann regelt man durch weiteres Öffnen der Hähne die Flammengröße nach Bedarf. Beim Anheizen halte man alle Öffnungen und Schaulöcher bis auf eine oder zwei Abzugsöffnungen geschlossen, um Wärmeverluste zu vermeiden. (Das gilt insbesondere natürlich für geschlossene Öfen, z. B. auch für Glüh- und Härteöfen.) Ob der Ofen die richtige Temperatur hat, wird durch Beobachtung durch die Schaulöcher oder, soweit nötig, durch Meßinstrumente festgestellt. Zur Aufrechterhaltung der Temperatur ist die zum Anheizen gebrauchte Gas- und Luftmenge auf die Dauer nicht erforderlich, Gas- und Windhähne können vielmehr kleiner gestellt werden.

Der Wind- und Gasdruck (gemessen in mm Wassersäule) ist bei den verschiedenen Konstruktionen verschieden, muß aber während des Betriebes möglichst gleichbleiben, weil das richtige Arbeiten der Feuerung davon abhängig ist. Der Windstrom bewirkt bei richtiger Einstellung eine vollkommene Verbrennung des Gases und schützt in Verbindung mit der reduzierenden Flammenwirkung die Werkstücke infolge des Überdruckes im Ofeninnern beim Öffnen der Ofentür vor der Einwirkung der atmosphärischen Luft, verhindert also eine Oxydation des Stahles nach Möglichkeit. Das ist vor allen Dingen auch für Härteöfen von Wichtigkeit.

Das hier Gesagte gilt sinngemäß auch für Ölfeuerung.

c) Schmiedeöfen

Man hat zu unterscheiden zwischen offenen Schmiedefeuern und mehr oder minder geschlossenen Öfen. Offene Feuer sind einfach, arbeiten jedoch mit schlechter Wärmeausnutzung und sind kaum wesentlich zu verbessern. Da aber, um wirtschaftlich zu arbeiten, das Anwärmen so schneller erfolgen muß, daß keine Schmiedepausen entstehen, so muß man, wenn man die Hämmer und Pressen ausreichend mit angewärmtem Material versorgen will, entsprechend der Verkürzung der Schmiedezeit durch Verwendung von Gessenken mehr Schmiedefeuer aufstellen und gleichzeitig verwenden. Bei geschlossenen Öfen, die natürlich die Brennstoffe viel günstiger ausnutzen, kann man die Größe derselben der verlangten Leistung anpassen. Der Brennstoffverbrauch beträgt bei Koksheizung je nach Größe des Ofens und der Schmiedestücke 0,5—0,2 des Gewichtes der letzteren.

Die Schmiedeofen können ortsfest oder versetzbar gebaut sein; das wird sich in der Hauptsache nach ihrer Größe richten. Versetzbare Öfen lassen sich an der jeweils bequemsten Stelle aufstellen und so dicht an die Hämmer oder Pressen heranbringen, daß Wärmeverluste zwischen Ofen und Maschine so gut wie ausgeschaltet sind. Feste Öfen wird man dagegen meist an den Wänden oder in der Mitte der Schmiede, seltener unmittelbar neben den Maschinen aufstellen, doch muß dies nicht unbedingt

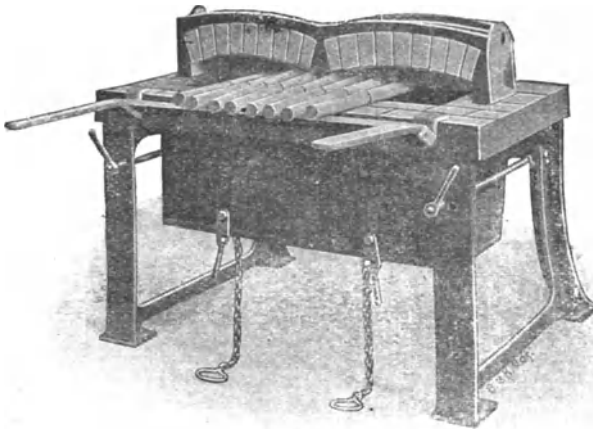


Fig. 14. Offener Schmiedeofer für Koksfeuerung.
(Klingelhöffer-Defrieswerke, Düsseldorf.)

lange Wege für die angewärmten Teile bedingen. Oft genügt eine halbe Körperwendung des Schmiedes, um das Material aus dem Ofen zu nehmen.

Die Öfen zum Anwärmen von Stangenenden haben in der Regel offen bleibende Schlitze zum Einführen der Stangenenden in den Heizraum, während derselbe bei Öfen zum Anwärmen einzelner Stücke durch Türen geschlossen ist und nur beim Einlegen oder Herausnehmen des Materials geöffnet wird.

Der in Fig. 14 abgebildete Ofen ist ein offener Ofen. Der Feuerraum (800×250 mm) wird mit einer abnehmbaren Brücke abgedeckt, die mit feuerfesten Steinen ausgemauert ist. Die Einführung des Stangenmaterials kann von vorn und von hinten erfolgen. Die Einführungsschlitze können durch Unterlagen von Schamottesteinen bei schwächerem Material schmaler gemacht werden.

Der Ofen Fig. 15 besitzt einen Feuerraum von 1000×390 mm Bodenfläche; derselbe wird oben durch einen mit Fülltrichtern für den Koks versehenen zweiteiligen Deckel abgeschlossen, welcher sich mit Hilfe von Gegengewichten, Kurbel und Sperrvorrichtungen

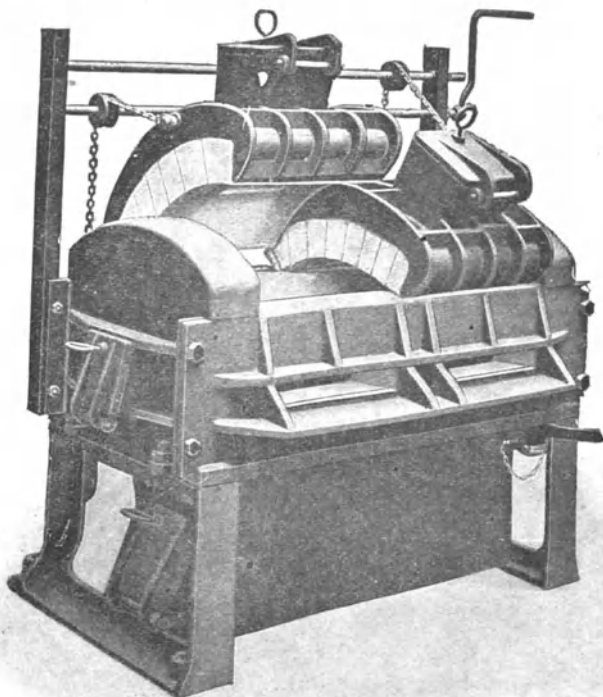


Fig. 15. Geschlossener Schmiedeofer für Koksfeuerung
(Klingelhöffer-Defrieswerke, Düsseldorf).

leicht aufheben und in beliebiger Stellung festhalten läßt. Die Deckelhälften sind aus feuerfesten Steinen zusammengesetzt, die in einem Gußeisenrahmen gehalten werden. Das Material wird durch die Schlitzte an der Vorderseite eingeführt. Besonders lange Stücke können auch durch die seitliche Tür eingeführt werden, wobei die anderen Öffnungen zweckmäßig zugesetzt werden.

Beide Öfen werden mit Koks unter Zuführung von Gebläsewind geheizt. Den Boden des Feuerkastens bildet ein Drehrost zum leichten Abschlacken. Der Gebläsewind gelangt durch eine

doppelte Leitung in den Windkasten und tritt von hier durch den Rost in den Feuerkasten. Die Windzufuhr wird durch zwei Schieber geregelt. Auf der ganzen Rostfläche wird ein gleichmäßiges Feuer erzielt.

Der in Fig. 16 abgebildete Ofen stellt eine viel verwendete Bauart dar. Der Koks wird durch die Seitentüren zugeführt und rutscht auf den schrägen Flächen dem Roste zu. Dieser kann zum Entschlacken und Entleeren des Ofens nach unten geklappt werden. Das Einführen des Materials erfolgt durch den Schlitz der wassergekühlten Tür an der Vorderseite; der Ofen kann auch an der Rückseite mit einer gleichen Tür versehen sein. Das Kühlwasser fließt nach dem Austritt aus der Tür noch über die Ofendecke und kühlt diese ebenfalls. Die Erwärmungslänge beträgt 500 mm. Zum Betrieb ist Gebläsewind von 150 mm Wassersäule erforderlich. Bei ununterbrochenem Betrieb werden in 10 Stunden 375 bis 450 kg Koks verbraucht, wobei z. B. 400 Stück Flacheisen 120×16 mm bzw. 1300 Stück Rundeisen 50 mm $\varnothing$, je 500 mm lang, auf Schmiedetemperatur erwärmt werden können. Die Öfen werden in sonst gleicher Bauart von anderen Firmen auch mit senkrecht verschiebbaren Türen ohne Schlitz, also mit vollständig verschließbarem Feuerraum zum An-

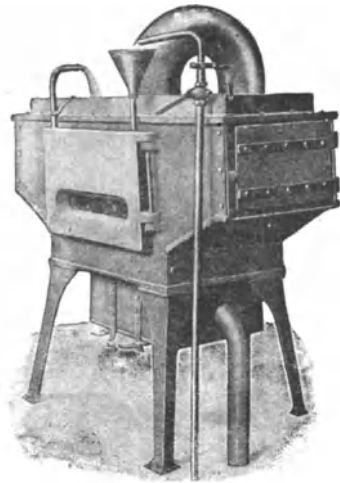


Fig. 16. Schmiedeofen für Koksfeuerung. (Brüder Boye, Berlin N 37).

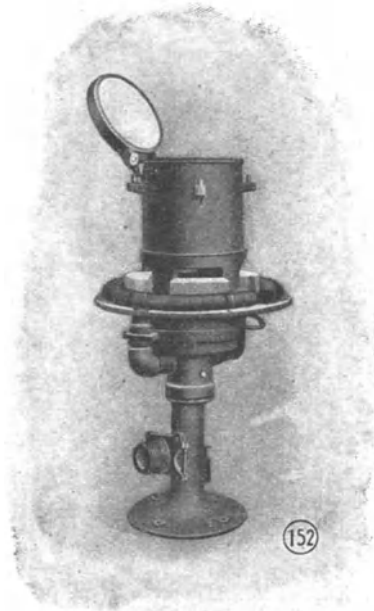


Fig 17. Drehbarer Schmiedeofen für Koksfeuerung mit Windschleierrohr. (Brüder Boye, Berlin N 37).



Fig. 18. Platten-Schmiedeofen für Koksfeuerung.
(Wilhelm Hertsch Komm. - Ges., Stuttgart.)

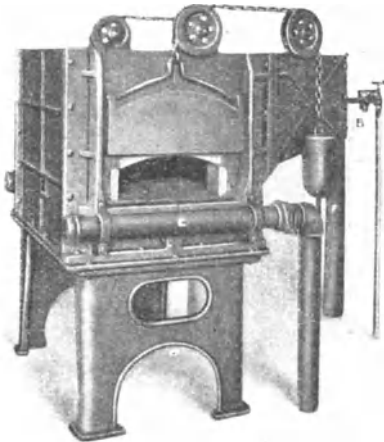


Fig. 19. Schmiedeofen für Ölfеuerung.
(Brüder Boye, Berlin N 37.)

wärmen auch ganzer, kürzerer Teile geliefert.

Für kleinere Teile, insbesondere Bolzen, werden kleine Anwäröfen mit drehbarem Oberteil und 4 Einführungsöffnungen benutzt, die bei geringem Raumbedarf

eine verhältnismäßig große Leistung besitzen. Fig. 17 veranschaulicht eine Ausführung mit zylindrischem, auf Kugeln laufendem Schacht und

umgelegtem Windschleierrohr, wodurch die austretenden Flammen nach oben abgelenkt werden. (Bei anderen Ausführungen ist der Schacht viereckig.) Zweckmäßig ist es, außerdem um den Ofenschacht einen Blechmantel als Schutz gegen strahlende Hitze und darüber eine Abzugshaube anzubringen.

Zum Anwärmen abgeschnittener Materialstücke oder vorgeschmiedeter Teile dienen Plattenöfen nach Art des in Fig. 18 abgebildeten. Die anzuwärmenden Teile liegen auf einer Schamotteplatte. Die Heizgase ziehen zu beiden Seiten derselben an den Seiten-

wänden hoch und durch die durchlöchernte Deckplatte des Glühraumes ab. Der Gebläsewind (von etwa 300 mm Wassersäule) wird in die unter dem Rost angeordnete Windtrommel eingeführt. Der Rost läßt sich zum Entschlacken herunterklappen. Die Öfen werden mit Glühräumen von $150 \times 250 \times 100$ mm bis $500 \times 800 \times 300$ mm ausgeführt.

Plattenöfen werden vorzugsweise für Gas- und Ölfeuerung gebaut. Ein Ofen letztgenannter Art ist in Fig. 19 abgebildet. Das Gemisch von Öl und Luft wird in der seitlichen Verbrennungskammer verbrannt. Die Verbrennungsgase treten dann in den

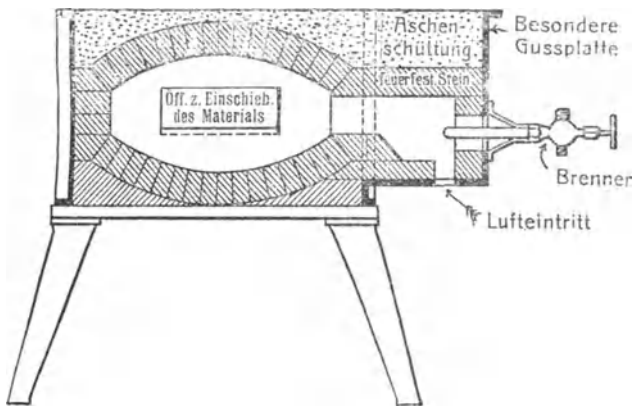


Fig. 20. Für Ölfeuerung umgeänderter Schmiedeofen.

Glühraum ein, in welchen die Arbeitsstücke durch die mit Zugtür verschließbare Öffnung eingelegt werden. Vor der Öffnung ist ein Windschleierrohr zum Schutz des Arbeiters gegen strahlende Hitze angebracht. Zum Betrieb ist Gebläsewind von 1500 mm Wassersäule erforderlich. Die Öfen werden für Herdflächen von 1200×1200 mm bis 750×3000 mm gebaut.

Weitere Öfen für Ölfeuerung sowie Schmiedeöfen für Gasfeuerung hier zu behandeln, erübrigt sich; sie ähneln in ihrem Aufbau den später zu besprechenden Glüh- und Härteöfen mit Öl- bzw. Gasfeuerung (vgl. S. 192).

Es sei noch darauf hingewiesen, daß sich Schmiedeöfen für Koksfeuerung mit nicht allzu großen Kosten nötigenfalls für Ölfeuerung einrichten lassen, sodaß die Einführung der letzteren

nicht daran zu scheitern braucht, daß man die vorhandenen Öfen nicht einfach beiseitesetzen will. Bei der Umänderung ist darauf zu achten, daß dem eingespritzten Öl eine Wirbelbewegung erteilt wird, weil dadurch einerseits das Zerstäuben und Vergasen des Öles begünstigt, andererseits das Geräusch der Flamme vermindert wird. Trifft das Öl dagegen senkrecht auf eine gegenüberstehende, weißglühende Wand, so erfolgen anscheinend schnell aufeinander folgende Explosionen, die das störende Geräusch verursachen. Fig. 20 stellt einen für Ölfeuerung ausgemauerten Schmiedeofen dar. Es sind dazu die gewöhnlichen feuerfesten Gewölbe- und Widerlagersteine benutzt, außerdem einige besondere Formsteine, die man sich mit einem einfachen Schleifstein leicht selbst in die erforderliche Form schleifen kann. Zur Hintermauerung dienen gewöhnliche Ziegelsteine. Für die eine Seite der Ummantelung ist eine besondere Gußplatte erforderlich, die an die benachbarten Mantelplatten angeschraubt wird. Bei größeren Öfen empfiehlt es sich, auf beiden Seiten Brenner anzuordnen, um in der Mitte des Glühraumes hohe Temperaturen zu erzielen.

Die ortsfesten, für Gesenkschmieden in Betracht kommenden Öfen unterscheiden sich von den bisher behandelten grundsätzlich nicht, der Unterschied liegt meist nur in der Größe, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß versetzbare Öfen heute bis zu recht beträchtlichen Abmessungen geliefert und, wenn nicht schon jetzt, so doch künftig immer mehr und mehr überwiegen werden. Die Wärmeausnutzung ist bei ortsfesten Öfen im allgemeinen günstiger als bei versetzbaren.

B. Das Zerteilen und Vorschmieden des Materials

a) Das Zerteilen des Materials

Die Frage, ob von der Stange geschmiedet und das geschmiedete Stück von dieser abgeschnitten, oder ob das Stangenmaterial vor dem Schmieden warm oder kalt in einzelne für je ein Schmiedestück bemessene Längen zerteilt werden soll, ist zeitlich naturgemäß vor dem Anwärmen, in der Regel sogar zuallererst zu entscheiden, weil davon das ganze Schmiedeverfahren und unter Umständen der Entwurf der Gesenke abhängig ist. Da aber andererseits das sonstige Vorbereiten für das Schmieden im Gesenk damit zusammenhängt, so soll dieser Punkt auch im Zusammenhang mit den übrigen Vorbereitungsarbeiten behandelt werden.

Was zweckmäßiger ist, Schmieden von der Stange oder in einzelnen Stücken, läßt sich nicht allgemein, sondern nur von Fall zu Fall entscheiden. Das Schmieden von der Stange ist natürlich nur bis zu einer gewissen Stärke des Stangenmaterials praktisch ausführbar, weil bei großen Querschnitten die Stange für den Schmied zu schwer ist und von diesem nicht mehr gehandhabt werden kann. Leichte einfache Teile, die kein Vorarbeiten erfordern, sondern sofort ins Gesenk geschlagen werden können, wird man natürlich unmittelbar von der Stange schmieden (siehe Fig. 48). Das Schmieden von der Stange hat den grundsätzlichen Vorteil, daß das Zerteilen des Stangenmaterials durch Sägen oder Scheren sich erübrigt, und daß das Abschneiden des noch warmen Rohlings viel leichter und schneller vor sich geht als das Zerteilen des Stangenmaterials. Demgegenüber wird allerdings, wenn auch nicht unter allen Umständen, so doch in sehr vielen Fällen, der Materialverlust durch reichlichere Gratbildung ein größerer sein. Den Vorteil des leichteren Abschneidens des Materials im warmen Zustande kann man auch ausnutzen, wenn man das angewärmte Stangenende abschneidet und es unmittelbar danach in der gleichen Hitze ausschmiedet. Auch bei diesem Verfahren schmiedet man sozusagen von der Stange. Ist das Schmieden von der Stange nicht möglich, sei es, daß der Materialquerschnitt zu groß ist, oder sei es, daß das Vorschmieden des Rohlings für das eigentliche Gesenkschmieden an der Stange nicht ausführbar ist, so muß das Stangenmaterial auf der Kalt- oder Warmsäge oder mit der Schere, je nach den näheren Umständen, in einzelne Stücke zerteilt werden, die dann mit der Zange gehalten bzw. ins Gesenk gelegt werden. In den Gesenkschmieden der Solinger Gegend wird — man kann wohl sagen ausnahmslos — nicht von der Stange, sondern in einzelnen Stücken geschmiedet, wobei die einzelnen Materialstücke bei kleinen Teilen nicht für ein, sondern für zwei Gesenkschmiedestücke berechnet sind. Das eine Ende dient dann zum Anfassen mit der Zange, während das andere geschmiedet wird (vgl. Fig. 34—36). Sofern die einzelnen Längen nur für je ein Schmiedestück bestimmt sind, wird nötigenfalls zunächst ein kleiner Schwanz ausgereckt, an dem die Zange angreifen kann (vgl. Fig. 38). Das Zerteilen des Stangenmaterials erfolgt hierbei auf Pressen derart, daß möglichst wenig Abfall entsteht und das abgeschnittene Teil bezüglich der Materialverteilung sich dem fertigen Schmiedestück soweit wie

möglich nähert (siehe Fig. 39). Dieses Verfahren hat manches für sich, es erspart u. A. das Vorschmieden des Materials, andererseits ist ihm entgegenzuhalten, daß das Schmieden von der Stange, wenn überhaupt möglich, bezüglich der Arbeitszeit und des Arbeitsaufwandes wirtschaftlicher erscheint. Hinsichtlich des Materialverbrauches scheint das Solinger Verfahren sparsamer, sodaß es sich für hochwertiges, legiertes Material, wie es z. B. für Waffen u. dgl. verwendet wird, empfehlen dürfte, zumal in Zeiten, die zu äußerst sparsamer Wirtschaft mit hochwertigen Stahlsorten zwingen.

b) Das Vorschmieden des Materials

Das Vorarbeiten der im Gesenk zu schmiedenden Teile hat den Zweck, das Material der Form und den Abmessungen des fertigen Schmiedestückes entsprechend zu verteilen, sodaß der Rohling gut in das Gesenk hineinpaßt und dieses nicht unnötig viel Formarbeit zu leisten hat. Je besser die Rohlinge vorbereitet sind, desto geringer ist die Beanspruchung, desto größer die Lebensdauer des Gesenkes, um so geringer also die auf ein Schmiedestück entfallenden Gesenkkosten. Außerdem wird bei vorher gut verteilten Materialmassen der Grat entsprechend schwächer ausfallen, weniger Materialverlust ergeben und sich leichter entfernen lassen. Im Fertiggesenk soll das Material nicht mehr viel gestreckt oder gebreitet, sondern nur fertiggeformt werden.

In manchen Fällen wird, wie bereits erwähnt, Vierkant-, Flach- oder Rundmaterial ohne weiteres ins Gesenk geschlagen werden können, sofern nämlich das Schmiedestück keine starken Querschnittsänderungen und Abweichungen von der gestreckten Form aufweist (vgl. Fig. 34). In anderen Fällen kann man den Querschnitt des Stangenmaterials bereits so wählen, daß bei den abgeschnittenen Stücken die Massenverteilung dem fertigen Schmiedestück entspricht und ein Vorschmieden sich erübrigt (z. B. T-Querschnitt für Steckschlüssel, L-Querschnitt für Winkelhebel usw.). Wo es sich um stets wiederkehrende, also in großen Mengen herzustellende Teile, wie Beschlagteile u. dgl., handelt, ist dieses Verfahren am Platze. In den meisten Fällen wird jedoch ein Vorschmieden — freihändig oder mit Hilfe von Vorgesenenken — in Frage kommen. Das Vorschmieden besteht, je nach der Form des Schmiedestückes und des Rohmaterials, in einem Ausrecken,

Breiten, Stauchen oder Biegen des Materials. Das Stauchen kann für gewöhnlich nur bei abgeschnittenen Enden, nicht an der Stange vorgenommen werden und ist nach Möglichkeit zu vermeiden; besser ist es, entsprechend starken Materialquerschnitt zu wählen und diesen nach Bedarf auszustrecken. (Gerade umgekehrt liegen die Verhältnisse natürlich bei Verwendung von Stauchmaschinen.) Besonders für das Biegen des Materials werden vielfach Gesenke benutzt. In jedem Einzelfalle ist zu überlegen, ob es ratsamer ist, das Material vor dem eigentlichen Schmieden im Gesenk oder erst nachher, dann natürlich mit Hilfe eines Gesenkes, zu biegen. Mitunter wird das Stück auch erst vollkommen gestreckt fertiggeschmiedet und abgegratet, um in einer weiteren Hitze mittels eines Gesenkes oder sonstiger Vorrichtungen oder mit Hilfe einer Biegemaschine (vgl. Fig. 88) in die endgültige Form gebogen zu werden. Gerade mit Rücksicht auf das bequemere Abgraten und die einfachere Form der Abgratgesenke wird dieses Verfahren vielfach zweckmäßig, wenn nicht das einzig mögliche sein (vgl. Fig. 100).

An sonstigen Vorbereitungsarbeiten für das Schmieden im Gesenk ist noch das Aufsägen und Aufspreizen des Materials für gabelförmige und ähnliche Teile (vgl. Fig. 65) und das Aufschweißen von Materialstücken an Stelle des Anstauchens (vgl. Fig. 55) zu erwähnen. Durch das Aufschweißen läßt sich das Stauchen des Stangenmaterials an einzelnen Stellen bzw. das Ausstrecken des nach dem stärksten Teil des Schmiedestückes bemessenen, im übrigen zu starken Materials vermeiden.

c) Hämmer zum Vorschmieden

Zum freihändigen Vorschmieden werden in der Regel schnellschlagende Hämmer — Stielhämmer, Federhämmer, Lufthämmer, seltener Dampfhämmer — benutzt, zum Vorschmieden mit Hilfe von Vorgesenkten dagegen meist Fallhämmer. Eine allgemein zutreffende Regel läßt sich dafür nicht aufstellen. Wenn auch gerade für das Strecken von Material, das am besten mit einer Anzahl schnell aufeinanderfolgender aber leichter Schläge vorzunehmen ist, die oben angeführten schnellschlagenden Hämmer am geeignetsten sind, so können andere Erwägungen dazu führen, trotzdem einen Fallhammer zu verwenden. Wenn der Reckhammer z. B. nicht unmittelbar neben dem Fallhammer mit dem

Fertiggesenk steht, so wird infolge der unterwegs erfolgten Abkühlung des Schmiedestückes ein wiederholtes Anwärmen erforderlich. Um dies zu vermeiden und in einer einzigen Hitze vor- und fertigzuschmieden, wird man es unter Umständen vorziehen, das Vorschmieden mit Hilfe eines neben dem Fertiggesenk angeordneten Vorgesenktes auf demselben Fallhammer vorzunehmen oder zum Vor- und Fertigschmieden zwei nebeneinander stehende bzw. einen Doppelfallhammer (Fig. 77) zu benutzen. Ist Fertigschmieden in einer Hitze nicht möglich, dann ist das Vorschmieden auf einem schnellschlagenden Hammer wegen der größeren Leistungsfähigkeit eines solchen zweckmäßig. Ein derartiger Hammer kann dann mehrere Fallhämmer mit vorgeschmiedeten Teilen versorgen. Der Vorteil der schnellschlagenden Hämmer — kurze Schmiedezeit und daher bessere Ausnutzung der Schmiedewärme — ist für die Wirtschaftlichkeit des ganzen Schmiedevorganges sehr wesentlich. Die Zweckmäßigkeit des einen oder des anderen Verfahrens ist indessen in jedem einzelnen Falle zu prüfen, nötigenfalls durch Vergleichsversuche zu ermitteln.

Es liegt in der Natur des Schmiedebetriebes, daß man den Maschinen, insbesondere den Schmiedehämmern, nicht eine so gründliche und dauernde Wartung angedeihen lassen kann als anderen Maschinen. Daher ist für die Beurteilung eines Schmiedehammers neben seiner Leistung auch seine Bauart zu berücksichtigen. Einfacher, kräftiger, geschlossener Bau, welcher einerseits das Eindringen von Staub in das Getriebe verhütet und Unempfindlichkeit bei Dauerbetrieb gewährleistet, andererseits bequemen Zugang zu allen Getriebeteilen gestattet, ist ebenso wichtig wie große Schlagleistung, klebender Schlag und leichte und größtmögliche Regelbarkeit, welche sowohl leichte und schwere, als auch Einzel- und Folgeschläge hergibt. Der klebende Schlag dringt im Gegensatz zu einem prellenden Schlage mehr in das Material ein und ermöglicht ein ruhiges Halten und Führen des Schmiedestückes, während bei prellendem Schlag das Arbeiten für den Schmied außerordentlich ermüdend, bei hartem und dünnem Material fast unmöglich ist.

Für die Beurteilung der Hammerleistung kommen zwei Untersuchungsarten in Frage. Entweder schmiedet man bei bestimmter Anfangstemperatur ein Stück Material von bestimmtem Querschnitt auf einen kleineren Querschnitt herunter und beobachtet

hierbei außer dem Kraftverbrauch die Anzahl der Schläge in der Zeiteinheit, die erforderliche Zeit bzw. den in einer bestimmten Zeit erreichten Querschnitt und die Länge des ausgestreckten Materials — ein Verfahren, das besonders für die Reckleistung der Hämmer, also für das Vorschmieden der Werkstücke, zweckmäßig erscheint — oder man macht die Heim'sche Schlagprobe¹⁾. Dieselbe besteht darin, daß man auf einen Bleizylinder, dessen Höhe das Eineinhalbfache des Durchmessers beträgt, in kaltem Zustande mit dem Bär einen Schlag ausübt und danach mißt, um wieviel er zusammengedrückt worden ist. (Genau genommen muß diese Probe aber während des Dauerbetriebes des Hammers gemacht werden und nicht so, daß man den Bleizylinder auf die Amboßbahn setzt und demselben einen Setzschlag erteilt, dessen Wirkung größer ist als die eines Schlages bei Dauerbetrieb.) Die Zusammendrückung ist ein Maß für die mit einem Schlag geleistete Arbeit. Nach Heim ist dieselbe nach der Formel:

$$A = d^3 [2,7a + 4(a^2 + a^4)] = d^3 \cdot b \text{ mkg}$$

zu berechnen, wenn

d = Durchmesser des Bleizylinders vor dem Schlag in mm,

h = $1,5 d$ = Höhe des Bleizylinders vor dem Schlag in mm,

h_1 = Höhe des Bleizylinders nach dem Schlag in mm,

$$a = \frac{h - h_1}{h}.$$

Für $a = 0,1 \quad 0,15 \quad 0,2 \quad 0,25 \quad 0,3 \quad 0,35 \quad 0,4 \quad 0,45 \quad 0,5 \quad 0,55 \quad 0,6$
ist $b = 0,310 \quad 0,497 \quad 0,706 \quad 0,981 \quad 1,202 \quad 1,495 \quad 1,822 \quad 2,189 \quad 2,60 \quad 3,06 \quad 3,58$

Führt der Bär in der Minute n Schläge aus, so ist die sekundliche Leistung

$$L = \frac{A \cdot n}{60} \text{ mkg} = \frac{A \cdot n}{60 \cdot 75} \text{ PS}.$$

Werden ferner für den Betrieb des Hammers dabei N Pferdestärken benötigt, so ist der Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{L}{N}.$$

Schlägt also z. B. ein Hammer bei 130 Schlägen in der Minute einen Bleizylinder von 50 mm $\varnothing$ und 75 mm Höhe in einem Schlage auf 52 mm zusammen, so ist:

¹⁾ Zeitschrift des Ver. Deutscher Ingenieure. 1900. Seite 283.

$$a = \frac{h - h_1}{h} = \frac{75 - 52}{75} = \frac{23}{75} = 0,3,$$

$$b = 1,202 \text{ (siehe Tabelle)}$$

$$A = d^3 \cdot b = 5^3 \cdot 1,202 = 150,25 \text{ mkg}$$

$$L = \frac{A \cdot n}{60 \cdot 75} = \frac{150,25 \cdot 130}{60 \cdot 75} = 2,17 \text{ PS}.$$

Werden zum Betrieb des Hammers 3 PS gebraucht, so ist

$$\eta = \frac{2,17}{3} = 0,72.$$

Wenn es auch richtig ist, daß die bei einem Schlage geleistete Arbeit keine unmittelbare praktische Bedeutung hat — ein Einwand, der gegen das Heim'sche Verfahren erhoben wird — so ermöglicht dasselbe doch einen genauen zahlenmäßigen Vergleich der Leistungen zweier Hämmer. Will man sich ein Bild von der praktischen Leistungsfähigkeit machen, so mache man die oben angegebenen Reckversuche unter sonst gleichen Bedingungen auf den zu vergleichenden Hämmern. Da hier eine ganze Reihe von Fehlerquellen vorhanden sind, so darf man genaue Ergebnisse nicht erwarten.

Bezüglich der Schlagarbeit und des Einflusses sowie der Ausführung der Fundamente sei auf das später bei den Fallhämmern Ausgeführte verwiesen (siehe S. 85ff.). Um das Hammergestell selbst gegen Erschütterungen nach Möglichkeit zu schützen, trennt man bei größeren Hämmern das Fundament der Schabotte vollständig von demjenigen des Gestells.

1. Stielhämmer

Die Stiel- oder Aufwurfhämmer unterscheiden sich von allen anderen, weiter unten besprochenen Maschinenhämmern dadurch, daß der an einem Stiel befestigte Bär nicht geradlinig geführt ist, sondern mit dem Stiel um einen Zapfen schwingt, also einen Kreisbogen beschreibt. Infolgedessen sind die Bahnen von Bär und Amboß nur in einer bestimmten Lage des Stieles bzw. für eine gewisse Materialstärke einander parallel, im übrigen gegeneinander mehr oder weniger geneigt. Spielt das auch für das Vorschmieden keine Rolle, so ist es für das Fertigschmieden natürlich von Bedeutung. Aus diesem Grunde sind Stielhämmer für das Schmieden mit Gesenken im allgemeinen nicht brauchbar; kommen

dagegen stets dieselben Gesenke oder gleiche Materialstärken vor, wie in der Kleineisenindustrie, so können die Hämmer auch zum Gesenkschmieden benutzt werden. Ein Vorzug der Hämmer ist

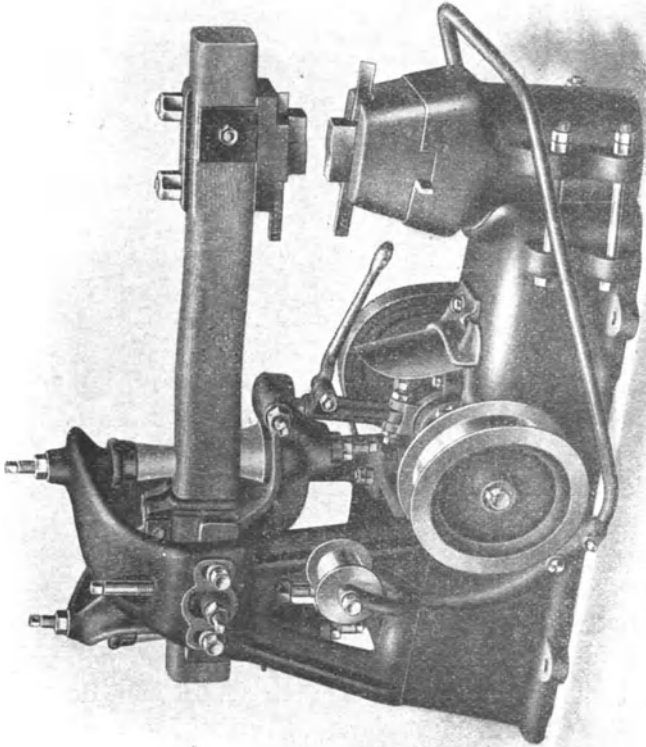


Fig. 21. Bradley-Hammer. (Brüder Boye, Berlin N 37.)

ihre hohe Schlagzahl, welche ein schnelles Ausschmieden des Materials ermöglicht, bevor dasselbe zu weit abgekühlt ist.

Bei den ältesten Ausführungen erfolgte das Anheben des Stieles mit dem Bär durch eine Daumenwelle. Je nach dem Angriffspunkt

des Hebedaumens am Stiel unterscheidet man Stirnhämmer, bei denen der Daumen den Stiel am vorderen Ende faßt, Brusthämmer, bei welchen der Angriffspunkt des Hebedaumens zwischen Bär und Drehpunkt des Stieles liegt, und Schwanzhämmer, wenn der Stiel über den Drehpunkt verlängert ist und an diesem Schwanz von dem darüberliegenden Daumen gefaßt wird.

Der bekannteste und wohl am meisten verwendete Stielhammer ist der Bradley-Hammer, Fig. 21, ein Brusthammer, dessen Stiel in gehärteten Stahlkörnern aufgehängt ist und seine Bewegung von der Antriebswelle durch ein Exzenter mit verstellbarem Hub erhält. Das Hubexzenter besteht aus dem eigentlichen, auf die Welle aufgekeilten Exzenter, der dieses umschließenden Exzenter Scheibe und dem Exzenterbügel. Zur Veränderung des Hubes wird nach Lösen der Schrauben die Exzenter Scheibe soweit gedreht, daß der dem gewünschten Hube entsprechende Strich mit der Strichmarke des Exzenter zusammenfällt; alsdann werden die Schrauben wieder angezogen. Mit Rücksicht auf die verschiedenen Höhen der Schmiedestücke kann einerseits das Schwinglager des Hammerstiels und damit dieser selbst in der Höhe verstellt, andererseits die Exzenterstange nach Bedarf verlängert oder verkürzt werden. Zu beiden Seiten des Schwingpunktes ober- und unterhalb des Hammerstiels sind je zwei, im ganzen vier Gummipuffer angebracht, von denen zwei beim Aufwärtsschwingen des Hammerstiels zusammengepreßt werden und durch ihre Rückwirkung die Schlagwirkung erhöhen, während die beiden anderen nach erfolgtem Schlag den Hammerstiel elastisch zurückdrängen. Durch Niederdrücken des vorn um das Hammerbett herumgeführten Fußtrittbügels wird der sonst lose Antriebsriemen durch die Spannrolle gespannt und der Hammer in Betrieb gesetzt. Mit der Stärke der Riemenspannung erhöht sich gleichzeitig die Schlagzahl und Schlagstärke des Hammers. Die Schabotte ist als besonderes Gußstück hergestellt und gegen das Hammerbett geschraubt, zwischen beiden befindet sich eine elastische Holzschicht. Das Bärgewicht beträgt 7—90 kg, die Schlagzahl entsprechend 435—225 in der Minute. Der Kraftbedarf der Hämmer ist gering, er beträgt 0,5—3,5 PS. je nach Größe des Hammers.

2. Federhämmer

Unter Federhäm mern werden gewöhnlich nur solche Häm m er verstanden, welche eine oder mehrere Stahlfedern als elastisches Zwischenglied zwischen Antriebswelle und Hammerbär besitzen. Genau genommen gehören auch die Luftfederhäm m er dazu. Die Feder — in der Regel eine aus mehreren Lamellen bestehende Blattfeder — tritt erst bei Überschreitung einer gewissen Umlauf-

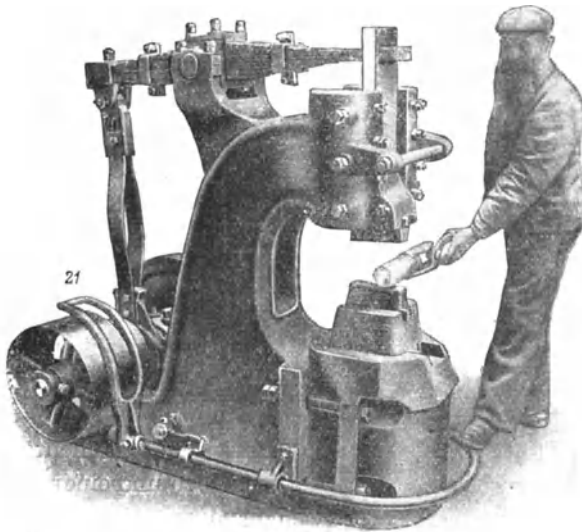


Fig. 22. Federhammer. (Brüder Boye, Berlin N 37.)

bzw. Hubzahl in Tätigkeit, wenn der Bär infolge seiner mit der Hubzahl wachsenden kinetischen Energie über und unter die Endlagen des Federendpunktes hinausschwingt und die Feder durchbiegt. Die beim Hochgang des Bärs dadurch in der Feder aufgespeicherte kinetische Energie vergrößert beim Niedergang, zumal am Ende desselben, die Geschwindigkeit des Bärs und damit die Schlagwirkung. Infolge dieser zusätzlichen Beschleunigung durch die Wirkung der Federn kann der Hub des Bärs wesentlich kleiner sein als bei einem entsprechenden Fallhammer. Er beträgt 200—400 mm je nach Größe des Hammers. Der Mindesthub muß natürlich auch noch das Ein- und Ausbringen und Wenden des Schmiedestückes ermöglichen. Die Schlagstärke ändert sich mit

der Umlaufs- oder Hubzahl (etwa 300—100 in der Minute) der Maschine, d. h. man kann in der Zeiteinheit entweder viele und kräftige oder wenige und leichtere Schläge ausführen, nicht aber viele leichte und wenige schwere. Das ist ein grundsätzlicher Mangel dieser Hämmer. Da der Antrieb durch eine Kurbel oder ein Exzenter erfolgt, so ändert sich die Bärgeschwindigkeit wie bei jedem Kurbeltrieb während des Hubes derart, daß sie — von dem Einfluß der Feder abgesehen — in der Mitte des Hubes am größten ist und nach den Enden zu abnimmt. Infolgedessen ist die Schlagstärke — bei gleicher Hubzahl — auch abhängig von der Hubgröße bzw. von der Materialstärke. Während die Auftreffgeschwindigkeit des Bärs und somit die Schlagstärke bei einem bestimmten Hube für stärkeres Material genügt, reicht sie für dünneres Material nicht mehr aus. Will man die Auftreffgeschwindigkeit nun nicht durch Erhöhung der minutlichen Schlagzahl erhöhen, so muß man den Bärhub vergrößern oder die Mittellage des Bärs senken. Die Mittel dafür sind Vergrößerung des Kurbel- oder Exzenterhubes bzw. je nach der Bauart des Hammers, Verlängerung der Schubstange oder Verlegung ihres Angriffspunktes. Der mechanische Wirkungsgrad von Federhämmern beträgt 0,65—0,40, durchschnittlich 0,50.

Auf der Antriebswelle des in Fig. 22 veranschaulichten Federhammers sitzt zwischen den Antriebsscheiben und einem Schwungrad ein verstellbares Exzenter, welches durch die aus zwei, etwas nach außen gebogenen Blattfedern gebildete Schubstange mit der um einen Zapfen schwingenden Blattfeder verbunden ist. Am vorderen Ende der letzteren ist der in nachstellbaren Leisten auf und abgleitende Bär befestigt. Auf dem hinteren Ende der Blattfeder sitzt ein ausziehbarer Schuh, mit Hilfe dessen die Länge der Schubstange und damit die Höhenlage des Bärs verändert werden kann. Die Regelung der Schlagzahl und, wie oben ausgeführt, der Schlagstärke erfolgt durch den um das Hammergestell herumgeführten Fußhebel, der gleichzeitig eine an dem Schwungradkranz angreifende Bremse betätigt. Je stärker der Fußhebel heruntergedrückt wird, desto mehr wird die Bremse gelüftet, um so weniger gleitet der Antriebsriemen auf der Riemscheibe, desto größer also die Schlagzahl und Schlagstärke. Beim Freigeben des Fußhebels wird die Bremse durch einen Gewichtshebel angezogen und setzt den Hammerbär still. Die Hämmer arbeiten

je nach der Größe bei gewöhnlichem Schmieden mit 300—175, bei Reckarbeiten mit 375—220 Schlägen in der Minute bei einem

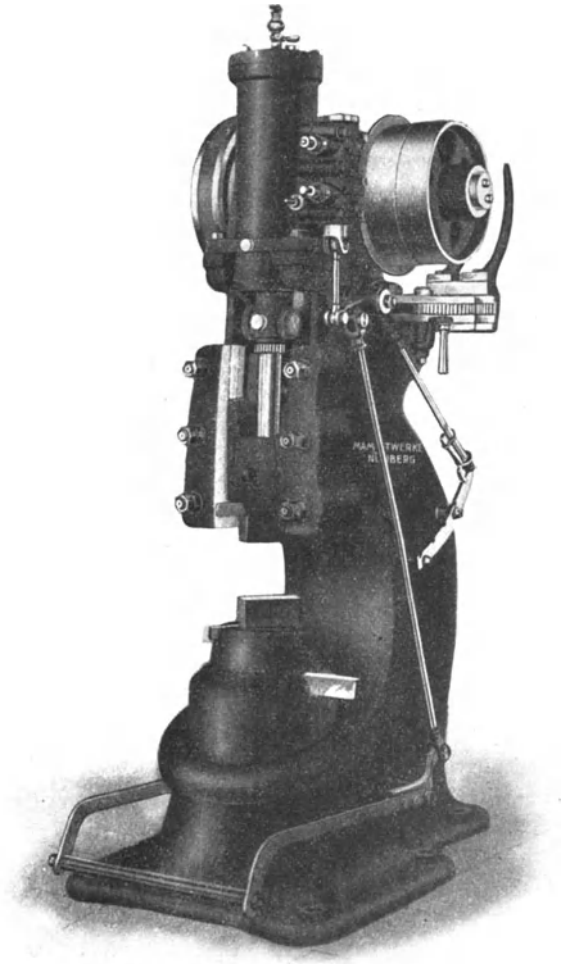


Fig. 23. Mammut-Luftdruckhammer.
(Mammutwerke, Werkzeugmaschinenfabrik Berner & Co., Nürnberg.)

Bärgewicht von 30—100 kg. Der Kraftbedarf beträgt im Mittel 1,25—5 PS.

3. Lufthämmer

Die für die verschiedenen Lufthämmer gebräuchlichen Bezeichnungen — Lufthammer, Luftfederhammer, Luftdruckhammer — werden ziemlich willkürlich und abwechselnd für dieselben Hämmer gebraucht, sie lassen deshalb keinen Schluß auf die Arbeitsweise der Hämmer zu. Es sind in der Hauptsache Luftfederhämmer, also ebenfalls Federhämmer wie die vorigen, bei denen die Federung anstatt durch Stahlfedern durch die zwischen Kolben und Zylinder oder zwischen zwei Kolben eingeschlossene, abwechselnd verdünnte und verdichtete Luft bewirkt wird. Die Hämmer besitzen, mit einer Ausnahme (vgl. Fig. 25), zwei Kolben, von welchen der eine durch eine Kurbel angetrieben wird, während der andere mit dem daran befestigten Bär den Bewegungen des ersten folgt. Bei den Lufthämmern hat man, von sonstigen Unterschieden in Bauart und Arbeitsweise abgesehen, zu unterscheiden zwischen Hämmern mit einem und solchen mit zwei Zylindern.

Bei dem sogenannten Mammut-Luftdruckhammer, Fig. 23 und 24, wird der untere der beiden in demselben, feststehenden Zylinder arbeitende Kolben (*A*) durch Kurbelwelle, Zugstange und Schwinge auf und ab bewegt, während der Bär mittels der durch den Kolben hindurchgeführten Kolbenstange an dem oberen Kolben *B* befestigt und außerhalb des Zylinders zwischen besonderen Gleitbahnen geführt ist. Fig. 24 entspricht der Ruhestellung des Hammers. Beim Niedergang des Kolbens *A* wird durch Kanal *C* und Ventil *D* Luft zwischen *A* und *B* angesaugt, die beim Hochgehen von *A* verdichtet wird, da sie durch *D* überhaupt nicht und durch den Schlitz *E* nur zu einem bestimmten, durch Drosselschieber zu regelnden Betrage entweichen kann. Der Bärkolben *B* wird also in die Höhe gedrückt, die Luft über ihm entweicht durch Kanal *F* und Rückschlagsventil *G*. Bei der zweiten Abwärtsbewegung des Kolbens *A* fällt der Kolben *B* wieder zurück, da die Luftverdünnung über ihm noch nicht genügend groß ist, um ihn hochzuhalten. Beim wiederholten Hochgehen von *A* wird aber der Kolben *B*, da sich nur noch verdünnte Luft über ihm befindet, soweit hochgeschleudert, daß er Kanal *F* überdeckt und die dann noch im oberen Zylinderraum verbleibende Luft verdichtet. Dieses Luftkissen verhindert, daß der Kolben *B* am Zylinderdeckel anschlägt. Der Kolben *A* macht nun seine regelmäßigen auf- und abwärts gehenden Bewegungen, der Kolben *B*

bleibt infolge des über ihm befindlichen Vakuums ungefähr in dem oberen Drittel des Zylinders hängen und macht nur leicht schwingend die Bewegungen des Kolbens *A* mit.

Beim Schmieden wird der Steuerschieber *S* hochgeschoben, sodaß die Kanäle *F* und *H* bzw. *I* und *K* einander gegenüberstehen. Dann tritt durch Schlitz *L* Luft über Kolben *B* und die Luftverdünnung über demselben wird entsprechend der eintretenden Luftmenge geringer. Kolben *B* wird also dem Kolben *A* nachfallen und dessen Weg mitmachen, und zwar mehr oder weniger schnell, je nachdem mehr oder weniger

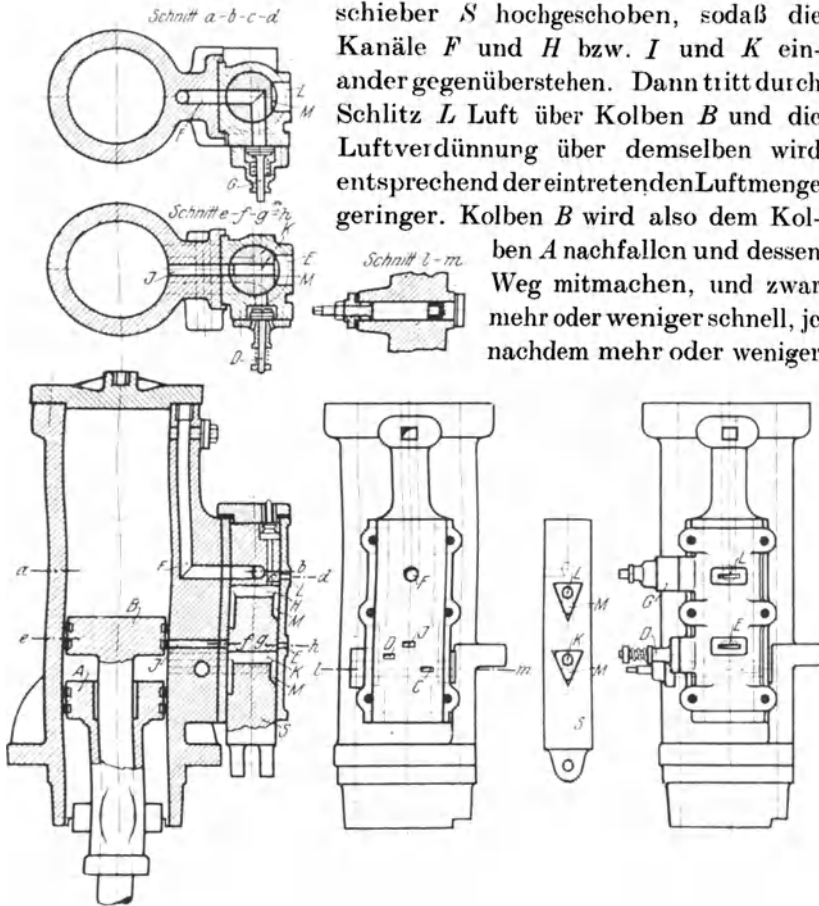


Fig. 24. Zylinder des Mammut-Luftdruckhammers, Fig. 23.

Luft entweichen kann. Die Regelung des Luftaustrittes erfolgt durch Verschieben des Steuerschiebers *S*, dessen Kanäle *H* und *K* an der Innenseite in gleicher Breite nach unten gezogen sind, dagegen außen in dreieckförmige, oben weite, unten ganz enge Schlitz *M* übergehen, die eine sehr feine Steuerfähigkeit ergeben.

Der Steuerschieber wird durch Hand- oder Fußhebel betätigt

und steuert die Lufträume über und unter dem Bärkolben. Je weiter die Hebel heruntergedrückt werden, je höher also der Steuerschieber steht, desto kräftiger werden die Schläge. Die Luft über dem Kolben *B* entweicht, wie eben ausgeführt, durch die Kanäle des Schiebergehäuses in der tiefsten Stellung des Steuerschiebers am schnellsten, in der höchsten Stellung desselben kann keine Luft entweichen. Der Arbeitskolben *A* wirft den Bärkolben *B* durch Verdichtung der Luft zwischen beiden in die Höhe; die dadurch über *B* entstehende Luftverdichtung wird stärker oder schwächer ausfallen, je weniger oder mehr Luft entweicht, d. h. je höher oder je tiefer der Steuerschieber *S* steht. Bei der Abwärtsbewegung wirkt auf den Bärkolben gleichzeitig die über demselben befindliche Luftverdichtung und die durch die Abwärtsbewegung des Arbeitskolbens erzeugte Luftverdünnung unter dem Bärkolben, die letzteren freier fallen läßt. Der Bär bleibt nach jedem Schlag einen Augenblick auf dem Werkstück liegen, gibt also einen klebenden Schlag. Beim Schmieden entweicht die Luft anstatt durch das Ventil *G* durch den Kanal *I*, der durch den Steuerschieber mehr oder weniger gedrosselt werden kann. Sobald die Steuerhebel absichtlich oder unabsichtlich losgelassen werden, geht der Bär in seine höchste Stellung zurück und verharrt dort ohne weiteres. Es können also nach Bedarf aufeinanderfolgende und einzelne, leichte und schwere Schläge gegeben werden.

Der in Fig. 25 abgebildete Lufthammer besitzt nur einen Kolben, dafür aber einen zwischen Prismenführungen auf und abgehenden Zylinder, welcher durch Kurbel und schrägliegende Kurbelschleife (bei einer älteren Ausführung derselben Firma durch einfaches Kurbelgetriebe) angetrieben wird. Sobald der Hammer eingerückt wird, hebt und senkt sich der Zylinder *A*, während der ebenso wie der Zylinder geführte Bär *B* zunächst durch Druckbacken in gehobener Stellung festgehalten wird. Die Saugventile *C* und *D* schöpfen Luft für den Zylinderraum über und unter dem Kolben *E*. Von den Steuerventilen *F* und *G* öffnet sich das obere nach außen, und zwar wird sein Hub durch den Bolzen *H*, den die Steuerschiene *I* betätigt, eingestellt, während sich das untere Ventil nach innen öffnet und durch den Zapfen *K* von der Steuerschiene nach Bedarf aufgedrückt wird. Die beim Leergang über dem Kolben angesaugte Luft entweicht durch das obere Steuerventil *F*, während die unter dem Kolben angesaugte

Luft beim Hochgehen des Zylinders *A* verdichtet wird und zusammen mit den Druckbacken den Bär *B* hochhält, sodaß letzterer also noch nicht schlägt. Erst wenn durch Lüften des Steuerhebels *L* die mit ihm verbundenen Druckbacken den Bär freigeben, kann derselbe arbeiten.

Beim Anheben des Steuerhebels *L* schiebt sich die durch das Gestänge *M* zwangsläufig mit ersterem verbundene Steuerschiene *I* vor, öffnet das untere Steuerventil *G*, sodaß aus dem Zylinderraum unter dem Kolben Luft entweichen kann, während durch schnelleres oder langsames Schließen des oberen Steuerventiles *F* — mittels des Steuerhebels *L* und der Steuerschiene *I* — die Spannung der über dem Kolben befindlichen Luft und damit die Schlagstärke geregelt wird. Je mehr die Steuerschiene *I* nachgeschoben wird, um so größer wird der Druck über dem Kolben, um so kräftiger der Schlag, während die Schlagstärke um so mehr nachläßt, je weiter der Steuerhebel *L* gesenkt und damit die Steuerschiene *I* zurückgezogen wird. Wird der Steuerhebel *L* ganz heruntergedrückt, dann wird der Bär auf dem Schmiedestück und letzteres zwischen

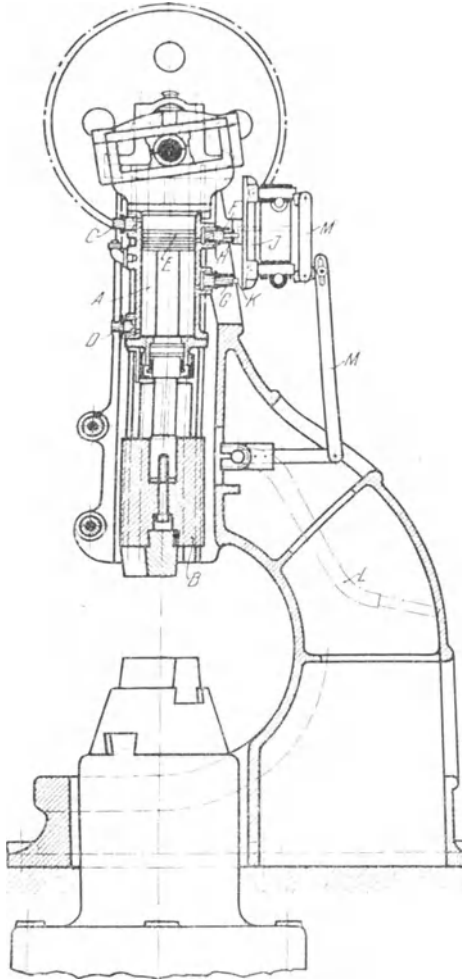


Fig. 25. Lufthammer.

(Werkzeugmaschinenfabrik Ludwigshafen
H. Hessenmüller, Ludwigshafen a. Rh.)

Bär und Amboß festgehalten. Beim Loslassen des Steuerhebels wird der Bär sofort durch die Druckbacken in seiner höchsten Stellung festgehalten; man kann also auch mit einzelnen Schlägen arbeiten. Der Bär soll bei Stillstand stets in der Höchststellung sich befinden, damit unter dem Kolben genügend Luft für die Pufferbildung bleibt. Der Bär wird im Gegensatz zu den meisten anderen Hämmern nur durch das federnde

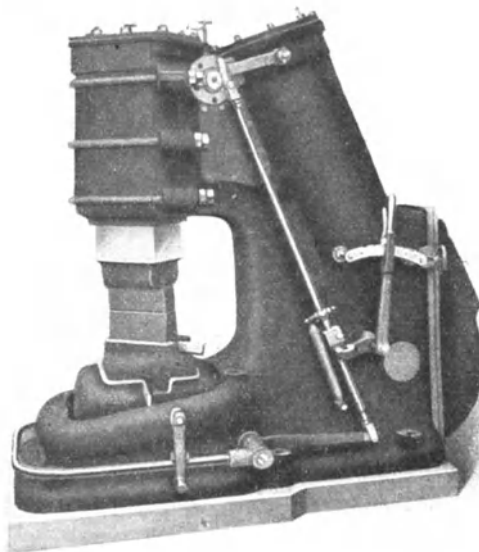


Fig. 26. Yeakley-Luftdruckhammer.
(Billeter & Klunz A.-G., Aschersleben.)

Luftkissen unter dem Kolben, nicht durch ein Vakuum über demselben nach oben bewegt.

Durch die schrägliegende Kurbelschleife soll eine Erhöhung der Auftreffgeschwindigkeit und der Schlagwirkung erzielt werden. Die Ansichten über den Wert dieser Einrichtung gehen auseinander. Nach Schlesinger¹⁾ entsteht dadurch ein klebender Schlag, und die Schlagwirkung wird gesteigert, weil die Luftkissen über und unter dem Kolben anders gesteuert werden als bei wagerechter Kurbelschleife; ferner wird die Geschwindigkeit zu Beginn des

¹⁾ Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. 1907, S. 571.

Hochganges verringert, der Anlauf also erleichtert und der Antriebsmechanismus geschont. Nach Preger¹⁾ beträgt die Erhöhung der Auftreffgeschwindigkeit bei der praktisch ausgeführten Neigung der Kurbelschleife von 15° nur 3,5%, während eine Verschiebung der Bewegung des Zylinders derart, daß gegen Ende des Nieder-

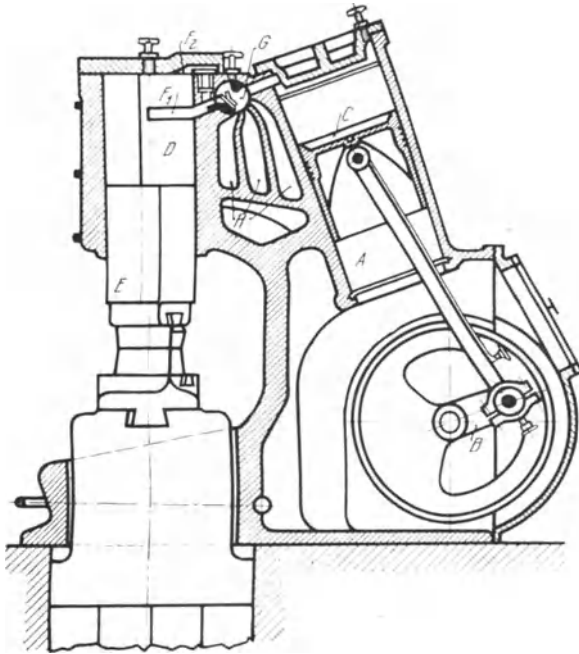


Fig. 27. Yeakley-Luftdruckhammer, Längsschnitt für Fig. 26.

ganges die Geschwindigkeit beschleunigt, zu Beginn des Hochganges dagegen verlangsamt werde, nicht stattfindet.

Der Yeakley - Luftdruckhammer, Fig. 26 und 27, besitzt zwei Zylinder. In dem Luftpumpenzylinder *A* bewegt sich der von der Kurbel *B* angetriebene Kolben *C* und saugt beim Niedergang die im Bärzylinder *D* über dem mit rechteckigem Querschnitt ausgeführten Bärkolben *E* befindliche Luft durch die Kanäle *F*₁ und *F*₂ und das Steuerventil *G* ab, sodaß der Bär durch den äußeren Luftdruck hochgehoben wird. Das Steuerventil *G*

¹⁾ Uhland, „Der deutsche Werkzeugmaschinenbau“. 1912, S. 232.

ist ein einfacher, mit Lederklappen versehener Rundschieber, der zum Öffnen und Absperren der Luftkanäle F_1 und F_2 und der zwischen den beiden Zylindern angeordneten Luftkammern H dient. Beim Druckhub des Kolbens C wird die bei seiner tiefsten Stellung während des Saughubes eingetretene Luft (das Luft-einlaßventil ebenso wie das Auspuffventil für überschüssige Luft sind in der Zeichnung nicht zu sehen) verdichtet und in die Luftkammern H abgeleitet, da die Kanäle F_1 und F_2 durch G abgeschlossen sind. Da also keine Luft über den Bärkolben E treten kann, bleibt dieser angehoben stehen.

Beim Schmieden wird die Stellung des Steuerschiebers G durch Betätigung des Fuß- oder Handsteuerhebels, Fig. 27, verändert. Dadurch werden eine, zwei oder auch alle drei Luftkammern H geschlossen und die Kanäle F_1 und F_2 entsprechend geöffnet, es kann also weniger oder mehr verdichtete Luft über den Bärkolben E treten, und letzterer beginnt zu schlagen. Die Schlagstärke nimmt mit der Anzahl der abgeschlossenen Luftkammern zu. Läßt man den Steuerhebel los, so dreht sich der Steuerschieber selbsttätig in seine Ruhestellung zurück, und der Bär geht in die Höhe und bleibt dort stehen, solange der Fußhebel dagegen niedergedrückt oder der Handhebel vorgezogen gehalten wird, arbeitet der Bär. Die Schlagzahl entspricht der Umdrehungszahl der Antriebskurbel B . Mehr oder weniger Einzelschläge erzielt man durch entsprechendes Betätigen der Steuerhebel. Dreht man den Steuerschieber so weit herum, daß in den Bärzylinder nur Druckluft eintreten aber keine Luft abgesaugt werden kann, dann kann man das Schmiedestück zwischen Bär und Amboß festhalten. Der Schlag und die durch natürlichen Verschleiß geänderten Luftverhältnisse im Hammer können mit Hilfe des bereits erwähnten Auspuffventils geregelt bzw. ausgeglichen werden. Die Arbeitsweise dieses Hammers beruht lediglich auf der Wechselwirkung zwischen Verdichtung und Verdünnung der oberhalb des Bärkolbens im Bärzylinder befindlichen Luft.

4. Dampfhämmer.

Ein großer Vorzug der Dampfhämmer ist ihre Anpassungsfähigkeit an alle vorkommenden Schmiedearbeiten, da man mit ihnen bei Benutzung der Selbststeuerung Dauerschläge, beim Arbeiten mit Handsteuerung Einzelschläge ausführen und die

Schlagstärke in weiten Grenzen regeln kann. Man kann Dampfhämmer ferner von den kleinsten bis zu den größten Ausführungen bauen, doch sind wegen der auftretenden Erschütterungen für schwere Arbeiten Pressen vorzuziehen.

Die Ausführungen, bei denen der Dampf nur zum Heben des Bärs benutzt wird, dieser aber im übrigen frei fällt, sind veraltet. Neuzeitliche Ausführungen arbeiten durchweg mit Oberdampf, d. h. die Schlagwirkung und Schlagzahl des Bärs wird durch Mitwirkung des auch über dem Kolben wirkenden Dampfdruckes erhöht. Abgesehen von dem sogenannten Daelen-Hammer, bei welchem nach dem Anheben des Bärs der dafür benutzte Dampf nunmehr über den Kolben geleitet und für den Schlag weiterverwendet wird, wird mit Frischdampf über dem Kolben gearbeitet. Auf die Konstruktionseinzelheiten der Dampfhämmer und ihre Vor- und Nachteile soll hier nicht näher eingegangen werden¹⁾. Bezüglich ihres allgemeinen Aufbaues ist zu sagen, daß die leichteren Hämmer mit offenem, einständigem Gußgestell, die schwereren dagegen mit geschlossenem Torgestell, welches gegossen oder in Eisenkonstruktion hergestellt sein kann, ausgeführt werden. Um den Hammer selbst möglichst gegen die Erschütterungen zu schützen, werden Hammergestell und Schabotte voneinander getrennt und auf getrennten Fundamenten aufgestellt.

Alle vorher behandelten Hämmer haben den Dampfhämmern gegenüber den Vorzug, daß die erforderliche Betriebskraft leicht zu beschaffen ist und keine besondere Kraftanlage erfordert, wie es bei letzteren der Fall ist. Dampfhämmer sind infolgedessen überall dort unwirtschaftlich, wo nicht bereits für andere Zwecke eine Kesselanlage vorhanden ist. Aus diesem Grunde sind die anderen Hämmer vorzuziehen, sofern ihre Leistung genügt. Der Antrieb kann von der Transmission oder durch Elektromotor erfolgen, der erforderliche elektrische Strom ist heute überall durch Anschluß an ein städtisches Netz oder eine sonstige Zentrale leicht zu beschaffen.

¹⁾ Vgl. Uhland, „Der deutsche Werkzeugmaschinenbau“. 1917, S. 121 ff.

Abschnitt III

Das Schmieden im Gesenk

A. Einfluß von Material und Form des Schmiedestückes, Schmiedetemperatur und Schmiedeverfahren auf Schmiedestück, Gesenk sowie Kraft- und Arbeitsbedarf

Die in der angegebenen Weise vorbereiteten Werkstücke werden im Gesenk fertiggeschmiedet. In vielen Fällen wird die Vorbereitung lediglich im 'Anwärmen des Materials bestehen. Wann dieses genügt und wann und welche weiteren Vorbereitungsarbeiten erforderlich sind, darüber lassen sich ebensowenig feste Regeln aufstellen wie über das Gesenkschmieden selbst. Es können hierfür außer dem im vorigen Abschnitt bereits Ausgeführten nur Arbeitsbeispiele gegeben werden (vgl. S. 59), aus welchen Anhaltspunkte und Fingerzeige für ähnliche Fälle zu entnehmen sind. Das jeweils günstigste Arbeitsverfahren zu ermitteln, ist Sache der praktischen Erfahrung; die besonderen Betriebsverhältnisse und Einrichtungen sind für den im Einzelfalle zu wählenden Schmiedevorgang bestimmend. Es kann infolgedessen hier nur das Grundsätzliche über Schmieden und Gesenkschmieden besprochen und auf den Einfluß der einzelnen Faktoren allgemein hingewiesen werden.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß nicht alle Schmiedeeisen- und Stahlsorten — anderes Material kommt für unsere Betrachtungen nicht in Frage — sich gleichmäßig gut und leicht schmieden lassen. Der Kohlenstoffgehalt steigert die Festigkeit des Eisens unter gleichzeitiger Verminderung der Dehnung, so daß also kohlenstoffreicher Material schwerer schmiedbar ist als kohlenstoffärmeres, d. h. ersteres erfordert unter sonst gleichen Bedingungen nicht nur einen größeren Kraft- und Arbeitsaufwand,

sondern wird die Gesenkform auch träger und unvollkommener ausfüllen. Am leichtesten läßt sich Schweißisen oder ihm gleichwertiges Flußeisen schmieden. Schweißisen wird heute nur noch für ganz bestimmte Zwecke (Ketten, Lasthaken u. dgl.) verwendet und ist im übrigen durch das wesentlich billiger und gleichmäßiger herzustellende Flußeisen (Siemens-Martin-, Bessemer- oder Thomas-Eisen) fast ganz verdrängt. Der durch die Herstellungsart bedingte Unterschied beider Eisensorten besteht darin, daß Schweißisen ein sehniges, Flußeisen dagegen ein körniges, aber reineres, schlackenfreies Gefüge besitzt. Infolge ihrer großen Dehnbarkeit eignen sich diese Eisensorten für Teile, zu deren Herstellung das Material starken Formänderungen unterworfen werden muß. Flußeisen ist also das gegebene Material für Gesenkschmiedestücke, sofern seine Festigkeit den an das betreffende Teil zu stellenden Anforderungen genügt. Bei höheren Ansprüchen an die Festigkeit wird Flußstahl oder der noch kohlenstoffreichere und reinere Werkzeugstahl verwendet. Mit wachsendem Kohlenstoffgehalt erhöht sich, wie gesagt, zwar die Festigkeit, die Dehnbarkeit und Schmiedbarkeit läßt aber nach. Die legierten Stahlsorten, die für besonders stark beanspruchte Maschinenteile, insbesondere im Waffen-, Kraftfahrzeug- und Flugzeugbau Verwendung finden, erhalten durch die Beimengung von Nickel, Chrom, Vanadium usw. größere Zähigkeit bzw. Härte, lassen sich aber entsprechend schwer schmieden. Ein für das Schmieden beachtenswerter Unterschied zwischen Eisen und Stahl besteht darin, daß bei gewalztem Material, wie es für Gesenkschmiedestücke fast ausschließlich verwendet wird, Eisen in der Walzrichtung eine größere Festigkeit aufweist als quer dazu, während bei Stahl kein nennenswerter Unterschied zu bemerken ist. Man wird daher beim Schmieden von Eisen darauf zu achten haben, daß die Walzrichtung des Materials mit der Längsrichtung des Schmiedestückes übereinstimmt und nicht gerade quer dazu zu liegen kommt; bei Stahl ist das weniger wichtig.

Chrom macht den Stahl hart und schwer schmiedbar. Bei Temperaturen über 1200° , entsprechend einer hellgelben bis weißen Glühfarbe, erzielt man gute Ergebnisse. Dazu ist aber häufiges Neuankümmen erforderlich, denn die Schmelztemperatur von 1370° darf nicht erreicht werden. Für solche Stahlsorten benutzt man am besten eine größere Zahl aber weniger stark abgestufte

Gesenke als für gewöhnlichen Stahl. Nickelstahl ist leichter zu schmieden, noch leichter schmiedet sich Vanadiumstahl. In allen Fällen ist aber langsames, gleichmäßiges Anwärmen erforderlich.

Die Schmiedbarkeit und Dehnbarkeit des Materials läßt sich zwar durch Erhöhung der Temperatur beträchtlich steigern, wie im folgenden näher ausgeführt werden wird, da aber andererseits das Schmiedestück sich während des Schmiedens stark abkühlt, so ist letzten Endes die Festigkeit des Materials im ursprünglichen, kalten Zustand maßgebend für den Kraft- und Arbeitsaufwand, zumal gerade zuletzt wegen der infolge der Abkühlung nachlassenden Bildsamkeit und zwecks guten Ausprägens der Gesenkform die größten Druck- oder Schlagkräfte auf das Schmiedestück auszuüben sind.

Je höher die Schmiedetemperatur, desto größer die Schmiedbarkeit des Materials, desto leichter füllt dasselbe die Gesenkformen aus und desto geringer ist die dazu aufzuwendende Kraft und Arbeit. Die zur Formänderung auf 1 qmm Fläche bei verschiedenen Schmiedetemperaturen auszuübenden Druckkräfte betragen:¹⁾

bei Glühfarbe des Eisens:

gelb	dunkelgelb	rot	dunkelrot	braun	fast schwarz
5,5 kg,	6,4 kg,	6,7 kg,	16,0 kg,	17,6 kg,	22,3 kg.

Hieraus ist auch zahlenmäßig ersichtlich, wie wichtig die Einhaltung der richtigen Schmiedetemperatur ist. Sinkt dieselbe unter Rotglut, so steigen die zur Formänderung aufzuwendenden Kräfte sehr stark an. Der Grund dafür ist offenbar der, daß die Bildsamkeit des Materials ebenso stark abnimmt. Wird das Schmieden mit entsprechend großem Kraftaufwand gleichwohl fortgesetzt, so ist eine starke innere Beanspruchung des Materials zu befürchten, die das Gefüge und die Festigkeit des Schmiedestückes beeinträchtigt bzw. innere Spannungen hervorruft, die später zu Rissen oder Brüchen führen. Gefährlich und deshalb unter allen Umständen zu vermeiden ist das Schmieden bei Blauhitze, also bei Temperaturen von 300—400°, weil das Eisen in diesem Zustande außerordentlich spröde ist und Risse bekommt, die zunächst nicht immer zu erkennen sind, später aber zu oft sehr folgenschweren Brüchen der betreffenden Teile Veranlassung

¹⁾ Nach Hoyer, Mechanische Technologie.

geben. Wird die Schlagkraft oder der Preßdruck bei sinkender Schmiedetemperatur nicht in dem erforderlichen Maß gesteigert, so wird statt eines vollkommenen Durchknetens des Materials nur eine Oberflächenbearbeitung eintreten. Während also in der ersten Hälfte des Schmiedevorganges das Material, solange es noch Schweißhitze besitzt und sofern es bis ins Innere gleichmäßig durchwärmt war, in seiner Gesamtheit gleichmäßig fließt, bewirken die weiteren Schläge mit zunehmender Abkühlung nur eine mehr oder minder tief sich erstreckende Verdichtung der Oberfläche. Nach Riedel¹⁾ ist bei einer Abkühlung des Materials von 1200° auf 950° unter sonst gleichen Umständen beim Schmieden unter der Presse der 2,2fache, bei weiterer Abkühlung auf 700° der 4,3fache Preßdruck erforderlich. Hieraus ist ersichtlich, welchen bedeutenden Einfluß die Temperatur des Schmiedestückes weiterhin auf die Größe der Pressenanlage — dasselbe gilt naturgemäß auch für Schmiedehämmer — bzw. die mit einer vorhandenen Anlage zu leistenden Schmiedearbeiten hat. Die Abkühlung erfolgt durch Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Wärmeströmung. Einen weitaus größeren Einfluß auf den Arbeitsbedarf beim Schmieden als die Abkühlung durch Strahlung übt diejenige durch Ableitung der Wärme des Schmiedestückes an die im Vergleich zu diesem kalten Flächen der Gesenke aus.

Der Grund für die Erhöhung der Schmiedbarkeit bzw. Dehnbarkeit des Materials bei steigender Temperatur ist wohl in der gleichzeitig fallenden Zerreißfestigkeit zu suchen. Wie sich letztere mit der Temperatur ändert, ist beispielsweise aus folgenden Zahlen ersichtlich:

Glühfarbe		im Dunkeln rotglühend	dunkelrot	dunkel- kirschrot	kirschrot	hellkirschrot	orange	hellgelb	weißglühend
$t^{\circ} =$	15	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
$K_z \text{ kg/qmm} =$	40	12	8,5	6,5	4,5	3	2,5	2	1,5
	60	25	15	11	7,5	5,5	3,5	2,5	2
	80	37,5	25	16,5	11	7,5	5	3,5	2,5

¹⁾ Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1913, S. 845ff. „Über die Grundlagen zur Ermittlung des Arbeitsbedarfes beim Schmieden unter Pressen.“

In demselben Maße wie die Zerreißfestigkeit des Materials sinkt auch die Scherfestigkeit, die etwa $\frac{4}{5}$ der ersteren beträgt. Daraus erklärt es sich, warum man gewöhnlich unmittelbar nach dem Schmieden im Gesenk die Schmiedestücke abgrtet und wie wichtig auch mit Rücksicht auf das Abgraten möglichst schnelles Fertigschmieden bzw. eine hohe Endtemperatur des Schmiedestückes ist. Dieselbe soll möglichst noch $800\text{--}900^\circ$ betragen, weil bei weiterer Abkühlung eine starke Zunahme der — in der Regel kurz als Festigkeit bezeichneten — Zerreißfestigkeit und damit auch der Scherfestigkeit zu bemerken ist. Das Abgraten soll also möglichst noch bei Kirschrotglut des Schmiedestückes

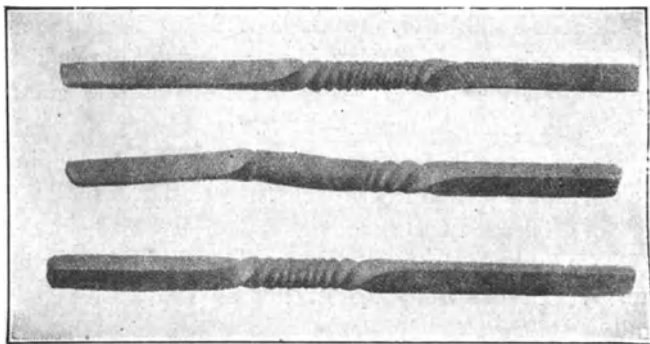


Fig. 28. Probestäbe aus Werkzeugstahl.

vorgenommen werden, sofern man nicht aus besonderen Gründen, z. B. wegen der Gefahr des Verbiegens dünner, längerer Teile, bei niedrigeren Temperaturen, unter Umständen sogar kalt abgrtet.

Wenn nun auch im allgemeinen die Bildsamkeit und Dehnbarkeit des Materials mit steigender Temperatur wächst, so kommen offenbar auch Ausnahmen vor. Erwärmt man eine Eisenstange in der Mitte auf eine bestimmte Länge und verwindet diesen Teil, so wird die Verwindung an den Enden des erwärmten Teiles meist weniger stark sein als in der Mitte, wo die Erwärmung am stärksten war. Faßt man das Material mehr in der Mitte, d. h. an Stellen, die etwa gleich stark erwärmt sind, so wird die Verwindung gleichmäßig ausfallen. Derartige Versuche haben aber zum Teil auch andere Ergebnisse gezeitigt, die zu bestätigen scheinen, daß Eisen unter Umständen bei Rotglut bildsamer und weniger fest ist als bei Weißglut. Die Versuche gliedern sich in Verwindungs-, Zug-,

Biege- und Stanzversuche. Die Stäbe hatten quadratischen Querschnitt von 13 mm Seitenlänge. Die kohlenstoffreicheren Stahlsorten weisen an den am stärksten erwärmten Stellen die stärkste Verwindung auf, Fig. 28. Bei Maschinenstahl, Fig. 29, läßt sich

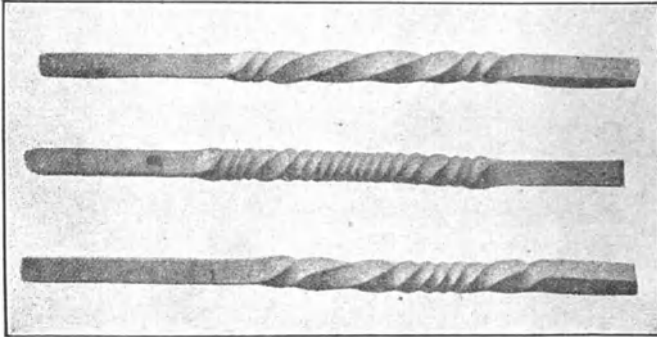


Fig. 29. Probestäbe aus Maschinenstahl.

kein bestimmtes Urteil fällen, denn der erste der drei Versuchsstäbe scheint an den rotwarmen Stellen am wenigsten widerstandsfähig zu sein, der dritte an der wärmsten Stelle, während der zweite zwei oder drei schwächere Stellen aufweist. Bei Schmiedeeisen

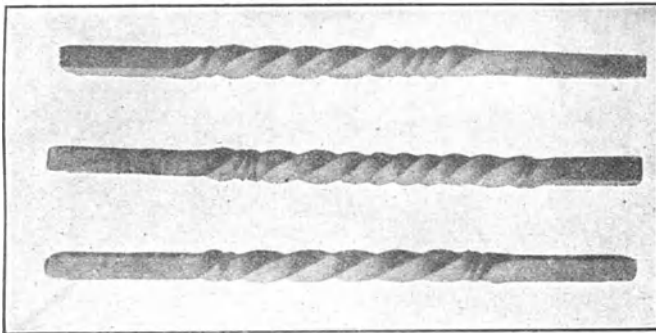


Fig. 30. Probestäbe aus Flußeisen.

sind die rotwarmen Stellen zweifellos die am wenigsten widerstandsfähigen; je reiner das Eisen, desto deutlicher zeigt sich das. Gewöhnliches Flußeisen, Fig. 30, und Holzkohleneisen, Fig. 31, zeigen geringere Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit bei Rot- und Weißglut, obwohl dieselben noch ganz deutlich zu er-

kennen sind. Bei dem norwegischen Eisen, Fig. 32, ist die Verwindung an den rotwarmen Stellen sehr stark, an den weißglühenden dagegen gering. Der erste Stab war vor dem Verwinden bis auf Rotglut abgekühlt, woraus sich die Gleichmäßigkeit der Ver-

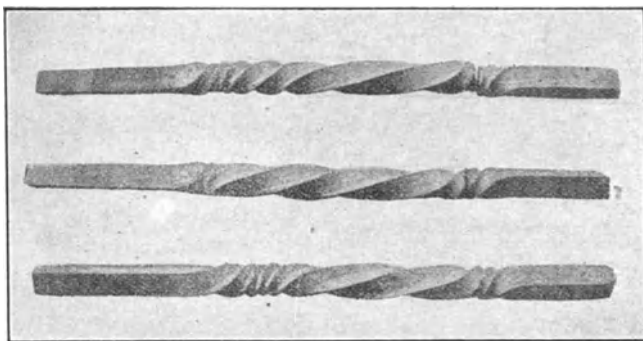


Fig. 31. Probestäbe aus Holzkohleneisen.

windung erklärt. In Fig. 30 sind zwei Stäbe an den rotwarmen Stellen teilweise, in Fig. 31 zwei Stäbe dagegen vollständig gebrochen. Die Zugversuche, Fig. 33, hatten ähnliche, z. T. gleichmäßigere Ergebnisse. Die kohlenstoffreicheren Stähle weisen die

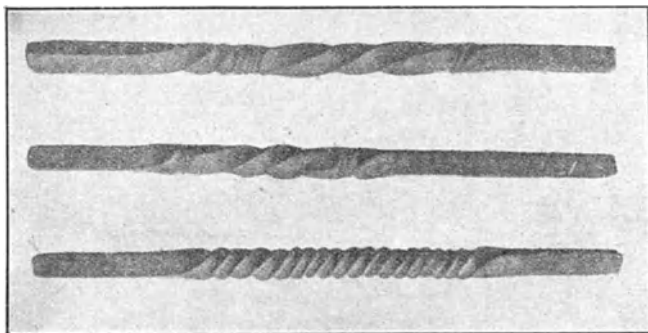


Fig. 32. Probestäbe aus norwegischem Eisen.

Einschnürung an der wärmsten Stelle, d. h. in der Mitte, auf, während bei den übrigen die Einschnürungen zu beiden Seiten des weißglühenden Teiles, also an den rotwarmen Stellen, sich zeigen. Die Stanzversuche bestätigten die Ergebnisse der Verwindungs- und Zugversuche, während die Ergebnisse der Biegeversuche keine

bestimmten Schlüsse zuließen. Dagegen behauptet Spaulding¹⁾ gleichfalls: „Erwärmt man eine Eisenstange auf eine bestimmte Länge auf Weißglut, so erscheint sie an dieser Stelle widerstandsfähiger gegen Biegung als an den rotwarmen Stellen, die den Übergang zu den kalten Enden bilden. Daß sich das Material an den wärmsten Stellen schwerer biegen läßt als an den weniger stark erwärmten, wird deutlich sichtbar, wenn man die Stange z. B. mit der mittleren, wärmsten Stelle auf das Horn eines Ambosses legt

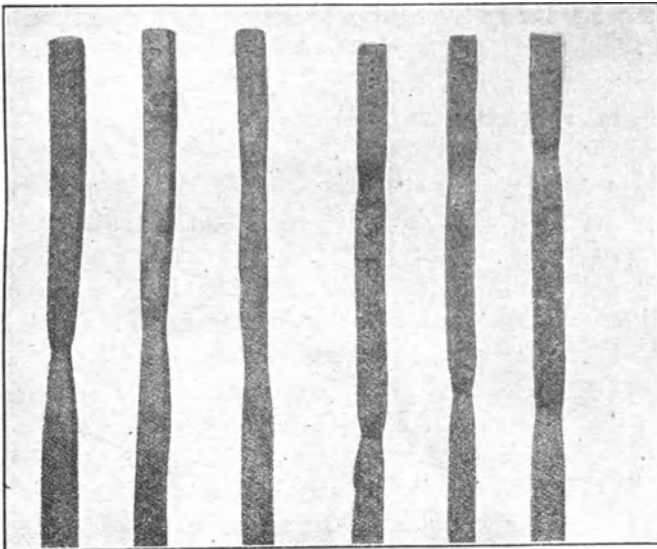


Fig. 33. Ergebnisse der Zugversuche
(links kohlenstoffreichere, rechts kohlenstoffärmere Stahlsorten).

und die Enden nach unten biegt. Die Stange weist dann an den rotwarmen Stellen eine stärkere Krümmung auf als an dem weißglühenden Teil.“

Die Form des Gesenkschmiedestückes ist ebenfalls von Bedeutung insofern, als bei stark wechselnden Querschnitten und Abzweigungen von der Hauptform das Fließen des Materials nicht so leicht vor sich geht wie bei einfachen Formen und ungefähr gleichbleibenden Querschnitten. Zur Überwindung dieser Materialträgheit oder des Fließwiderstandes, der noch durch das schnellere

¹⁾ American Machinist 11. 11. 1897.

Abkühlen schwächerer Querschnitte erhöht wird, ist ein größerer Kraft- und Arbeitsaufwand erforderlich. Allmähliche Querschnittsübergänge erleichtern das Fließen, schroffe dagegen und scharfe Kanten erschweren es. Deshalb soll man, wenn die Schmiedestücke nachher noch mit Schneidwerkzeugen bearbeitet werden, nicht unnötig scharfe Kanten und Formen im Gesenk schmieden. (Das widerspricht nicht der Tatsache, daß endgültige Formgebung gleich beim ersten Arbeitsvorgang und im erwärmten Zustand grundsätzlich richtiger und im allgemeinen billiger ist als Bearbeitung im kalten Zustand mit Schneidwerkzeugen, d. h., daß man vielfach die Teile endgültig im Gesenk fertigstellen kann.) Dasselbe gilt bezüglich der Genauigkeit in den einzelnen Abmessungen. Nur wenn die Teile endgültig fertiggestellt oder nur noch poliert oder geschmiegelt werden sollen, ist der für genaues Schmieden erforderliche erhöhte Kraft- und Arbeitsaufwand berechtigt und wirtschaftlich. Auch hier kann nur von Fall zu Fall nach reiflicher Überlegung oder auf Grund von praktischen Versuchen entschieden werden. Daß die Größe eines Schmiedestückes mitbestimmend für die aufzuwendende Kraft und Arbeit ist, braucht nicht näher auseinandergesetzt zu werden.

Außer dem Verhalten des im Gesenk zu schmiedenden Materials ist auch das gegenseitige Einwirken von Gesenk und Schmiedestück sowie die Art des Schmiedens von Bedeutung, weil dadurch sowohl die Güte der Arbeit als auch die Kosten beeinflußt werden.

Die Gesenkkosten bestimmen zum großen Teil die Gestehungskosten der Gesenkschmiedestücke, ihr verhältnismäßiger Anteil richtet sich nach der Stückzahl der in einem Gesenk hergestellten Teile bzw. nach der Lebensdauer des Gesenkes. Es sei hier auf das später über Herstellung und Material der Gesenke Gesagte verwiesen (siehe S. 128 ff.). In der Schmiede selbst aber muß man auf sorgfältige Behandlung der Gesenke achten und die nötigen Anweisungen geben, um ihre Lebensdauer nach Möglichkeit zu erhöhen und die Unkosten herabzusetzen. So ist z. B. empfehlenswert, für eine bestimmte Arbeit die Fallhöhe des Hammerbärs und die Anzahl der Schläge festzusetzen und auf Einhaltung beider zu achten, denn die im Stücklohn arbeitenden Leute haben natürlich lediglich ein Interesse daran, in der Stunde soviel wie möglich Teile fertigzuschmieden, ohne Rücksicht auf das Gesenk und auf die Güte der Schmiedestücke, soweit es sich nicht lediglich um das

Aussehen und die Abmessungen handelt, die bei der Nachprüfung beanstandet werden können. Die Leute wissen zwar, daß ein Gesenk um so besser arbeitet, je besser es instandgehalten wird, ehe sie aber im Notfalle ein zu kaltes, noch nicht auf Maß fertigeschmiedetes Stück nochmals anwärmen, wagen sie lieber das Schmieden bzw. noch ein oder zwei weitere Schläge und beschädigen damit das Gesenk.

Ein angewärmtes Stück Material kann ruhig im Gesenk liegen und darin abkühlen, ohne daß das Gesenk dadurch leidet und seine Härte einbüßt. Etwas anderes ist es aber, wenn das angewärmte Material bereits durch Hammerschläge oder Druck einer Presse in ganz innige Berührung mit dem Gesenk gebracht ist, sodaß eine unmittelbare ausgiebige Wärmeleitung vom Werkstück an das Gesenk stattfindet. Wenn ein gehärtetes Gesenk dabei seine Härte nicht verliert, dann verliert es dieselbe überhaupt nicht. Tatsächlich wird aber ein starkes Anlassen des Gesenkes besonders an den Kanten der Gesenkformen eintreten, die Kanten werden weich und bei jedem weiteren Schlag mehr oder weniger verdrückt, sie biegen sich unter Umständen um, sodaß das Schmiedestück nur schwer aus dem Gesenk herauszubekommen ist, oder bröckeln ab, wie bei gußeisernen Gesenken. Aus diesen Gründen muß man das Schmiedestück zwischen den einzelnen Schlägen etwas aus dem Gesenk lüften. Dadurch wird die innige Berührung zwischen beiden aufgehoben, die die Veranlassung zum schnellen Übergang der Wärme auf das Gesenk und zur Zerstörung desselben infolge Nachlassens der Härte bildet. Schon ein geringes Anlüften vermindert die Wärmeleitung ganz bedeutend. Da bei Pressen und Schmiedemaschinen die Berührung zwischen Gesenk und dem Schmiedestück länger dauert, so ist der zerstörende Einfluß der Wärmeübertragung naturgemäß größer. Das kann für die Wahl des Gesenkmaterials ausschlaggebend sein.

Für das Gesenk ist es aus dem oben angegebenen Grunde im allgemeinen besser, wenn das Schmiedestück mit einem einzigen Schläge fertiggestellt wird. Dazu ist aber oftmals kein genügend schwerer Hammer vorhanden, auch sprechen andere Gründe dagegen. Die Verwendung von Hämmern mit sehr hohem Bärgewicht bietet den Vorteil, daß nur verhältnismäßig kleine Fallhöhen erforderlich sind; man spart also an Weg und damit an Arbeitszeit. Gegen die Verwendung sehr schwerer Hämmer läßt

sich also, abgesehen von den hohen Anschaffungskosten, die man vielfach scheut, einwenden, daß die zum plötzlichen Anheben des Bärs aufzuwendende Kraft starke Stöße auf die Antriebsmaschine ausübt, wenn dieselben auch zum Teil durch Riemen und Transmissionsteile aufgenommen werden. Die zum In-Bewegung-Setzen des Bärs erforderliche Arbeitsleistung ist lediglich von seinem Gewicht, nicht aber von der — bei schwereren Hämmern verhältnismäßig geringeren — Hubhöhe abhängig. Leichte Schläge werden daher zweckmäßiger mit leichten Hämmern ausgeführt. Es ist deshalb stets zu überlegen, ob es unter Berücksichtigung aller Umstände zweckmäßiger ist, das Schmiedestück mit einem einzigen starken Schlage auf einem schweren Hammer oder mit mehreren leichteren Schlägen auf einem leichteren Hammer zu schmieden.

Hinsichtlich der Wirkung auf das Schmiedestück ist zu sagen, daß es in den meisten Fällen zweckmäßiger ist, mit mehreren Schlägen zu arbeiten. Der herabfallende Bär gibt sein Arbeitsvermögen an das Schmiedestück ab und treibt das Material in die Gesenkform hinein. Das Material setzt dem aber einen Widerstand entgegen, und vermöge der Elastizität kehren die einzelnen Moleküle bis zu einem gewissen Grade wieder in ihre alte Lage zurück. Das Material „arbeitet“ also. Nur durch mehrere einander folgende Schläge können die Moleküle so fest und dauernd aufeinandergepreßt werden, daß sie ihre Lage nicht mehr ändern. Durch einen einzigen, noch so kräftigen Schlag läßt sich dasselbe Ergebnis nicht erzielen.

Im allgemeinen wird der Wirkung des Schmiedens auf das Material zu wenig Beachtung geschenkt. Früher beurteilte man die Schmiedekunst nicht nach der Menge, sondern nach den Eigenschaften der Schmiedestücke, die sie durch die Behandlung beim Schmieden erhielten. Heute achtet man darauf weniger, weil das verwandte Material meist mehr als gut ist. Zeigt sich, daß ein Material sich für eine bestimmte Bearbeitungsweise nicht eignet, so ändert man in der Regel nicht diese, sondern nimmt ein anderes, besser geeignetes Material. Ein Hammerschmied kann seine Arbeitsweise dem Material ohne Schwierigkeit anpassen, ein Mann aber, der eine Maschine bedient und bei jedem Hub oder Schlag ein Werkstück in eine bestimmte Form bringen muß, hat keine Zeit und Möglichkeit, den Besonderheiten des Ma-

terials nachzuspüren und Rechnung zu tragen. Das muß schon vorher erledigt sein. Sobald das Material in die Maschine kommt, heißt es biegen oder brechen. Das Material muß dann, ohne Schaden zu nehmen, sich in die durch das Gesenk bestimmte Form bringen lassen. Man hat dabei zu unterscheiden zwischen Arbeiten, die auf dem Fallhammer, und solchen, die auf Pressen oder Biegemaschinen ausgeführt werden. In den Fallhammergesenken und in den Gesenken der Stauchmaschinen werden die Moleküle des Materials fest zusammengepreßt, während beim Biegen die an der Außenseite der Biegung liegenden Moleküle auseinandergezogen werden. Fast jedes Material läßt sich auf dem Fallhammer in das Gesenk hineinschlagen, das auf der Biegemaschine zu verarbeitende Material muß aber die nötige Zähigkeit besitzen, damit beim Biegen keine Risse oder Brüche entstehen. Selbst Kaltrisse lassen sich mit dem Fallhammergesenk so vollkommen schließen, daß sie erst bei einer bestimmten Beanspruchung des Teiles sich öffnen und bemerkbar werden. Man darf also auf eine schön aussehende Oberfläche nicht ohne weiteres bauen, sondern muß die Teile genau nachprüfen bzw. bei Aufstellung der Bearbeitungsfolge sorgfältig darauf achten, daß sie fehlerfreie Schmiedestücke gewährleistet.

Weisen die fertigen Schmiedestücke nicht die erwartete Güte und Festigkeit auf, so muß man die einzelnen Arbeitsvorgänge gegebenenfalls ändern. Sind die Gesenke richtig entworfen und beim Schmieden keine Fehler gemacht, so braucht das Material nichts von seinen guten Eigenschaften einzubüßen, im Gegenteil, es kann durch das Verdichten noch besser werden. Wenn man das Material natürlich zu sehr abkühlen läßt und zu kalt schmiedet, so ist es alles andere als noch zum Bearbeiten im Gesenk geeignet. Ist das Material schon zu kalt und wird infolgedessen mit ungleichmäßigen und, um überhaupt noch eine Formänderung zu erzielen, mit übermäßig schweren Schlägen gearbeitet, so sind Rißbildungen, wenn nicht gar ein Zertrümmern des Materials, die unausbleibliche Folge. Arbeitet man mit einem leichten Hammer und großer Fallhöhe, d. h. großer Fallgeschwindigkeit, so wird nur die Oberfläche des Werkstückes, nicht aber das Innere desselben beeinflusst, der Kern behält vielmehr sein mehr oder minder grobkörniges Gefüge ohne die nötige Festigkeit. Demgegenüber durchdringt die Wirkung einer Presse und eines schweren, langsamer arbeitenden

Hammers, sofern das Werkstück noch warm genug ist, die ganze Materialmasse bis ins Innerste, die einzelnen Moleküle können ihre neue Lage einnehmen, und man erhält ein gleichmäßiges, feinkörniges Gefüge. Läßt man sich dazu verleiten, ein bereits zu weit abgekühltes Werkstück noch weiter zu bearbeiten, so erhält man natürlich ein ganz ungleichmäßiges Gefüge. Die schlechte Beschaffenheit mancher Gesenkschmiedestücke läßt sich zweifellos auf die nur oberflächliche Wirkung des Schmiedens zurückführen. Es treten innere Spannungen auf, die später zu Brüchen führen, sobald das betreffende Teil Stößen ausgesetzt ist. Etwas günstiger liegen die Verhältnisse beim Schmieden auf Pressen, weil das Material hier langsamer in das Gesenk hineingedrückt wird und infolgedessen ein gleichmäßigeres Gefüge und geringere innere Spannungen aufweist.

Innere Spannungen können auch durch zu schnelles Anwärmen des Materials hervorgerufen werden. Bei allen Eisen- und Stahlsorten, besonders bei hochwertigeren und legierten Stählen, treten infolge der Erwärmung bestimmte Molekularänderungen auf, die leicht feine Risse verursachen. Diese Risse brauchen am fertigen Schmiedestück nicht sichtbar zu sein, da sie nicht immer durch die Außenhaut hindurchtreten. Bei sehr schneller Erwärmung dehnt sich die äußere Zone aus, ehe der Kern des Materials genügend Wärme aufnehmen und folgen kann. Es müssen also starke Spannungen entstehen. Bei einer Temperatur von etwa 315° , d. h. bei hellblauer Farbe, verlieren die meisten Eisen- und Stahlsorten ihre Dehnbarkeit und sind dann nicht imstande, diese (infolge ungleichmäßiger Erwärmung von Außenhaut und Kern und der dadurch bedingten ungleichmäßigen Ausdehnung) auftretenden Spannungen auszugleichen. Man soll daher bis zu 315° erst ganz allmählich anwärmen, nachher kann man die Temperatur schneller steigern. Um die inneren Spannungen zu beseitigen, soll man die Gesenkschmiedestücke, gleichgültig wie sie hergestellt sind, vor der weiteren Bearbeitung oder Verwendung ausglühen, um Brüche zu verhüten.

Um den am Schmiedestück sich bildenden Hammerschlag abzuklopfen und eine glatte Oberfläche zu erzielen, schlägt man dasselbe, wenn auch nicht nach jedem einzelnen Hammerschlag, so doch mindestens ein- bis zweimal auf die Schabotte. Vor dem letzten Schlag mit dem Gesenk bürstet man das Schmiedestück

mit einer Drahtbürste ordentlich ab. Gleichzeitig muß aber auch der im Untergesenk angesammelte Hammerschlag entfernt werden. Das geschieht am besten durch Ausblasen mittels Preßluft. Der Luftstrahl darf jedoch nicht so gerichtet sein, daß er das glühende Schmiedestück trifft und abkühlt. Auch zum Reinigen des Gesenkes kann man Stahlbürsten verwenden, der Luftstrahl arbeitet aber schneller und, richtig eingestellt, zuverlässiger. Das Obergesenk muß gut geölt werden, damit kein Hammerschlag daran haften bleibt. Man benutzt zu diesem Zweck einen mit Öl getränkten Handbesen und bestreicht das Gesenk von Zeit zu Zeit damit.

Den am Schmiedestück schließlich noch haftenden Hammerschlag entfernt man durch Abbeizen in verdünnter Schwefelsäure. Will man ein besseres Aussehen der Schmiedestücke erzielen, so bearbeitet man sie mit dem Sandstrahlgebläse.

Es sei schließlich noch kurz auf die Ermittlung des zur Fertigstellung eines Gesenkschmiedestückes erforderlichen Kraft- und Arbeitsaufwandes eingegangen. Die Betrachtung kann naturgemäß nur in großen Zügen und nicht etwa mit allgemein gültigen Zahlenwerten durchgeführt werden. Es spielen nach dem Gesagten hier so viele Gesichtspunkte mit und das Zusammentreffen der einzelnen Faktoren kann unter so mannigfaltigen Verhältnissen erfolgen, daß sich ein Zahlenwert nur für ein ganz bestimmtes Beispiel und auch hier nur mit einer gewissen Annäherung errechnen läßt. Große praktische Erfahrung ist dabei unerläßliche Voraussetzung. Unter richtiger Würdigung aller maßgebenden Faktoren wird man aber im Einzelfalle immerhin zutreffendere Werte für den Kraft- und Arbeitsbedarf erhalten, als wenn man sich nur auf Schätzung desselben verläßt. Ein nicht zu knapp bemessener Sicherheitsfaktor und nebenher bzw. auf Grund der Rechnung anzustellende Versuche durch Probeschmieden sind empfehlenswert.

Die Berechnung kann so vorgenommen werden, daß man mit Hilfe bestimmter Koeffizienten, die das Verhältnis der einzelnen Abmessungen des Schmiedestückes zu einander (z. B. Durchmesser : Dicke), die Stärke und Breite des Grates, die mehr oder minder abgerundeten oder scharf auszuprägenden Kanten usw. berücksichtigen, aus der Festigkeit des Materials bei den wirklich vorhandenen Schmiedetemperaturen den für die Flächeneinheit

erforderlichen Preßdruck und aus diesem den für das Schmiedestück aufzuwendenden Gesamtdruck berechnet. Aus diesem und dem Formänderungs-, sowie dem Ausweichweg der Schabotte (vgl. S. 87) läßt sich dann der Gesamtarbeitsbedarf ermitteln¹⁾.

Die für die Umgestaltung auf die Flächeneinheit auszuübende Kraft K ist größer als die Festigkeit K_z , weil die Umgestaltung wesentlich schneller vor sich geht als die Beanspruchung bei der Festigkeitsprüfung und weil ferner das Material im Verlaufe des Schmiedens sich abkühlt und verdichtet und seine Festigkeit aus beiden Gründen zunimmt. Es ist also $K = a \cdot K_z$, wobei a ein durch Versuche oder Erfahrung festzustellender Wert (größer als 1) ist. Zur überschläglichen Berechnung der zum Schmieden eines Stückes erforderlichen Kraft P kann man, wenn F die gedrückte Fläche bzw. deren Projektion auf eine senkrecht zur Kraftrichtung liegende Ebene ist, setzen:

$$P = K \cdot F = a \cdot K_z \cdot F.$$

Falls das Werkstück auch quer zur Kraftrichtung in nennenswertem Maße umzuformen und scharf auszuprägen ist, so ist etwa der doppelte Betrag für P anzunehmen, bei verzwickteren Formen und starken, plötzlichen Querschnittsänderungen steigert sich der Widerstand gegen die Umgestaltung und damit die aufzuwendende Kraft noch weiter. Wird die Kraft P durch einen Schlag erzeugt, so ist a groß (etwa bis 10) zu wählen, wirkt sie dagegen, wie bei Pressen, langsam, so ist $a = 2$ bis 1,4 zu setzen. Die erforderliche Kraft ist unter sonst gleichen Verhältnissen um so größer, je dünner das Schmiedestück ist, und ist etwa umgekehrt proportional dem Quadrat der Dicke des Schmiedestückes.

Ist s der Weg in Millimetern, den die bewegliche Hälfte des Gesenkes während der wirklichen Umgestaltung zurücklegt, so ist die aufzuwendende Arbeit, wenn P den Mittelwert der auszuübenden Kraft bedeutet,

$$\begin{aligned} A &= \frac{P \cdot s}{1000} \text{ mkg} \\ &= \frac{K \cdot F \cdot s}{1000} = \frac{a \cdot K_z \cdot F \cdot s}{1000} \end{aligned}$$

¹⁾ Näheres vgl. Schneider, „Die Bestimmung der Kräfte und der Arbeit beim Gesenkschmieden“, Uhland, „Der deutsche Werkzeugmaschinenbau“, 1915, S. 41 ff.

Bei Fallhämmern, bei denen $A = \frac{G \cdot v^2}{2g} = \approx 0,05 G \cdot v^2 = G \cdot h$ ist,

wenn G = Fallgewicht in kg

v = Endgeschwindigkeit desselben in m/sek

g = Erdbeschleunigung = 9,81 m/sek²,

$$\text{ist } G \cdot v^2 = \frac{a \cdot K_z \cdot F \cdot s}{50} \quad \text{oder} \quad F = \frac{50 \cdot G \cdot v^2}{a \cdot K_z \cdot s}$$

$$\text{bzw. } G \cdot h = \frac{a \cdot K_z \cdot F \cdot s}{1000} \quad \text{oder} \quad F = \frac{1000 \cdot G \cdot h}{a \cdot K_z \cdot s}.$$

Hiernach läßt sich überschläglich die für ein bestimmtes Schmiedestück erforderliche Presse oder der entsprechende Hammer ermitteln. Im übrigen sei auf das auf Seite 85 ff. Ausgeführte verwiesen.

B. Beispiele für Gesenkschmiedearbeiten

Die als Beispiele angeführten Schmiedegesenke können zwar auch als Beispiele für das Gesenkschmieden selbst gelten, lassen aber den Entwicklungsgang der damit hergestellten Schmiedestücke nur teilweise erkennen. Deshalb werden nachstehend einige weitere Beispiele gegeben, die den Werdegang der Gesenkschmiedestücke in erster Linie veranschaulichen, dagegen nicht oder erst in zweiter Linie den Zweck verfolgen, die zugehörigen Gesenke zu erläutern. Bei den weiter unten folgenden Arbeitsbeispielen der Wagerecht-Schmiedemaschinen werden zum Teil auch die Gesenke von Interesse sein, weil von diesen bisher noch weniger die Rede war.

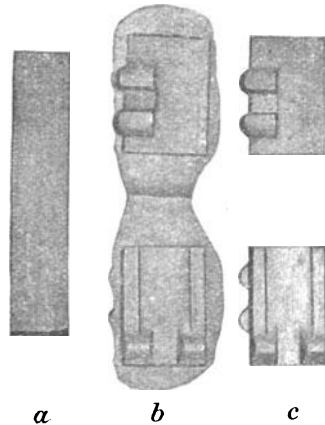


Fig. 34.

Herstellungsgang eines Klappdeckels.

Fig. 34 veranschaulicht den Herstellungsgang eines einfachen Klappdeckels, der ohne irgendwelche Vorarbeit unmittelbar von der Stange (a) geschmiedet wird. (Daß im vorliegenden Fall wie bei den beiden nächsten Beispielen das Stangenmaterial in einzelne, für je zwei Schmiedestücke berechnete Enden zerschnitten

und in dieser Form verschmiedet wird, ist eine Besonderheit der betreffenden Schmiedefirma.) Das Stangenmaterial, Flacheisen, wird nicht vorgeschmiedet, sondern wie es aus dem Ofen kommt, ins Gesenk geschlagen (*b*) und danach entgratet (*c*). Es genügt also ein einziges Schmiedegesenk, neben dem nur noch ein Abgratgesenk benötigt wird.

Auch der kleine Hebel (*e*) in Fig. 35 könnte ohne weiteres aus dem Flachmaterial (*a*) im Gesenk geschmiedet werden. Um

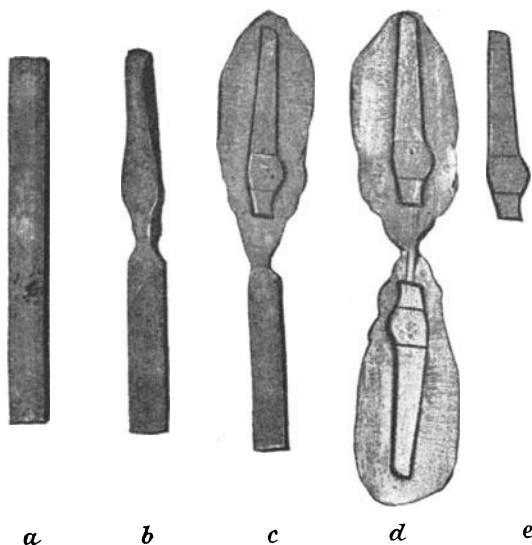


Fig. 35. Herstellung eines kleinen Hebels.

indessen nicht einen unnötig starken Materialquerschnitt nehmen zu müssen und einen zu starken Grat zu erhalten, wird das Stangenmaterial zunächst hochkant etwas zusammengestaucht (*b*) und dann erst ins Gesenk geschlagen (*c*). Das Vorschmieden erfolgt freihändig oder mit einem an der Seite des Gesenkblockes gearbeiteten Vorgesenk (vgl. Fig. 1).

Um den Winkelhebel (*e*) in Fig. 36 ins Gesenk schlagen zu können, muß das Stangenmaterial (*a*), am besten mit einem Biegegesenk, erst vorgeschmiedet werden (*b*), weil anders das Gesenk nicht ausgefüllt würde oder ein wesentlich breiterer Material-

querschnitt genommen werden müßte, bei dem übermäßig großer Abfall durch Grat entstände.

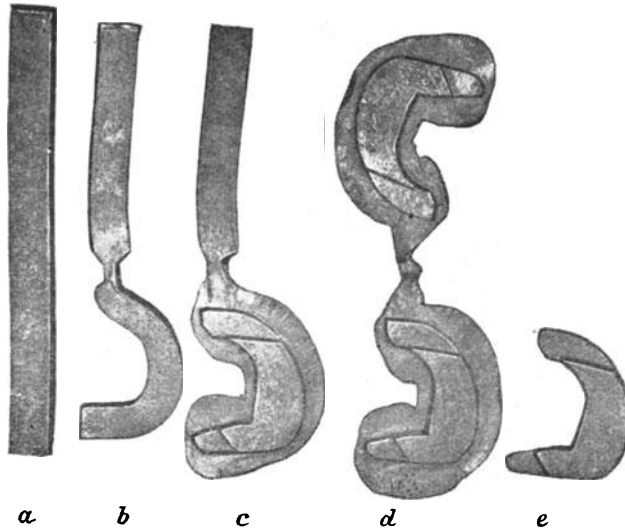


Fig. 36. Herstellungsgang A eines Winkelhebels.

Fig. 37 veranschaulicht ein etwas anderes Herstellungsverfahren. Hier wird die Stange unter der Presse in einzelne, für je

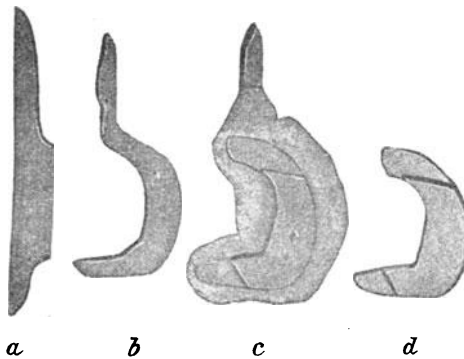


Fig. 37. Herstellungsgang B eines Winkelhebels.

ein Schmiedestück bestimmte Stücke (a) geschnitten. Die Form der letzteren ist so gewählt, daß einerseits die Materialverteilung dem fertigen Stück (d) möglichst nahekommt, andererseits kein

Materialverlust durch Verschnitt entsteht (vgl. Fig. 39). Das Material wird im übrigen in derselben Weise vor- (*b*) und fertiggeschmiedet (*c*).

Zum Schmieden der Gewehrkommer (*f*), Fig. 38, wird das Stangenmaterial (*a*), nach Fig. 39 zerschnitten. Die dabei ent-

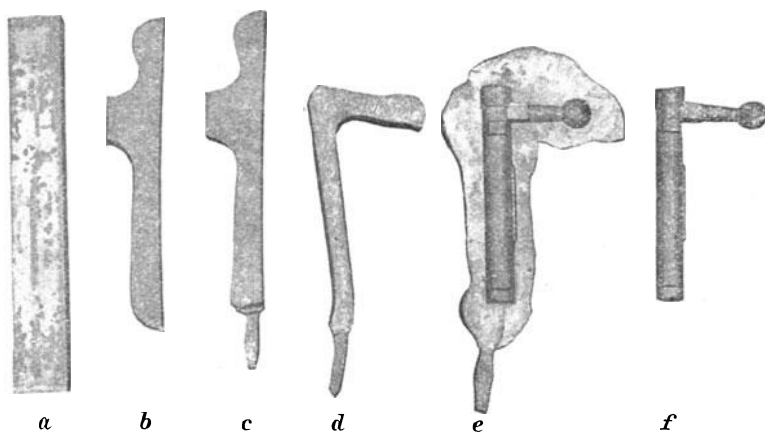


Fig. 38. Herstellungsgang einer Gewehrkommer.

stehenden einzelnen Stücke (*b*) werden an dem einen Ende zu einem kleinen Schwanz ausgestreckt (*c*), um bequem mit der Zange gefaßt werden zu können, und alsdann rechtwinklig umgebogen (*d*). Um an der Ecke genügend Material zu haben, müssen die

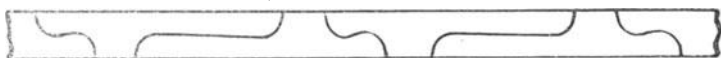


Fig. 39. Zuschneiden des Stangenmaterials zum Schmieden der Gewehrkommer.

Materialstücke (*b*) an der entsprechenden Stelle hinreichend breit gehalten werden. Das so weit vorgeschmiedete Stück wird nun ins Gesenk — gegebenenfalls in zwei Gesenke, ein Vor- und ein Fertiggesenk — geschlagen und erhält darin seine endgültige Form (*e*), die mittels eines Abkratgesenkes dann noch vom Grat befreit werden muß (*f*). — Die Kammer ließe sich auch von der Stange schmieden. Beim Umbiegen (*d*) ist dann aber besonders darauf zu achten, daß das Material in der Biegung nicht gestreckt, sondern hinreichend gestaucht wird, anderenfalls wird die Gesenk-

form hier nicht ausgefüllt und es treten starke innere Spannungen auf, die Risse am fertigen Stück hervorrufen.

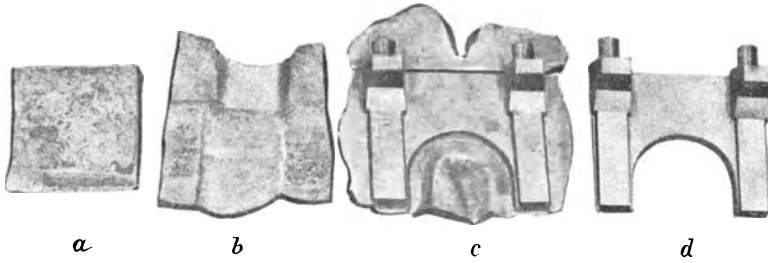


Fig. 40. Herstellungsgang eines Fahrzeug-Beschlagteiles.

Das Fahrzeug-Beschlagteil (*d*), Fig. 40, läßt sich nur aus einzelnen Materialstücken (*a*) schmieden, die durch Ausstrecken und

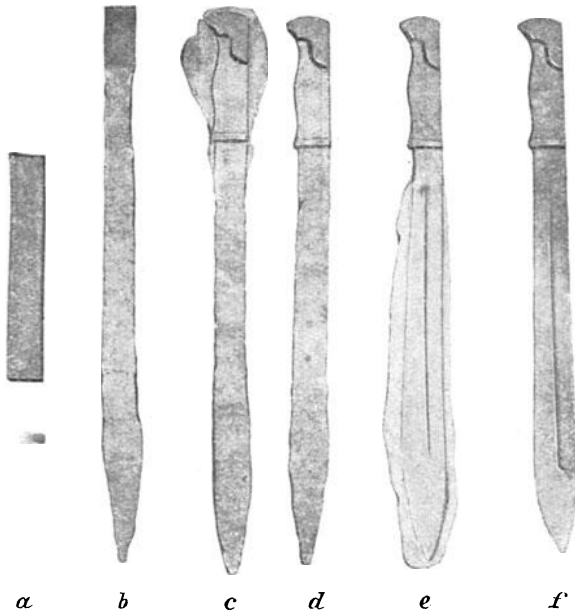


Fig. 41. Herstellungsgang einer Seitengewehr-Klinge.

Stauchen (*b*) so vorgeschmiedet werden müssen, daß die Materialverteilung derjenigen des fertigen Teiles (*d*) nahekommt. Geschieht das nicht mit der nötigen Sorgfalt, dann wird das Gesenk an den tief ausgearbeiteten Stellen nicht voll ausgefüllt oder es sammelt

sich zwischen den beiden Schenkeln, insbesondere in der Aussparung, so viel Material an, daß das Werkstück nicht auf die verlangte Stärke heruntergeschmiedet werden kann, d. h. zu stark ausfällt. Um dies zu verhüten, müssen auch die Gesenke zur Aufnahme des zwischen den Schenkeln des Schmiedestückes sich bildenden Grates (vgl. *c*) hinreichend tief ausgearbeitet bzw. mit einer Öffnung für den Austritt des überschüssigen Materials versehen werden.

Das Schmieden des Seitengewehrs (*f*), Fig. 41, erfolgt in der Weise, daß das dazu erforderliche Stück Stangenmaterial (*a*) zunächst

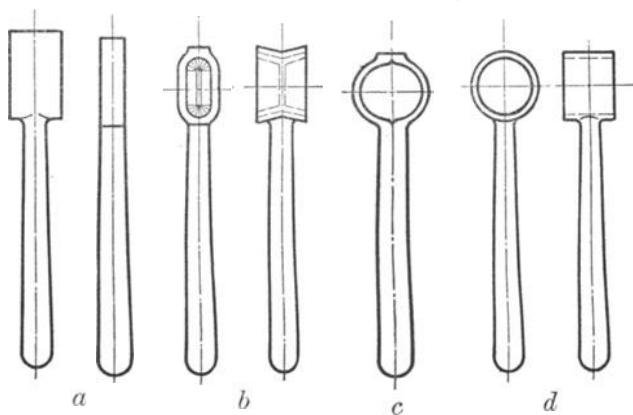


Fig. 42. Herstellungsgang eines Bohrknarren-Griffes.

auf etwa seiner halben Länge für die Klinge ausgestreckt und am anderen Ende für den Griff vorgeschmiedet wird (*b*). Alsdann wird mit Hilfe eines Gesenkes der Griff geschmiedet (*c*) und danach entgratet (*d*). In einer zweiten Hitze wird die Klinge im Gesenk geschmiedet (*e*), entgratet (*f*) und danach nochmals ins Gesenk geschlagen, um sie wieder zu richten, falls sie sich beim Entgraten verbogen haben sollte. Um letzteres nach Möglichkeit zu vermeiden, erfolgt das Abgraten nicht gleichzeitig auf dem ganzen Umfang, sondern von der Spitze beginnend und an Schneide und Rücken gleichzeitig nach dem Griff zu fortschreitend.

Der in Fig. 42 skizzierte Handgriff (*d*) für eine Bohrknarre wird aus Stangenmaterial von rechteckigem Querschnitt geschmiedet, dessen Breite der Höhe der Muffe entspricht. Das Material wird in einzelne Stücke von der für je ein Schmiedestück erforder-

lichen Länge zerteilt. In einem Gesenk nach Fig. 43 wird zunächst der eigentliche Griff geschmiedet, Fig. 42a. Dann wird der für die Muffe vorgesehene Teil auf einer Presse mit Hilfe zweier Meißel, Fig. 44 rechts, eingekerbt, Fig. 42b, und hierauf mittels des in demselben Gesenk links angeordneten Dornes aufgeweitet, so daß sich die in Fig. 42c skizzierte Form ergibt. Die beiden Gesenkkörper können aus Gußeisen gefertigt werden. Die Stahlplatte x dient zum Abstreifen des Werkstückes von dem Dorn.

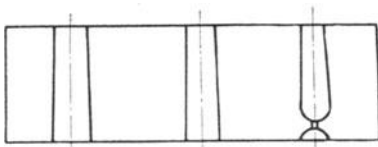


Fig. 43. Gesenk für den eigentlichen Griff, Fig. 42a.

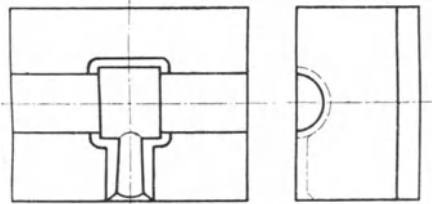


Fig. 45. Fertiggesenk für den Bohrknarren-Griff, Fig. 42d.

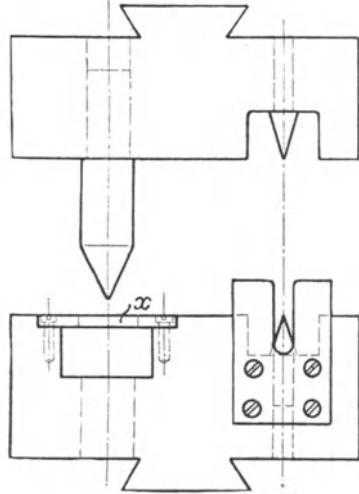


Fig. 44. Gesenke zum Aufweiten der Muffe, Fig. 42b u. c.

Letzterer ist etwas stärker als der Innendurchmesser des fertigen Schmiedestückes, damit der beim nächsten Arbeitsvorgang benutzte Dorn leicht durch die Muffe gesteckt werden kann. Fig. 45 stellt eine Hälfte des Fertiggesenkes dar, mit welchem der Griff seine endgültige Form erhält. Bei nicht zu reichlicher Bemessung des Materials entsteht ein nur schwacher Grat, der ohne Abgratgesenk kalt abgeschlagen werden kann. Für ein derartiges Arbeitsverfahren ist natürlich ein Material erforderlich, welches das Spalten und Aufweiten aushält.

Das Schmieden von Hebeln wie der in Fig. 46 skizzierte und ähnlichen Teilen kann entweder in der hier veranschaulichten Weise oder hochkant entsprechend Fig. 10 erfolgen. In beiden

Fällen muß das Material vorgeschmiedet werden. Maßgebend für die Form des Gesenkes sind verschiedene Gesichtspunkte. Hat der Hebelarm sehr flachen und breiten Querschnitt und kurze Naben, dann wird sich mit Rücksicht auf die flacheren, leichter auszuarbeitenden Gesenkformen und das bessere Ausfüllen derselben durch das Material das erstere Verfahren empfehlen, während bei langen Naben und mehr quadratischem Armquerschnitt ein Gesenk nach Fig. 10 vorzuziehen sein wird. Die Ausarbeitung der Gesenkformen ist bei Fig. 46 im allgemeinen bequemer und billiger,

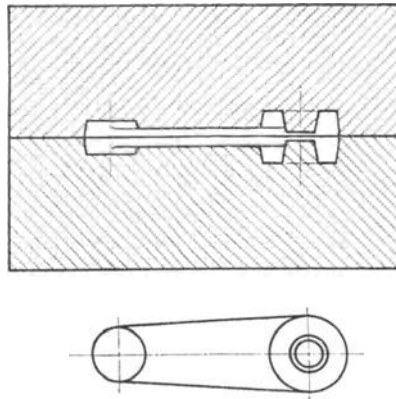


Fig. 46. Gesenk für einen Hebel mit vorgedrücktem Nabenloch.

insbesondere weil die Aussenkungen für die Naben auf der Fräsmaschine oder Drehbank hergestellt werden können, während im anderen Falle mehr Handarbeit erforderlich ist. Sind die Nabenbohrungen von großem Durchmesser, dann kann man dieselben, wie in Fig. 46 veranschaulicht, bereits beim Schmieden vordrücken und das dabei stehengebliebene dünne Materialblättchen beim Abgraten des Schmiedestückes mittels eines Dornes ausstoßen. Dadurch spart man an Bohrarbeit, denn es fällt das Bohren aus dem Vollen fort, und man kann sofort mit dem Senker arbeiten. Beim Vordrücken der Bohrungen erzielt man gleichzeitig ein sauberes Ausfüllen der Nabenform und ein Verdichten des Materials an der Nabe.

Fig. 47 veranschaulicht das Vordrücken des Keilloches einer

Stange, die nachträglich, wie gestrichelt angedeutet, ausgebohrt wird, sodaß das Keilloch dann durchgeht.

Kann man Bohrungen wegen ihrer Länge bzw. ihres zu kleinen Durchmessers nicht vordrücken, so kann man immerhin das Anreißen und Ankörnen für das nachfolgende Bohren dadurch ersparen, daß man die Körnermarken durch kleine, kegelförmige

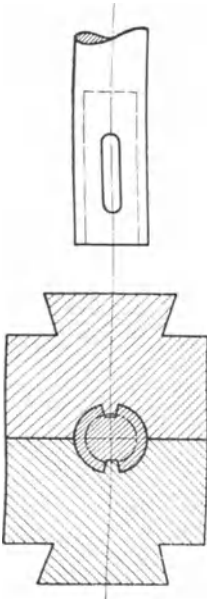


Fig. 47.
Vordrücken eines Keil-
loches im Gesenk.

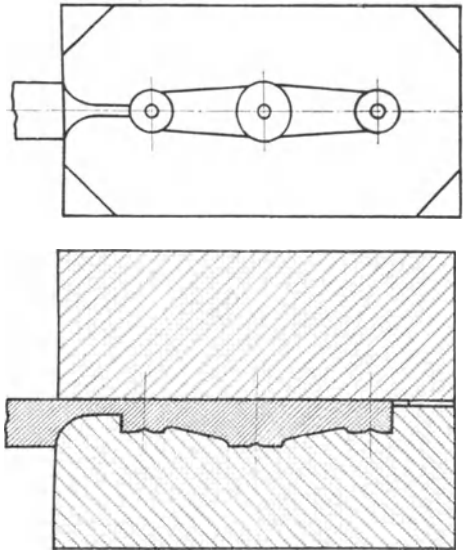


Fig. 48. Ankörnen von Bohrungen im Gesenk.

Spitzen im Gesenk gleich beim Schmieden eindrückt, wie in Fig. 48 veranschaulicht.

Das Schmieden von Handhammerköpfen ist eine verhältnismäßig einfache Arbeit, die jeder Schmied ohne besondere Hilfsmittel ausführen kann. Wenn es sich aber um Massenherstellung handelt, so sind auch hierfür Gesenke am Platze, die naturgemäß recht einfach sind. Fig. 49 veranschaulicht ein solches Gesenk. Dasselbe besteht aus Gußeisen und ist nicht nachgearbeitet; der Dorn *P* zum Eindrücken des Loches für den Hammerstiel ist aus Stahl gefertigt, gehärtet und in das Obergesenk eingeschraubt.

Das Material wird auf Längen für je zwei Hammerköpfe zugeschnitten. In dem Gesenk 1 werden zunächst die Kanten gebrochen (vgl. a), wobei das Material um 90° gedreht werden muß. Im Ge-

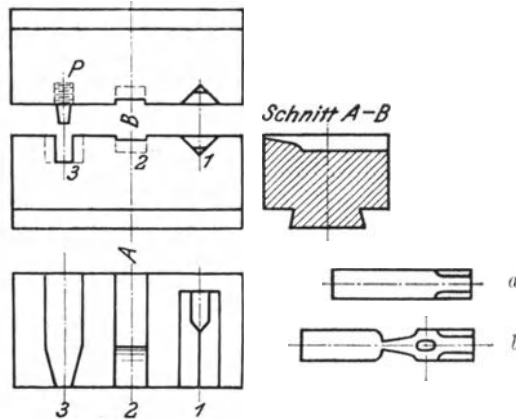


Fig. 49. Schmieden von Handhammerköpfen.

senk 2 wird dann die Finne hergestellt und schließlich im Gesenk 3 das Stielloch erst von der einen und danach von der anderen Seite auf halbe Tiefe eingedrückt, vgl. b. Darauf wird das Material von neuem warm gemacht und das andere Ende ebenso bearbeitet.

Schließlich werden die Stiellöcher ganz ausgedornt, die beiden Hammerköpfe auseinander geschnitten und Finne und Bahn mittels einer Schleifscheibe fertig bearbeitet.

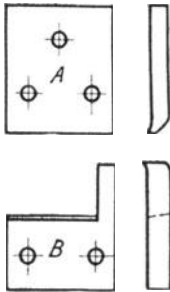


Fig. 50. Messer zum Wärmabschneiden von Stangenmaterial.

Anschließend hieran sei ein anderes Verfahren zum Schmieden von Hammerköpfen mitgeteilt. Das Schmieden erfolgt hierbei auf einer Kurbel- oder Exzenterpresse, deren stets gleichbleibender Hub in Verbindung mit der Höhe der als einfache Preßbahnen ausgeführten Gesenke die Stärke der Schmiedestücke bestimmt. Das Verfahren ist eine Zwischenstufe zwischen freihändigem und Gesenkschmieden. Das Material für je einen Hammerkopf wird in warmem Zustande von der Stange abgeschnitten. Dazu sind zwecks Erzielung eines möglichst glatten und rechtwinkligen Schnittes Messer nach Fig. 50 erforderlich. Das Untermesser B besitzt in der nach

der Stange abgeschnitten. Dazu sind zwecks Erzielung eines möglichst glatten und rechtwinkligen Schnittes Messer nach Fig. 50 erforderlich. Das Untermesser B besitzt in der nach

oben gerichteten Verlängerung eine Führung für das Obermesser *A*, damit dieses nicht auf das Untermesser aufstößt, was bei dem für sauberen Schnitt erforderlichen festen Anliegen beider Messer anderenfalls leicht eintreten kann. Von

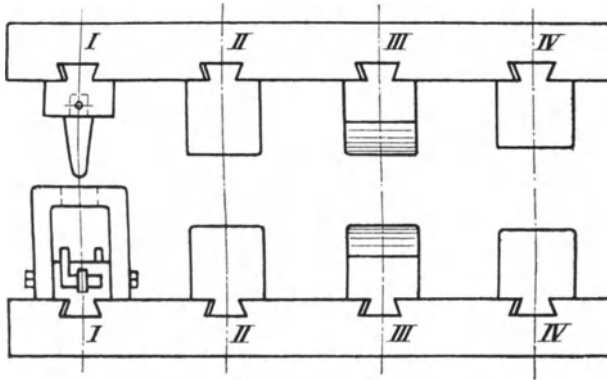


Fig. 51. Gesenke für Hammerköpfe.

der Schärfe und der richtigen Einstellung des Obermessers hängt es ab, ob der Schnitt rechtwinklig und die Länge des abgeschnittenen Stückes richtig ausfällt, denn bei stumpfem Messer verschiebt sich das Material im Schnitt, was Gewichtsunterschiede zur Folge hat, während alle Stücke gleich ausfallen sollen. Ein Mehr von 2—3 mm für ein Stück macht im Laufe eines Tages schon sehr viel aus. Ist das Material auf richtige Länge geschnitten, so erfolgt das Schmieden mit Hilfe der in Fig. 51 dargestellten Gesenke. Zunächst wird mit dem Gesenk I das Loch für den Hammerstiel hergestellt. Das Obergesenk besitzt hierfür einen Dorn, das Untergesenk ein Auflagestück mit an diesem befestigten Abstreifer und zwei verstellbaren Anschlägen, um das Loch bei den verschiedenen Hammergrößen an die richtige Stelle zu bringen. Das Schmieden der vier Flächen des Hammerkopfes erfolgt mit Gesenk II. Das Gesenk IV dient zum Brechen der Kanten und ist entsprechend niedriger als II. Mit diesen Gesenken lassen sich Hammerköpfe wie in Fig. 52a skizziert herstellen; soll der Hammerkopf eine

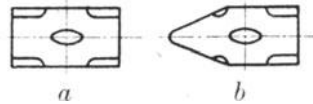


Fig. 52. Hammerköpfe.

Finne erhalten, Fig. 52, so ist ein weiteres Gesenk III, Fig. 51, erforderlich. Die weitere Bearbeitung von Bahn und Finne erfolgt wiederum mittels einer Schmirgelscheibe.

Die Gesenke lassen sich für verschieden starke Hammerköpfe verwenden, indem man unter die Halteplatte für die Untergesenke

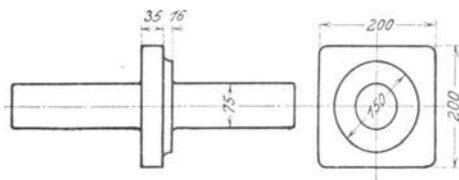


Fig. 53. Kupplungszapfen, aus Stangenmaterial gestaucht.

nach Bedarf stärkere oder schwächere Bleche legt. Als Material für die Gesenke, mit Ausnahme des aus Stahl zu fertigenden Dornes für das Stielloch, genügt Gußeisen.

Es folgen nunmehr Beispiele für das Schmieden mit Hilfe der Wagerecht-Schmiede- oder Stauchmaschine.

Das Anstauchen von Bunden und Flanschen an Stangenmaterial erfolgt, sofern es sich nicht um zu große Abmessungen gegenüber der ursprünglichen Materialstärke handelt, in einem einzigen Arbeitsvorgang. Bei sehr dünnen Flanschen oder Platten sind 2 oder 3 Hübe und ebensoviel Hitzen erforderlich. Wie weit

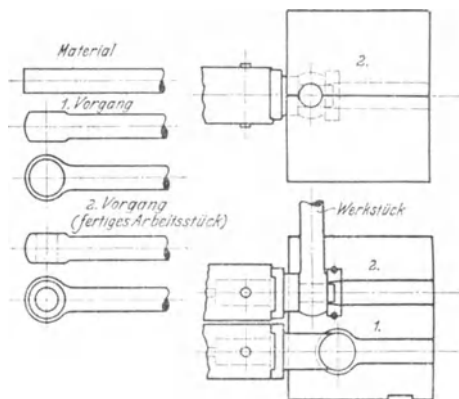


Fig. 54. Stauchen und Lochen von Stangenköpfen.

man mit dem Stauchen geht, ist aus Fig. 53 ersichtlich. Dieser Kupplungszapfen ist in zwei Hüben geschmiedet, wobei in einem Hube 270 mm der Länge gestaucht sind. Der zweite Hub dient hauptsächlich dazu, das Gefüge des Materials, welches beim ersten Hub stark gezerzt wurde, zu verdichten. Das Beispiel zeigt, welche Leistungen sich mit diesen Maschinen erzielen lassen.

Eine sehr häufig vorkommende Arbeit ist das Anstauchen von Kugeln an Stangen, Naben oder Augen an Hebeln und Griffen u. dgl., wofür die in Fig. 54 veranschaulichte Herstellung von

Zugstangenköpfen als Beispiel diene. Der im ersten Hube gestauchte Kopf wird in einem zweiten Hube mit dem oberen Gesenk auch noch gelocht. Zu dem Zweck ist die Matrize mit einer Aussparung versehen, in welche das im unteren Gesenk gestauchte Werkstück von oben her gesteckt wird, worauf der obere Stempel das Loch ausstößt.

Einseitige Naben an Griffen u. dgl., welche sich aus Flachmaterial schlecht stauchen lassen, kann man dadurch erzeugen,

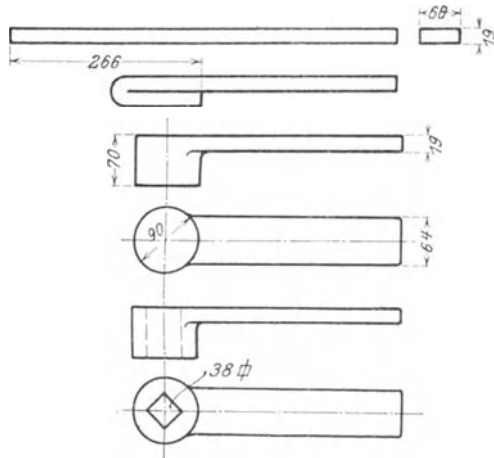


Fig. 55. Herstellungsgang für Griffen und dgl. mit einseitigen Naben.

daß man das Material am Ende zunächst umklappt und das umgebogene Ende dann beim Stauchen mit dem übrigen Material verschweißt¹⁾, Fig. 55. Das Ausstoßen des Vierkantloches erfolgt dann in derselben Weise wie beim vorigen Beispiel.

Fig. 56 veranschaulicht das Schmieden von Geländerstangen. Es wird zunächst die mittlere Kugel gestauch. Der Stauchstempel ist soweit ausgebohrt, daß das zunächst nicht zu stauchende Materialende eintreten kann. Es folgt das Stauchen der Endkugel

¹⁾ Weiches Eisen läßt sich am leichtesten und bei einiger Sorgfalt auch ohne besonderes Flußmittel schweißen. Maschinenstahl verlangt ein Flußmittel. Empfehlenswert hierfür ist ein Gemisch von 1 Teil Salmiak und 12 Teilen zerstoßenem Borax, das in einem eisernen Topf bis zu Beginn des Kochens erhitzt und nach dem Erkalten zu feinem Pulver gestoßen wird. Das Pulver wird auf die zu verschweißenden Flächen zerstreut, kurz bevor das Material Schweißtemperatur erreicht hat. Das Material wird alsdann nochmals in den Ofen gelegt.

und schließlich dasjenige der Fußplatte, wobei das Material mit dem angewärmten anderen Ende in das Gesenk einzuführen ist. Die in Fig. 57 skizzierte Stange erfordert für jede Kugel eine Hitze

Fig. 56. Schmieden von Geländerstangen.

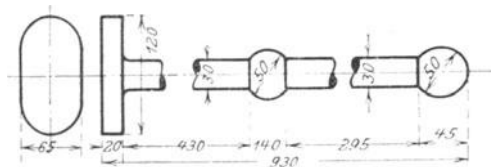
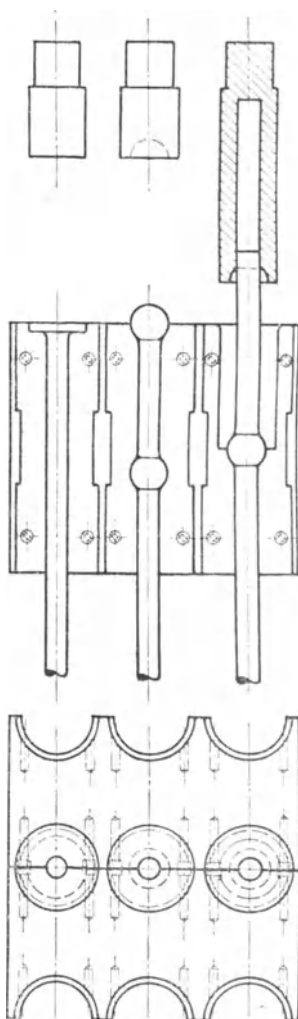


Fig. 57. Geländerstange.

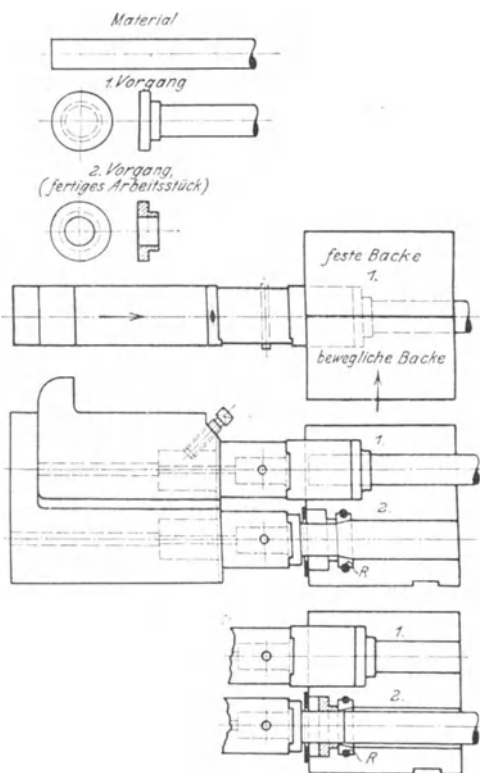


Fig. 58. Schmieden gelochter Flansche von der Stange.

und einen Stauchhub, für die Fußplatte 2 Hitzen und 2 Hübe. Die Tagesleistung bei zehnstündiger Arbeitszeit beträgt 1200 Kugeln, 700 Füße.

Besonderer Erwähnung bedarf die Herstellung von Schmiedestücken mit Loch aus der vollen Stange ohne vorheriges Zerteilen der Stange in einzelne Längen und ohne jeden Materialverlust. Hierher gehört in erster Linie das Schmieden von Flanschen, Fig. 58. Der Durchmesser des Stangenmaterials entspricht dem Lochdurchmesser des Flansches. Es wird zunächst der volle Flansch gestaucht, darauf in einem zweiten Hube das Loch gestanzt, wobei das durch den Lochstempel herausgedrückte Material an der Stange sitzen bleibt und diese mit zurückschiebt. Um die Reibung zwischen dem zurückgeschobenen Material und der Matrize möglichst zu verringern, erweitert sich die Bohrung des Ringes *R* konisch nach hinten, während im übrigen das Stangenmaterial frei durch die Matrize hindurchgehen kann. Muß das Stangenmaterial, um den Flansch daraus stauchen zu können, stärker sein als der Lochdurchmesser des Flansches, dann kann man dasselbe gleich beim ersten Arbeitsvorgang unmittelbar hinter dem Flansch auf den Lochdurchmesser einkneifen, wie es bei der in dieser Weise hergestellten Stopfbüchse, Fig. 59, geschieht. Dieses Verfahren ist keineswegs auf Rundmaterial beschränkt, sondern es können auch kantige Gegenstände mit rechteckigen, quadratischen usw. Lochungen in gleicher Weise hergestellt werden. Das in Fig. 60 veranschaulichte Schmieden von Federbunden ist ein gutes Beispiel dafür. Aus den Gesenken und den beiden Arbeitsstufen des Schmiedestückes ist der Gang der Herstellung ohne nähere Erläuterung verständlich.

In ähnlicher Weise lassen sich auch Schraubenmuttern, Stellringe, Laufringe für Kugellager, Büchsen u. dgl. von der Stange schmieden, Fig. 61. Sollen die Büchsen am Boden geschlossen

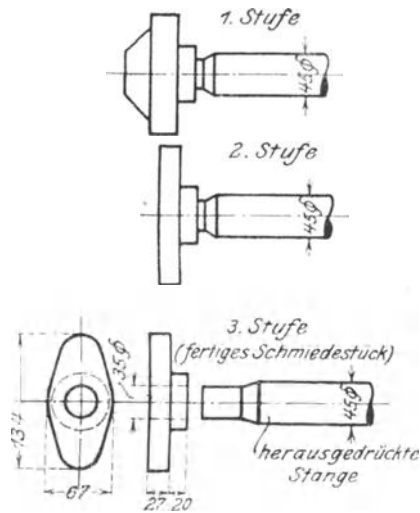


Fig. 59. Schmieden von Stopfbüchsen und dergl. mit Loch von der Stange.

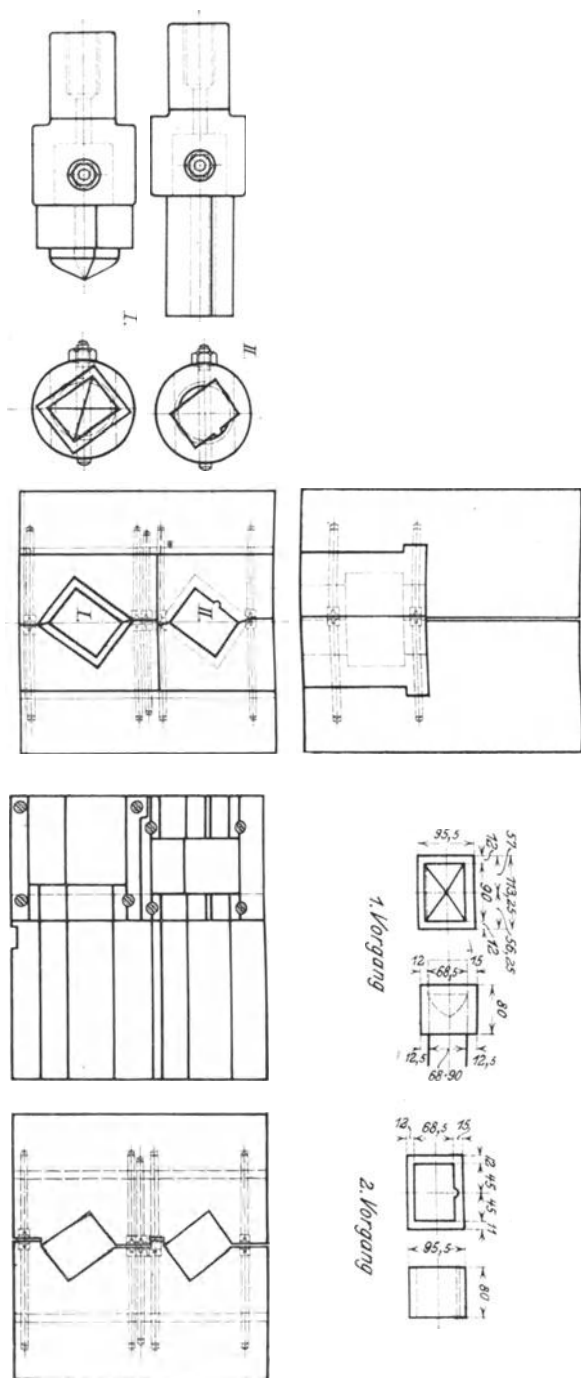


Fig. 60. Schmieden von Federbunden.

bleiben, so sind sie nach dem Schmieden mit der Warmsäge von der Stange abzuschneiden, Fig. 62.

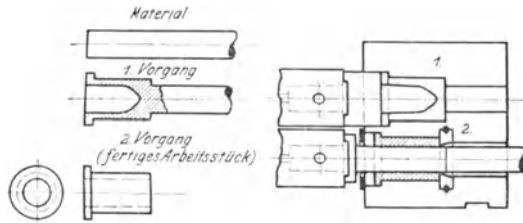


Fig. 61. Schmieden beiderseits offener Büchsen von der Stange.

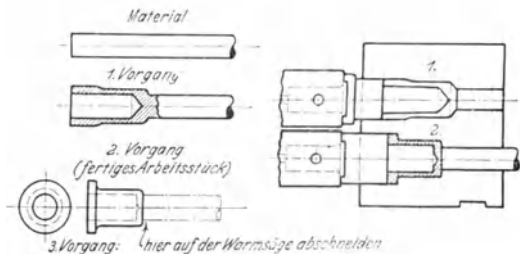


Fig. 62. Schmieden unten geschlossener Büchsen von der Stange.

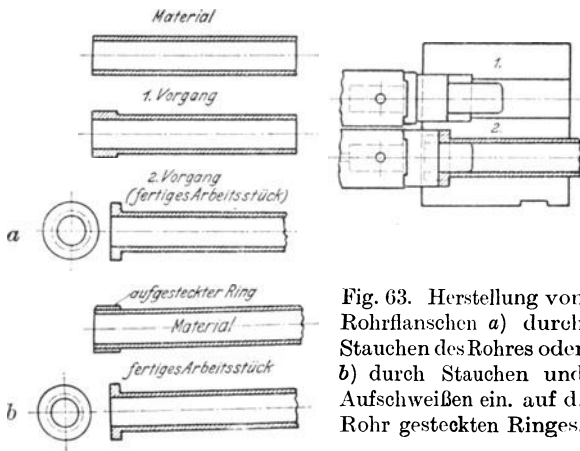


Fig. 63. Herstellung von Rohrflanschen a) durch Stauchen des Rohres oder b) durch Stauchen und Aufschweißen ein. auf d. Rohr gesteckten Ringes.

Die Herstellung von Flanschen an Rohren kann entweder durch Stauchen des Rohres in zwei Stufen oder durch Verschweißen eines auf Schweißhitze erwärmten, auf das Rohr geschobenen

Ringes beim Stauchen erfolgen, Fig. 63. In letzterem Falle wird natürlich nur ein Stauchhub der Maschine und nur das untere der beiden Gesenke (2) benötigt.

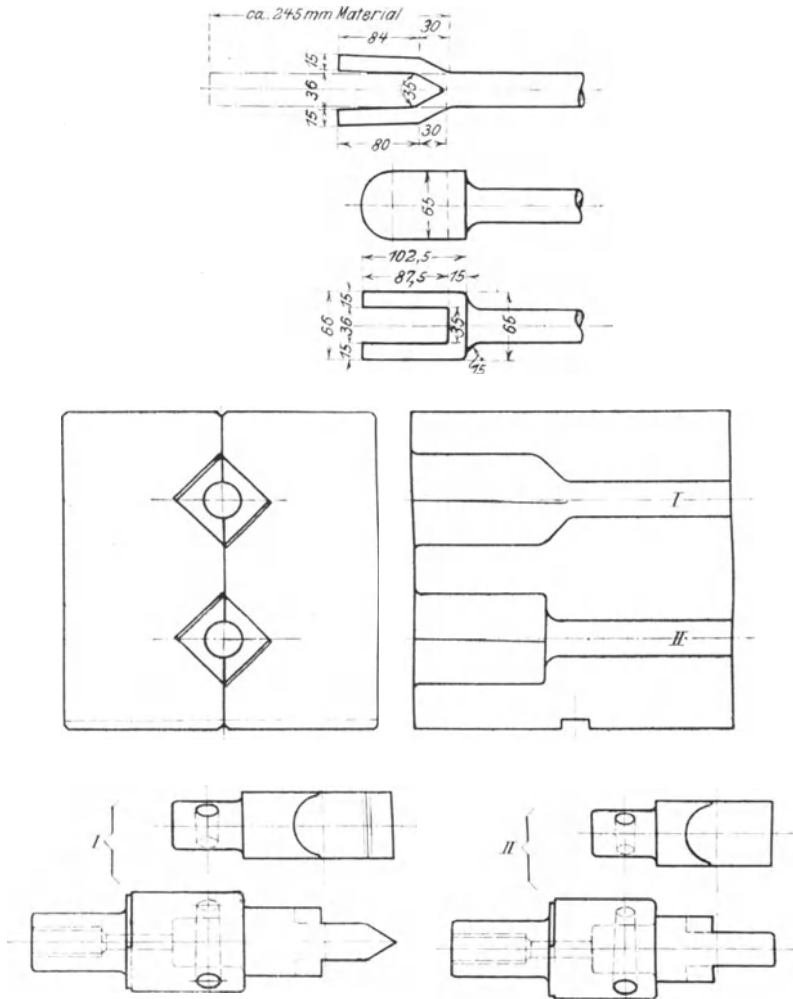


Fig. 64. Schmieden von gabelförmigen Stangenköpfen; erste Art.

Das Schmieden von gabelförmigen Stangenköpfen kann, wenn die Gabel nicht zu weit ist, ebenfalls unmittelbar von der Stange auf der Schmiedemaschine vorgenommen werden, wie

in Fig. 64 veranschaulicht. Im ersten Arbeitsvorgang wird durch die Gesenke I das für den Gabelkopf erforderliche Material sowohl gestaucht als auch gleichzeitig aufgespreizt, sodaß die Gesenke II bei dem zweiten Stauchhube dem Stangenkopf nur die endgültige Form zu geben haben. Bei weiter ausladenden Gabeln ist der Schmiedevorgang im wesentlichen derselbe, nur muß dem ersten Arbeitsvorgang auf der Schmiedemaschine ein Aufschneiden des angewärmten Stangenendes auf entsprechende Länge mittels der Warmsäge vorausgehen, Fig. 65. Wo die Grenze zwischen beiden Herstellungsmöglichkeiten liegt, ist nicht nur von den Abmessungen, sondern auch vom Material der Schmiedestücke abhängig, da sich nicht jedes Material gleich gut oder überhaupt durch einen keilförmigen Stempel zugleich spalten und stauchen läßt.

Das Schmieden der Vorderachsen von Automobilen¹⁾ ist ein schönes Beispiel für die Leistungsfähigkeit und vielseitige Verwendbarkeit der

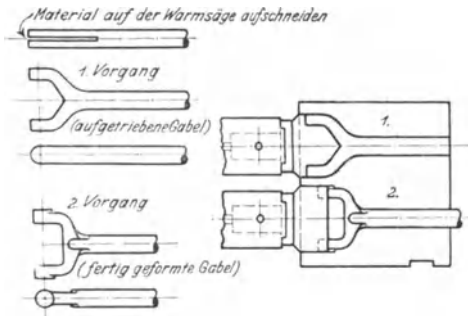


Fig. 65. Schmieden von gabelförmigen Stangenköpfen; zweite Art.

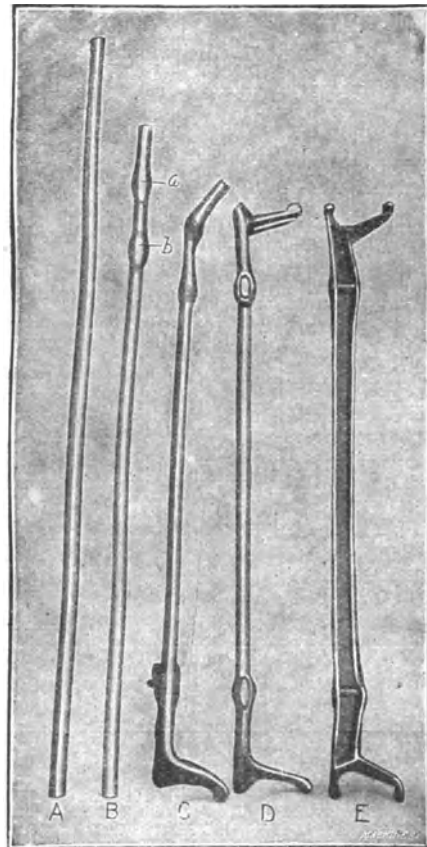


Fig. 66. Herstellungsgang einer Automobilvorderachse.

¹⁾ Aus „Werkstattechnik“ 1917, S. 147—149.

Wagrecht-Schmiedemaschinen sowie für die Bearbeitungsmöglichkeiten, welche sich bei gleichzeitiger Verwendung von Hämmern oder senkrechten Pressen ergeben. Fig. 66 und 67 veranschaulichen die einzelnen Arbeitsstufen beim Schmieden der Achsen. Die erforderliche Stange *A*, Fig. 66 und 67, aus

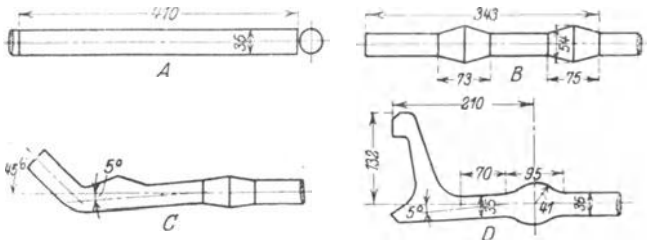


Fig. 67. Herstellungsgang einer Automobil-Vorderachse.
(vgl. Fig. 66).

Vanadiumstahl 35 mm $\varnothing$, ist 1720 mm lang. Die beiden Doppelkegel *a* und *b* werden mit Hilfe der oberen Gesenke in Fig. 68 durch Zusammenstauchen des Stangenendes von 410 auf 343 mm (vgl.

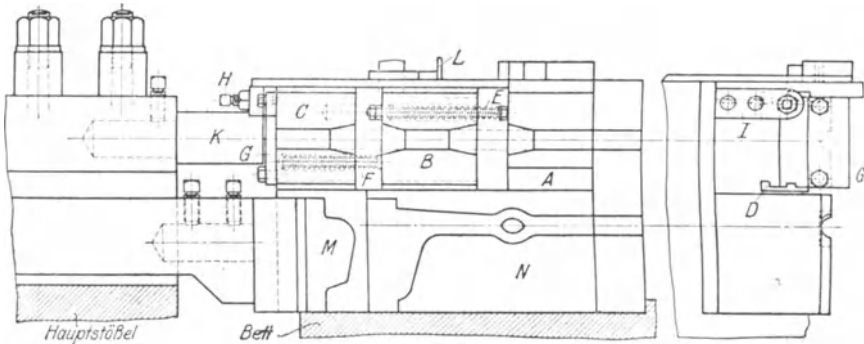


Fig. 68. Gesenke für das Schmieden der Automobil-Vorderachse (Fig. 66 u. 67) auf der Wagrecht-Schmiedemaschine.

Fig. 67 *A* und *B*) hergestellt. Um beide Bunde in einem Hube stauchen zu können, sind die Backen *B* und *C* des Stauchgesenkes, Fig. 68, verschiebbar und durch die Platten *D* geführt. Sie werden im geöffneten Zustande durch die Federn *E* und *F* von *A* bzw. voneinander abgedrückt. *E* ist mit einem Dorn in *B* befestigt, der sich in eine Bohrung von *C* hineinschieben kann, *F* ruht in

einer Bohrung von *C*. Die Backe *C* wird durch die Stellschraube *H* in der am oberen Teil des Gesenkes befestigten Platte *I* in ihrer äußersten Lage festgehalten. Das auf eine Länge von 450—500 mm erwärmte Stangenende wird bis gegen die Anschlagplatte *G* vorgeschoben und beim Schließen der Backen von den zylindrischen Bohrungen derselben festgehalten. Wenn dann der Stößel *K* vor-

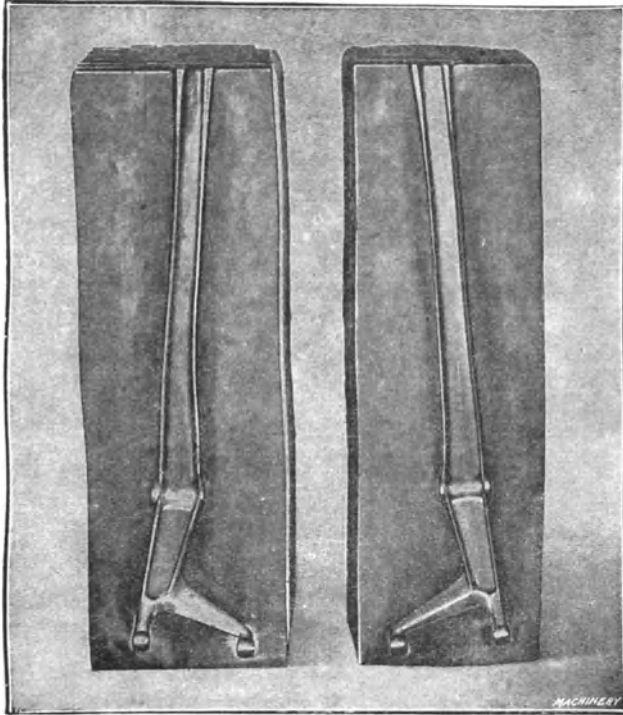


Fig. 69. Fertiggesenk für die Automobil-Vorderachse.
(Fig. 66 u. 67).

geht, wird er zunächst *C* gegen *B* und alsdann beide zusammen vorschieben, bis *B* gegen *A* stößt. Dabei werden die Bunde *a* und *b* gestaucht. Beim Zurückgehen des Stößels öffnen sich die Backen der Matrize und das Arbeitsstück wird herausgenommen, um noch in derselben Hitze mit den oben auf der Matrize befestigten Werkzeugen in die Form *C*, Fig. 66, gebogen zu werden, wobei *L* als Anschlag dient. In einer zweiten Hitze wird das soweit vorgearbeitete Stangenende dann mittels des unteren Gesenkes

M und *N*, Fig. 68, in die Form *D*, Fig. 66 und 67, gebracht. In derselben Weise wird das andere Ende der Achse geschmiedet. Die Fertigformgebung (vgl. *E*, Fig. 66) erfolgt dann in einer weiteren Hitze unter dem Dampfhammer mit Hilfe des in Fig. 69 abgebildeten Gesenkes, wiederum für jedes Ende der Achse gesondert. Die Achse wird etwas über die Hälfte erwärmt, erhält in dem Gesenk 10 Schläge, wird dann abgegrätet und erhält dann nochmals einen letzten Schlag mit dem Gesenk. Nachdem so die Formgebung der Enden beendet ist, wird die Achse in einer weiteren Hitze mit Hilfe einer besonderen Vorrichtung unter der Kurbelpresse auf die genaue Länge von 1335 mm gestreckt.

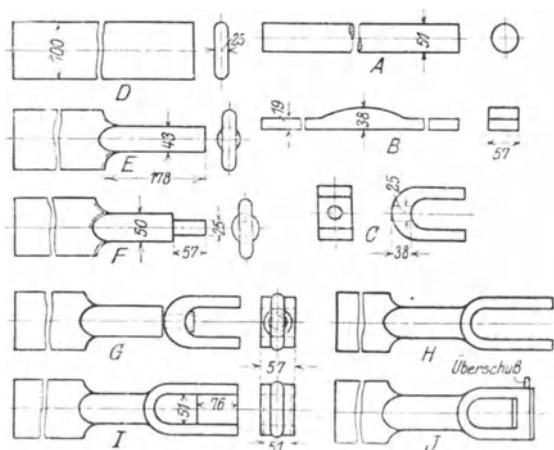


Fig. 70. - Herstellungsgang eines Federgehänges.

Eine wertvolle Ergänzung für die Schmiedemaschine ist die Biegemaschine (wagerechte Kurbelpresse, Fig. 88), durch welche das Verwendungsgebiet der ersteren wesentlich erweitert wird, indem durch Verschweißen auf der Biegemaschine hergestellter Teile mit den auf der Schmiede- oder Stauchmaschine hergestellten sich Formen, insbesondere solche mit starken Querschnittsänderungen oder Hohlräumen, schmieden lassen, für welche das Gesenkschmieden sonst nicht in Frage käme. Als Beispiel diene die Herstellung eines Federgehänges¹⁾ nach Fig. 70. Das Stangenmaterial *A* von 50 mm $\varnothing$ wird unter dem Dampfhammer in die

¹⁾ Aus „Werkstattechnik“ 1917, S. 165.

Form *B* geschmiedet und in einer zweiten Hitze auf der Biegemaschine in die Form *C* gebogen, wobei gleichzeitig das Loch von 25 mm $\varnothing$ in die Mitte des Bügels eingedornt wird. Für den Schaft der Hängestange wird Flacheisen 25 $\times$ 100 mm mit halbkreisförmig abgerundeten Endflächen benutzt, das an einem Ende auf eine Länge von 178 mm auf einen Durchmesser von 43 mm umgeschmiedet (*E*) und nach erneutem Anwärmen in der Schmiede-

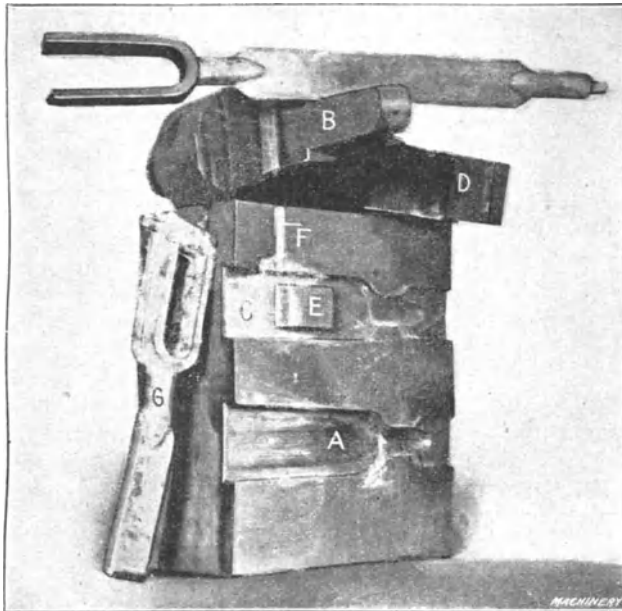


Fig. 71. Gesenke für das Federgehänge Nr. 69 und Arbeitsstufen des letzteren.

maschine auf 50 mm $\varnothing$ aufgestaucht, am Ende dabei gleichzeitig auf 25 mm $\varnothing$ abgesetzt wird (*F*). Diese Verkleinerung des Durchmessers am Ende erfolgt durch den Stauchstempel der Schmiedemaschine, der entsprechend ausgearbeitet ist. Nun wird der Bügel *C* über den eben erwähnten Zapfen geschoben (*G*) und mit diesem soweit vernietet, daß beide Teile beim nachfolgenden Erwärmen zusammenhalten. Nachdem sie auf Schweißhitze gebracht sind, werden sie mittels Gesenk *A* und Stempel *B*, Fig. 71, in die Form *H* gestaucht, wozu ein Stößelhub von 355 mm, also eine schwere Maschine, erforderlich ist. Zwischen die Arme der

Gabel wird, alsdann ein Stück Material 50×50 mm, 75 mm lang gelegt (*I*) und, nachdem beide Teile wieder auf Schweißhitze gebracht sind, mit der Gabel verschweißt, sodaß das fertige Schmiedestück die Form *J* zeigt. Das hierzu benutzte Stauchgesenk *C*, Fig. 71, enthält einen der Aussparung des Stangenkopfes entsprechenden Klotz *E*, um welchen das Material durch den Stempel *D* gestaucht wird. Das überschüssige Material kann durch eine kleine seitliche Bohrung *F* im Gesenk austreten.

C. Fallhämmer, Schmiedepressen, Schmiede- und Biegemaschinen, Abgratpressen

Für das Schmieden im Gesenk kommen in der Hauptsache Hämmer in Frage. Im allgemeinen lassen sich auf Hämmern, insbesondere Fallhämmern, sauberere Schmiedestücke herstellen als auf Pressen, weil beim ersten Schlag der Zunder abspringt und aus dem Gesenk durch einen Preßluftstrahl und mit Hilfe einer Drahtbürste oder durch Abschlagen vom Schmiedestück entfernt werden kann, ehe man dasselbe fertig schmiedet. Bei der Presse wird dagegen das Schmiedestück mit einem einzigen Druck fertiggestellt und dabei Zunder u. dgl. in dasselbe hineingepreßt. Beim Hammer kann man die Schlagstärke nach Bedarf ändern. Da die Zusammendrückung des Materials mit jedem Schlage geringer wird, so steigert sich damit die Oberflächenwirkung der Schläge, d. h. die Oberfläche wird um so glatter und sauberer, je größer die auf ein Schmiedestück ausgeführte Anzahl Schläge ist. Der Hammer gibt also einen größeren Spielraum in der Herstellung der Schmiedestücke. Die Presse ist dagegen dem Hammer stets dann vorzuziehen, wenn es sich um das Schmieden starker Stücke von verhältnismäßig einfacher Form handelt. Der Vorteil der Presse besteht darin, daß sie das Material mit kräftigem, bis ins Innere dringendem Druck durcharbeitet, während beim Schmieden unter dem Hammer die Gefahr besteht, daß nur eine Oberflächenbearbeitung erfolgt, zumal die Dauer der Schlagwirkung nur eine sehr kurze ist. Infolgedessen wird das Gefüge des Materials ungleichmäßig, es treten innere Spannungen auf, die zu Brüchen der fertigen Schmiedestücke führen können. Der Einwand, daß gepreßte Gesenkschmiedestücke eine geringere Festigkeit aufweisen als mit dem Hammer geschmiedete, bedarf des Beweises. Bei gleichem

Material dürfte ein solcher kaum zu erbringen sein. Ein kräftiges Durchkneten des Materials, wie es auf der Presse erfolgt, verbessert dessen Festigkeitseigenschaften. Voraussetzung ist, daß das Material vor dem Schmieden gleichmäßig durchgewärmt ist, damit die Wirkung des Preßdruckes auch wirklich bis in den Kern des Materials eindringen kann und daß der Preßdruck genügend groß ist. Letzterer muß für eine bestimmte Arbeit natürlich bedeutend größer sein als das Fallgewicht des entsprechenden Hammers, bei welchem ja nicht nur das Fallgewicht, sondern auch dessen von der Endgeschwindigkeit abhängiges Arbeitsvermögen in Druck umgesetzt wird, während bei der Presse lediglich der statische Druck wirkt. Dieser muß dem vom Hammer auszuübenden Höchstdruck entsprechen, wenn die Gesenkformen einigermaßen gleich scharf und vollkommen ausgefüllt werden sollen wie beim Schmieden unter dem Hammer. Für Stauch- und Biegearbeiten ist die Presse dem Hammer unbedingt überlegen, ganz abgesehen von der ruhigeren, stoß- und erschütterungsfreien Arbeitsweise, die teure Fundamente und besondere Bauerlaubnis, wie sie für die Aufstellung und Inbetriebnahme von Hämmern erforderlich ist, entbehrlich macht; auch treten bei Pressen seltener Brüche auf als bei Hämmern, bei denen infolgedessen mit höheren Betriebskosten und häufigeren Betriebsunterbrechungen zu rechnen ist, die andererseits im ganzen Aufbau einfacher und in der Anschaffung billiger sind als entsprechende Pressen. Da die Formgebung bei der Presse in der Regel in einem einzigen Hube stattfindet, so ist die Ausnutzung der Schmiedewärme eine bessere, die Wirkung auf die Gesenke ist dagegen ungünstiger.

Um die fertigen Schmiedestücke so schnell wie möglich aus dem Gesenk herauszubringen, sind besondere Ausstoßvorrichtungen erforderlich, denn die Schmiedestücke lockern sich bei Pressen nicht wie bei Hämmern mehr oder minder selbst aus dem Gesenk, sondern sitzen fest und beseitigen dessen Härte. Da, wie aus dem Gesagten hervorgeht, für die Wahl zwischen Hammer und Presse eine ganze Reihe von Gesichtspunkten maßgebend sind, von denen in dem einen Falle die einen, im anderen die anderen ausschlaggebend sind, so kann die Entscheidung nur von Fall zu Fall getroffen werden.

a) Fallhämmer

I. Allgemeines über Konstruktion und Arbeitsweise,
Schlagleistung, Fundament

Die früher behandelten Hämmer (siehe S. 27ff) eignen sich für das Schmieden im Gesenk weniger; in erster Linie und in weit- aus den meisten Fällen werden Fallhämmer verwendet. Bei diesen hat man zu unterscheiden zwischen Riemen- und Brettfall- hämmern, je nachdem, welches Hubmittel zum Anheben des Bären benutzt wird. Die Vorzüge der Riemenfallhämmer bestehen in ihrer einfachen Bauart und ihrem verhältnismäßig niedrigen Preis, der großen erreichbaren Fallhöhe und der infolgedessen mit leich- ten Hämmern zu leistenden großen Schlagarbeit. Nachteile sind das durch die Armkraft des Arbeiters begrenzte Bärgewicht und die durch das Schleifen auf der Riemenscheibe hervorgerufene Reibung und Abnutzung des Riemens, sofern nicht besondere Abhebe- und Aufzugsvorrichtungen angebracht sind, die den Preis und die Einfachheit natürlich beeinträchtigen. In der Regel kann der Schmied den Hammer auch nicht selbst mit dem Fuß be- tätigen, wie den Brettfallhammer, sondern braucht einen Helfer dafür. Als Nachteile der Brettfallhämmer sind die geringe Fall- höhe bzw. die große Bauhöhe der Schmiedewerkstatt zu nennen, die das hochgehende Brett bedingt, die mit Rücksicht auf Be- leuchtung und Lüftung aber der Werkstatt entschieden zum Vor- teil gereicht. Die kinetische Energie des fallenden Brettes, die im Augenblick des Schlages vernichtet wird, erzeugt eine so starke Beanspruchung des Brettquerschnittes, daß dadurch notgedrungen eine Zerstörung des Holzes eintreten muß und eine häufige Er- neuerung desselben die unangenehme Folge ist. Immerhin läßt sich durch Wahl der richtigen Holzart (Buche) dafür Sorge tragen, daß die Auswechselung nicht zu häufig vorgenommen werden muß und der Zeit- und Geldaufwand sich in erträglichen Grenzen hält. Neben der leichteren Bedienung haben die Brettfallhämmer den Vorzug des günstigeren Wirkungsgrades, da Reibungswiderstände wie beim Riemenfallhammer den freien Fall des Bären nicht be- einträchtigen. Sie gestatten ferner die Einstellung einer bestimm- ten Fallhöhe, die für das Schmieden im Gesenk mit Rücksicht auf Güte des Werkstückes, Lebensdauer der Gesenke und die Schmiede- leistung ebenso wichtig ist, wie z. B. die Wahl der richtigen Schnitt-

geschwindigkeiten und Vorschübe bei der Bearbeitung auf spanabhebenden Werkzeugmaschinen. Auch beim Gesenkschmieden muß die günstigste Arbeitsweise durch einen Fachmann ermittelt und an der Maschine so eingestellt werden, daß der Schmied nicht anders arbeiten kann.

Da zur Abwärtsbewegung des Hammerbärs lediglich die Anziehungskraft der Erde, d. h. sein Gewicht, benutzt wird und der Bär zur Erzielung einer bestimmten Leistung auf eine gewisse Höhe gehoben werden muß, so ist dadurch die minutliche Schlagzahl begrenzt und niedriger als diejenige der anderen Hammerarten. Sie liegt etwa zwischen 60 und 15 in der Minute, je nach Fallhöhe und Fallgewicht. Die Fallhöhe bewegt sich etwa zwischen 1,2 und 2 m, bei Riemenfallhämmern mit besonderen Hubvorrichtungen kann sie bis auf etwa 4 m gesteigert werden.

Die Schlagwirkung oder die vom Hammer bei einem Schläge geleistete Arbeit ist in erster Linie abhängig von Gewicht (G_1) und der Endgeschwindigkeit (v_1) des Bärs und der damit verbundenen Teile. Das Arbeitsvermögen ist

$$A_1 = \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g}.$$

Man kann das Arbeitsvermögen also sowohl durch Vergrößerung des Bärgewichtes als auch durch Erhöhung der Endgeschwindigkeit des Bärs erhöhen, bzw. es ist an und für sich gleich, ob v_1 groß und G_1 klein oder umgekehrt. Die Erfahrung lehrt aber, daß zur Bearbeitung stärkerer Schmiedestücke ein großes Bärgewicht nötig ist, welches nicht durch eine hohe Bärgeschwindigkeit ersetzt werden kann, weil bei kleinem Bärgewicht die Schlagwirkung sich nur auf die Oberfläche des Schmiedestückes erstreckt. Es kommt hinzu, daß zur Erzeugung hoher Auftreffgeschwindigkeiten bei Fallhämmern große Fallhöhen erforderlich, wegen der zulässigen Bauhöhe der Hämmer jedoch praktisch nicht ausführbar sind.

Für die Beurteilung der wirklichen Schlagleistung ist jedoch zu berücksichtigen, daß das eigentliche Fallgewicht aus zwei Teilen, dem Bär und dem daran befestigten Gesenk oder der Hammerbahn, besteht und zunächst nur einen dem Gewicht des unteren Teiles, des Gesenkes, entsprechenden Schlag ausübt, daß erst dann der obere Teil, der Bär selbst, zur Wirkung kommt und daß schließlich nur ein Teil der Schlagwirkung desselben für die

Schmiedearbeit nutzbar gemacht wird, weil zunächst die Rückprallararbeit des unteren Teiles vernichtet werden muß. Die nutzbare Schlagarbeit wird in dem Maße steigen, je fester und starrer die Verbindung zwischen Bär und Gesenk bzw. Hammerbahn ist. Das Verhältnis dieser Nutzarbeit zum Gesamtarbeitsvermögen ist um so größer, je größer das Gewicht des Bären gegenüber dem des Gesenkes ist. Auf jeden Fall soll der Bär schwerer sein als das Gesenk. Man ist oft enttäuscht, wenn man findet, daß trotz der Erhöhung des Gesenkgewichtes die Schlagwirkung sich nicht im entsprechenden Verhältnis erhöht hat. Man hätte statt dessen das Gewicht des Bärs erhöhen oder aber für eine ganz feste und starre Verbindung von Bär und Gesenk sorgen müssen. (Will man das Zurückprellen des Bärs verhüten, so braucht man nur über dem Bär ein loses Gewicht anzubringen oder den Bär aus zwei nicht fest miteinander verbundenen Teilen herzustellen, von denen nur der untere Befestigungsvorrichtungen für das Gesenk besitzt.)

Nimmt man aber an, daß die Verbindung zwischen Bär und Gesenk oder Hammerbahn vollkommen starr sei und Verluste der eben besprochenen Art nicht auftreten, so kann das Arbeitsvermögen A_1 trotzdem für das Schmieden selbst, d. h. für die Formgebung des Schmiedestückes, nicht voll nutzbar gemacht werden, da der Amboß nicht vollkommen feststeht, sondern mehr oder minder ausweicht und erschüttert wird, wodurch ein Teil des Arbeitsvermögens aufgezehrt wird. Nach den (hier nicht näher abzuleitenden) Gesetzen vom Stoß zweier unelastischer Körper, von welchen der eine vor dem Stoß in Ruhe war, beträgt der Stoßverlust, d. i. im vorliegenden Falle die die gewünschte Formänderung hervorbringende nutzbare Schmiedearbeit:

$$A_2 = \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g} \cdot \frac{G_2}{G_1 + G_2}$$

wobei G_2 = Gewicht von Amboß + Schabotte + Schmiedestück.

Je größer A_2 , desto geringer ist das die Erschütterung hervorrufoende Arbeitsvermögen

$$\begin{aligned} A_3 &= A_1 - A_2 \\ &= \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g} - \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g} \cdot \frac{G_2}{G_1 + G_2} = \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g} \left(1 - \frac{G_2}{G_1 + G_2} \right) \\ &= \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g} \cdot \frac{G_1}{G_1 + G_2} \end{aligned}$$

Daraus folgt: Je größer G_2 gegenüber G_1 , d. h. je größer das Gewicht der Schabotte (+ Amboß + Schmiedestück) gegenüber dem des Bärs, desto kleiner ist der durch Erschütterungen entstehende Arbeitsverlust (A_3), desto geringer sind die Erschütterungen. Der Wirkungsgrad, d. h. das Verhältnis der nutzbaren zur theoretischen Schlagarbeit, ist also

$$\eta = \frac{A_2}{A_1} = \frac{G_2}{G_1 + G_2}.$$

Bei ausgeführten Hämmern beträgt das Gewicht der Schabotte das Zehn- bis Zwanzigfache des Bärgewichtes. Es ist also für:

$$G_2 = 10 G_1 : \eta = \frac{10}{11} = 0,91$$

$$G_2 = 15 G_1 : \eta = \frac{15}{16} = 0,938$$

$$G_2 = 20 G_1 : \eta = \frac{20}{21} = 0,95.$$

Eine Steigerung des Schabottengewichtes über das Fünfzehnfache des Bärgewichtes bringt demnach keinen erheblichen Vorteil mehr. Deshalb geht man meistens über diese Grenze auch nicht hinaus, weil andererseits mit dem Schabottengewicht auch die Transportschwierigkeiten wachsen.

(Da die Erschütterungen nicht lediglich von dem Fallgewicht als solchem, sondern von dem Arbeitsvermögen $\left(\frac{G_1 v_1^2}{2g}\right)$ desselben hervorgerufen werden, so wäre es natürlich richtiger, das Schabottengewicht nicht nach dem Fallgewicht, sondern nach dem auch von der Auftreffgeschwindigkeit desselben abhängigen Arbeitsvermögen zu bemessen.)

Bei der oben angegebenen üblichen Art der Berechnung der nutzbaren Schmiedearbeit und des Wirkungsgrades ist der Einfluß des Materials und der Temperatur des Schmiedestückes sowie der Einfluß des Fundamentes nicht berücksichtigt. Von dem elastischen Verhalten des Fundamentes bzw. des Erdreiches ist aber die für die Formgebung des Schmiedestückes verfügbare Schmiedearbeit ebenfalls abhängig. Je mehr die Schabotte bei dem Schlage in der Schlagrichtung beschleunigt wird und ausweicht, desto weniger Arbeit nimmt das Schmiedestück selbst auf. Neben dem Gewicht der Schabotte ist daher auch der Ausweichweg derselben von Einfluß auf die durch den Bär erzeugten Druckkräfte bzw. die wirkliche Schmiedearbeit desselben. Ist

P = zwischen den Gesenken auftretender Druck in kg,

s_1 = Eindringtiefe des Obergesenkes in das Schmiedestück in mm,
 s_2 = Eindringtiefe des Untergesenkes in das Schmiedestück in mm,
 s_3 = Ausweichweg der Schabotte in mm,

$$\text{dann ist } A_1 = \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g} = \frac{P \cdot (s_1 + s_2 + s_3)}{1000} \text{ mkg}^1).$$

Von den drei Einzelwegen ist nur s_3 , der Ausweichweg der Schabotte, einigermaßen gleichbleibend. Er beträgt 1—3 mm, je nach der Art des Baugrundes und der Zwischenlage zwischen Schabotte und Fundament, und wird mit der Länge der Betriebsdauer infolge der Verdichtung des tragenden Erdreiches und der verminderten Elastizität der Zwischenlage immer kleiner. Damit wird $s_1 + s_2$, die Eindringtiefe der Gesenke in das Schmiedestück, und somit die nutzbare Schlagarbeit größer. Der Verhältnis von nutzbarer zu theoretischer Schlagarbeit wird also im Laufe der Zeit günstiger.

Da das Arbeitsvermögen des Bärs bei gleichbleibender Fallhöhe dasselbe bleibt, so nimmt auch im Verlaufe des Schmiedens mit der bei jedem Schlag abnehmenden Eindringtiefe der Gesenke in das Schmiedestück und unter der Voraussetzung, daß der Schabotteausweichweg nicht entsprechend größer wird, der Schmiededruck P zu. Das ist aber nur der Fall, wenn das Schabottengewicht ausreichend groß ist und das Fundament bzw. das Erdreich genügend Widerstand leistet. Diese Drucksteigerung ist zur Überwindung der mit dem Abkühlen des Schmiedestückes geringer werdenden Bildsamkeit des Materials und des mit dem Ausfüllen der Gesenkformen zunehmenden Fließwiderstandes sowie mit Rücksicht auf scharfes Ausfüllen der Gesenkformen und Bildung eines dünnen Grates sehr erwünscht. Es ist daher einleuchtend, wie wichtig hohes Schabottengewicht, widerstandsfähiges Fundament und fester Baugrund ist, denn hierdurch wird letzten Endes die Größe des für ein bestimmtes Schmiedestück erforderlichen Hammers bestimmt. Daraus erklärt sich auch, warum derselbe Hammer nicht an allen Orten gleich gut arbeitet.

Für die Größe des für ein bestimmtes Schmiedestück erforderlichen Hammers sind eine ganze Reihe weiterer Faktoren — Ma-

¹⁾ Vgl. Werkstatttechnik 1918, S. 13 ff., Schneider: Das Schmieden unter Hämmern und Pressen.

terial, Schmiedetemperatur, Form des fertigen Teiles und des vorgearbeiteten Materials, erforderliche Maßhaltigkeit usw. — mitbestimmend, sodaß eine rechnerische Ermittlung nur unter bestimmten Annahmen und nur mit gewissen Fehlergrenzen möglich ist (vgl. S. 58). Daher wird es praktisch meist vorgezogen, durch Versuche den passendsten Hammer zu ermitteln. Dasselbe gilt für die für ein Schmiedestück erforderliche Gesamtschlagzahl, d. h. für die zur Herstellung desselben aufzuwendende Gesamtarbeit, die sich hier nach Bedarf einfach durch die Schlagzahl regeln läßt.

Für die Schmiedearbeit wäre es nach dem Ausgeführten also am besten, wenn das Fundament der Schabotte möglichst unelastisch und starr ausgeführt würde, weil dann das Arbeitsvermögen des niederfallenden Bärs vollkommen ausgenützt würde. Erfahrungsgemäß widersteht aber kein unelastisches Material den Schlägen oder Stößen auf die Dauer. Außerdem ist zur Vermeidung allzu starker Erschütterungen der Umgebung und der Gebäude ein elastisches Fundament erforderlich. Zwischen das Fundament und das Hammergestell bzw. die Schabotte wird eine elastische Zwischenlage — in der Regel Hartholz oder harter Filz — gelegt, um die Erschütterungen und Geräusche zu dämpfen. Polster aus Gummi verlieren bald ihre Elastizität, da Gummi durch Öl zerstört wird; Filz setzt sich voll Staub und Schmutz und wird ebenfalls unelastisch. Am besten ist möglichst zähes Holz (Eiche) von mindestens 50 mm Stärke.

Das Fundament muß ferner ein Einsinken des Hammers und Schiefstellen desselben verhindern. Bei schiefstehendem Hammer fällt der Bär nicht mehr senkrecht, sondern drückt auf eine Führung stärker als auf die andere; die Reibung nutzt dieselbe stark ab und verhindert freien Fall des Bären.

Über die zweckmäßigste Ausführung des Fundamentes für die Schabotte gehen die Ansichten sehr auseinander; es werden teils vollkommen starre, teils elastische Konstruktionen empfohlen, letztere überwiegen und sind aus den angegebenen Gründen sowohl mit Rücksicht auf den Hammer als auch auf die Umgebung vorzuziehen. Welche Fundierungsart die beste ist, ist schwer zu sagen, angesichts der verschiedenartigen Verhältnisse, insbesondere der verschiedenen Bodenbeschaffenheit, die man bei Aufstellung eines Hammers zu berücksichtigen hat.

Nimmt man ein kleineres Stück Eisen auf die Knie und benutzt es als Amboß, so kann man nur leichte Schläge aushalten; beträgt das Gewicht des Eisenklotzes dagegen 30—40 kg, so kann man schon recht starke Schläge ertragen, wie jeder aus Erfahrung weiß. Das Schabottengewicht ist also maßgebend für die Größe und Ausführung des Fundamentes. Man könnte, wenn die Schabotte entsprechend schwer ausgeführt würde, ganz ohne Fundament auskommen. Mit Rücksicht auf die Kosten und die Transportschwierigkeiten läßt sich das praktisch aber nicht ausführen.

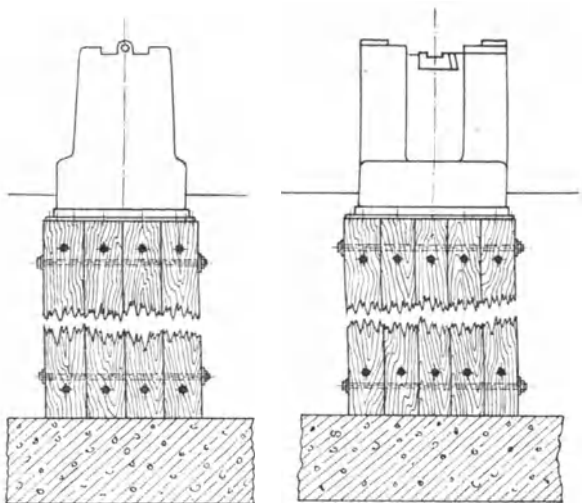


Fig. 72. Fallhammer - Fundament.

Im allgemeinen sind für leichte Schabotten (etwa bis zum Zwölffachen des Fallgewichtes) aus Holzbalken gezimmerte Fundamente vorzuziehen, weil die Schabotte selbst nicht imstande ist, den Schlag aufzufangen. Es muß also ein federndes Fundament vorhanden sein, anderenfalls es mit der Zeit zertrümmert wird oder die Gesenke brechen. Dasselbe gilt für harten Boden. Der Nachteil der Holzfundamente liegt darin, daß die Balken mit der Zeit faulen, also nur eine beschränkte Lebensdauer haben. Bei schweren Schabotten sind Betonfundamente vorzuziehen, weil es sich hier in der Hauptsache darum handelt, das Einsinken zu verhüten, weniger darum, die Schläge aufzufangen.

Für Fundamente ganz kleiner Hämmer genügt vielfach ein Stapel kreuzweise übereinandergelegter Holzbalken, bei schweren Hämmern dagegen stellt man die Balken aufrecht. Die Ausführung eines solchen, aus Balken gezimmerten Fundamentes zeigt Fig. 72. Auf den Boden der Grube wird eine starke Betonschicht aufgebracht, auf diese werden Balken aus Zedern- oder Kastanienholz von 25×25 bis 30×30 cm Querschnitt gestellt, die durch Schraubenbolzen zusammengehalten werden und dadurch einen geschlossenen Klotz bilden. Der Klotzquerschnitt ist so zu bemessen, daß er an allen vier Seiten etwa 10 cm seitlich über die

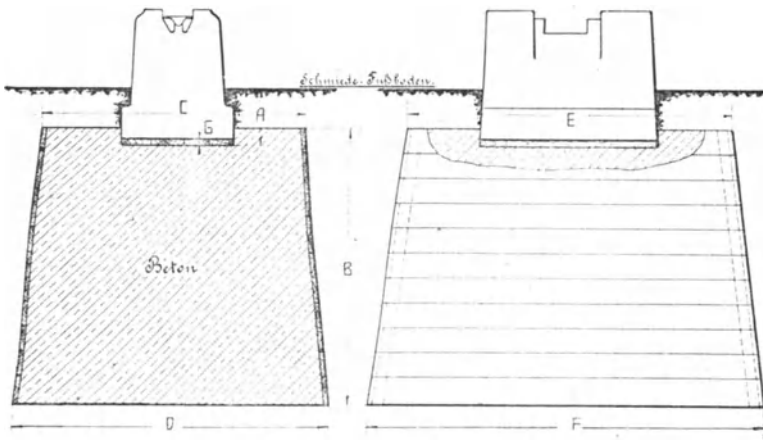


Fig. 73. Fallhammer-Fundament.

Schabottegrundfläche herausragt. Zweckmäßig ist es, die Oberkante des Klotzes etwa 15 cm unter Fußbodenoberkante zu verlegen, um das „Arbeiten“ des Holzes infolge wechselnden Feuchtigkeitsgehaltes zu vermindern. Zedern- und Kastanienholz ist am wenigsten empfindlich gegen Feuchtigkeit. Es ist aber zweckmäßig, die Balken vor dem Einbau mit Kreosot zu tränken oder in anderer Weise gegen Feuchtigkeit zu schützen.

Die Firma Brüder Boye empfiehlt für ihre Fallhämmer (Fig. 78) Betonfundamente nach Fig. 73, welche sich nach ihren Erfahrungen als am wirkungsvollsten und dauerhaftesten erwiesen haben. Die Abmessungen sind aus nachstehender Tafel ersichtlich. Die Tiefe der Betonblöcke richtet sich natürlich nach der Bodenbeschaffenheit. Zwischen Betonklotz und Schabotte liegt

eine Lage Holz als elastisches Zwischenglied. Statt Holz wird auch Leder als Zwischenlage verwendet.

Bärgewicht	A	B	C	D	E	F	G
kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
200	80	2000	1500	1800	1750	2200	40
300	165	1700	1600	2000	2000	2450	40
400	330	1850	1800	2200	2200	2550	40
500	230	2000	2200	2700	2600	3000	40
600	365	2250	2200	2700	2600	3100	40
700	495	2400	2300	2800	2700	3200	40
800	630	2600	2350	2900	2800	3300	40
1000	540	3000	2400	3000	3000	3750	50
1100	635	3150	2400	3000	3000	3800	50
1200	730	3300	2500	3100	3100	3900	50
1300	825	3500	2600	3200	3200	4000	50
1500	800	3700	3000	4000	3500	4500	60

Abmessungen der Fundamente nach Fig. 73.

Auch die bekannte amerikanische Fallhammerfirma, die Billings & Spencer Company, empfiehlt derartige Betonfundamente, „weil dieselben erfahrungsgemäß am wirksamsten und letzten Endes am billigsten sind. Die Herstellungskosten sind zwar höher als bei Holzfundamenten, doch besitzen richtig hergestellte Betonfundamente eine fast unbegrenzte Lebensdauer und erfordern keine Unterhaltungs- oder Erneuerungskosten und Verluste an Arbeitszeit des Hammers, mit denen man bei Holzfundamenten rechnen muß. Betonfundamente setzen den Erschütterungen größeren Widerstand entgegen und erhöhen dadurch die Leistung“.

Bei richtig bemessenem Schabottengewicht und zweckmäßig ausgeführtem Fundament ist eine Befestigung der Schabotte durch Ankerbolzen oder das Vergießen derselben nicht erforderlich. Es genügt, gegen die Seitenflächen der Schabotte Winkelleisen zu legen und diese mit Schrauben am Fundament zu befestigen. Das erleichtert im Notfalle das Abheben und Nachrichten der Schabotte.

2. Riemenfallhämmer

Der Riemenfallhammer in seiner einfachsten Ausführung besteht aus der Schabotte, den beiden daran befestigten Führungstangen für den Bär, dem Bär mit dem Hubriemen und der auf einer Welle sitzenden Riemenscheibe, auf welcher der Riemen liegt.

Statt Lederriemen werden vielfach die billigeren Kameelhaarriemen verwendet. Durch Ziehen am freien Ende des Riemens und den dadurch bewirkten Anpressungsdruck wird er von der Riemenscheibe mitgenommen und der Bär angehoben. Beim Aufhören des Zuges fällt der Bär herab. Der Schmied kann also die Schlagstärke bei jedem Schlage ändern. Um das Schleifen des Riemens auf der Scheibe nach Möglichkeit zu verhüten, werden besondere Riemenabhebevorrichtungen angebracht. Die in Fig. 74 abgebildete besteht aus einem durch zwei Schraubenfedern angehobenen Schwingbügel mit Rollen, über den die am Bärriemen befestigten Lüftriemen laufen. Sobald der Handzug am Bärriemen nachläßt, wird derselbe durch die beiden Federn und den Bügel von der Riemenscheibe gelüftet. Dadurch, daß die Riemenscheibe vom Hammergestell vollkommen getrennt ist, ist sie nebst ihren Lagern gegen die Erschütterungen geschützt. Zum Einsetzen der Gesenke kann der Bär auf eine an der einen Führungstange befestigte, wegschwenkbare Klaue gesetzt werden. Um auch bei Verschleiß eine gute Bärführung zu gewährleisten, ist die eine Führungstange gegen die andere verstellbar.

Der zum Heben des Bärs erforderliche Zug am freien Riemenende ist, außer vom Bärgewicht, abhängig vom Material und der Oberflächenbeschaffenheit des Riemens und der Riemenscheibe und vom Umspannungswinkel beider. Es ist (nach der Formel für den

Riementrieb) $P = \frac{G}{e^{\mu\alpha}}$, wenn

G = Bärgewicht in kg,

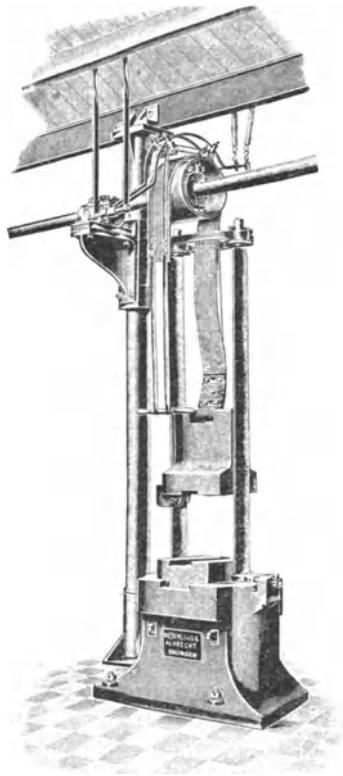


Fig. 74. Riemen-Fallhammer
mit Riemen-Abheber
(Th. Kieserling & Albrecht, Solingen).

$$e = 2,718,$$

μ = Reibungsziffer zwischen Riemen und Riemenscheibe
(= $0,25 \div 6$),

α = der vom Riemen umspannte Bogen der Riemenscheibe
(meist = π , entsprechend einem Spannungswinkel von 180°).

Danach wird der erforderliche Zug $\frac{1}{4} - \frac{1}{6}$ des Bärgewichtes betragen. Diese Arbeitsweise ist daher nur für kleinere Bärweighte anwendbar. Bei größeren Bärweighten und Hubhöhen ist eine mechanische Hubvorrichtung erforderlich. Hierfür gibt es eine ganze Reihe verschiedener Ausführungen.

Bei dem in Fig. 77 abgebildeten Doppelfallhammer wird durch den an der Schabotte gelagerten Steuerhebel und eine Zugstange eine in einem Schwinghebel gelagerte Druckrolle gegen den Riemen und dieser dadurch gegen die Riemenscheibe gepreßt und von letzterer mitgenommen. Beim Loslassen oder Anheben des Steuerhebels wird die Druckrolle durch das Gegengewicht gelüftet und der Bär fällt herab. Bei Verwendung eines Trittsteuerhebels kann der Schmied den Bär selbst steuern. Das Steuern des Hammerbärs mittels der Druckrolle erfordert zwar eine wesentlich geringere Kraftanstrengung als das Ziehen von Hand am Riemen, dagegen dauernd große Aufmerksamkeit, damit der Bär nicht zu hoch fliegt und Beschädigungen oder Unglücksfälle verursacht.

Diesen Gefahren beugt die in Fig. 75 abgebildete Hubvorrichtung vor. Das Kennzeichnende derselben besteht darin, daß die Holzscheibe a , an welcher das Ende des Riemens befestigt ist, keinen kreisförmigen, sondern einen spiralförmigen Kranz besitzt und ihr Umfang etwas größer ist als der größte Hub des Bärs. Die Scheibe sitzt lose auf einer exzentrisch gelagerten Welle und kann mittels des auf letzterer befestigten Hebels b durch Ziehen an der Zugstange bzw. Herunterdrücken des Tritthebels c gegen die Riemenscheibe d gepreßt werden. Dadurch wird der Bär angehoben. Da aber infolge der Spiralform des Kranzes der Scheibe a der Anpreßdruck sich schon bei einer ganz geringen Drehung der Scheibe d verringert, so muß der Tritthebel dauernd weiter heruntergedrückt werden, anderenfalls bleibt der Bär in der erreichten Höhe stehen. Sobald nämlich der Anpreßdruck und die dadurch erzeugte Riemenreibung zum Heben des Bärs nicht mehr genügen, sucht dieser die Scheibe a zurückzudrehen, dabei steigt infolge

der Spiralform des Kranzes sofort der Anpreßdruck, bis Gleichgewicht herrscht. Die Konstruktion zeichnet sich durch große Feinfühligkeit der Steuerung aus; der Bär kann beim Herab-

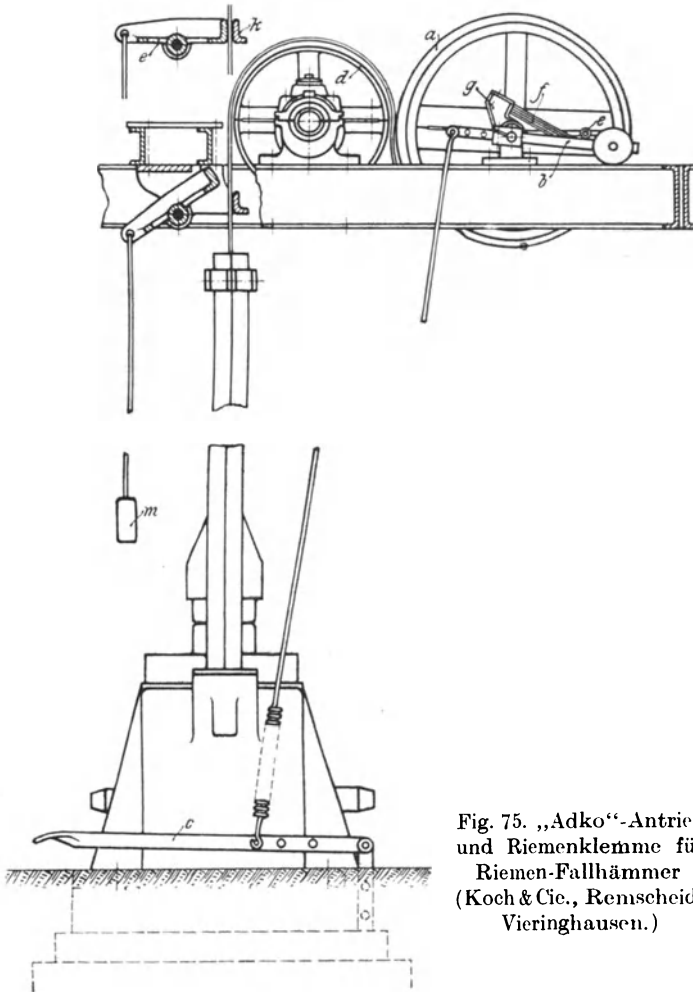


Fig. 75. „Adko“-Antrieb
und Riemenklemme für
Riemen-Fallhämmer
(Koch & Cie., Remscheid-
Vieringhausen.)

fallen durch leichtes Niederdrücken des Tritthebels mehr oder weniger gebremst werden. In der Scheibe *a* sitzt ein Anschlagbolzen *e*, der unmittelbar nach dem Aufschlagen des Bärs gegen die Blattfeder *f* schlägt und dadurch die Rückdrehung der Scheibe begrenzt. Die Blattfeder sitzt in einem Halter *g*, der auf der Welle der Scheibe

a nach Bedarf verdreht und eingestellt werden kann. Bei leichteren Hämmern mit kleinem und mittlerem Hub kann diese Einrichtung erfahrungsgemäß fehlen.

Zum Festhalten des Bärs in jeder beliebigen Höhe dient ferner eine Riemenklemme, bestehend aus einer festen, an der Eisenkonstruktion befestigten Backe *k* und einer beweglichen Backe *l*. Letztere wird durch das an der Zugstange hängende Gegengewicht

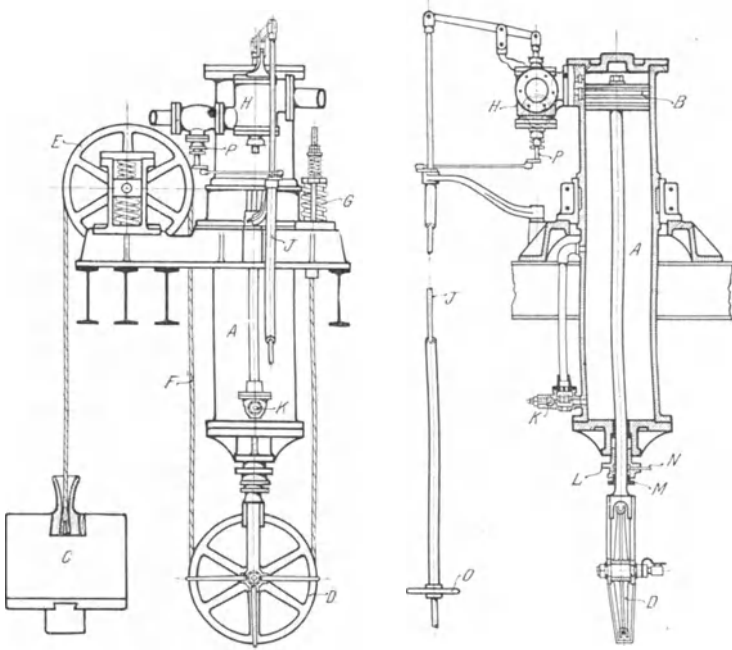


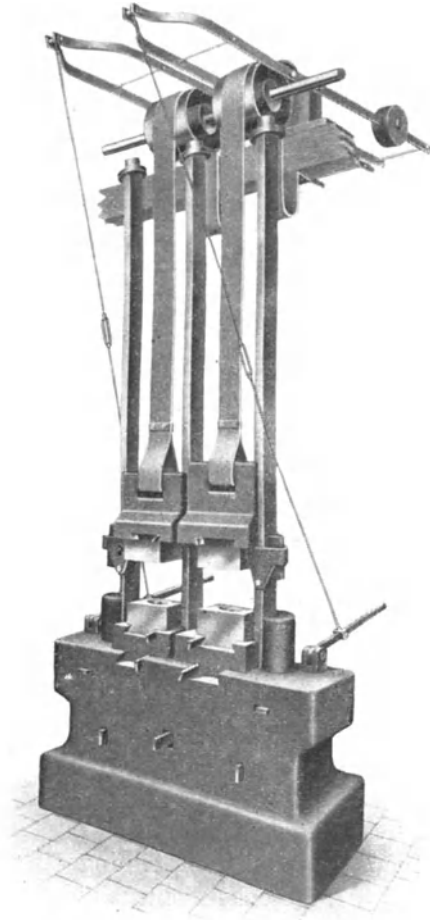
Fig. 76. Fallhammer-Aufzug (Béch  & Grohs, G. m. b. H., Hückeswagen Rhld.).

m in geöffneter, schräger Lage gehalten. Durch Anheben des Gegengewichtes schließt sich die Klemme. Das  ffnen der Klemme erfolgt selbsttätig beim Anheben des Bären durch Niederdrücken des Tritthebels *c*.

Für schwere Fallhämmer ist der in Fig. 76 dargestellte Fallhammeraufzug bestimmt, bei welchem das Anheben des Bärs nicht durch Riemen und Transmission sondern durch ein Drahtseil und eine Dampf- oder Pre lufthebemaschine erfolgt. Bei Dampfbetrieb kann die Abhitze eines Anw rmeofens zur Dampf-

erzeugung benutzt werden. Der im Zylinder *A* arbeitende Kolben *B* hebt beim Niedergang den Bär *C* mittels des über die Rollen *D* und *E* geführten Drahtseiles *F* an. Um die auftretenden Stöße aufzufangen und das Drahtseil zu schonen, ist einerseits das Drahtseil bei *G* federnd aufgehängt, andererseits die Welle der Seilrolle *E* federnd gelagert. Die federnde Aufhängung des Seilendes ist außerdem so ausgebildet, daß Höhenunterschiede in den Gesenken bis etwa 600 mm mittels einer Gewindespindel ausgeglichen werden können. Ein- und Auslaß des Betriebsmittels (Dampf oder Preßluft) wird durch einen Kolbenschieber *H* (oder je ein oben auf dem Zylinder angeordnetes, durch Steuerwelle, Nocken und Steuerhebel betätigtes Ein- und Auslaßventil) mit Hilfe des Gestänges *I* vom Führerstande aus gesteuert. Der untere Zylinderraum ist als

Fig. 77. Doppel-Fallhammer (Riemen-Fallhammer).
(Th. Kieserling & Albrecht, Solingen.)



Kolbengeschwindigkeit sich beim Anheben des Bärs fortschreitend verringert. Die Zylinderdeckel sind durch die Pufferwirkung der Luftkissen gegen Anschlagen des Kolbens geschützt. Ein- und Austritt der Luft im unteren Zylinderraum wird durch das Nadel-

ventil *K* geregelt. Die Kolbenstange wird durch zwei Stopfbüchsen *L* und *M* mit dazwischenliegender Kondenswasserabführung *N* gedichtet. Den unvermeidlichen Druckschwankungen des Betriebsmittels und unnötigen Kondensverlusten wird durch das vom Führerstande aus durch Handrad *O* zu betätigende Drossel- und Absperrventil *P* begegnet. Dadurch werden unnötige Zugbeanspruchungen des Drahtseiles infolge zu schnellen Anhebens des Bärs vermieden. Im Gegensatz zu den Riemenfallhämmern, bei denen der freie Fall des Bärs mehr oder weniger durch die Reibung des auf der Riemenscheibe schleifenden Riemens beeinträchtigt wird, soll dieser Aufzug vollkommen freien Fall des Bärs gestatten, und zwar einmal dadurch, daß beim Umsteuern zum Schlag der Druck im oberen Zylinderraum augenblicklich auf Atmosphärenspannung fällt, zum andern, weil im unteren Zylinderraum niemals Unterdruck herrscht, sodaß auf keiner Kolbenseite dem freien Fall Widerstände entgegenwirken. Der Aufzug ist für Fallgewichte bis zu 4500 kg ausgeführt worden.

Es gibt noch eine Reihe anderer Hubvorrichtungen. Allgemein ist dazu zu sagen, daß der Gesamtwirkungsgrad des Hammers dadurch naturgemäß etwas verschlechtert wird, weil zu demjenigen des Fallhammers selbst noch derjenige der Hubmaschine hinzukommt. Der Wirkungsgrad der letzteren ist aber aus dem Grunde nicht sehr günstig, weil man für den Schmiedebetrieb möglichst einfache, unempfindliche Maschinen verwenden muß, die eine weitgehende Ausnutzung des Dampfes oder der Preßluft nicht ermöglichen. Da die Maschinen indessen nicht dauernd, sondern mit verhältnismäßig großen Pausen arbeiten, so spielt diese ungünstige Kraftausnutzung nicht dieselbe Rolle wie bei ununterbrochen laufenden Maschinen.

Sind die zur Fertigstellung eines Gesenkschmiedestückes erforderlichen Gesenke nicht in einem Stahlblock untergebracht, so kann man statt zweier dicht nebeneinander aufzustellender einfacher Fallhämmer einen Doppelfallhammer, Fig. 77, benutzen. Die Bärgegewichte können gleich oder verschieden groß gewählt werden¹⁾. Die Hämmer haben den Vorteil, daß die benötigten Gesenke unmittelbar nebeneinander liegen und keine unnötigen Temperaturverluste der Schmiedestücke eintreten; sie begünstigen

¹⁾ Die Oberhagener Maschinenfabrik Dan. Heuser in Hagen i. W. wählt z. B. die Bärgegewichte im Verhältnis 1 : 4.

also das Fertigschmieden in einer Hitze. (Das Anpressen des Riemens an die Hubscheibe erfolgt hier durch eine in einem Hebel gelagerte Druckrolle.)

3. Brettfallhämmer

Die beiden Ständer des in Fig. 78 abgebildeten Brettfallhammers besitzen einen durch Rippen gegen Verbiegen gut versteiften Querschnitt und sind mit Schwalbenschwanz und schräg angeordneten Zugschrauben auf der Schabotte befestigt. Sie können mittels Feinstellschrauben einzeln oder gemeinsam verstellt werden, um entweder dem Bär stets eine sichere aber freie Führung zu geben oder das Obergesenk genau nach dem Untergesenk ausrichten zu können. Eine gute Bärführung ist einerseits zur Erzielung genauer Schmiedestücke, andererseits deshalb erforderlich, um ein Ecken des

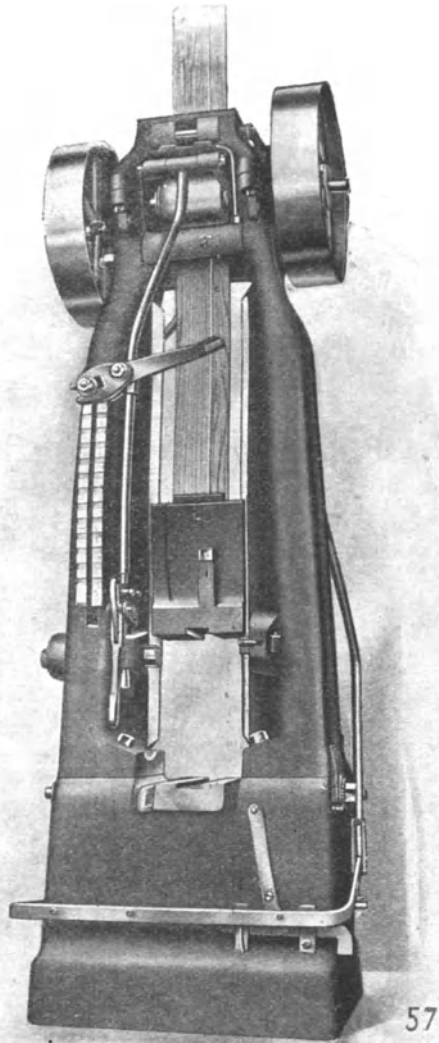


Fig. 78. „Lasco“-Brettfallhammer. (Brüder Boye, Berlin N 37).

Bärs und dadurch verursachte Brettbrüche zu vermeiden. Diese Gefahr besteht besonders bei den ersten Schlägen, wenn starke einseitige Materialverschiebungen am Schmiedestück vorzunehmen sind, das Obergesenk sich also nicht gleichmäßig aufsetzt. In der Schabotte ist die Gesenkhalteplatte mit Doppelkeil befestigt. Auf den Ständern sitzt die Kopfplatte, in welcher die beiden zum Anheben des Bärbrettes dienenden Walzen gelagert sind. Der Antrieb derselben erfolgt durch je eine Riemenscheibe und offenen bzw. gekreuzten Riemen. Über den Walzen sitzen die Klemmbacken zum Festhalten des Bärs in gehobener Stellung: Die vordere Walze ist mit der Steuerstange verbunden, welche die Walzen von- und zueinander bewegt. Die Klemmbacken dagegen sind durch eine an der Hinterseite des Hammers befindliche Stange mit einem Tritthebel verbunden und öffnen sich beim Herunterdrücken desselben, während sie beim Freigeben desselben sich schließen. Zwischen den Walzen und Klemmbacken gleitet das Brett mit dem durch Keile daran befestigten Bär, der beim Hochgehen mit einer mit Hartholz gefütterten Nase gegen den an der Steuerstange sitzenden Steuerhebel schlägt und dadurch die Steuerstange anhebt. Infolgedessen wird die vordere Walze vom Brett abgehoben, sodaß der Bär herunterfällt. Gleichzeitig fällt auch die Steuerstange herunter, die Walzen fassen wieder das Brett, dieses geht mit dem Bär wieder hoch, und das ganze Spiel wiederholt sich, solange der Tritthebel belastet ist. Beim Entlasten desselben schließen sich die Klemmbacken und halten den angehobenen Bär fest, nachdem er beim Hochgehen mit seiner Nase Steuerhebel und Steuerstange ausgelöst und die vordere Walze vom Brett abgehoben hat. Der Steuerhebel, welcher den Bärhub begrenzt, ist an einer Zahnstange des linken Ständers in der Höhe verstellbar, es kann somit die Fallhöhe nach Bedarf eingestellt werden. Im Gegensatz zu der Bauart mit seitlich angeordneter Klinke, auf welche sich der Bär in der Höchstlage aufsetzt, ist bei dem Festhalten des Brettes durch die Klemmbacken ein Ecken des Bären zu Beginn des Falles und eine dadurch bedingte Beeinträchtigung der Schlagkraft nicht zu befürchten. Wegen der verschiedenen Höhe der benutzten Gesenke muß sich die Bärumkehr nach erfolgtem Schlag auf eine der Gesenkhöhe entsprechende Höhenlage einstellen lassen, wenn die Gesenke nicht unnötig lange das Schmiedestück umschließen und sich nicht un-

nötig erwärmen sollen. Zu diesem Zweck kann die in die Fallbahn ragende Nase der am unteren Ende der Steuerstange sitzenden Verriegelung mehr oder weniger weit vorgeschoben und dadurch früher oder später von der an der linken Seite des Bärs befindlichen schrägen Fläche zurückgeschoben werden. Hierdurch wird es der Steuerstange früher oder später gestattet, ihre Abwärtsbewegung zu vollenden, die Hubwalze einzurücken und damit das Anheben des Bärs zu veranlassen. Ein unbeabsichtigtes Fallen des Bärs ist durch eine Verriegelung des Tritthebels ausgeschlossen. Außer der selbsttätigen Steuerung ist noch eine Handsteuerung vorgesehen, damit der Schmied in der Lage ist, nötigenfalls auch starke und schwache Schläge abwechselnd auszuführen. Die Hämmer werden mit Bärgeichten von 200—1500 kg und Fallhöhen von 1500 bzw. 2000 mm ausgeführt. Die kleineren Hämmer bis zu 800 kg Bärgeicht unterscheiden sich in einigen unwesentlichen Einzelheiten von den größeren hier beschriebenen.

Die Beschreibung weiterer Brettfallhämmer erübrigt sich, da sich dieselben nur in Konstruktionseinzelheiten, nicht in ihrem grundsätzlichen Aufbau oder in ihrer Arbeitsweise nennenswert davon unterscheiden.

b) Schmiedepressen

Die Erzeugung des Preßdruckes kann durch Exzenter, Kurbel, Kniehebel, Schraubenspindel und Mutter oder durch Druckwasser erfolgen. Exzenter-, Kurbel- und Kniehebelpressen eignen sich schon wegen ihres unveränderlichen Hubes weniger zum Schmieden und kommen, von den später zu betrachtenden Schmiede- und Biegemaschinen abgesehen, hauptsächlich für das Abgraten der Schmiedestücke in Betracht (siehe S. 124). Spindel- und hydraulische Pressen gestatten infolge ihres veränderlichen Hubes ein Nachpressen der vom Zunder befreiten Schmiedestücke in demselben Gesenk, was bei den erstgenannten Pressen nicht möglich ist, weil ein zweiter Hub mit demselben Gesenk keinen oder nur einen geringeren Druck ausüben würde, nachdem das Schmiedestück um die Zunderstärke dünner geworden ist. Hydraulische Pressen dienen hauptsächlich zum Schmieden großer Teile, wie Kurbelwellen, Schubstangen u. dgl., für welche sonst sehr schwere Hämmer erforderlich wären, finden aber neuerdings immer mehr auch für mittlere und leichte Schmiedestücke Verwendung.

1. Spindelpressen

Die Spindelpressen zeichnen sich im allgemeinen durch eine sehr einfache Bauart aus und sind daher sowohl billig als auch betriebssicher. Sie haben in der Regel ein geschlossenes Rahmen-

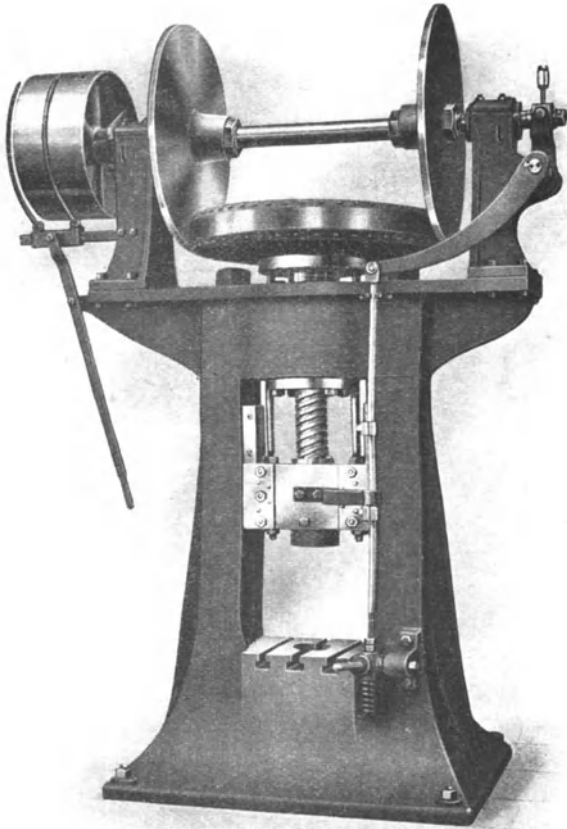


Fig. 79. Spindel-Press
(Maschinenfabrik Hasenclever A. - G., Düsseldorf.)

gestell, wie in Fig. 79, welches bei kleineren Maschinen in einem Stück gegossen, bei größeren aus zwei oder mehr Teilen zusammengesetzt ist. Der im Gestell geführte Stößel wird durch eine kräftige, steilgängige Schraubenspindel, die sich durch das Querhaupt des Gestelles schraubt, auf und ab bewegt. Der Antrieb der Spindel

erfolgt durch ein auf das obere Ende aufgekeiltes Schwungrad, dessen Kranz mit Leder bezogen ist, und zwei auf wagerechter Welle sitzende Reibscheiben, die durch Verschieben der Welle in axialer Richtung abwechselnd gegen den Schwungradkranz gepreßt werden und die Spindel dadurch in entgegengesetzten Drehrichtungen antreiben. Die Steuerung erfolgt durch den am rechten Ständer befindlichen Handhebel, mit dem auch ein Fußhebel verbunden sein kann, oder selbsttätig durch den Stößel mittels eines daran befestigten Armes und der auf der senkrechten Steuerstange verstellbaren Anschläge. Die Umlaufzahl der Spindel und damit die Hubgeschwindigkeit des Stößels nimmt beim Niedergang des letzteren zu, beim Hochgehen ab, weil sich der Durchmesser des Berührungskreises der treibenden Reibscheiben mit dem Schwungrad und damit die Umfangsgeschwindigkeit des letzteren ändert. Der Stößel selbst sowohl als auch das Schwungrad besitzt also eine gewisse kinetische Energie, die im Augenblick des Aufsetzens des Obergesenkes auf das Schmiedestück als Druck an dieses abgegeben wird. Es tritt daher neben der Druck- auch eine gewisse Schlagwirkung auf, die für die Güte der Schmiedestücke vorteilhaft ist. Zur Entlastung der Ständer und zum Schutz gegen Brechen des Gestells sind in dieselben kräftige Zuganker eingezogen, welche die auftretenden Zugkräfte aufnehmen. Nachteilig ist die hohe Umfangsgeschwindigkeit der treibenden Reibscheibe für die Einleitung des Rückhubes des Stößels, indem durch das hierbei zunächst erfolgende starke Gleiten derselben auf dem Spindelschwungrad starker Verschleiß des Lederbelages des letzteren und Kraftverlust auftritt. Um ein Abreißen der Spindel vom Bär beim Erreichen der Höchststellung desselben zu verhüten, ist zwischen Bär und Querhaupt des Gestells eine federnde Klemmvorrichtung angeordnet. Eine Bremsvorrichtung zwischen Querhaupt und Schwungrad verhütet ein Durchgehen der Spindel nach unten und ein Abreißen vom Schwungrad, falls kein Gesenk eingesetzt ist. Bei etwaigem Festbremsen kann das Schwungrad durch einige Hammerschläge gegen die auslösbaren Keile schnell wieder gelöst werden. Zum Schutz gegen Überbeanspruchungen und Beschädigung der Spindel infolge von Prellschlägen ist das Schwungrad lose auf dieselbe gesetzt und durch Stahlbrechbolzen mit ihr gekuppelt, die bei Überlastung abgesichert werden und dadurch die Spindel sofort entkuppeln und entlasten. (Bei anderen Konstruk-

tionen ist statt dessen die Hauptmasse des Schwungradkranzes vom Radkörper getrennt und mit diesem lediglich durch Reibung gekuppelt, so daß sie bei Überlastung auf dem Radkörper gleitet.) Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß diese Sicherheitsvorrichtungen vielfach durch vorschriftswidrige Abänderung seitens der Bedienungsmannschaften ganz oder teilweise unwirksam gemacht werden. Spindelpressen werden etwa für Höchstdrucke von 15–800 t bei einem Hub von 150 bzw. 700 mm gebaut.

2. Hydraulische Pressen

Man hat zu unterscheiden zwischen rein-hydraulischen und den sogenannten dampfhydraulischen Pressen.

Das zum Betriebe der rein-hydraulischen Pressen benötigte Druckwasser kann entweder unmittelbar von der Pumpe oder von einem Akkumulator geliefert werden. Die erste Art hat lediglich den Vorteil der niedrigeren Anlagekosten, denen aber erhöhte Betriebskosten gegenüberstehen. Jede Presse erfordert eine Pumpe, die nach der Höchstleistung der Presse, d. h. sehr reichlich bemessen werden muß. Da diese aber nur während einer kurzen Zeit jedesmal auftritt, so kann der Antriebsmotor auch nur während dieser Zeit mit günstigem Wirkungsgrad arbeiten. Pumpe und Motor müssen eben unnötig groß gewählt werden. Arbeitet die Pumpe nur während des Preßhubes, dann muß sie, um jederzeit anlaufen zu können, ohne Schwungrad ausgeführt werden; arbeitet sie dauernd — wobei das Wasser, wenn es in der Presse nicht gebraucht wird, durch eine Umlaufvorrichtung dem Sammelbehälter wieder zugeführt wird —, dann wird während des größten Teiles der Arbeitszeit unnötige Arbeit geleistet. Der Energieverbrauch ist in beiden Fällen sehr groß. Da außerdem die Erzeugung des zum Pressen erforderlichen Druckes eine gewisse Zeit beansprucht, so arbeiten derartige Anlagen sehr langsam und sind für Gesenkschmieden nicht brauchbar. Man wählt vielmehr die Ausführung mit Pumpe und Akkumulator, wobei die Pumpe dauernd arbeitet und das Wasser nicht dem Preßzylinder unmittelbar, sondern dem Akkumulator zuführt. Die während der Arbeitspausen der Presse von der Pumpe geleistete Arbeit wird im Akkumulator aufgespeichert, um im Augenblick des Bedarfes von diesem an die Presse abgegeben zu werden. Die Pumpe braucht also nur für eine Durchschnittsleistung berechnet zu sein

und kann als Schwungradpumpe mit günstigerem Energieverbrauch ausgeführt und auch für Transmissionsantrieb eingerichtet werden, wenngleich der elektrische Antrieb der empfehlenswerteste sein dürfte. Dabei steht das Druckwasser jederzeit zur Verfügung, sodaß die Presse wesentlich schneller arbeiten kann als bei Betrieb ohne Akkumulator.

Der Akkumulator besteht aus einem senkrecht stehenden Zylinder mit einem durch Gewichte oder Druckluft belasteten Tauchkolben, durch welchen das Preßwasser den nötigen Druck erhält. Die Druckluftakkumulatoren haben den Gewichtsakkumulatoren gegenüber den Vorzug, daß infolge des Fortfalles der Gewichte die bewegten Massen geringer sind, und daß infolgedessen die bei starker Wasserentnahme und plötzlichem Abschließen des Wasserzuflusses zur Presse am Ende des Preßhubes entstehenden Stöße wesentlich schwächer sind, weil die zu verrichtende kinetische Energie der anzuhaltenden Massen entsprechend geringer ist. Diese Stöße müssen natürlich von der Rohrleitung, den Flanschenverbindungen, Ventilen und sonstigen dem Wasserdruck ausgesetzten Teilen aufgenommen werden und können diese zerstören. Dieselben Stöße treten auch auf, wenn die Presse durch Aufeinandertreffen der Gesenke oder beim Pressen bereits zu stark erkalteten Materials plötzlich zum Stehen kommt. Beim Druckluftakkumulator werden die, wie gesagt, an sich geringeren Stöße außerdem noch durch die Elastizität der während der Wasserentnahme etwas expandierten Druckluft aufgefangen und gemildert. Eine gewisse Druckerhöhung am Ende des Preßhubes ist für scharfes Ausprägen des Gesenkschmiedestückes natürlich erwünscht, sie darf aber mit Rücksicht auf die ganze Pressenanlage sich nur in bescheidenen Grenzen halten. Um allzu rasches Sinken des Akkumulators und die damit verbundenen schädlichen Folgen zu verhüten, müssen außer den üblichen Sicherheitsventilen in die Rohrleitungen Rohrbruchventile eingebaut werden, welche bei stärkerem Undichtwerden der Leitung den Wasserabfluß aus dem Akkumulator verringern oder ganz sperren.

Hat der Akkumulator seine Höchststellung erreicht, so muß die Pumpe oder die weitere Wasserzufuhr zum Akkumulator ab- und nach dem Sinken des letzteren wieder angestellt werden. Dieses Umschalten muß der Akkumulator selbst besorgen, damit man nicht dauernd einen Wärter benötigt und auf dessen Aufmerk-

samkeit angewiesen ist. Das Ab- und Anstellen der Wasserzufuhr kann z. B. durch Anheben und Wiedereintauchen der Saugventile durch den Akkumulator in seinen entsprechenden Stellungen bewirkt werden, wenn man statt dessen nicht durch eine Umlaufvorrichtung das überschüssige Wasser dem Sammelbehälter zuführt, was natürlich unnötigen Arbeitsaufwand bedeutet. Das Ab- und Anstellen der Pumpe geschieht am einfachsten bei elektrischem Antrieb derselben, indem der Motor durch automatische, vom Akkumulator betätigte Anlasser stillgesetzt und wieder angelassen wird. Damit dieses Wechselspiel sich nicht zu oft wiederholt und statt zu einer Ersparnis zu einem durch die hohen Anlaufstromstärken bedingten Strommehrverbrauch führt, darf der Akkumulator allerdings nicht zu klein bemessen sein. Außerdem soll der Presse nur während des eigentlichen und wirklichen Preßweges Preßwasser vom Akkumulator zugeführt werden, während bis zum Auftreffen des Obergesenkes auf das Schmiedestück der Preßzylinder mit Wasser von niedrigerem Druck aus dem hochliegenden Sammelbehälter „vorgefüllt“ wird. Das Vorfüllen muß so schnell wie möglich erfolgen, damit die Leerwege des Preßkolbens in kürzester Zeit zurückgelegt werden. Daher sind Vorfülleitungen von großem Querschnitt erforderlich. Zum Auffangen der beim plötzlichen Schließen des Vorfüllventiles infolge der großen in Bewegung befindlichen Wassermengen zu erwartenden Stöße ist ein Windkessel einzubauen. Beim Hochgehen des Preßkolbens muß das aus dem Zylinder verdrängte Wasser durch das Vorfüllventil unmittelbar dem Sammelbehälter wieder zugeführt werden.

Die Steuerungseinrichtungen für das zum Betriebe der Presse erforderliche Wasser müssen so einfach und betriebssicher wie möglich, leicht zu bedienen und instand zu halten sein und ein feinfühliges und möglichst stoßfreies Steuern gestatten. Nicht nur beim Preßhube ist große Geschwindigkeit erforderlich, sondern auch das Umsteuern in den Rückhub und dieser selbst muß so schnell wie möglich erfolgen, um die Berührung zwischen Schmiedestück und Gesenk zwecks Schonung des letzteren so kurz wie möglich zu halten. Die Geschwindigkeit der Bewegungen überhaupt bestimmt natürlich die Arbeitszeit für ein Schmiedestück. Da die Steuerung des Preßwassers dauernd unter dem hohen Druck derselben steht, so ist das Dichthalten derselben sehr schwierig. Hier

liegt wohl der schwächste und schwierigste Punkt einer solchen Pressenanlage.

Bei den sogenannten dampfhydraulischen Pressen wird anstelle der Pumpe und des Akkumulators ein Dampftreibapparat zur Erzeugung des Preßwasserdruckes benutzt. Der Treibapparat besteht aus einem Dampfzylinder, dessen verlängerte Kolbenstange den Kolben des Preßwasserzylinders bildet, und kann neben der Presse oder auf derselben angeordnet sein. Auf die Vor- und Nachteile beider Anordnungen wird weiter unten näher eingegangen. Dampf- und Preßwasserdruck stehen im Verhältnis der wirksamen Flächen des Dampf- und des Preßwasserkolbens. Der Dampfdruck beträgt etwa 8—10 kg/qcm, der Preßwasserdruck 400—500 kg/qcm. Da hier der Dampf und nicht das Preßwasser gesteuert wird, so können höhere Preßwasserdrucke angewendet werden als bei den rein-hydraulischen Pressen. Dabei fallen nicht nur die erwähnten Schwierigkeiten der Dichtung der Preßwassersteuerung fort, sondern die Steuerung des Dampfes ist auch wesentlich einfacher, und gleichzeitig kann infolge des höheren Preßwasserdruckes der Preßzylinder im Durchmesser kleiner gehalten werden. Dem steht allerdings als Nachteil gegenüber, daß die Treibapparate fast ausnahmslos nicht mit expandierendem Dampf, sondern als Volldruckmaschinen mit hohem Dampfverbrauch arbeiten. Dieser Nachteil wird jedoch zu einem großen Teil durch die einfache Bauart und andererseits durch die bei rein-hydraulischen Pressen durch Undichtigkeit entstehenden Druckwasserverluste ausgeglichen. Die Expansion des Dampfes auszunutzen und den Dampfverbrauch dadurch zu vermindern ist zwar versucht, bietet aber konstruktive Schwierigkeiten und hat außerdem den grundsätzlichen Nachteil, daß mit der Expansion des Dampfes naturgemäß der Dampf- und Preßwasserdruck sinkt, während mit fortschreitendem Hub eher ein gesteigerter Preßdruck benötigt wird. Die dampfhydraulische Presse ist besonders für solche Fälle geeignet, wo nur eine einzige Presse betrieben wird, weil die Anlage durch Fortfall von Pumpe, Akkumulator, Hochdruckleitung usw. wesentlich billiger wird. Die Bedienung und Instandhaltung ist ebenfalls einfacher. Der Aufbau der Presse selbst ist im wesentlichen derselbe wie bei einer rein-hydraulischen Presse, auch das dort bezüglich des Vorfüllens des Preßzylinders und der sonstigen Einrichtungen Ausgeführte gilt in gleicher Weise.

Für die Wahl zwischen rein-hydraulischen und dampfhydraulischen Pressen sind außer den angedeuteten noch verschiedene andere, aus den jeweiligen Betriebsverhältnissen sich ergebende Gesichtspunkte zu berücksichtigen; jedenfalls darf der günstigere Wirkungsgrad, z. B. einer rein-hydraulischen Presse allein nicht ausschlaggebend sein. Andererseits ist die rein-hydraulische Presse wegen der bereits erwähnten, am Ende des Preßhubes durch die in Bewegung befindlichen Massen des Akkumulators bewirkten Drucksteigerung gerade für ausschließliches Schmieden im Gesenk geeignet. Dieser Fall wird aber sehr selten vorliegen. Soll die Presse ausschließlich zum Schmieden im Gesenk dienen, so kann sowohl die Presse selbst als auch die Preßwassererzeugungsanlage wesentlich kleiner und billiger hergestellt werden, als wenn sie auch für allgemeine Schmiedearbeiten benutzt werden soll. Das ist auch besonders beim Vergleich mit einem Hammer zu beachten. Für die Berechnung der Gestehungskosten eines Schmiedestückes ist außerdem die viel größere Arbeitsdauer beim Schmieden unter dem Hammer und das dabei oft erforderliche mehrmalige Anwärmen des Schmiedestückes zu bedenken.

Die in Fig. 80 veranschaulichte rein-hydraulische Presse ist als Viersäulenpresse ausgebildet. Der Preßzylinder *A* ist auf den vier Säulen *B* befestigt, an denen sich das durch den Preßkolben *C* betätigte Querhaupt *D* führt. An der unteren Fläche des letzteren befinden sich Spannschlitzte zur Befestigung des Obergesenkes. Über dem Preßzylinder ist der Rückzugzylinder *E* angeordnet. Tritt nach Beendigung des Preßhubes das Preßwasser in den Rückzugzylinder, dann wird durch den Kolben *F*, Querhaupt *G* und die Zugstangen *H* das Querhaupt *D* mit dem Obergesenk und dem Preßkolben *C* gehoben und das Wasser aus dem Preßzylinder herausgedrückt. (Der Rückzug des Preßkolbens kann zwecks Ersparnis an Bauhöhe der Presse auch durch zwei seitlich vom Preßzylinder angeordnete Rückzugzylinder erfolgen.) Die Presse arbeitet mit Vorfüllung (vgl. S. 106), d. h. während des leeren Abwärtsganges des Preßkolbens wird der Preßzylinder mit spannungslosem Wasser gefüllt, wofür ein Windkessel verwendet werden kann, in welchem das Wasser unter einem Druck von etwa 4—5 kg/qcm steht, und in den es beim Rückzug des Preßkolbens aus dem Preßzylinder wieder zurückgedrückt wird. Statt des Windkessels kann auch ein hochgelegener Behälter vor-

gesehen werden, doch ist die Arbeitsgeschwindigkeit der Presse dann eine geringere als bei Verwendung eines Windkessels. Die Steuerung der Presse erfolgt durch einen einzigen Handhebel. Das Untergesenk wird auf dem ebenfalls mit Spannschlitten versehenen Tisch *J* befestigt, der zum schnellen Entfernen des fertigen Schmiedestückes mit einer Ausstoßvorrichtung ausgerüstet ist. Letztere besteht aus einem Preßwasserzylinder *K*, Kolben *L*, Pleuelstange *M*, Schwinghebel *N* und dem eigentlichen Ausstoßdorn *O*, der beim Herniedergehen des Kolbens *L* von unten gegen das im Untergesenk liegende Schmiedestück trifft und es heraushebt.

In Fig. 81 ist das Getriebe einer dampfhydraulischen Presse mit danebenstehendem Dampftreibapparat dargestellt. Das Querhaupt *A* der Presse wird beim Arbeitshub durch das auf den Tauchkolben *B* im Preßzylinder *C* wirkende

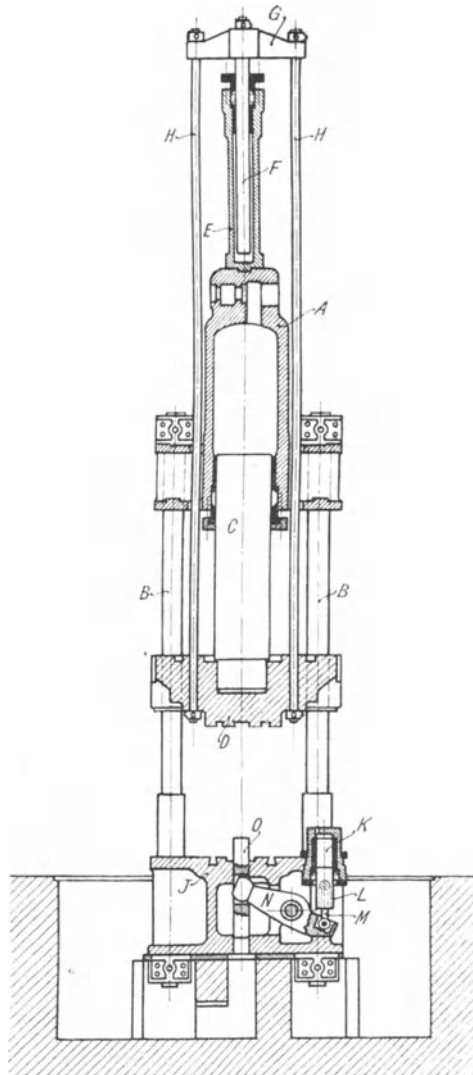
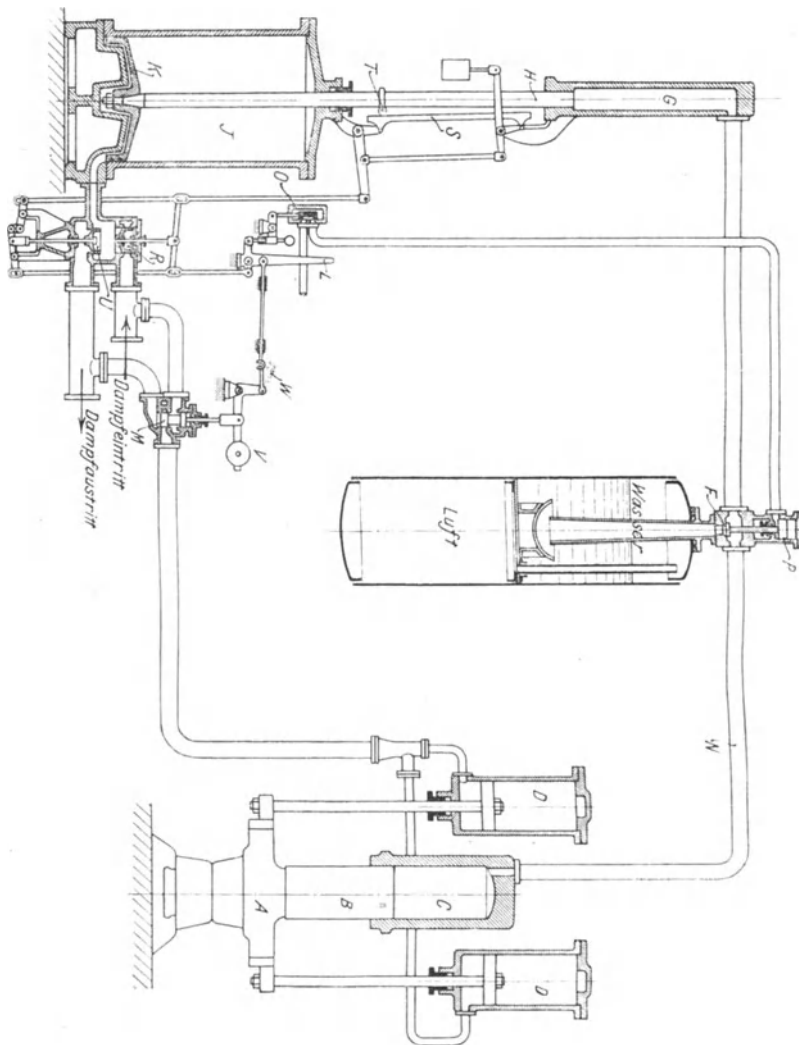


Fig. 80. Rein-hydraulische Presse
(Hydraulik G. m. b. H., Duisburg.)

Preßwasser betätigt, während das Anheben durch zwei Dampfzylinder *D* erfolgt, an deren Kolbenstangen das Querhaupt hängt. Der Wind-

kessel *E* dient dazu, das Vorfüllwasser aufzuspeichern und es dem Preßzylinder beim Niedergehen des Preßkolbens zuzuführen. Die Steuerung erfolgt durch ein Ventil *F*, die Erzeugung des eigent-

Fig. 81. Getriebe einer dampfhydraulischen Presse.



lichen Preßdruckes durch den Dampftreibapparat, bestehend aus dem Preßwasserzylinder *G*, der als Tauchkolben dienenden Kolbenstange *H*, dem Dampfzylinder *J* und dem darin arbeitenden Dampf-
kolben *K*.

Die Arbeitsweise des ganzen Apparates und der Steuerungsorgane läßt sich am einfachsten erklären, wenn man ein ganzes Arbeitsspiel verfolgt und dabei von der in Fig. 81 skizzierten Stellung des Preßkolbens *B* ausgeht. Zum Einlegen des Werkstückes zwischen Ober- und Untergesenk muß das Querhaupt *A* angehoben werden. Dazu wird der Steuerhebel *L* nach rechts umgelegt, um durch das Ventil *M* Dampf in die Rückzugzylinder *D* unter die Kolben einströmen zu lassen. Beim Hochgehen drückt der Preßkolben *B* das Wasser aus dem Zylinder *C* durch das Rohr *N* zunächst in den Zylinder *G* des Treibapparates und schiebt dadurch den Dampfkolben *K* in seine tiefste Stellung. Alsdann wird durch weiteres Umlegen des Steuerhebels *L* nach rechts der Schieber *O* betätigt, welcher nunmehr Dampf unter den Steuerkolben *P* des Ventils *F* eintreten läßt und dieses dadurch öffnet, sodaß beim weiteren Hochgehen der Rückzugkolben das aus dem Preßzylinder *C* verdrängte Wasser gegen den im Windkessel *E* herrschenden Druck in diesen hineingedrückt wird. Sobald das Obergesenk genügend angehoben ist, wird der Hebel *L* in seine Mittellage zurückgeschwenkt, wodurch alle Ventile und Schieber geschlossen und alle Teile zum Stillstand gebracht werden.

Ist das Werkstück eingelegt, so wird der Steuerhebel *L* nach links geschwenkt und dadurch der Kolben des Ventils *M* angehoben, sodaß der Dampf aus den Rückzugzylindern *D* ausströmen kann. Gleichzeitig sinkt das Querhaupt *A* mit dem Preßkolben *B* infolge des Eigengewichtes und des aus dem Windkessel *E* durch das sich öffnende Rückschlagventil *F* und Leitung *N* nachströmenden Wassers. Sobald das Obergesenk sich auf das Werkstück aufsetzt, wird der Steuerhebel weiter nach links geschwenkt, wodurch das Einlaßventil *R* geöffnet wird und Dampf unter den Kolben *K* in den Zylinder *J* eintreten läßt. Beim Hochgehen preßt der Kolben das in den beiden Preßzylindern *G* und *C* und in der Rohrleitung *N* enthaltene Wasser und bringt dadurch den eigentlichen Preßweg des Querhauptes *A* und den erforderlichen Preßdruck hervor.

Die Bewegung des Querhauptes läßt sich genau regeln, indem der Hub des Kolbens *K* des Treibapparates durch den Steuerhebel geregelt wird. Gegen die schrägstehende Stange *S* legt sich eine an der Kolbenstange *H* befestigte Rolle *T*. Wird der Hebel *L* nach links geschwenkt, so wird die Stange *S* der Rolle genähert,

durch diese aber bei der Aufwärtsbewegung auch wieder zurückgedrückt. Diese Zurückbewegung der Stange *S* wird durch das Gestänge auf die Ein- und Auslaßventile *R* und *U* übertragen und beeinflußt dieselben so, daß die Bewegung des Kolbens *K* an jedem beliebigen Punkte unterbrochen werden kann.

Um mit der Presse auch schnell aufeinanderfolgende kurze Hübe ausführen zu können, wie es für das Vorschmieden und für

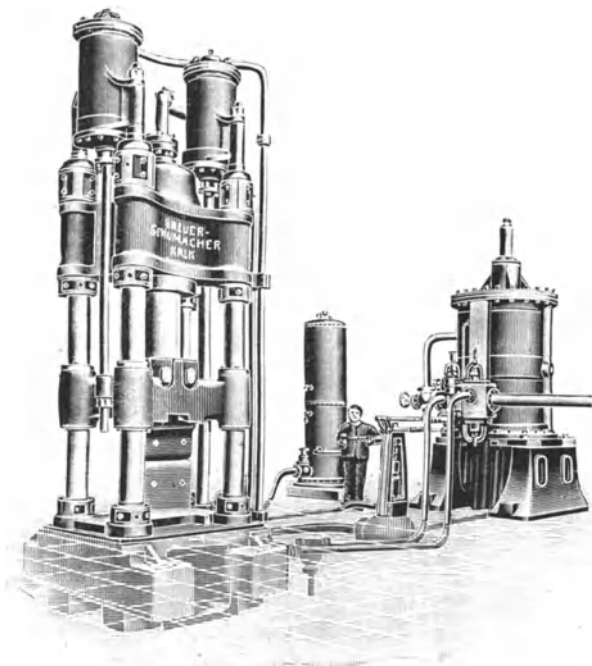


Fig. 82. Dampfhydraulische Presse mit danebenstehendem Treibapparat. (Kalker Maschinenfabrik A.-G., Köln-Kalk.)

allgemeine Schmiedearbeiten erwünscht ist, ist die Einrichtung getroffen, daß die Verbindung zwischen dem Steuerhebel *L* und dem Ventil *M* gelöst werden kann. Zu dem Zweck wird das an dem Winkelhebel, an dem das Gewicht *V* sitzt, befestigte Verbindungsstück *W* hochgeschwenkt (wie punktiert gezeichnet). Das Gewicht *V* hält dann das Ventil *M* für den Dampfeintritt dauernd offen und die Rückzugzylinder *D* somit ständig unter Dampf. Wenn jetzt der Steuerhebel *L* aus einer Mittellage nach links und

wieder zurückgeschwenkt wird, so wird das Querhaupt *A* der Presse in demselben Zeitmaß abwechselnd durch den Treibapparat unter Volldruck heruntergedrückt und durch die Rückzugzylinder sofort wieder angehoben. Dabei wird das in *E* enthaltene Wasser überhaupt nicht benutzt, da der Steuerhebel *L* nicht nach rechts ausgeschwenkt wird und somit den Schieber *O* und das Ventil *F* nicht betätigt.

Fig. 82 veranschaulicht eine dampfhydraulische Presse mit danebenstehendem Treibapparat. Die Presse selbst ist als Viersäulenpresse ausgeführt und besitzt zwei Dampfrückzugzylinder, unterscheidet sich aber im übrigen nicht wesentlich von der in Fig. 80 dargestellten rein-hydraulischen Presse. Der Dampfkolben des patentierten Treibapparates erhält nur Druck von unten, sodaß die Kolbenstange lediglich auf Zug, nicht auf Druck beansprucht und damit der Verschleiß der Kolbenstangendichtungen auf ein Mindestmaß beschränkt wird. Der Vorfüllbehälter ist ein einfacher Windkessel, der je nach der Größe der Presse unter einem Druck von 2–6 kg/qcm steht. Die Steuerung der Presse erfolgt mittels eines einzigen Hebels. Die Dampfverteilung nach den einzelnen Zylindern wird durch eine Ventil-Nockensteuerung bewirkt. Da die ganze Anlage nur aus der eigentlichen Presse, dem Treibapparat mit Dampfsteuerventil und Vorfüllwassersteuerventil sowie dem Vorfüllbehälter besteht und stets mit dem einmal vorhandenen Wasser hin und her gearbeitet wird, so ist zur Inbetriebsetzung nur die Dampfleitung anzuschließen. Die Pressen werden in dieser Ausführung normal für Drucke von 400–3500 t bei einem Einzelhub von 100 bzw. 180 mm und einem Gesamthub von 600 bzw. 2000 mm gebaut.

Die in Fig. 83 abgebildete dampfhydraulische Presse unterscheidet sich von der vorigen einmal durch den in Stahlformguß ausgeführten, mit dem Preßzylinder in einem Stück gegossenen Ständer, wie er bei Luft- und Dampfhämmern üblich ist, zum anderen dadurch, daß der Dampftreibapparat auf die Presse aufgebaut ist, und zwar steht der Dampfzylinder auf einem an den Ständer der Presse angegossenen Konsol, während der Pumpenzylinder an kräftigen Ansätzen im Ständer befestigt ist. Der Dampfkolben erhält ebenfalls nur Dampfdruck von unten. Über dem Preßzylinder ist der Rückzugdampfzylinder zum Anheben des Preßbärs angeordnet. Steuerung und Arbeitsweise ist die

gleiche, wie zuvor beschrieben. Diese Bauart der Pressen wird für Drucke von 100—500 t ausgeführt, dabei beträgt der Einzelhub 70—120 mm, der Gesamthub 350—660 mm.

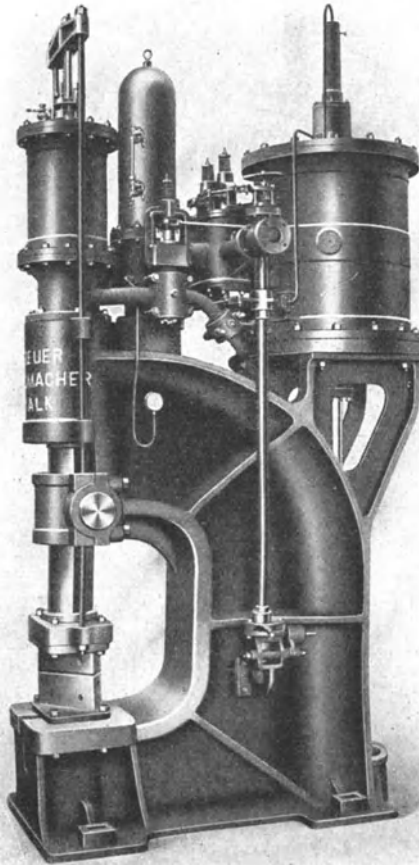


Fig. 83. Dampfhydraulische Presse mit aufgebautem Treibapparat. (Kalker Maschinenfabrik A.-G., Köln-Kalk).

Die Anordnung des Treibapparates auf der Presse wird auch bei Viersäulenpressen ausgeführt, und zwar so, daß der Dampfzylinder unmittelbar über dem Preßzylinder steht, der Kolben Druck von oben erhält und die verlängerte Kolbenstange als

Tauchkolben in dem Preßzylinder selbst arbeitet, sodaß ein besonderer Pumpenzylinder sich erübrigt. Den Rückzug des Quershauptes mit dem Bär besorgen dann zwei neben dem Preßzylinder angeordnete Dampfzylinder. Dem Vorzug des aufgebauten Treibapparates, bestehend in der geringen Bodenfläche der ganzen Anlage, steht die entsprechend größere Bauhöhe und die geringere Zugänglichkeit der Packungen entgegen.

3. Schmiedemaschinen

Das Schmieden mit Wagerecht-Schmiedemaschinen ist ebenfalls ein Schmieden im Gesenk, nur werden im Gegensatz zu den sonstigen Gesenkschmiedearbeiten, bei welchen die Form des Schmiedestückes durch Ausstrecken und Ausbreiten des Materials erzeugt wird, hier die Gesenkformen durch Stauchen schwächeren Materials ausgefüllt. Das Stauchen erfolgt in einem einzigen Hub; sofern dabei die endgültige Form des Schmiedestückes nicht erzielt werden kann, sind zwei oder drei in dieselben Materialklötze eingearbeitete Gesenke und ebensoviel Stauchhübe nacheinander anzuwenden (vgl. Fig. 53—71). Da die Zeit für einen Hub sehr kurz ist und die Gesenke unmittelbar untereinander liegen, so ist günstigste Ausnutzung der Wärme des Schmiedestückes und in den allermeisten Fällen Fertigstellung des Schmiedestückes in einer Hitze möglich. Der gegen dieses Schmiedeverfahren vielfach erhobene Einwand, daß das Material dabei nicht so gründlich durchgeknetet wird wie beim Ausstrecken, mag in manchen Fällen zutreffen, hat aber in den meisten Fällen nicht solche Bedeutung, daß man deshalb auf diese äußerst leistungsfähigen Maschinen und ihr billiges Arbeitsverfahren verzichten darf. Die Notwendigkeit, die Gestehungskosten so niedrig wie möglich zu halten, wird im Gegenteil in Zukunft die Verwendung von Schmiedemaschinen in erhöhtem Maße erforderlich machen. Die große Leistungsfähigkeit dieser Maschinen, für die man nicht genügend Beschäftigung zu haben glaubt, steht oft ihrer Anschaffung im Wege. Dieser Gesichtspunkt darf aber nicht ausschlaggebend sein, denn es gibt in den verschiedenen Betrieben eine ganze Reihe von Sondermaschinen, die längere Zeit unbenutzt stehen und sich während ihrer verhältnismäßig kurzen Arbeitszeiten doch bezahlt machen. Es ist selbst bei gleichen Kosten immer noch wirtschaftlicher, eine Arbeit in wenigen Stunden zu leisten als in längerer Zeit. Ist eine

solche Maschine erst einmal vorhanden, dann findet sich auch die Arbeit dafür, wenn nicht für den eigenen Betrieb, dann durch Schmieden für fremde Rechnung.

Das Schmieden erfolgt bei längeren Teilen in einzelnen Längen, bei kürzeren von der Stange. Das Ende der Stangen wird auf die

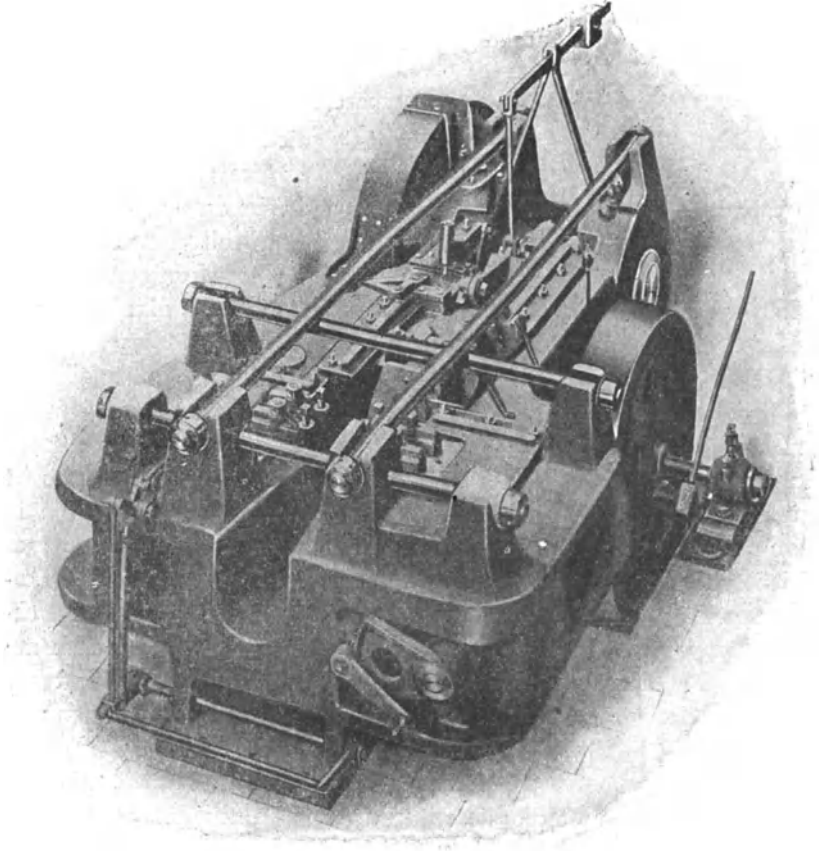


Fig. 84. Wagrecht-Schmiedemaschine „D-fries“
(Klingelhöffer-D-frieswerke, Düsseldorf).

erforderliche Länge erwärmt und zwischen die geöffneten Matrizen bis gegen einen Anschlag eingeschoben, der nach Schließen der Matrizen und E fassen des Materials durch den vorgehenden Stauchschlitten weggeschwenkt wird, sodaß der Stauchstempel das Material in die in die Matrizen eingearbeiteten Gesenkformen stauchen

kann. Beim Rückgang des Stauchschlittens öffnen sich die Matrizen, sodaß das fertige Schmiedestück herausgenommen und, sofern erforderlich, mit einer Säge oder Schere von der Stange abgeschnitten werden kann. Die Gratbildung ist viel geringer als beim Gesenkschmieden unter Hämmern, läßt sich bei einfacheren Teilen unter Umständen fast ganz vermeiden; die für ein Schmiedestück erforderliche Materiallänge muß allerdings vorher genau ermittelt werden (vgl. S. 146).

Die in Fig. 84—86 (vgl. S. 120 u. 121) abgebildete Wagerecht-Schmiedemaschine ist eine wagerechte Kurbelpresse mit einem den auftretenden großen Kräften entsprechend schwer und in einem Stück gegossenen Bett, welches noch durch kräftige schmiedeiserne Anker versteift ist. Der Antrieber folgt durch Riemen auf die als Schwungrad ausgebildete Riemenscheibe *A*, von dieser durch Stirnräder *B*, *C* auf die Kurbelwelle *D*, welche durch die aus den beiden durch Bolzen *E* verbundenen Teilen *F*₁ und *F*₂ bestehende Schubstange, den Druckbolzen *G* und den Einfallhebel *H* den Stauchschlitten *J* betätigt. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß der Einfallhebel *H* in der gezeichneten wagerechten Arbeitslage sich befindet. Das ist aber nur der Fall, wenn durch Herunterdrücken des Tritthebels *L* mittels des Gestänges *MNO P* der Schieber *Q* aus der Bahn der am Einfallhebel *H* sitzenden Rolle *K* gezogen ist; anderenfalls — wenn also der Tritthebel *L* freigegeben und durch die Federn *R* hochgezogen wird — läuft die Rolle beim Rückhub des Stauchschlittens auf einer am Schieber *Q* sitzenden geneigten Fläche hinauf und klappt den Einfallhebel hoch, wodurch die Verbindung zwischen Schubstange und Stauchschlitten gelöst ist. Der letztere wird durch den Bolzen *G*, welcher in Langschlitze der Seitenwände des Stauchschlittens eingreift, zunächst noch in die hintere Endlage zurückgezogen und bleibt in dieser stehen, bis der Tritthebel *L* wieder heruntergedrückt wird und der Einfallhebel herunterklappt. Solange dieser hochgeklappt ist, bewegt sich die Schubstange *F*₁ *F*₂ und der Bolzen *G* frei unter ihm hinweg. Eine Sicherheitsvorrichtung *S* mit einem Riegel, der in eine Öffnung des Schiebers *Q* eingreift und dessen Zurückziehung nur gestattet, wenn der Schubstangenkopf die innere Endlage erreicht hat, verhindert, daß der Einfallhebel *H* zu unrechter Zeit einfällt. Der Einfallhebel ist durch ein Gegengewicht *T* und Hebel ausgewichtet.

Von den beiden Klemmbacken *a* und *b*, an welchen die Matrizen befestigt sind, ist in der Regel nur erstere beweglich, letztere dagegen fest. Die bewegliche Backe *a* ist in einem rechtwinklig zur Stauchschlittenbewegung wagerecht geführten Schlitten befestigt, dessen Bewegung durch ein patentiertes Kniehebelsystem *c d₁ d₂ e f g h i* vom Stauchschlitten aus bewirkt wird. Dieser Mechanismus besitzt im Gegensatz zu anderen Ausführungen mit zwei festen Drehpunkten drei (vgl. 1, 2, 3 Fig. 85). Dadurch soll bewirkt werden, daß die Matrizen sich ruhig schließen und das Material unter allen Umständen sicher halten, daß die zum Schließen erforderliche Zeit auf das praktisch erreichbare Mindestmaß zurückgeführt wird, sodaß der größte Teil des Schlittenhubes für das Stauchen selbst zur Verfügung steht, und daß der zum Schließen der Klemmbacken erforderliche Druck in dieselbe Richtung fällt wie der Stößeldruck und nicht einseitig auf den Stauchschlitten wirkt, was einseitigen Verschleiß desselben zur Folge hätte.

Die Ausführung mit zwei beweglichen Klemmbacken, Fig. 86, ist für Schmiedestücke bestimmt, welche Bunde besitzen, bei denen die Länge der überstehenden Enden größer ist als der Stößelhub, sowie für Teile mit besonders starkem Bund, welcher das Entfernen derselben aus den Matrizen bei feststehender rechter Backe erschweren oder unmöglich machen würde. Bei der einfachen Ausführung mit einer festen Backe wäre zum mindesten eine entsprechend größere Maschine erforderlich. Für die Bewegung der rechten Klemmbacke *b* dient ebenfalls ein Kniehebel *k, l*, der durch Handkurbel und Zahnsegment (vgl. Fig. 84) betätigt wird und in seiner Arbeitsstellung durch den Matrizendruck selbst festgehalten wird. Während des Arbeitshubes des Stauchschlittens hat der Kniehebel seine Strecklage um ein Geringes nach unten überschritten und sich gegen einen festen Anschlag gelegt, sodaß der Arbeitsdruck sicher aufgenommen wird. Nach beendetem Arbeitshub wird die Klemmbacke *b* durch Zurückdrehen der Handkurbel wieder zurückgezogen. Für besondere Fälle kann die Maschine auch mit selbsttätiger Bewegung beider Backen ausgeführt werden.

Die Maschine ist an drei Stellen mit Sicherungen gegen Bruch eines Getriebeteiles versehen. Zunächst ist in das Schwungrad *A*, Fig. 85, ein Scherbolzen *x* eingebaut, welcher bei Überlastung abgeschert wird, sodaß das Schwungrad sich frei auf seiner Buchse

dreht. Ferner sind die beiden Teile F_1 und F_2 der Schubstange durch einen Schraubenbolzen y zusammengehalten, welcher zerreißt, wenn die Schubstange infolge übermäßiger Beanspruchung und der Überhöhung des Bolzens E gegenüber der Achse der Kurbelwelle D und des Bolzens G nach oben ausknickt. Die Konstruktion ist patentiert. In ähnlicher Weise sind die beiden Hebelhlften d_1 und d_2 des Kniehebelsystems durch einen Zerreibolzen z verbunden.

Die Tiefe, bis zu welcher das Stangenmaterial in die Maschine einzuführen ist, wird durch einen Anschlag U bestimmt, welcher durch Federn in die Arbeitsstellung und beim Vorgang des Stauchschlittens durch diesen beiseite geschwenkt wird. An der rechten Seite der Maschine sitzt eine durch die Klemmbacke a und Stange m betätigte Schere V mit Anschlag W .

Die Maschinen werden für Stangenmaterial von 25–150 mm rund oder viereckig gebaut; die Stauchlänge des kleinsten und größten Modells beträgt 60 bzw. 240 mm, die minutliche Hubzahl 80 bzw. 30 und der Kraftverbrauch 8 bzw. 50 PS. Die Werte für die Zwischengrößen entsprechend.

4. Biegemaschinen

Für Massenerstellung solcher Teile, deren Formgebung nicht durch Stauchen oder Strecken, sondern durch Biegen von Stangenmaterial, Flacheisen oder Blech, erfolgt, vgl. Fig. 87, oder zum nachträglichen Biegen vorgeschmiedeter Teile werden Biegemaschinen mit Vorteil benutzt, weil sich damit neben großer Genauigkeit und Gleichmäßigkeit der einzelnen Werkstücke hohe Leistungen und folglich Ersparnisse an Zeit, Lohn und Brennstoffkosten erzielen lassen.

Die Biegemaschinen, Fig. 88, werden wie die vorher besprochenen Schmiedemaschinen als wagerechte Kurbelpressen gebaut. Das Bett ist ein äußerst kräftiges Gußstück, welches an dem als Aufspanntisch dienenden Ende starke Widerlager mit Stellschrauben zum genauen Einstellen der Matrizen in Richtung der Schlittenbewegung besitzt. Sowohl der Tisch als auch der Stößel besitzen Spannschlitz zum Befestigen der Matrizen bzw. Stempel, die aus mehreren nebeneinander befestigten Teilen bestehen können. Der Antrieb des Stößels erfolgt durch Riemen, Reibkupplung, Stirnräder und zu beiden Seiten angeordnete Kurbel-

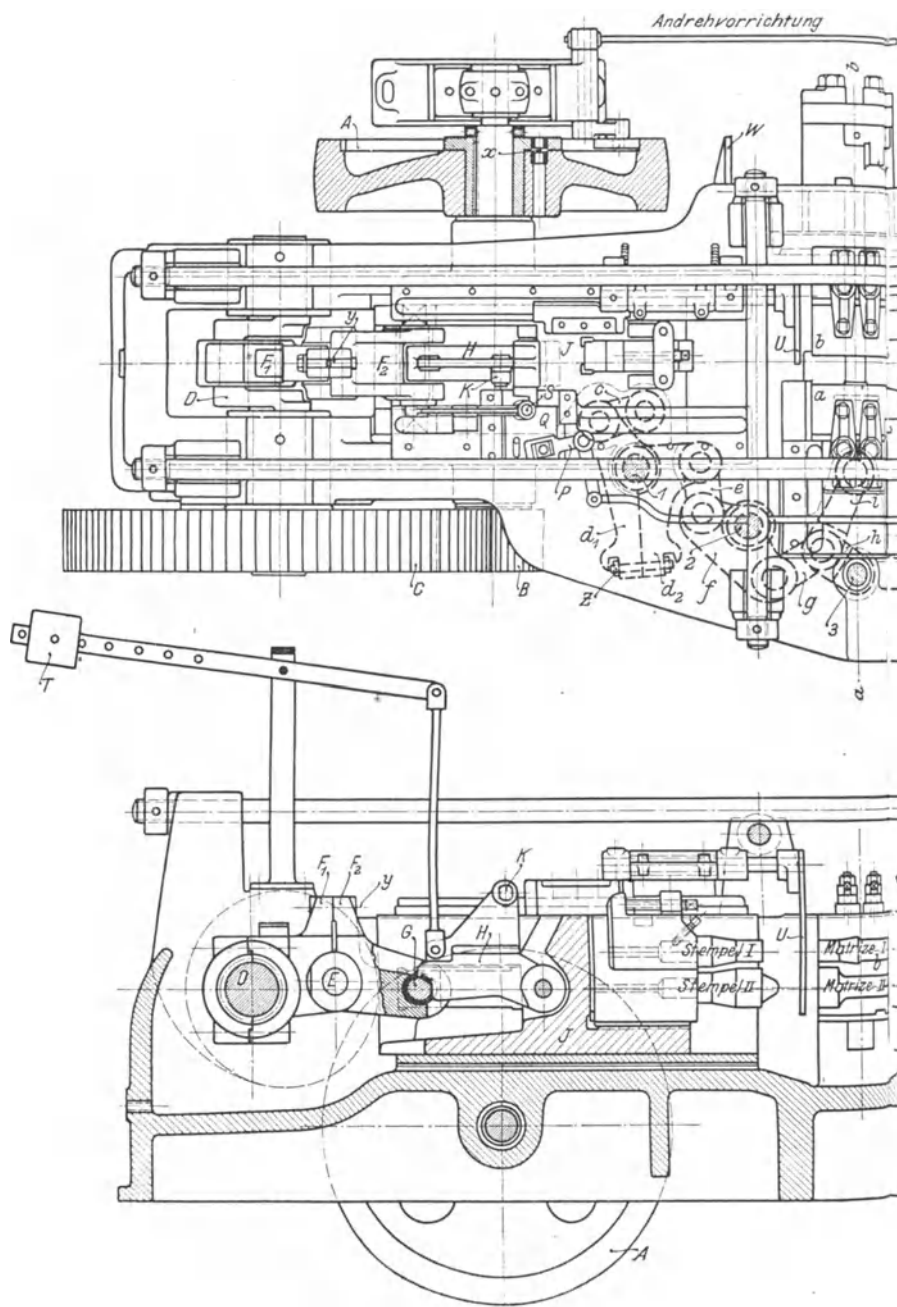
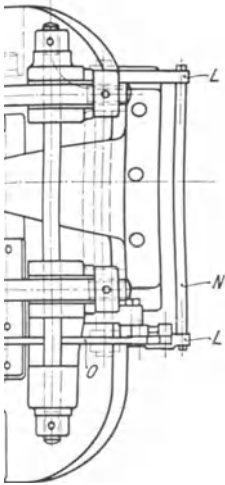
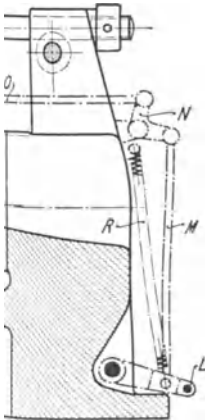
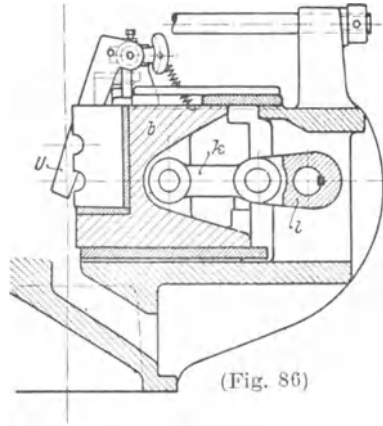


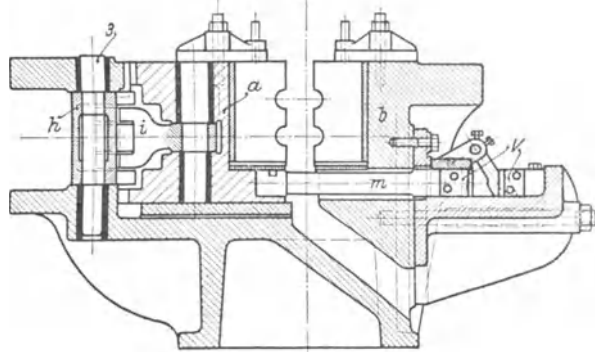
Fig. 85 und 86. Wagerecht-Schmiedemaschine.



*Schnitt a-b
bei Ausführung mit beweglicher rechter Backe*



*Schnitt a-b
bei Ausführung mit fester rechter Backe*



„Defries“ (Klingelhöffer-Defrieswerke, Düsseldorf).

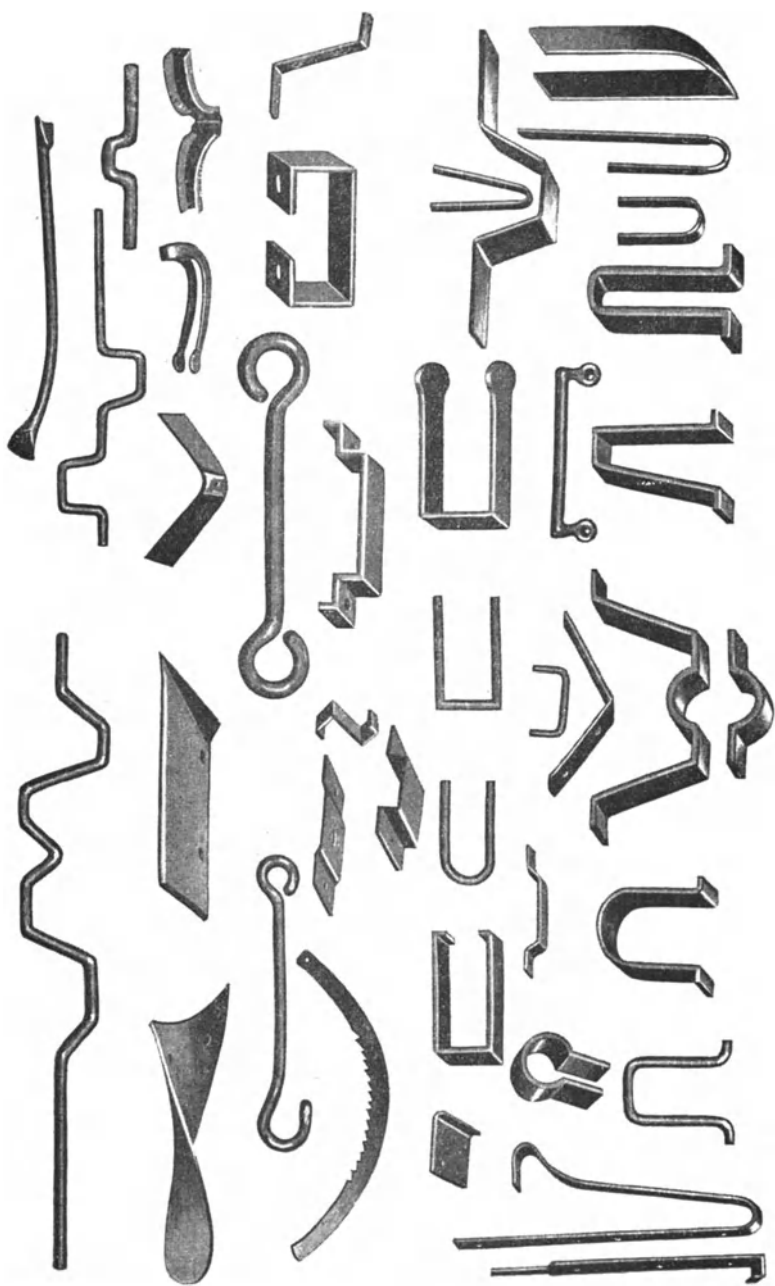


Fig. 87. Arbeitsstücke der Biege- und Formmaschinen.

scheiben und Schubstangen. Das Ein- und Ausrücken der Reibkupplung erfolgt von Hand, doch kann auch eine selbsttätige Auslösung vorgesehen werden, die den Stößel in der hinteren Totlage

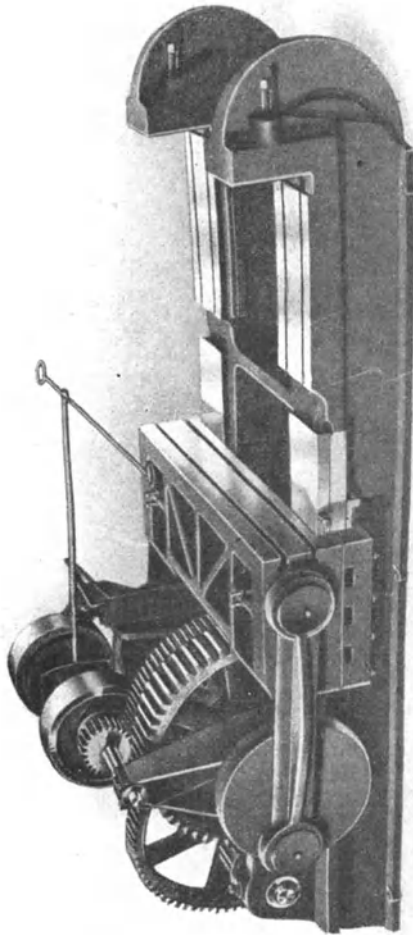


Fig. 88. Biege- und Formmaschine „Defries“ (Klingelhöffer - Defrieswerke, Düsseldorf).

stillsetzt. Zum schnellen Anhalten der Maschine dient eine durch Fußtritt zu betätigende Bandbremse. In dem Antriebsvorgelege ist eine Sicherung gegen Brüche infolge von Überlastung eingebaut.

5. Abgratpressen

Zum Abgraten werden in der Regel Exzenter- und Kurbelpressen, seltener Spindelpressen und nur für sehr große Teile hydraulische oder dampfhydraulische Pressen verwendet. Da der zum Abgraten eines bestimmten Schmiedestückes erforderliche Druck außer von der Stärke des Grates sehr wesentlich von der Temperatur des Schmiedestückes abhängig ist (vgl. S. 48), so besteht die Gefahr, daß beim Abgraten eines bereits zu stark abgekühlten Schmiedestückes die Presse überlastet und beschädigt wird. Daher müssen auch Abgratpressen mit den erforderlichen Bruchsicherungen versehen und letztere dauernd auf ihren ordnungsmäßigen Zustand geprüft werden, sofern eine Überlastung nicht durch die Konstruktion und Arbeitsweise der Presse ausgeschlossen ist wie bei den hydraulischen Pressen. Möglichst große Arbeitsgeschwindigkeit des Preßstößels ist erwünscht, um die Abgratgesenke nicht unnötig lange den heißen Schmiedestücken auszusetzen und dadurch auszuglühen und vorzeitig abzustumpfen. Die Schneidkanten scharf zu erhalten ist nicht nur mit Rücksicht auf sauberes Abgraten der Schmiedestücke, sondern auch zur Vermeidung übermäßig hohen Arbeitsdruckes und Arbeitsaufwandes notwendig. Da Abgratpressen naturgemäß mit sehr großen Arbeitspausen im Vergleich zu den Augenblicken des Abgratens arbeiten, so versieht man Kurbel- und Exzenterpressen mit Augenblickskupplungen, die den Stößel jedesmal nur für einen Hub ein- und dann sofort selbsttätig wieder ausrücken. Die Leerlaufarbeit ist allerdings trotzdem groß, weil die Antriebsscheibe und Welle sowie vorhandene Rädervorgelege dauernd laufen. Ein jedesmaliges vollständiges Stillsetzen und Wiedereinrücken der Presse ist schon wegen der dazu erforderlichen hohen Anlaufenergie nicht durchführbar, ganz abgesehen von der dazu erforderlichen Zeit und dem Umstand, daß man dann schwungradlose, entsprechend schwerere Pressen verwenden müßte. Insofern wären hydraulische und dampfhydraulische Abgratpressen, die in den Arbeitspausen vollkommen stillstehen, vorzuziehen. Trotzdem überwiegen Kurbel- und Exzenterpressen, einmal weil sie schneller arbeiten, zum andern weil in den meisten Gesenkschmieden keine hydraulischen Schmiedepressen vorhanden sind, eine Preßwasseranlage für Abgratpressen allein aber nicht in Frage kommen kann,

Der Antrieb der in Fig. 89 abgebildeten Exzenterpresse erfolgt durch Riemen, Los- und Festscheibe, Schwungrad und Räder-vorgelege auf die Exzenterwelle, die jedoch erst durch einen Fußtrittthebel gekuppelt werden muß. Die Presse arbeitet so lange, wie letzterer heruntergedrückt wird, bei Loslassen des Fußtrittes

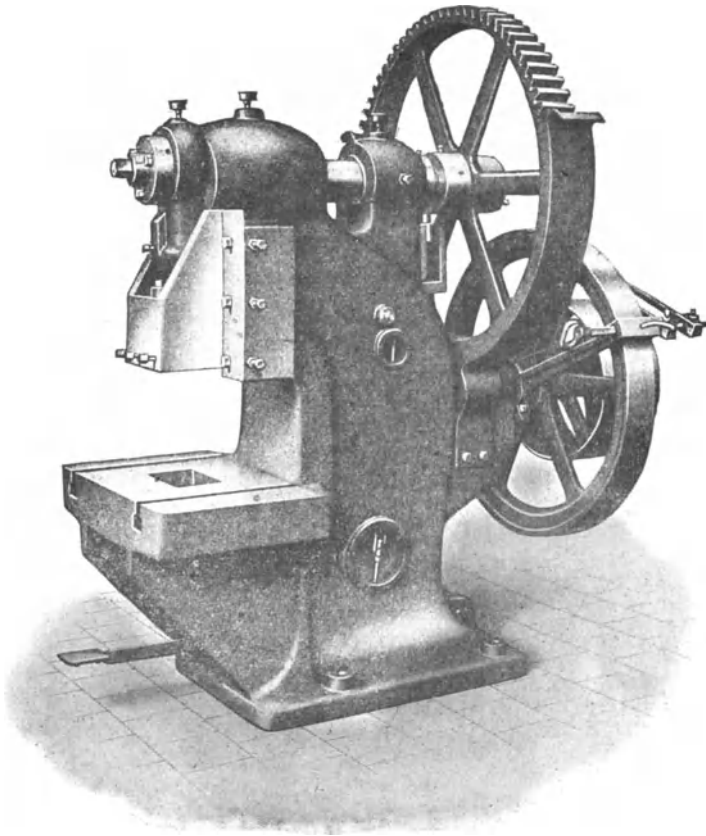


Fig. 89. Exzenterpresse. (Th. Kieserling & Albrecht, Solingen.)

bleibt der Stößel in seiner Höchstlage stehen. Der Stößel ist in seiner Höhenlage durch eine stählerne Kugeldruckschraube verstellbar, während der Stößelhub durch Doppel-exzenter ver-
stellt wird. Zum Schutz gegen Brüche infolge von Überlastung ist in den Stößel ein Brechtopf eingebaut. Die Pressen werden von der Firma bis zu Höchst-
drucken von etwa 30 000 kg ohne

Rädervorgelege mit unmittelbar auf der Exzenterwelle sitzendem Antriebsschwungrad gebaut, die Pressen mit Rädervorgelege für Drucke bis etwa 300 000 kg. Die Pressen mit einer Druckleistung

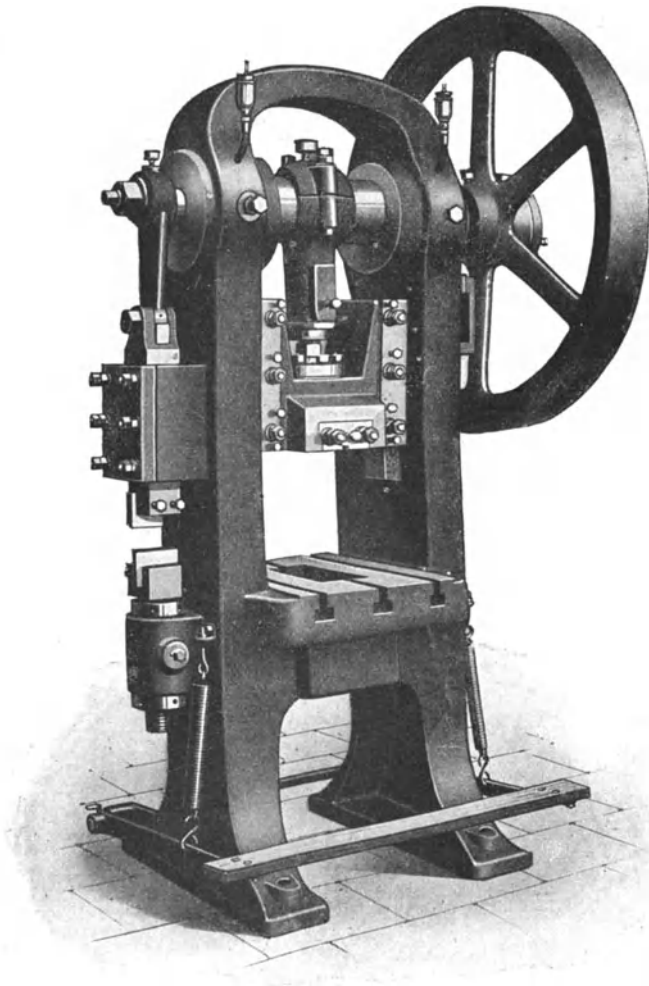


Fig. 90. Kurbelpresse. (Th. Kieserling & Albrecht, Solingen.)

von etwa 35 000 kg arbeiten mit 60 Hübten in der Minute, während die minutliche Hubzahl bei den Maschinen mit einem Höchstdruck von 300 000 kg etwa 18 beträgt.

Das geschlossene Rahmengestell, Fig. 90, für Exzenter- und Kurbelpressen ist starrer als das offene der vorigen Ausführung und ermöglicht neben sicherer Aufnahme der auftretenden Drucke eine gute Stoßelführung. Bezüglich des Antriebes gilt das eben Gesagte; die schweren Maschinen erhalten einfaches bzw. doppeltes Rädervorgelege. Bei der Presse mit einer Druckleistung von 20 000 kg beträgt die minutliche Hubzahl 80, bei einer solchen von 400 000 kg dagegen nur 15. An einer Seite des Ständers wird öfters eine von der Haupt-, Exzenter- oder Kurbelwelle betätigte Schere angebracht, die zum Abschneiden des Schmiedestückes oder Grates von der Stange, zum Auseinanderschneiden zweier zusammengeschiedeter Teile usw. dient. Die Maschinen werden auch als Doppelpressen mit zwei Stößeln gebaut, um z. B. Schmiedestücke unmittelbar hintereinander lochen und abgraten zu können.

Der zum Abgraten eines Gesenkschmiedestückes erforderliche Druck P in kg ist abhängig von dem Material des Schmiedestückes bzw. der durch seine Abgrattemperatur wesentlich beeinflussten Scherfestigkeit ($= K_s$ kg/qmm vgl. S. 48), der Stärke ($= D$ mm) des Grates an der Schnittstelle und dem Umfang bzw. der Länge ($= L$ mm) des Abgratschnittes. Es ist

$$P = L \cdot D \cdot K_s,$$

oder für eine gegebene Presse die Höchstschnittleistung

$$L \cdot D = \frac{P}{K_s}.$$

Abschnitt IV

Die Herstellung der Schmiedegesenke

Bei der Herstellung der Gesenke hat man zu unterscheiden: das Entwerfen der Gesenke, die Auswahl des dafür geeigneten Materials, die mechanische Bearbeitung der Gesenke und schließlich das Härten oder allgemeiner die Wärmebehandlung der Gesenke.

A. Das Entwerfen der Gesenke

Beim Entwurf eines Gesenkes ist zunächst zu überlegen, ob das Schmiedestück von der Stange oder aus einzelnen abgeschnittenen Stücken sofort in einem einzigen Gesenk fertiggeschmiedet werden kann, oder ob es vor dem Einbringen in das Fertiggesenk von Hand oder mit Hilfe eines oder mehrerer Vorgesenke vorge schmiedet werden soll oder muß. Hinsichtlich der Materialausnutzung, z. B. bei sperrigen, mit Abzweigungen versehenen Teilen, oder zur Ersparnis zeitraubender Vorarbeit kann es umgekehrt zweckmäßiger sein, das Schmiedestück zunächst gestreckt zu schmieden und nachträglich durch Biegen, Aufspreizen oder dgl. in die endgültige Form zu bringen.

Grundlegend für den weiteren Entwurf ist, wie beim Einformen eines Gußstückes die Verteilung der Form auf Ober- und Unterkasten, die Teilung des Gesenkes, d. h. die Bestimmung darüber, was in die eine und was in die andere Gesenkhälfte zu liegen kommen soll. Hieraus ergibt sich der Verlauf der Trennlinie zwischen beiden bzw. die Form der Stirnflächen beider Gesenkhälften. Die Ansichten über die zweckmäßigste Teilung werden in vielen Fällen auseinandergehen. Aber selbst wenn man sich über die Teilung als solche klar ist, entsteht die weitere Frage,

welche Hälfte in das Ober- und welche in das Untergesenk zu legen ist. Eine allgemeine Regel hierfür läßt sich nicht aufstellen. Ein Punkt, der zu beachten ist, ist der, daß der entstehende Hammerschlag aus einem vertieft ausgearbeiteten Obergesenk von selbst herausfällt, während er im Untergesenk liegenbleibt und mit Druckluft herausgeblasen oder mit der Bürste jedesmal entfernt werden muß. Diesem Vorteil steht aber auch der Nachteil gegenüber, daß in einem tief ausgearbeiteten Obergesenk das Schmiedestück sehr leicht sitzenbleibt und mit hochgenommen wird, also übermäßig lange mit dem Gesenk in inniger Berührung bleibt und dadurch unter Umständen dessen Oberflächenhärte ungünstig beeinflußt. Außerdem ist das Material auf einem Untergesenk mit erhabenen Formen nur schwer in die richtige Lage zu bringen, viel leichter ist es, wenn das Untergesenk vertiefte Formen aufweist. Daher pflegt man wohl auch bei abgesetzten oder gekrümmten Stirnflächen, wenn irgend angängig, die erhabene oder mit vorspringenden Teilen versehene Stirnfläche dem Obergesenk, die eingezogene dem Untergesenk zu geben. Die Teilung der Gesenke ist ferner so vorzunehmen, daß das Schmiedestück sich leicht herausheben und gut abgraten läßt. Schwieriger als der Entwurf des Fertiggesenkes ist vielfach derjenige der Vor- und Biegesenke, weil dieselben so gestaltet werden müssen, daß das Schmieden ohne unnötigen Verlust an Material und mit dem geringstmöglichen Zeitaufwand erfolgt. Schließlich ist die Vermeidung oder Aufhebung von Seitendruck und die Gratbildung zu berücksichtigen, zwei Punkte, auf die später noch genauer einzugehen sein wird.

Es ist bis heutigentages in den meisten Fabriken üblich, die Gesenke nach Musterstücken oder Zeichnungen der herzustellenden Teile in der Gesenkmacherei, gegebenenfalls unter Heranziehung des Gesenkschmiedemeisters, herstellen zu lassen. Das ist aber ein veraltetes und unter Umständen sehr kostspieliges Verfahren, weil bei Anfertigung ganz neuartiger Gesenke das Probieren am Gesenckblock vorgenommen werden muß, anstatt auf dem Papier. So hat man früher auch andere Werkzeuge hergestellt, während heute in allen Betrieben, die auf zeitgemäße Einrichtung und Arbeitsweise Anspruch erheben, die Werkzeugmacherei nach im technischen Bureau gefertigten Zeichnungen arbeitet. Das ist das einzig richtige Verfahren, welches auch für die Herstellung der

Gesenke angewandt werden muß. Selbstverständliche Voraussetzung dabei ist, wie bei allen Entwürfen, daß der Gesenkkonstrukteur die Erfahrungen der Werkstatt berücksichtigt und sich mit dem Schmiedemeister in Verbindung setzt, der Erfahrung in der Arbeitsweise der verschiedenen Gesenkarten besitzt. Derselbe kann wichtige Fingerzeige für die Konstruktion neuer Gesenke im allgemeinen und Ratschläge für Einzelheiten geben, von denen der Erfolg oder Mißerfolg des Schmiedens abhängt. Derartige besonders zu beachtende Punkte sind z. B. der an den verschiedenen Stellen nötige Spielraum für die Gratbildung und Erzielung scharf und vollständig ausgeprägter Formen, die Zweckmäßigkeit oder Notwendigkeit der Verwendung mehrerer Gesenke statt eines einzigen, die Ausführung der Schmiedegesenke mit Rücksicht auf das Abkratzen usw. Wenn der Konstrukteur so Hand in Hand mit dem Schmiedemeister arbeitet und dessen Ratschläge und Erfahrungen bei seinem Entwurf verwertet, dann wird sicher etwas Brauchbares dabei herauskommen. Sollten aber trotzdem noch nachträglich Änderungen notwendig werden, so wird ein bleibender Vorteil erzielt, sofern diese Änderungen auch in der Zeichnung vermerkt werden, sodaß sie bei wiederholter Anfertigung der Gesenke oder bei künftigen ähnlichen Entwürfen beachtet und nicht einfach wieder vergessen werden.

Die Gesenke sollten also stets nur nach einer genauen, möglichst in natürlicher Größe angefertigten Gesenkzeichnung hergestellt werden, die außer den Umrissen der Gravur auch alle erforderlichen Längs- und Querprofile derselben enthält, um die zum Nachprüfen der Gravur dienenden Schablonen danach anfertigen zu können. Die Lage dieser Profile ist durch Rißlinien und nötigenfalls durch Maße genau zu kennzeichnen (vgl. Fig. 129). Ferner muß die Zeichnung die Trennlinie zwischen beiden Gesenhälften bzw. die Form der Stirnflächen der letzteren genau erkennen lassen, schließlich auch die Außenmaße der Gesenklöcke enthalten und in bestimmten Fällen besondere Herstellungs-, Material- und Härtevorschriften geben.

Welche Punkte im einzelnen beim Entwerfen der Gesenke zu beachten, sind und welchen Einfluß die Teilung zwischen Ober- und Untergesenk auf die Herstellung der Gesenke, das Schmieden selbst und das Abkratzen der Schmiedestücke ausübt, läßt sich am besten an Hand von Beispielen aus der Praxis besprechen.

Bereits auf S. 65 sind einige Gesichtspunkte bezüglich der Ausführung von Gesenken für Hebel besprochen, auf die hier nochmals verwiesen sei. Hat der Hebel oder Griff nur einseitig ein Auge und der Hebelarm rechteckigen, scharfkantigen Querschnitt, dann wird man die ganze Form in die eine Gesenkhälfte legen und die andere Gesenkhälfte mit vollkommen ebener Stirnfläche ausführen (vgl. Fig. 48). Das macht die Herstellung des Gesenkes einfach und das Abgraten leicht. Hat der Hebelarm dagegen abgerundete Kanten, dann ist die Teilung der Gesenke entweder nach der Symmetrieachse $A-A$ oder nach Linie $B-B$, Fig. 91, vorzunehmen. Maßgebend hierfür ist die Länge der Nabe und das Verhältnis von Breite und Dicke des Armquerschnittes. Die zweite Ausführung gestattet das Ankörnen oder Vor-drücken der Bohrung.

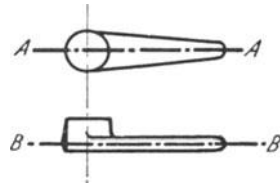


Fig. 91. Teilung eines Hebel-Gesenkes.

Bei der in Fig. 92 skizzierten, an sich sehr einfachen Platte kann die Teilung zwischen Ober- und Untergesenk auf drei verschiedene Arten vorgenommen werden, von denen jede etwas für sich hat. Man kann die ganze Form, wie durch $A-A$ angedeutet, in das Unter- oder Obergesenk verlegen und braucht dann nur eine Gesenkhälfte auszuarbeiten, oder sie nach $B-B$ bzw. $C-C$ teilen. Bei der Teilung nach $B-B$ müssen die Begrenzungsflächen der dreieckigen Platte mit doppelseitigem Anzuge ausgeführt werden. Soll

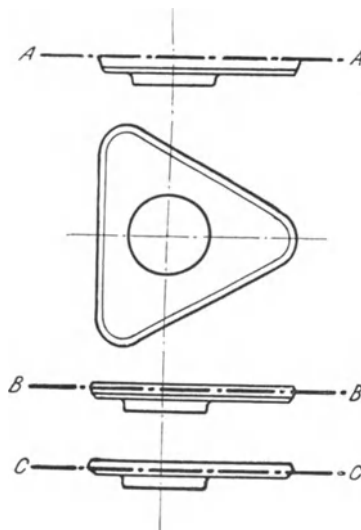


Fig. 92. Teilung des Gesenkes für eine Fußplatte.

die Dreiecksplatte in Holz oder dgl. später eingebettet werden, dann wird sich die Teilung nach $C-C$ empfehlen, weil dann der Anzug, d. h. die zwecks leichteren Heraushebens des Schmiedestückes aus dem Gesenk erforderliche Neigung der Seitenflächen (durchschnittlich 1 : 10), verschwindet, das Stück also,

ohne daß ein Spalt offen bleibt, eingepaßt werden kann. Es ist also nicht nur die Anfertigung der Gesenke oder das Schmieden selbst immer maßgebend, sondern es ist auch die weitere Bearbeitung und Verwendung der geschmiedeten Teile zu berücksichtigen.

Auch bei der in Fig. 93 skizzierten Muffe ergeben sich für die Teilung zwischen Ober- und Untergesenk drei Möglichkeiten. Die nächstliegende und gebräuchlichste Ausführung ist wohl die, daß nach der Symmetrieachse $A-A$ geteilt wird, jedoch kann unter

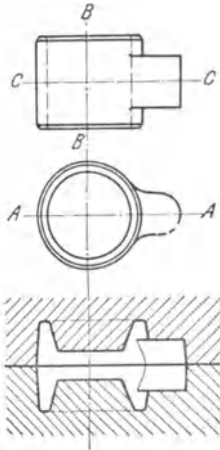


Fig. 93.
Teilung der Gesenke für
eine Muffe.

Umständen, insbesondere je nach der Form des seitlich angesetzten Auges, die Teilung nach Linie $B-B$ vorzuziehen sein, das Abgratgesenk wird dabei auf alle Fälle einfacher, weil sich dann eine glatte, rechteckige Schnittfläche ergibt. Am günstigsten dürfte indessen die Teilung nach der zweiten Symmetrieachse $C-C$, d. h. die Ausführung des Gesenkes wie in Fig. 93 skizziert sein. Die Gründe dafür sind folgende: Die Bohrung der Muffe kann beim Schmieden bereits von beiden Seiten her vorgedrückt und dadurch an Zerspanungsarbeit wesentlich gespart werden, gleichzeitig wird das Material kräftiger durchgeknetet und füllt die Formen schneller und besser aus; ein weiterer Vorteil ist der geringere Materialverbrauch, der zusammen mit der Ersparnis an

Bohrarbeit die Gestehungskosten des Schmiedestückes wesentlich verringern kann. Das Schmiedestück läßt sich bei dieser Arbeitsweise ohne Vorschmieden von Hand oder ohne Vorgesenk bequem aus einem Stück Rundmaterial mit weniger Schlägen als bei den beiden erstgenannten Ausführungen des Gesenkes herstellen. Das Gesenk selbst ist einfacher und billiger herzustellen, weil die Formen fast vollständig auf der Drehbank und der Fräsmaschine ausgearbeitet werden können und so gut wie keine Handgravierarbeit erfordern

Besondere Aufmerksamkeit erfordern solche Gesenke, deren Stirnflächen nicht ebene, sondern gebrochene oder gekrümmte Flächen darstellen. Die Form derselben ist natürlich durch die

Form des Schmiedestückes bzw. dadurch bedingt, daß letzteres sich nach dem Schmieden leicht aus dem Gesenk herausnehmen läßt. Bei dem Entwurf derartiger Gesenke ist aber ferner darauf zu achten, daß durch die Lage oder Form der Trennflächen keine wagerechten Seitendrucke von dem Hammerbär auf die Führungen desselben ausgeübt werden, bzw. es ist dafür zu sorgen, daß die Seitendrucke aufgehoben werden. In vielen Fällen wird es möglich sein, die Druckaufhebung lediglich durch entsprechende Lage des Werkstückes oder der Trennfläche im Gesenk zu bewirken, in anderen Fällen dagegen müssen zur Aufnahme und Unschädlichmachung der Seitendrucke besondere Mittel vorgesehen werden.

Ein einfaches und gutes Beispiel für die erstgenannte Art bietet das Gesenk für die in Fig. 94 skizzierte Winkelplatte. Die Teilung zwischen Ober- und Untergesenk wird nach Fig. 95 vor-

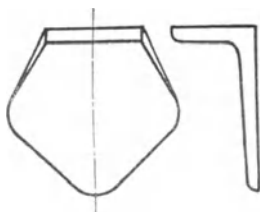


Fig. 94. Winkelplatte.



Fig. 95. Teilung des Gesenkes für die Winkelplatte Fig. 94.

genommen. Infolge der beiden schrägen Flächen treten zwei entgegengesetzt gerichtete Seitendrucke beim Schmieden auf, die sich mit der Neigung des Profiles, d. h. mit der Lage des Werkstückes im Gesenk ändern. Wäre z. B. der Neigungswinkel der beiden schrägen Teile der Trennlinie gleich, so würde ein von links nach rechts gerichteter Seitendruck auf das Obergesenk bzw. die Führung des Hammerbärs übrigbleiben, weil die rechte schräge Fläche größer ist als die linke. Da der beim Schmieden auf die Flächeneinheit ausgeübte Druck dann gleich ist, so würde der übrigbleibende Seitendruck aus dem Unterschied beider Flächen sich ergeben. In geschlossenem Zustande werden zwar Ober- und Untergesenk richtig aufeinander passen, vorher aber werden beide Gesenkhälften das Bestreben haben, sich gegeneinander zu verschieben. Es werden infolgedessen, und zwar hauptsächlich bei den ersten Schlägen, starke Drucke vom Bär auf seine Führung ausgeübt werden. Zur Vermeidung derselben muß die linke Fläche ent-

sprechend steiler, die rechte flacher liegen, das Profil also etwas nach links gedreht werden. Die Ausgleichung der Seitendrucke und die dazu erforderliche Lage der Trennlinie läßt sich am einfachsten zeichnerisch mit Hilfe der Kräfteparallelogramme ermitteln.

Vielfach findet ohne weiteres ein Druckausgleich statt. So z. B. bei dem in Fig. 96 skizzierten Gelenkflügel, der für einen

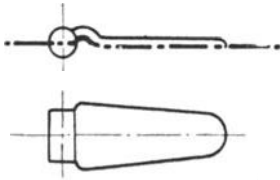


Fig. 96. Teilung der Gesenke für einen Gelenkflügel.

Blechdeckel mit umgebördeltom Rand bestimmt ist und daher unmittelbar neben dem Gelenkauge eine Einbuchtung besitzt, durch welche die Form der Trennlinie von selbst gegeben ist.

Sehr oft dagegen muß man besondere Vorkehrungen treffen, um ein gegenseitiges Verschieben von Ober- und Untergesenk zu verhüten und die

Führungen des Hammerbärs zu entlasten. Das ist vor allen Dingen bei ebenen Stirnflächen beider Gesenkhälften und ganz unsymmetrischer Ausarbeitung derselben erforderlich. In diesem

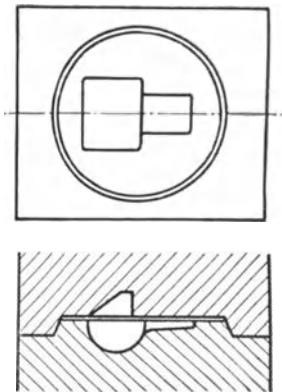


Fig. 97. Kreisförmige Feder und Nut am Gesenk.

Falle läßt man Ober- und Untergesenk mit Feder und Nut ineinandergreifen. Statt gerader Nut und Feder wird mitunter auch eine kreisförmige Ausführung, Fig. 97, gewählt. Die Seitenflächen erhalten etwas Spiel und Anzug, um dem Verziehen beim Härten Rechnung zu tragen und das Ineinandergreifen beim Auftreffen des Obergesenkes zu erleichtern. Zu beachten ist indessen, daß Feder und Nut in jedem Falle so hoch bzw. tief auszuführen sind, daß sie bereits ineinandergreifen, wenn das Obergesenk auf das Material trifft, denn sonst tritt bereits eine Verschiebung beider Gesenkhälften

ein. Die weitere Folge ist unvollständiges Schließen des Gesenkes und ein fehlerhaftes, verdrücktes Schmiedestück.

Muß infolge der Form des Schmiedestückes die im übrigen ebene Stirnfläche des Gesenkes an einer Stelle einen Knick erhalten, so kann man den zur Aufhebung des infolgedessen auftre-

tenden Seitendruckes erforderlichen Gegendruck dadurch erzeugen, daß man der Trennfläche der Gesenke an einer anderen Stelle einen entgegengesetzten Knick gibt. Ein Beispiel dieser Art ist der für ein Rohr bestimmte Gelenkflügel, Fig. 98. Der linke Knick der Trennfläche ist lediglich zur Aufnahme des Seitendruckes bestimmt, der infolge der durch das Gelenkauge bedingten Wölbung der Trennfläche auftritt. Aus demselben Grunde tritt auch beim Abgraten dieses Schmiedestückes mittels des in Fig. 99 skizzierten Abgratgesenkes ein Seitendruck auf, der die Patrize in der Pfeilrichtung abdrückt. Um dem zu begegnen, muß man ein Widerlager *A*, wie gestrichelt angedeutet, vorsehen, das an der Matrize

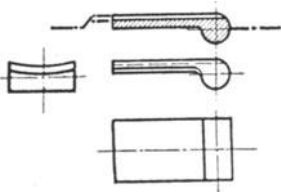


Fig. 98. Teilung des Gesenkes für einen Rohrgelenkflügel.

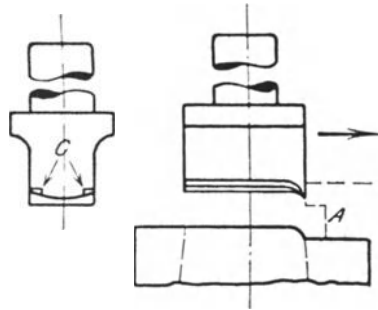


Fig. 99. Abgratgesenk zu Fig. 98.

befestigt oder an diese angearbeitet wird. (Es sei an dieser Stelle gleich noch auf folgendes hingewiesen: Die Stirnfläche der Patrize ist der Wölbung des Werkstückes angepaßt, um ein Verbiegen desselben beim Abgraten zu verhüten. Da an den beiden Längsseiten infolge des stumpfen Winkels aber eine sehr ungünstige oder, besser gesagt, überhaupt keine Scherwirkung erzielt würde, so ist die Stirnfläche bei *C*, wie aus der Abbildung ersichtlich, abgesetzt. Man erhält dadurch einen sauberen Schnitt, ohne daß ein Verbiegen des Werkstückes zu befürchten ist.)

Ein ähnliches Beispiel ist Fig. 107.

Bei entlasteten Gesenken, wie sie zuletzt besprochen sind, ist noch ein weiterer Punkt zu beachten. Falls an den Stellen, wo Ober- und Untergesenk mit Feder und Nut, Nasen oder dgl. ineinandergreifen, sich Grat bildet, so muß der dafür nötige Spielraum vorgesehen werden. Bei einer Neigung dieser Nasenflächen von 40° oder weniger gegen die Wagerechte ist, wenn der Grat

zwischen Ober- und Untergesenk heraustritt und das Aufeinandertreffen beider verhindert, ein besonderer Spielraum für den Grat an der Nasenfläche nicht erforderlich, weil Ober- und Untergesenk hier etwa ebenso weit klaffen wie an den wagerechten Stellen der Stirnflächen. Die beiden Gesenkhälften dürfen sich also, wenn kein Schmiedestück dazwischenliegt, über die ganze Stirnfläche berühren. Wenn die Nasenflächen dagegen steiler sind und sich der Senkrechten nähern, dann muß zwischen ihnen, d. h. zwischen den zugehörigen des Ober- und Untergesenkes, der nötige Spielraum für den entstehenden Grat vorgesehen werden. Anderenfalls tritt eine übermäßig starke Beanspruchung der Gesenke an diesen

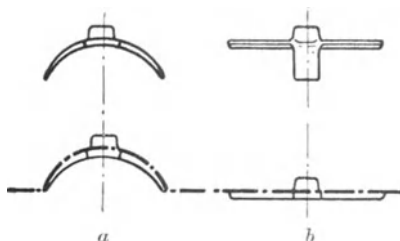


Fig. 100. Speichen-Beschlagteil und Entwurf des Schmiedegesenkes dazu.



Fig. 101. Untergesenk für Fig. 100 a.

Stellen und ein Zerreißen des Schmiedestückes oder ein Über-einanderschieben des Materials ein.

Vielfach ist es wegen der eigenartigen Form der Schmiedestücke ratsamer und billiger, sie nicht in einem, sondern in zwei, dafür aber einfacheren Gesenken herzustellen; in anderen Fällen ist es sogar überhaupt nicht möglich, mit einem einzigen Gesenk auszukommen. Ein Beispiel der erstgenannten Art ist das in Fig. 100 skizzierte Beschlagteil für die Speichen eines Lafettenrades. Dasselbe zeigt zugleich, daß die Konstruktion des Schmiedegesenkes und das Schmieden selbst mitunter auch durch das nachfolgende Abgraten bestimmt werden kann. Das zunächst Gegebene wäre es, das Gesenk und die Teilung zwischen Ober- und Untergesenk gemäß Fig. 100a auszuführen. Das würde an sich keine Schwierigkeiten bieten. Das Untergesenk würde dann die in Fig. 101 veranschaulichte Form erhalten, das entsprechend hohl geformte Obergesenk nur die Form für die Warze enthalten. Die hierzu erforderlichen Abgratgesenke sind indessen ziemlich

schwierig herzustellen und entsprechend teuer. Zweckmäßiger und billiger dürfte es daher sein, derartige Teile zunächst gerade, d. h. gestreckt, zu schmieden, wie in Fig. 100 b angedeutet, dann abzugraten und schließlich mit Hilfe eines Biegegesenkes in die gewünschte Form zu biegen. Das Biegegesenk, von welchem Fig. 102 die untere Hälfte darstellt, braucht nur entsprechend gekrümmte Stirnflächen, eine Aussparung für die Warze und Anschläge zur Bestimmung der richtigen Lage des Werkstückes, dagegen keine Aussparungen für die vier Arme zu erhalten. Die zugehörige Matrize erhält eine glatt zylindrische Stirnfläche. Die Kanten der Matrize müssen im mittleren Teil etwas abgerundet werden, um ein Festquetschen und Beschädigen der Werkstücke zu vermeiden. Die Aussparung für die Warze muß hinreichend Spiel gewähren, damit die Warze ungehindert eintreten kann, selbst wenn kleine Ungenauigkeiten an den Schmiedestücken auftreten sollten. Schmiede-, Abgrat- und

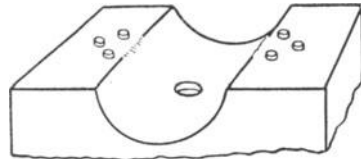


Fig. 102. Matrize des Biegegesenkes zu Fig. 100.



Fig. 103.
Zeltfahlspitze.

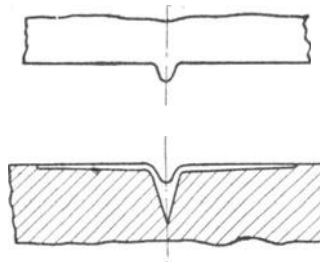


Fig. 104. Schmiedegesenk für die Zeltfahlspitze, Fig. 103.

Biegegesenke werden bei diesem zweiten Verfahren so einfach und billig, daß sich die Gesamtkosten trotz des Hinzukommens des Biegegesenkes niedriger stellen als im ersten Falle.

Auch der in Fig. 103 veranschaulichte Schuh für die Spitze von Zeltpfählen wird zuerst in gestreckter Form, wie in Fig. 104 dargestellt, vorgeschmiedet, dann abgegratet und schließlich mittels des Biegegesenkes, Fig. 105, in die endgültige Form gebogen. Die Stirnfläche der Matrize besitzt eine Aussparung A,

in welche das vorgeschmiedete Stück hineinpaßt, sodaß es die richtige Lage gegenüber Patrizie und Matrize erhält. Die Bohrung der Matrize dient zur Führung des Auswerfers, der zum Entfernen des fertigen Schmiedestückes erforderlich ist. Wenn man auch

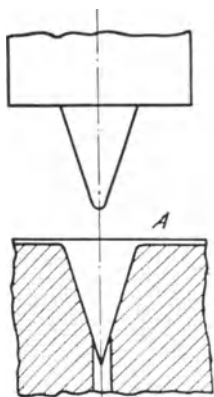


Fig. 105. Biegegesenk für die Zeltpfahlspitze, Fig. 103.

im allgemeinen dafür sorgen soll, daß die fertigen Schmiedestücke leicht und ohne besondere Vorrichtungen aus dem Gesenk sich entfernen lassen, so kann man in manchen Fällen, wie dem vorliegenden, Auswerfer, die das Schmiedestück aus dem Gesenk herausdrücken, nicht entbehren, weil anderenfalls das Herausheben zu viel Zeit kostet und die lange innige Berührung des Gesenkes mit dem auf Schmiedetemperatur befindlichen Schmiedestück dem ersteren schadet.

Waren es bei den vorigen Beispielen nicht durchaus zwingende, sondern in der Hauptsache Zweckmäßigkeitsgründe, die zu einer Teilung der Schmiedearbeit Veranlassung gaben, so erfordert der in Fig. 106 skizzierte Winkelbügel auf jeden Fall zwei Gesenke zu seiner Herstellung, wie eine genaue Betrachtung desselben lehrt. Das Teil wird zunächst gemäß Fig. 107

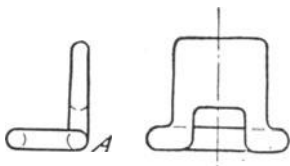


Fig. 106. Winkelbügel.

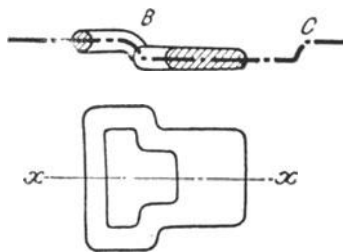


Fig. 107. Vorform und Teilung des Schmiedegesenkes für den Winkelbügel, Fig. 106.

vorgeschmiedet, abgegratet und danach mit Hilfe eines weiteren Gesenkes in die endgültige Form gebracht. Das Vorschmieden erfolgt nicht in ganz gestrecktem Zustande, sondern in der in Fig. 107 skizzierten Form, weil sonst beim Biegen in die Winkelform

eine Verdrehung des Materials bei *A*, Fig. 106, eintreten würde, die vermieden werden muß. An diesen Stellen muß das Stück außerdem zunächst etwas stärker gehalten werden als das Fertigmaß, weil infolge des Streckens des Materials beim Biegen ein Zusammenziehen desselben eintritt. Die Nase *B*, Fig. 107, erfordert eine entgegengesetzte *C* zur Aufnahme des Seitendruckes; bei *B* ist, worauf oben bereits allgemein hingewiesen wurde, genügend Spielraum für den Grat zu lassen, weil die Gesenke sich sonst nicht richtig schließen können und sich festklemmen.

Wie notwendig eine entsprechende Materialzugabe vor dem Biegen an den entsprechenden Stellen ist, lehrt sehr deutlich das in Fig. 108 skizzierte Teil, welches zunächst in der in Fig. 109

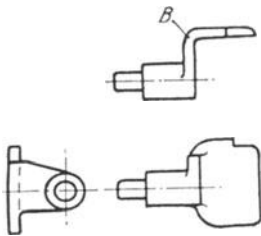


Fig. 108. Achszapfen mit Winkelflansch.

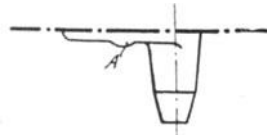


Fig. 109. Vorform und Teilung des Schmiedegesenkes für den Achszapfen, Fig. 108.

veranschaulichten Form vorgeschmiedet wird. Würde dabei nicht der Wulst *A* vorgesehen, so würde das fertige Schmiedestück bei *B* zu schwach sein oder Risse aufweisen, wie ohne weiteres einleuchten dürfte (vgl. auch Fig. 38).

Die Gratbildung ist eine Eigentümlichkeit des Gesenkschmiedens, bei gewöhnlichen Amboßarbeiten und beim Schmieden auf Schmiedemaschinen tritt sie nicht oder wenig auf. Bei Teilen mit kreisförmigem Querschnitt, sogenannten Drehkörpern, die in offenen Gesenken von der Stange geschmiedet werden, läßt sich der Grat allerdings auch beim Schmieden im Gesenk dadurch vermeiden, daß man das Schmiedestück zwischen den einzelnen Schlägen während des Schmiedens um seine Längsachse dreht, so daß der bei einem Schlag entstehende Grat, Fig. 110, beim nächsten Schlag, Fig. 111, wieder verschwindet und das Werkstück eine glatte Oberfläche ohne Naht erhält, die in vielen Fällen eine nachträgliche Bearbeitung überflüssig macht. Um die Oberfläche aber nicht durch die Kanten der Gesenke zu beschädigen, müssen die-

selben, wie in Fig. 112, abgerundet werden. Das darf aber nur bei hohen Schmiedetemperaturen und bei sorgfältiger Entfernung des Hammerschlages erfolgen, weil anderenfalls kein vollständiges Verschweißen des Materials eintritt und Risse infolge des Einschlusses von Hammerschlag sich bilden. Im Gegensatz zu diesen offenen Gesenken, bei denen das überschüssige Material an einer bestimmten Stelle, z. B. an einem Ende, austreten kann, preßt sich dasselbe bei einem geschlossenen Gesenk rings um das Schmiedestück in Form des Grates zwischen beide Gesenkhälften und muß später vom Schmiedestück abgetrennt werden. Auf die Gratbildung muß beim Entwurf des Gesenkes schon Rücksicht genommen werden.

Die Art der Gratbildung ist von Einfluß auf die Tiefe, auf welche die Gesenkformen auszuarbeiten sind, wie überhaupt auf

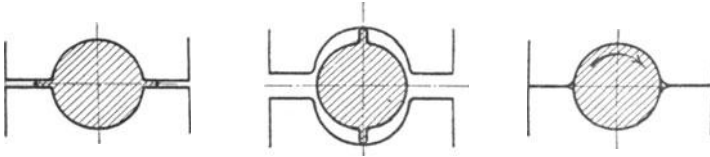


Fig. 110—112. Verschmieden des Grates.

die Ausführung der Gesenke. Man hat zu unterscheiden zwischen Gesenken, deren beide Hälften schließlich aufeinandertreffen, wenn das Schmiedestück auf richtige Stärke heruntergeschmiedet ist, und solchen, bei denen der zwischen beiden Gesenkhälften breitgedrückte Grat eine Berührung derselben verhindert. Das letztere Verfahren ist wegen der wechselnden Stärke des Grates nur für solche Arbeiten geeignet, bei denen es auf große Genauigkeit nicht ankommt (z. B. Schmieden von Schraubenschlüsseln, Hebeln u. dgl.), oder wodurch nachträgliche Bearbeitung die Stärkenunterschiede wieder ausgeglichen werden. Die Gesenkformen dürfen hier nicht auf die volle, der Stärke des Schmiedestückes entsprechende Tiefe ausgearbeitet werden, sondern müssen um die Stärke des Grates flacher gehalten werden. Um unmittelbar am Schmiedestück einen dünnen, leicht zu entfernenden Grat zu erhalten, schrägt man die Stirnflächen beider Gesenkhälften rings um die Gravur nach außen etwas ab, wie in Fig. 113 veranschaulicht. Das erleichtert auch zugleich das Fließen des überschüssigen Materials und beschleunigt dadurch das Schmieden.

Genaue, gleichmäßige Stärke der Schmiedestücke erhält man, wenn man in die Stirnflächen beider Gesenkhälften je eine um die ganze Gravur herumlaufende Rille zur Aufnahme des Grates einarbeitet und diese so reichlich bemißt, daß sie durch den Grat

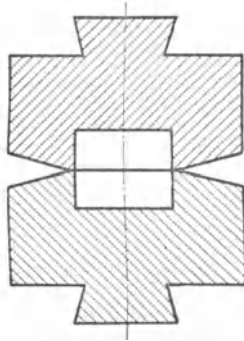


Fig. 113.

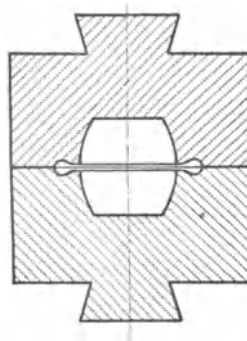


Fig. 114.

Ausführung der Gesenke mit Rücksicht auf die Gratbildung.

niemals ganz ausgefüllt wird, die beiden Gesenkhälften schließlich also aufeinandertreffen können. Die Rille wird ebenfalls nach außen zu tiefer, an der Gravur flacher ausgearbeitet, um den Grat leicht abtrennen zu können, Fig. 114. Die größte Stärke des Grates ist hier ein für allemal festgelegt; die Gesenkformen sind auf volle, der Stärke des Schmiedestückes entsprechende Tiefe auszuarbeiten. Abgesehen von ganz kleinen Gesenken, empfiehlt es sich, die Gesenke nicht mit den ganzen Stirnflächen aufeinanderschlagen zu lassen, sondern dafür — in der Regel an den Ecken — vorstehende Stoßflächen vorzusehen, Fig. 115. In diesem Falle braucht man für den Grat keine besonderen Rillen auszuarbeiten, sondern es genügt, die Stirnflächen der Gesenke — mit Ausnahme der Stoßflächen — entsprechend abzuhobeln oder abzufräsen, und zwar, aus den angegebenen Gründen, nach außen hin abfallend.

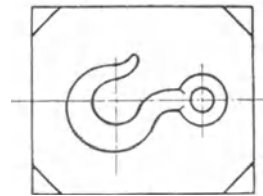


Fig. 115. Gesenk mit Stoßflächen.

An denjenigen Stellen, wo starke Querschnittsänderungen oder Einbuchtungen des Schmiedestückes auftreten, muß sorg-

fältig darauf geachtet werden, daß für den hier besonders stark sich bildenden Grat genügend Platz geschaffen wird. Man muß an solchen Stellen durch tiefere Ausarbeitung der Gratrille oder durch Einbohren von Löchern Raum schaffen, in welchen das als Grat herausgedrückte Material eintreten kann; anderenfalls können die Schmiedestücke wegen des sich stauenden, überschüssigen Materials nicht auf richtiges Maß heruntergeschmiedet werden, oder es treten Überlappungen des Materials und Risse auf, die sich bis in das Schmiedestück fortpflanzen.

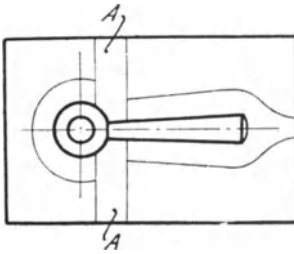


Fig. 116.
Gesenk für einen Kugelgriff.

Bei einem Gesenk für einen Kugelgriff gemäß Fig. 116 kann man z. B. an der Übergangsstelle zwischen Griff und Kugel Ausfräsungen *A* anbringen, die tiefer sind als die Gratrille, bei dem Gesenk für einen Winkelgriff, Fig. 117,

in der Ecke ein Loch *L* bohren, in welches das überschüssige Material fließen kann. Auch bei ringförmigen und anderen in sich geschlossenen Teilen muß man in der Mitte nötigenfalls in

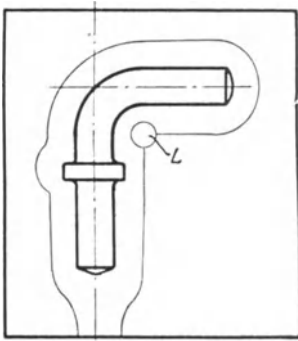


Fig. 117. Gesenk für einen Winkelgriff.

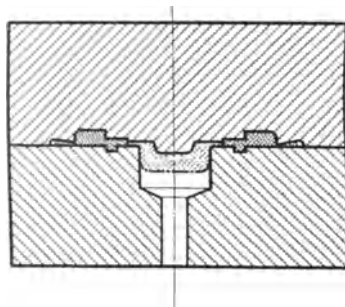


Fig. 118. Gesenk für einen Ring mit
Bohrung für überschüssiges Material.

ähnlicher Weise Platz für das überschüssige Material schaffen. Um mit dem in Fig. 118 abgebildeten Gesenk den Ring auf richtige Stärke herunterschmieden zu können, ist innerhalb der Gesenkform ein Loch in das Untergesenk gebohrt. In diese Bohrung kann ein schwächerer, kurzer Dorn der anderen Gesenkhälfte eintreten, der das überschüssige Material in die Bohrung

hineindrückt. (Um die Skizzen einfacher zu halten, ist bei den sonstigen Abbildungen von der Darstellung der Gratrille, der Abschrägung der Stirnflächen, der Stoßflächen und der sonstigen eben besprochenen Hilfsmittel für gute Gratbildung abgesehen worden.)

Werden die Schmiedestücke nach dem Abgraten nochmals in ein weiteres Gesenk geschlagen, so erhält dieses Fertiggesenk keine Gratrille mehr, da ein Grat sich nicht mehr bilden darf, vielmehr alle von dem früheren noch vorhandenen Spuren durch das Nachschlagen beseitigt werden sollen.

Beim Entwurf von Schmiedegesenken ist auch auf das mit der Abkühlung der Schmiedestücke eintretende Schwinden derselben Rücksicht zu nehmen. Daß die Abmessungen der Gesenkformen für solche Schmiedestücke, die nicht weiter bearbeitet werden sollen, um das Schwindmaß von etwa 1,2% größer zu nehmen sind als diejenigen des Schmiedestückes, ist mehr Sache der Anfertigung der Gesenke unter Benutzung eines entsprechenden Schwindmaßstabes. Bei der Herstellung der Modelle für gegossene Gesenke ist außerdem das Schwindmaß für diese selbst zu berücksichtigen. Dasselbe beträgt für Gußeisen etwa 1%, für Stahlguß etwa 2%. Bei Gesenken für nachträglich noch bearbeitete Teile kann man das Schwindmaß meist vernachlässigen, weil die zur Bearbeitung erforderliche Materialzugabe dem Schwinden hinreichend Rechnung trägt. Sache des Entwurfes dagegen ist es, zu verhüten, daß sich das Schmiedestück im Gesenk infolge des Schwindens festklemmt; läßt sich dies nicht vermeiden, dann müssen Ausstoßvorrichtungen vorgesehen werden, die ein schnelles Entfernen des Schmiedestückes aus dem Gesenk ermöglichen. Ein solcher Auswerfer besteht gewöhnlich aus einem eisernen Bolzen oder Dorn, welcher durch eine Bohrung des Gesenkes gegen die Rückseite des Schmiedestückes getrieben wird. Ein Hebel oder Griff mit nur einem Auge (Fig. 91) wird sich nicht festklemmen, dagegen kann dieser Fall sehr leicht bei einem Hebel mit zwei Augen (Fig. 46) eintreten. Die Gefahr ist weniger oder gar nicht vorhanden, wenn Gesenke nach Fig. 10 verwendet werden.

Das Aufeinanderpassen von Ober- und Untergesenk kann auf verschiedene Weise erfolgen, unter Umständen sind besondere Vorrichtungen dafür bereits beim Entwurf vorzusehen. Dübel verwendet man in der Regel nur, wenn die Gesenke nicht an der

Maschine befestigt werden (vgl. Fig. 8 und 12), sonst pflegt man Feder und Nut dafür zu benutzen; zweckmäßig dafür ist auch die ringförmige Ausführung der Paßflächen nach Fig. 97 in Verbindung mit einer Strichmarke an einer Seitenfläche des Gesenkes. Sind die beiden Gesenkhälften an den Seiten genau und übereinstimmend bearbeitet, dann kann das Aufeinanderpassen ohne weiteres nach diesen Flächen erfolgen. Stellen die Stirnflächen beider Gesenkhälften gekrümmte Gegenprofile dar, die sich ohne weiteres ineinanderpassen (vgl. Fig. 3, 4, 95 und 134), dann kann man eben-

falls besonderer Hilfsmittel entbehren. In vielen Fällen werden Strichmarken an den Seitenflächen genügen.

Für die allgemeine äußere Form der Gesenke ist schließlich noch die Befestigung derselben an der Maschine

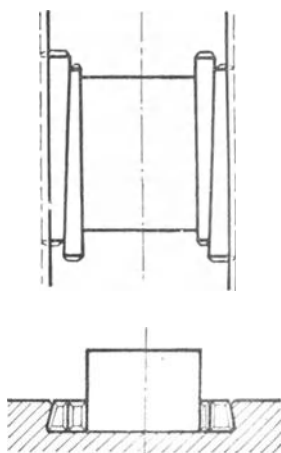


Fig. 119. Befestigung des Gesenkes durch Doppelkeile.

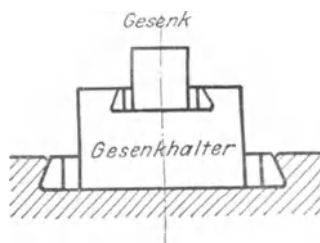


Fig. 120. Befestigung von Gesenk und Gesenkhalter durch Doppelkeile.

zu berücksichtigen. Die einfachste, zuverlässigste und daher bei weitem gebräuchlichste Befestigungsart ist diejenige mittels Doppelkeiles zu beiden Seiten des Gesenkblockes, Fig. 119. Hierbei können die Gesenkböcke einfach rechtwinklig ausgeführt und unter Umständen die verschiedenen Seitenflächen nacheinander als Stirnflächen, d. h. zum Einarbeiten der Gesenkformen, verwendet werden. Die Keile gestatten eine geringe seitliche Verstellung zwecks Ausrichtens beider Gesenkhälften. Sind die Gesenke für die Schwalbenschwanznut der Maschine zu breit, dann müssen sie an den Grundflächen mit Schwalbenschwanz versehen werden (vgl. Fig. 51, 113 und andere). Bei gußeisernen und Stahlgußgesenken ist der Schwalbenschwanz besonders kräftig auszuführen, weil die meisten Brüche erfahrungsgemäß hier auftreten. Der Schwalbenschwanz

soll möglichst breit, mindestens so breit wie die ausgearbeitete Gesenkform gewählt werden; nötigenfalls sind zu schmale Schwalbenschwanznuten in Bär und Schabotte nachzuarbeiten. Ein möglichst breiter und kräftiger Schwalbenschwanz ist auch mit Rücksicht auf gleichmäßigere Erwärmung und geringeres Verziehen des Gesenkes beim Härten zu empfehlen. Es ist äußerst wichtig, daß das Gesenk mit der vollen Fläche am Bär oder der Schabotte fest anliegt; deshalb muß die Höhe des Schwalbenschwanzes genau der Tiefe der Nut entsprechen. Liegt der Schwalbenschwanz, weil zu flach, im Grunde nicht an (vgl. Fig. 121) oder ist er zu hoch, so daß die Grundfläche des eigentlichen Gesenkklotzes an Bär oder Schabotte nicht dicht anliegt, dann sind Gesenkbrüche (bzw. Brüche des Halters, Fig. 121) die Folge. Sind die Gesenke dagegen sehr klein, dann sind in die Schwalbenschwanznuten der Maschine zunächst besondere Gesenkhalter zu setzen, Fig. 120 (vgl. S. 180). Die Befestigung dieser an der Maschine und der Gesenke in den Haltern erfolgt im übrigen in genau derselben Weise.

Es wird auch die Ansicht vertreten, daß man das Untergesenk mit Rücksicht auf die genaue Einstellung gegenüber dem Obergesenk nicht unmittelbar mit Keilen in der Schabotte befestigen, sondern statt dessen Gesenkhalter nach Fig. 121 verwenden soll, in welchen das Untergesenk mittels Schrauben und Druckleisten festgespannt wird. Dadurch wird natürlich die Einstellung wesentlich erleichtert. Statt der Befestigung des Gesenkhalters durch Keile wird die Befestigung mit Hilfe von kräftigen

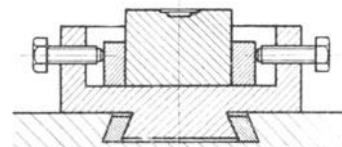
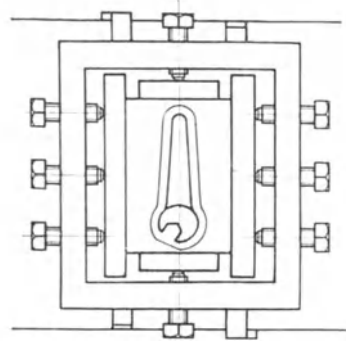


Fig. 121. Befestigung der Untergesenke mit Halter, Schrauben und Druckleisten.

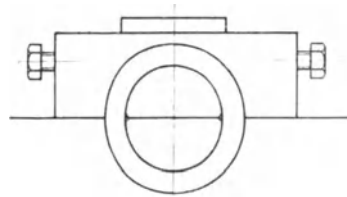


Fig. 122. Befestigung des Gesenkhalters mittels Schrumpfringen.

Schrumpfringen nach Fig. 122 empfohlen. Die Schabotte muß dafür aber von vornherein mit den erforderlichen Augen versehen sein.

Die Befestigung der Gesenke durch Schrauben ist indessen für Hämmer im allgemeinen nicht zu empfehlen und sollte nur bei Pressen verwendet werden, weil Schrauben sich zur Aufnahme von Stößen nicht eignen. Sind die Gesenkeblöcke jedoch nicht prismatisch, sondern z. B. zylindrisch (aus von Rundmaterial abgeschnittenen Scheiben) hergestellt, dann wird man sie mit Schrauben in einem besonderen Halter, in vielen Fällen auch unmittelbar an der Schabotte befestigen müssen. Die Schrauben sitzen bei rechteckigen Gesenken in der Regel an den Ecken, die auf eine gewisse Tiefe gebrochen werden, um einen Befestigungsflansch zu schaffen. Letzterer reißt bei dieser Ausführung infolge innerer Spannungen sehr oft, vgl. *a* in Fig. 123. Deshalb empfiehlt es sich¹⁾, die Ecken der Flansche zu brechen und bis zum Schraubenloch aufzuschneiden, wie bei *b* in Fig. 123, um die Materialspannungen aufzuheben oder wenigstens zu verringern und das Ausplatzen der Ecken zu verhüten. Auf die Bedeutung einer

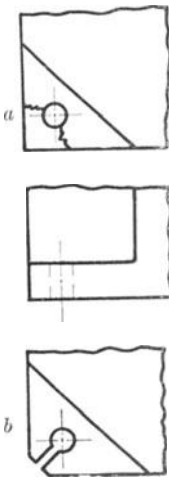


Fig. 123. Befestigungsflansch an Gesenken.

vollständig starren Befestigung der Gesenke bei Fallhämmern, insbesondere des Obergesenkes am Hammerbär, ist bereits bei Besprechung der Schlagwirkung hingewiesen worden (vgl. S. 85).

Die Gesenke der Wagerecht-Schmiedemaschinen erfordern außer der in den Klemmbacken befestigten zweiteiligen Matrize noch einen im Stauchschlitten sitzenden Stauchstempel, d. h. eine Patrize (vgl. Fig. 124). Für den Entwurf der Gesenke ist zunächst die Stauchlänge

theoretisch
$$L' = \frac{\text{Rauminhalt des Schmiedestückes in cmm}}{\text{Querschnitt des Stangenmaterials in qmm}}$$
 zu ermitteln. Hierzu sind 10—15% für Abbrand und sonstige Verluste hinzuzuschlagen; sodaß

praktisch $L = 1,1 - 1,15 L'$.

Für die genaue Stauchlänge, die sich nur durch Versuche feststellen läßt, sind ferner die Eigenschaften des Schmiedematerials

¹⁾ Nach Werkstattstechnik 1914.

maßgebend. Die Länge des Stempels ergibt sich dann aus der Stauchlänge, dem Abstand zwischen Stempelhalter und Matrize bei vorderer Totlage des Stauchschlittens und der Lage des Werkstückes oder der Gesenkform in der Matrize. Diese Lage soll im allgemeinen derart sein, daß das zu stauende Material etwa 40 mm, schwächeres Material, welches sich beim Stauchen umbiegen könnte, bis herab zu 10 mm vor dem Stauchen aus der Matrize

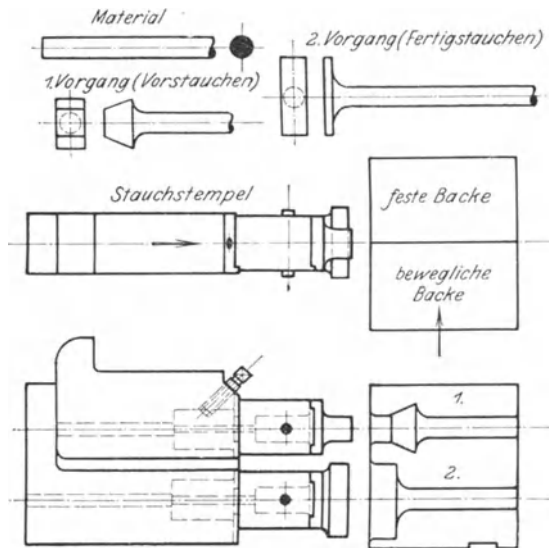


Fig. 124. Herstellungsgang und Gesenke für das Stauchen einer Fußplatte auf der Wagerecht-Schmiedemaschine.

herausragt. Die Länge der Klemmfläche zum Festhalten des Materials in der Matrize soll mindestens das Dreifache des Materialdurchmessers betragen, bei kantigem Material noch etwas mehr als das Dreifache der Querschnittsdiagonale, weil erfahrungsgemäß derartiges Material unter der Wirkung des Stauchdruckes leichter rutscht und die Formen dann nicht ausfüllt. Zur Erzielung einer guten Klemmwirkung ist es ferner erforderlich, die beiden Matrizenhälften etwas flacher als die halbe Stärke des Stangenmaterials auszuarbeiten. Zur leichteren Einführung des Stempels ist die Kante der Ausarbeitung an der Vorderseite der Matrize etwas zu brechen oder abzurunden, Fig. 125.

Beim Vorstauchen muß bereits möglichst viel Material nach hinten (vom Stempel aus gerechnet) gebracht werden und der Durchmesser des Werkstückes sich hier schon möglichst dem Fertigmaß nähern, weil das Material schwer hierhin fließt. Flansche und dergleichen werden z. B. nach Fig. 124 konisch, nach hinten stärker, vor- und dann fertiggestaucht. Bei sehr dünnem Material sind meist 3 Stauchvorgänge erforderlich.

Bei den Gesenken der Wagerecht-Schmiedemaschinen können die beiden Klemmbacken, in welche die Gesenkformen eingearbeitet werden, auf zwei, häufig sogar auf allen vier Seiten verwendet werden, sodaß man z. B. für das Schmieden von Schraubenbolzen

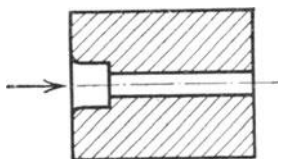


Fig. 125. Abrunden der Kanten an der Stirnfläche der Matrizen.

oder Muttern die Matrizen für mehrere Schraubengrößen in einem Backenpaar unterbringen kann und die Backen nur entsprechend einzuspannen hat. Außerdem können die Klemmbacken in den meisten Fällen so eingerichtet werden, daß die Matrizen als besondere Einsätze in den Backen befestigt werden, sodaß nur verhältnismäßig kleine Stahlstücke für die Matrizen in Frage kommen. Diese Einsatzstücke werden dann zweckmäßig zylindrisch gestaltet, um sie auf der Drehbank bearbeiten zu können, und mit einer eingedrehten Nut versehen, sodaß sie sich in der Längsrichtung nicht verschieben können und nur schwache Befestigungsschrauben erforderlich sind (vgl. Fig. 56). Dadurch lassen sich die Gesenkkosten recht niedrig halten.

Über das Entwerfen der Abgratgesenke ist noch folgendes zu sagen. Die Form der Stirnfläche von Patrize und Matrize richtet sich nach derjenigen des Schmiedegesenkes bzw. nach dem dadurch bestimmten Verlauf des Grates am Schmiedestück. Der Durchbruch der Matrize erweitert sich nach unten, die Patrize verjüngt sich nach oben zur Erzielung einer günstigen Scherwirkung; der Anzug der Umrißflächen beträgt durchschnittlich 1 : 25. Die Erweiterung des Matrizendurchbruches ist weiterhin auch deshalb erforderlich, damit das entgratete Schmiedestück frei nach unten herausfällt. Die Patrize muß sich mit der Stirnfläche soweit wie möglich der Oberfläche des zu entgratenden Schmiedestückes anpassen. Sofern infolge der Form der Stirnfläche ungünstige Schnittwinkel sich ergeben, ist durch Absetzen

der Stirnfläche an der betreffenden Stelle dem abzuhelfen (vgl. Fig. 99). Um ein Verbiegen des Schmiedestückes zu verhüten, soll die Patrize überall gleichzeitig aufsetzen und den Grat ringsum gleichzeitig und gleichmäßig abtrennen. Bei längeren, dünnen Teilen dagegen (vgl. Fig. 41) muß man aus demselben Grunde den Grat wie mit einer Schere an einem Punkt beginnend und allmählich fortschreitend abschneiden, weil bei gleichzeitigem Abpressen um das ganze Schmiedestück dieses infolge des erforderlichen hohen Druckes verdrückt werden würde. Je nach dem gewollten Verlauf des Schnittes sind die Stirnflächen bzw. die Schneidkanten von Matrize und Patrize zu formen. Hier heißt es genau beobachten und Erfahrungen sammeln. Dasselbe gilt bezüglich der Zweckmäßigkeit des Warm- oder Kaltentgratens der Schmiedestücke. Im allgemeinen wird man kleinere Stücke kalt abgraten, weil sie sich sonst zu leicht verdrücken, große Stücke dagegen warm, da sonst zu hohe Drucke und übermäßig schwere Maschinen erforderlich werden; das Material würde überdies in kaltem Zustande ausbrechen. Eine Grenze, wo das Warmabgraten aufhört und das Kaltabgraten anfängt, läßt sich allgemein nicht angeben. Die Frage ist aber bereits für den Entwurf und die Herstellung des Abgratgesenkes von Bedeutung, weil das Gesenk zum Kaltabgraten ohne, dasjenige zum Warmabgraten mit Schwindmaß, wie das Schmiedegesenk, anzufertigen ist.

B. Die mechanische Bearbeitung der Gesenke

Das Ausarbeiten der Schmiedegesenke erfolgt in weitaus den meisten Fällen aus dem vollen Material, und zwar das rohe Ausschruppen mit Hilfe von Werkzeugmaschinen, die weitere Nacharbeit von Hand. Dieses Verfahren soll der Betrachtung daher zunächst zugrunde gelegt werden.

Der erste, an sich sehr einfache, für die weitere Bearbeitung aber sehr wichtige Arbeitsvorgang ist das Hobeln der Gesenklöcke. Wenn irgend möglich, d. h. bei ebenen Stirnflächen, hoble man die beiden zusammengehörigen Blöcke eines Gesenkes paarweise, nicht einzeln. Ob Hobel- oder Wagerecht-Stoßmaschine vorzuziehen ist, ist von der Größe der Gesenklöcke bzw. von der Anzahl der gleichzeitig bearbeiteten in erster Linie abhängig. Nachdem

die vier Seitenflächen bearbeitet sind, werden die Stirnflächen behobelt. Ehe man die Blöcke dann ausspannt, empfiehlt es sich, mit dem Stahl noch eine feine Rißlinie über die Stirnflächen beider Hälften zu ziehen, die zum Aufeinanderpassen der letzteren bei der weiteren Bearbeitung oder beim späteren Befestigen an der Maschine von Nutzen sein kann. Sind die Stirnflächen nicht eben, so erfolgt das Abhobeln oder, sofern solches nicht möglich ist, das Fräsen derselben nach Anriß oder unter Zuhilfenahme von Schablonen.

Nachdem die Gesenkböcke in ihrer äußeren Form soweit vorgearbeitet sind, werden auf den Stirnflächen die Umriss der auszuarbeitenden Formen vorgezeichnet. Das kann entweder durch Punktieren unmittelbar nach der Gesenkzeichnung oder mit Hilfe einer nach dieser hergestellten Schablone und einer feinen Reißnadel erfolgen. Außer den Umrissen werden auch die auf der Zeichnung etwa vorhandenen Querlinien für das Anlegen der Tiefenschablonen (vg^l. Fig. 129) auf den Gesenkblock übertragen.

Um die Rißlinien deutlich und leicht sichtbar zu machen, versieht man die Stirnfläche des Gesenkblockes vorher mit einem feinen Lacküberzug oder gibt ihr durch Bepinseln mit Kupfervitriol einen matt rötlichen Kupferton.

Nach diesen Umrissen und unter Benutzung der Schablonen wird dann die Gesenkform auf Bohr- und Fräsmaschinen, Drehbänken usw. roh ausgeschruppt, um alsdann von Hand mit Meißel, Feile, Stichel, Schaber und Schmirgel fertig bearbeitet zu werden. Die Art der Ausarbeitung richtet sich nach der Form, der Größe und nach der erforderlichen Genauigkeit des im Gesenk zu schmiedenden Teiles. Das Gravieren ist eine viel Zeit und tüchtige Graveure erfordernde Arbeit, andererseits ist von der richtigen und sauberen Ausführung der Gesenke der Erfolg des Schmiedens in erster Linie abhängig.

Ist sehr viel Material auszuschruppen, so ist, sofern im Einzelfalle nicht Ausdrehen zweckmäßig ist, das Ausbohren desselben auf der Bohrmaschine zu empfehlen, weil es schneller geht und billiger ist als das Ausfräsen. Im übrigen ist aber die Fräsmaschine die für das Ausarbeiten von Gesenken hauptsächlich in Frage kommende Maschine. Das Ausbohren des Materials erfolgt nach Fig. 126. Man reißt am besten eine Linie in der Längsrichtung des Umrisses an und quer dazu nach beiden Seiten unter 60° ge-

neigt weitere, deren Schnittpunkte die Mitten der zu bohrenden Löcher darstellen und als solche angekörrt werden. Der Bohrer, dessen Durchmesser ein wenig kleiner ist als die Mittenentfernung der einzelnen Bohrungen, wird nach dem an einer Seitenfläche des Gesenkblockes angerissenen Tiefenprofil auf Tiefe eingestellt bzw. sein Vorschub durch einen Ausschlag an der Maschine dementsprechend begrenzt. Die stehbleibenden, wabenartigen Wände müssen dann von Hand mit Hammer und Meißel abgesprengt werden; eine hierfür empfohlene Meißelform veranschaulicht Fig. 127. Außer diesem Meißel

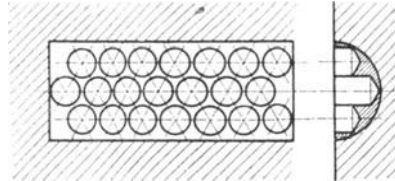


Fig. 126. Ausbohren der Gesenke.

braucht man eine ganze Reihe anderer Meißel verschiedener Form und Größe. Die Aufbewahrung derselben während der Arbeit erfolgt am besten in einer auf der Werkbank stehenden Blechbüchse, in die man die Meißel, mit der Schneide nach oben, steckt, oder in eigens dafür hergestellten Holzplatten mit entsprechenden Bohrungen.

Das weitere Ausarbeiten ist natürlich soweit wie irgend möglich mit Hilfe von Maschinen vorzunehmen. Es wird sich dabei hauptsächlich um Fräsarbeit handeln. Zum Ausarbeiten der Gesenkformen eignen sich Senkrecht-Fräsmaschinen mit Drehtisch und drei zueinander senkrechten Bewegungen zwischen Aufspanntisch und Arbeitspindel; zu bevorzugen sind diesem besonderen Zweck angepaßte Sonderausführungen, sogenannte

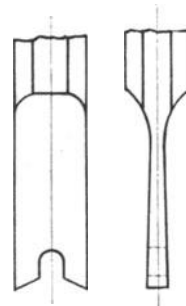


Fig. 127. Meißel.

Gesenk-Fräsmaschinen, die von einer ganzen Reihe von Werkzeugmaschinenfabriken gebaut werden. Einige dieser Firmen befassen sich fast ausschließlich mit der Herstellung dieser Art von Fräsmaschinen. Um die nötigen Neigungen der einzelnen Flächen der Gesenkform leicht und genau herstellen zu können, ist die Verwendung von Universalschraubstöcken oder Aufspannplatten zu empfehlen, deren Oberteil drehbar ist und deren Unterteil nach zwei Richtungen nach Gradteilungen um etwa 45° gekippt werden kann. Die gewöhnlichen Maschinenschraubstöcke genügen für diese Zwecke nicht. Da die Tischbewegungen während des FräSENS

in der Hauptsache von Hand erfolgen und der Arbeiter dabei dauernd das Fräsen genau beobachten muß, seinen Standort also nicht wechseln kann, so ist es unbedingt erforderlich, daß die Handräder für die verschiedenen Tischbewegungen von derselben Stelle aus bequem zu erreichen und zu bedienen sind. Der Antrieb dieser Maschinen kann im übrigen einfacher konstruiert sein als

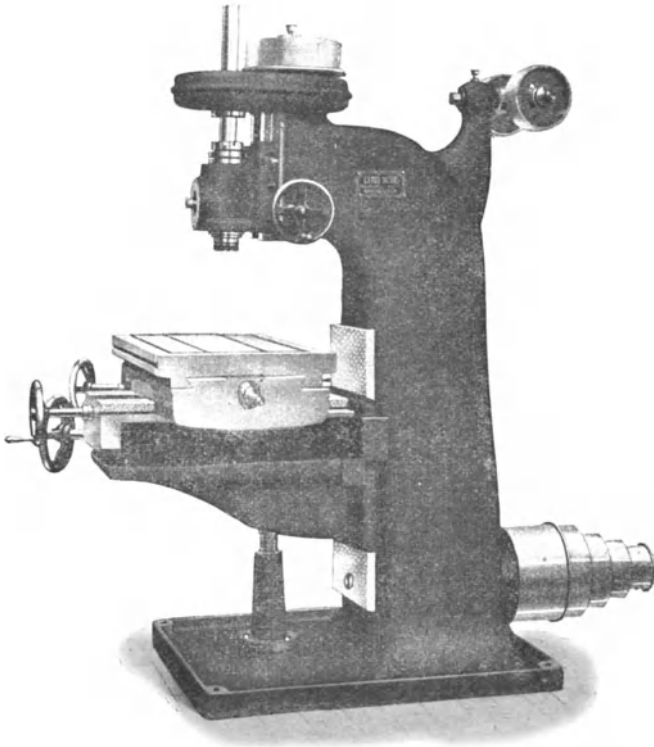


Fig. 128. Gesenk-Fräsmaschine (Curd Nube, Offenbach a. M.).

bei Fräsmaschinen für allgemeine Zwecke. Da die beim Gesenkfräsen zur Verwendung kommenden Fräser keine so großen Durchmesserunterschiede aufweisen und es sich nicht um Massenfertigung handelt, ist weder eine größere Anzahl von Arbeitsspindelgeschwindigkeiten noch von selbsttätigen Vorschüben erforderlich, zumal der Vorschub in der Hauptsache von Hand erfolgt. Kräftiger, gedrungener Bau, wie ihn die in Fig. 128 abgebildete Maschine aufweist, ist zur Erzielung sauberer Schnitte Vorbedingung; sehr

zweckmäßig für das Aufspannen und Bearbeiten von Gesenken erscheint auch die breitere und kürzere Form des Aufspanntisches gegenüber den hierfür weniger geeigneten schmalen und langen Tischen der für allgemeine Zwecke bestimmten Fräsmaschinen. Im übrigen bieten Gesenk-Fräsmaschinen nichts wesentlich Neues, das eines ausführlicheren Eingehens bedürfte. Anschläge zur Begrenzung der einzelnen Bewegungen, insbesondere der senkrechten, und Millimeterteilungen an den Handrädern leisten für die genaue Einstellung gute Dienste. Daneben kommt es ganz auf die Aufmerksamkeit und das Geschick des Arbeiters an, wie genau das Ausfräsen der Formen erfolgt. Die Fräser weisen die verschiedenartigsten Formen auf, je nach den zu fräsenden Flächen. Nicht alles läßt sich ausfräsen, scharfe Ecken überhaupt nicht, dieselben müssen auf der Stoßmaschine oder von Hand ausgearbeitet werden.

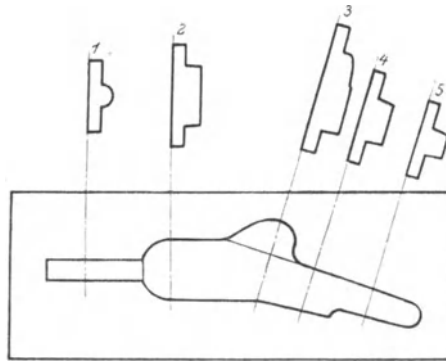


Fig. 129.

Zum Nachmessen der Form sowohl beim Fräsen wie insbesondere bei der Nacharbeit von Hand dienen, abgesehen von den allgemeinen Meßwerkzeugen, Schablonen, die das genaue Profil für bestimmte, auf der Zeichnung und dem Gesenkblock festzulegende Stellen angeben (vgl. 1—5 in Fig. 129). Die Schablonen erhalten seitliche Ansätze, mit denen sie sich auf die Stirnfläche des Gesenkblockes gerade auflegen, wenn das Profil der Gesenkform an der betreffenden Stelle richtig ausgearbeitet ist. Läßt man diese Ansätze fort, so muß man quer über die Schablone einen Strich ziehen oder in die beiden Seitenkanten derselben Kerben einfeilen, um das Tiefenmaß zu haben. Auch verstellbare Tiefenlehren lassen sich für viele Fälle verwenden.

Für das endgültige Fertigstellen der Gravur von Hand werden die Gesenke in eigens hierfür bestimmte, auf einer Kugelfläche ruhende Schraubstöcke, Fig. 130, gespannt, die in einfachster Weise die jeweils bequemste Lage des Werkstückes einzustellen gestatten.

Die Handwerkzeuge zum Gravieren der Gesenke sind, wie bereits erwähnt, Meißel, Feilen, Schaber, Schmirgelholz, ferner

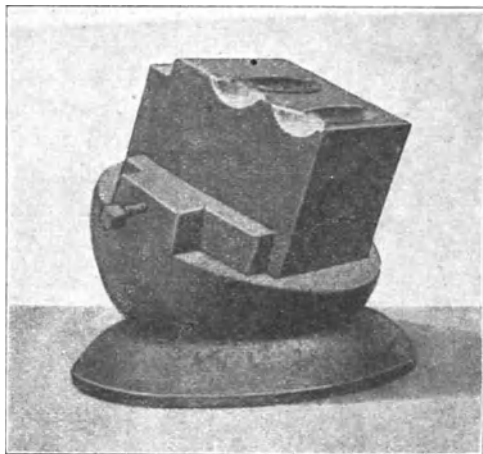


Fig. 130. Schraubstock mit kugeliger Lagerfläche.

Punzen, Stempel u. dgl. mehr. Ist das Material roh ausgebohrt oder ausgefräst, dann kommt der Meißel an die Reihe, der wei-

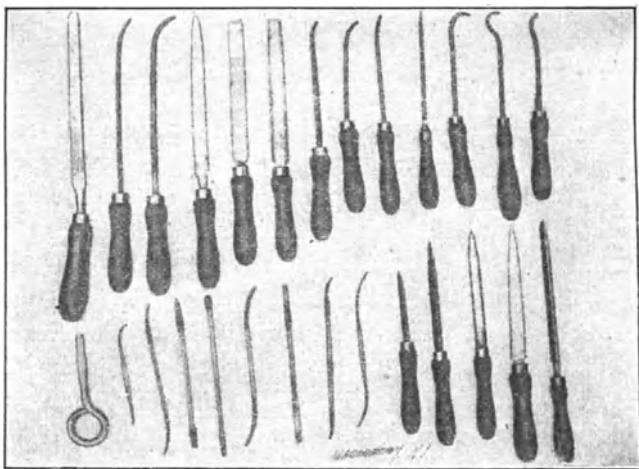


Fig. 131. Schaber und Feilen.

teres noch fortzuschaffendes Material beseitigt; das Glätten und Beputzen wird nunmehr in bekannter Weise mit Feilen und

Schabern der verschiedensten Form und Größe, die sich der Gesenkmacher in vielen Fällen nach Bedarf und Geschmack selbst anfertigt, und von denen Fig. 131 einige Proben voranschaulicht, vorgenommen. Punzen sind zum Bearbeiten der Bodenflächen der Gravur sehr praktisch. Die durch die Punzen entstehenden kleinen Spitzen lassen sich danach mit Feile und Schaber leicht abarbeiten, sodaß man eine glatte Fläche erhält. Punzen lassen sich, wenn sie nicht billiger käuflich zu haben sind, leicht in der Weise herstellen, daß man einen Stahlstempel in warmem Zustande auf eine mit entsprechenden Vertiefungen versehene Stahlplatte schlägt und dann härtet. Zahlen und Buchstaben schlägt man

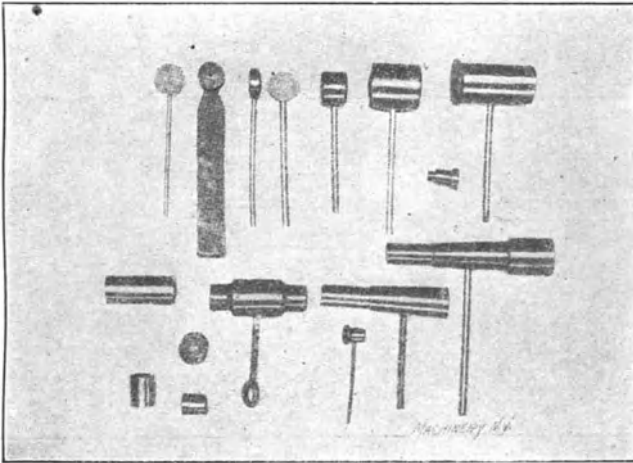


Fig. 132. Tuschierwerkzeuge.

mit Stempeln in die Gravur ein. Glatte Stempel benutzt man auch zum Glätten einzelner Stellen der Gravur, insbesondere der tiefer gelegenen Ecken und Kanten. Man darf darin jedoch nicht zu weit gehen und Material niedertreiben, das besser hätte weggefeilt oder weggeschabt werden sollen, weil sonst Spannungen im Material hervorgerufen werden, die sich später unangenehm bemerkbar machen. Das letzte Schlichten der Flächen wird durch Schmirgeln derselben bewirkt.

Flächen, die sich auf andere Weise nicht genau messen lassen, werden mit Hilfe von Tuschierwerkzeugen geprüft. Die in Fig. 132 abgebildeten Tuschierwerkzeuge werden beim Ausschaben von

zylindrischen Vertiefungen auf genaues Maß benutzt. Die mit einem Griff versehenen, auf genaues Maß geschliffenen und gehärteten Zylinder werden mit Mennige oder dgl. bestrichen und in den zu prüfenden Vertiefungen hin und her bewegt. Es zeigt sich dann, wie beim Tuschieren ebener Flächen, wo noch Material wegzuschaben ist.

Ist vorauszusehen, daß ein Gesenk wiederholt herzustellen ist, dann läßt sich, sofern nicht weiter unten behandelte andere

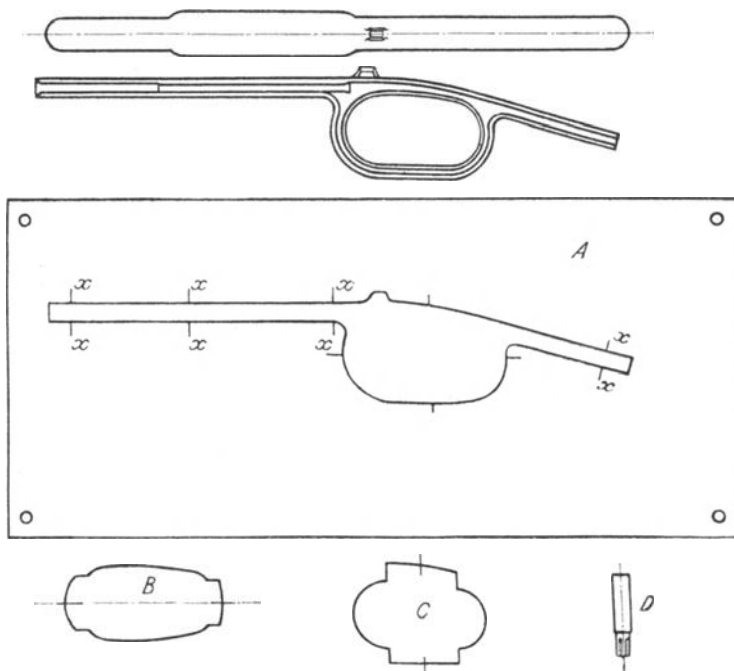


Fig. 133. Schmiedestück für den Abzugsbügel eines Gewehrs nebst Schablonen und Fräser zum Vorzeichnen und Ausfräsen des Gesenkes.

Verfahren in Frage kommen, durch geeignete Hilfsmittel viel Handarbeit ersparen bzw. gute Übereinstimmung aller Gesenke erzielen. Hierfür seien nachstehend zwei Beispiele aus der Gewehrfabrikation angeführt.

Zum Anreißen und Ausfräsen der Gesenke für den in Fig. 133 oben skizzierten Abzugsbügel stellt man sich aus 3—4 mm starkem Stahlblech Schablonen *A*, *B* und *C* und Fräser *D*, Fig. 133, her.

Die Außenmaße der Schablone *A* entsprechen genau denjenigen der Stirnfläche der Gesenke; die vier Löcher in den Ecken dienen zum Ausrichten der Schablone und müssen genau senkrecht gebohrt sein, um die Schablone von beiden Seiten benutzen zu können. Die beiden kleinen Schablonen *B* und *C* entsprechen der inneren Form des Abzugsbügels und besitzen an zwei gegenüberliegenden Stellen Ansätze und Marken zum Einpassen in die Hauptschablone *A*; sie werden nach Bedarf ausgewechselt und durch Löten oder

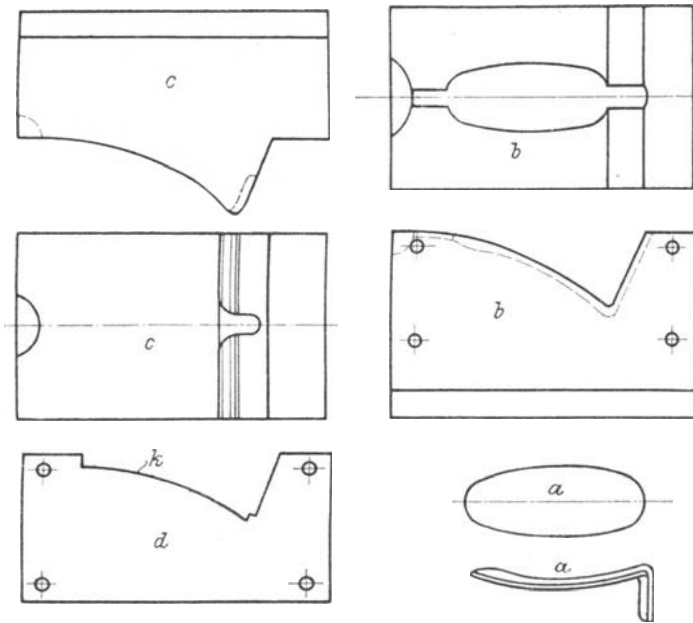


Fig. 134. Kolbenkappe mit Gesenken und Schablone für das Untergesenk.

übergelegte Laschen und Schrauben befestigt. Die Schablonen werden gehärtet, damit ihre Führungskanten von dem Schaft der zum Ausfräsen der Gesenke dienenden Fräser *D* nicht angegriffen werden. Die Schablone *A* wird auf die Stirnfläche des Gesenkblockes aufgepaßt und mit Schraubzwingen befestigt, um danach die vier Ecklöcher in den Gesenkblock zu bohren und auszureiben, damit die Paßstifte nachher gut festsitzen. Ebenso verfährt man mit der zweiten Gesenkhälfte, auf welche die Schablone mit der anderen Seite gelegt wird. Nach der durch die Paßstifte festgelegten Schablone reißt man die Gesenkformen an, nimmt die

Schablone *ab*, schlägt die Umrisse nötigenfalls mit einem Körner noch etwas nach und schruppt die Form mittels eines Fräasers aus. Dann legt man die Schablone wieder auf und fräst mit dem Fräser *D* nach, wobei der Schaft desselben zur Führung an der Schablone dient. Der Fräser muß zur Erzielung eines sauberen Schnittes mit möglichst hoher Umdrehungszahl laufen, die Aussenkung mit Öl gefüllt sein. Die Marken *x* auf der Schablone bezeichnen die Punkte, an denen die Frästiefe sich ändert. Den verschiedenen Tiefen oder Profilen entsprechend sind verschiedene Fräser erforderlich. Auf diese Weise kann man die Form, abgesehen von den mit *x* bezeichneten Stellen, die von Hand nachgearbeitet werden müssen, vollständig maschinell fertigstellen.

Bei der in Fig. 134 skizzierten Kolbenkappe *a* läßt sich das Gesenk nicht durch eine Ebene teilen, sondern die Stirnflächen beider Gesenkhälften stellen einander entsprechende, gekrümmte Flächen dar, wie aus den Skizzen *b* und *c* ersichtlich. Zum Anreißen dieser Profile und zum Fräsen der Stirnflächen verwendet man Schablonen, deren Herstellung und Befestigung in ganz derselben Weise erfolgt, wie oben beschrieben. Die Schablone *d* für das Untergesenk ist in Fig. 134 veranschaulicht. Die Kurve *k* derselben dient ferner zur Führung des Formfräasers, mittels dessen der Hauptteil der Gravur des Untergesenkes ausgearbeitet werden kann. Zwar müssen die Gesenke an einigen Stellen von Hand noch nachgearbeitet werden, aber das Fräsen nach Schablone und mit Hilfe von Formfräsern bedeutet doch eine große Erleichterung und Zeitersparnis.

Ein weiteres Beispiel für den Ersatz der Handarbeit durch Fräsen bietet die Herstellung der Gesenke für Lochstempel, Fig. 135. Die Stempel *a* müssen mit einer Genauigkeit von $\pm 0,05$ mm geschmiedet werden, da sie nur an der Stirnfläche noch bearbeitet, im übrigen lediglich nachgeschmiegelt werden. Zum Ausarbeiten der Gesenkformen werden Formfräser *b* benutzt, die wegen ihres außergewöhnlich dünnen Schaftes einen Gegenhalter *c* erfordern, um das Abfedern der Fräser zu verhüten. Der Schaft wird dann nur auf Drehung beansprucht, allerdings ist der Vorschub des Fräasers sehr vorsichtig zu bewirken. Ebenso ist der Schaft über die ganze Länge gut und gleichmäßig zu härten, anzulassen und zu richten, damit er genau läuft und sich nicht abdreht. Die Gesenke, von denen *e* eine Hälfte darstellt, werden in der Regel als Doppel-

gesenke, d. h. mit je zwei Formen, hergestellt, von denen eine als Vor-, die andere als Fertiggesenk dient. Es wird zunächst längs den Mittellinien der Formen je ein leichter Hobel- oder Frässchnitt quer über die Gesenkstirnfläche ausgeführt, um ein Verlaufen des nachfolgenden Bohrers zu verhüten. Dieser Schnitt muß deshalb in beiden Gesenkhälften gleich tief ausfallen. Dann werden letztere zusammengespant und auf den Schaftdurchmesser des Formfräasers gebohrt und ausgerieben, wie bei *d* zu sehen. Nun-

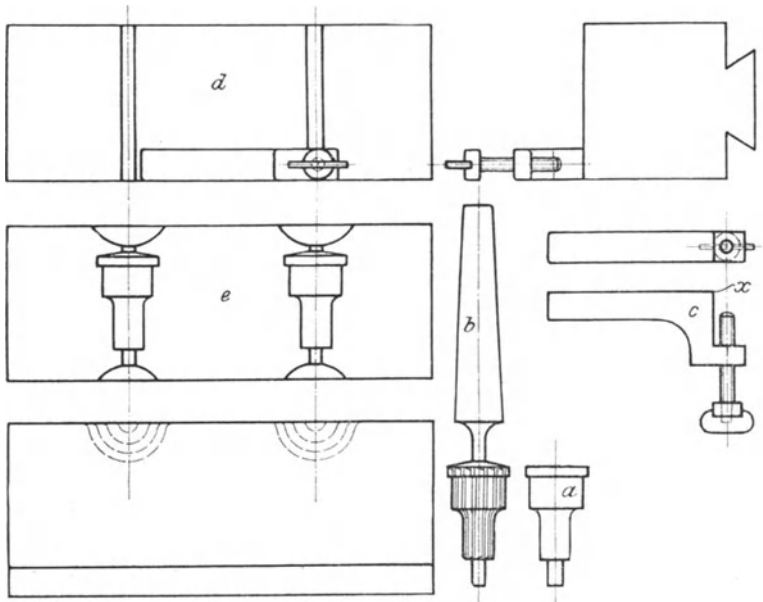


Fig. 135. Gesenke für einen Lochstempel nebst Formfräser und Gegenhalter.

mehr spannt man die Gesenkhälften einzeln auf eine Wagerecht-Fräsmaschine, stellt den Fräser *b* genau über einer der Rillen ein, befestigt den Gegenhalter *c* mit Zwingen am Gesenckblock so, daß der dünne Fräaserschaft durch die Stellschraube gegen Abbiegen gestützt wird, und schiebt den Fräser bis zur Hälfte, d. h. bis sich der Schaft in die Rille einlegt, senkrecht nach unten ins Material vor, wobei die Stellschraube des Gegenhalters sorgfältig nachzustellen ist. An Stelle eines besonderen Gegenhalters läßt sich vielfach auch der Gegenhalter der Fräsmaschine benutzen, dessen Spitze nötigenfalls abzuflachen ist, damit der Fräser tief

genug ins Werkstück eindringen kann. Nötigenfalls kann man zwei derartig hergestellte Gesenkhälften mit zwischenliegendem Fräser noch aufeinanderspannen und gemeinsam nachfräsen. Ist der Fräser sehr empfindlich, so ist es ratsam, die Frässpindel von Hand (durch Ziehen am Riemen) zu drehen, da der Fräser sonst leicht einhakt und abbricht. Zum Entfernen der Späne muß man die beiden Gesenkhälften von Zeit zu Zeit auseinandernehmen. Um zu verhindern, daß der Fräser beim Zusammen-spannen festgeklemt wird, lege man zunächst etwas Papier zwischen beide Gesenkhälften, das später natürlich entfernt werden muß. Die Aussparungen zu beiden Enden der Form sollen das Austreten des überschüssigen Materials beim Schmieden erleichtern und müssen möglichst dicht an die Form herangelegt werden. Die seitlichen Kanten der Gesenkform werden mit der Feile gut abgerundet, wie die gestrichelten Linien andeuten, während die Kanten an den Stirnseiten scharf bleiben. Dieses Abrunden ist somit die einzige Handarbeit, alles übrige ist Maschinenarbeit. Gratbildung läßt sich durch Drehen des Materials beim Schmieden vermeiden (vgl. Fig. 110—112).

Tritt der Fall, daß ein Gesenk mehrfach herzustellen ist, häufiger ein, so kann die Verwendung einer Kopier-Fräsmaschine in Frage kommen. Die Schablone wird dann nicht unmittelbar an dem Gesenkblock befestigt und zum Führen des Fräasers selbst benutzt, sondern ist neben dem Werkstück auf dem Tisch der Maschine befestigt und dient zur Führung eines besonderen Kopierstiftes, der mit der Frässpindel starr verbunden ist. Das Kopieren bezieht sich aber auch hier nur auf die Umrißform. Fig. 136 veranschaulicht eine derartige Kopier-Fräsmaschine mit 2 Arbeitsspindeln, von denen die eine zum Vor-, die andere zum Nachfräsen benutzt wird. Die beiden Arbeitsspindeln sind auf Schiebern angeordnet, welche sich durch Handhebel unabhängig voneinander in senkrechter Richtung bewegen lassen, während sie in wagerechter Richtung mittels Handkurbel und gemeinschaftlichem Schlitten gleichzeitig verstellt werden. Jeder Arbeitsspindel-schieber besitzt einen Kopierstifthalter. Das Fräsen erfolgt in der Weise, daß mittels der beiden im Bilde sichtbaren Handkurbeln Arbeitsspindelschlitten und Aufspanntisch in zwei zueinander senkrechten Richtungen gleichzeitig so bewegt werden, daß der Kopierstift dauernd gegen die Schablone gedrückt und

somit deren Form auf den Gesenkblock übertragen wird. Voraussetzung für genaues Kopieren ist, daß Kopierstift und Fräser in ihren arbeitenden Teilen genau gleichen Durchmesser und gleiches Profil haben. (Durch entsprechende Änderungen der beiderseitigen

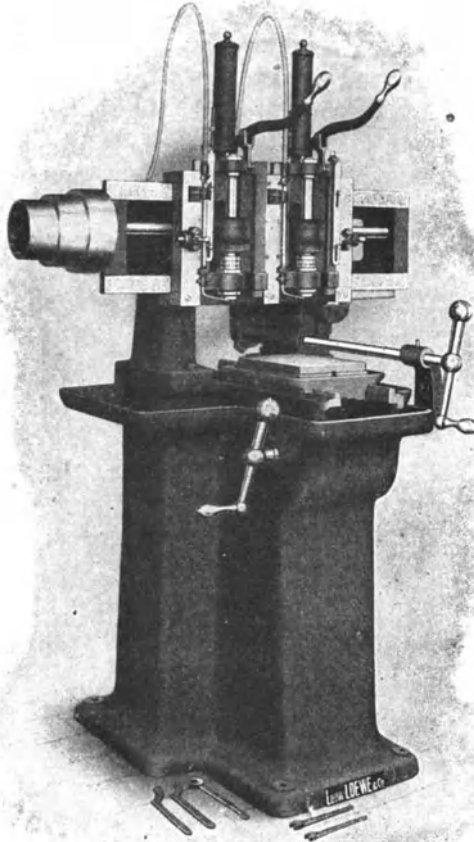


Fig. 136. Kopier-Fräsmaschine
(Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin NW. 87).

Durchmesser kann man nötigenfalls kleine Größenunterschiede zwischen Schablone und Werkstück erzielen.) Die Herstellung der Schablone kann auf der Maschine selbst in gleicher Weise erfolgen, indem ein Gesenk, z. B. das erste überhaupt angefertigte, als Kopierstück benutzt wird.

Das Vollkommenste ist es natürlich, wenn man die Gesenkform vollständig maschinell ausarbeiten, d. h. kopieren, und jeder Handarbeit entsagen kann. Das ist für Schmiedegesenke nicht ohne weiteres, jedenfalls nicht in dem Maße und Umfang möglich wie für die im allgemeinen viel flacheren Prägegesecke, wie sie in Metallwarenfabriken für Luxusgegenstände aller Art, z. B. Schmucksachen, Tischgerät u. dgl. m., gebraucht werden. Sofern die Gesenkformen nicht zu tief auszuarbeiten sind und die Formen keine steil abfallenden Flächen aufweisen, kann man nicht nur die Umrißformen, sondern auch die erhabenen und vertieften Flächen kopieren. Bei größeren, tiefer auszuarbeitenden Gesenken wird es sich empfehlen, das Material in der Hauptsache zunächst auf einer gewöhnlichen Fräsmaschine auszuschruppen, weil die Gesamtherstellungszeit dadurch wesentlich verkürzt und die Kopier-Fräsmaschine geschont wird. Man ist nun bereits noch einen Schritt weiter gekommen und hat ganz selbsttätig arbeitende Kopier-Fräsmaschinen gebaut, die die Gesenkform vollständig fertigstellen, ohne daß es nach erfolgter Einrichtung der Maschine irgendwelcher Bedienung oder Beaufsichtigung bedarf. Die Maschinen können daher ununterbrochen Tag und Nacht arbeiten und rücken nach Fertigstellung der Gesenkform selbsttätig aus.

Diese sogenannten Universal-Gravier-, -Kopier- und -Reduziermaschinen arbeiten wie die vorhererwähnten Kopier-Fräsmaschinen nach dem Tastverfahren, d. h. es ist ein Musterstück erforderlich, welches von einem Tast- oder Kopierstift abgetastet wird. Die Bewegung des letzteren wird durch Hebel oder eine Art von Storchschnabel auf den Fräser übertragen. Je nach der Art der Übertragung ist man in der Lage, sowohl ein dem Musterstück in Form und Größe genau entsprechendes oder ein verkleinertes oder vergrößertes Gesenk, ein Spiegelbild bzw. unter bestimmten Voraussetzungen ein Negativ dazu, d. h. nach einem erhabenen Musterstück eine vertiefte Form und umgekehrt, zu erzeugen. Man kann also nach einem einzigen Musterstück Ober- und Untergesenk, sofern das eine das Spiegelbild des andern ist, herstellen und ferner nach einem positiven Musterstück, d. h. nach einem Schmiedestück selbst, unmittelbar das Gesenk ausarbeiten, ohne erst ein Mustergesenk als Kopierstück anfertigen zu müssen. Musterstücke für größere Gesenke können unter Umständen nach einem Schmiedestück in Sand geformt und gegossen

werden. Man kann ferner auch gesprungene, wieder zusammen-
gespannte Gesenke als Musterstücke benutzen, was sowohl wegen
der Zeit- als auch wegen der Kostenersparnis von großer Bedeutung
ist. Musterstücke in größerem Maßstabe erfordern geringere Sorg-
falt in der Herstellung als solche in natürlicher Größe, weil etwa
vorhandene Ungenauigkeiten durch die Verkleinerung beim Ko-

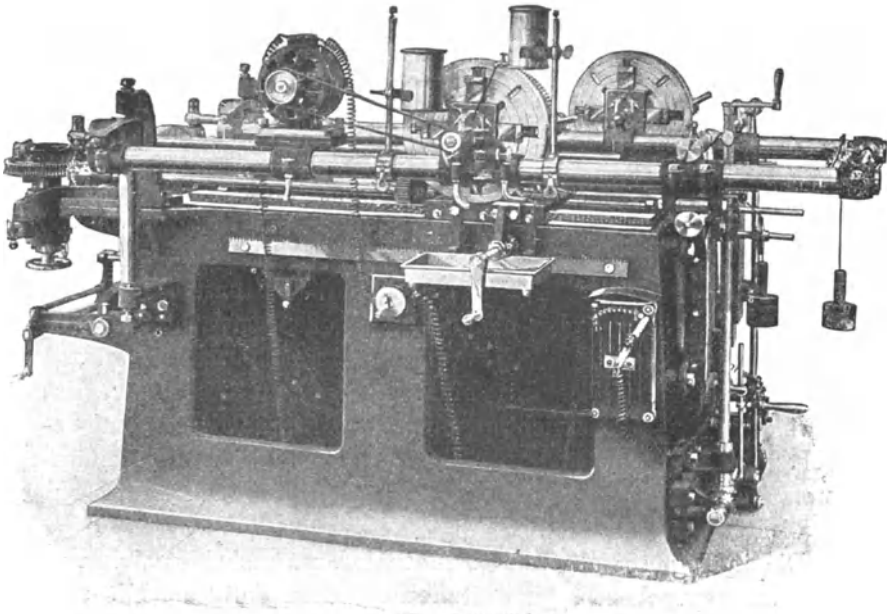


Fig. 137. Selbsttätige Universal-Gravier-, Kopier- und Reduziermaschine.
(Curd Nube, Offenbach a. M.).

pieren am Werkstück um so mehr verschwinden, je stärker die
Verkleinerung ist.

Das Kennzeichnende der in Fig. 137 abgebildeten Maschine
sind zwei auf dem Bett der Maschine um ihre linken Endpunkte
schwingende, parallele Balken, die an ihren freien Enden durch
eine Stange gelenkig verbunden sind. Auf dem vorderen Balken
ist der Fräterspindelkopf, auf dem hinteren der Taststifthalter
verschiebbar angeordnet. Hinter jedem der beiden Balken ist
eine Aufspannvorrichtung für das Werkstück bzw. das Muster-
stück auf einem Schlitten in der Längsrichtung des Bettes ver-

schiebbar. Das Andrücken des Taststiftes gegen das Musterstück und des Fräasers gegen das Werkstück erfolgt durch Gewichte, der Antrieb des Fräasers durch einen besonderen Motor, der Antrieb der Aufspannplatten für Muster- und Werkstück zwangsläufig. Das Bestreichen der ganzen Fläche von Muster- und Werkstück durch den Taststift bzw. Fräser wird durch gleichzeitiges Heben und Senken der beiden Balken in Verbindung mit einer Verschiebung der beiden Aufspannvorrichtungen längs des Bettes oder einer Drehung der Aufspannplatten um ihre eigene Achse bewirkt. Die Art der Bewegung von Muster- und Werkstück richtet sich nach der zu erzeugenden Form. Für längliche Formen ist die hin und her gehende, für dem Kreise sich nähernde Formen die Drehbewegung wegen der kleineren Leerlaufwege vorzuziehen. Je nach der hier nicht näher zu erörternden Einstellung der einzelnen Elemente der Maschine kann man alle vorher erwähnten Möglichkeiten beim Kopieren erzielen. Ferner gestattet diese Konstruktion, die Gravuren des Werkstückes etwas flacher oder tiefer, länger oder kürzer, breiter oder schmaler als das Musterstück auszuführen und dadurch gewisse Fehler des Musterstückes zu beseitigen, das Schwindmaß zu berücksichtigen oder die Stärke der Schmiedestücke nach Bedarf zu ändern. Die Maschine kann auch zum Gravieren von Walzen nach walzenförmigen oder ebenen Musterstücken eingerichtet werden.

Die in Fig. 138 abgebildete Maschine unterscheidet sich von der eben besprochenen grundsätzlich dadurch, daß Taststift und Fräser von ein und demselben Balken getragen werden, daß die Aufspannvorrichtungen für Musterstück und Werkstück entgegengesetzt zu beiden Seiten dieses Balkens angeordnet sind, und daß der Drehpunkt des letzteren zwischen Fräser und Taststift liegt. Auf die sonstigen kleineren Unterschiede und die Antriebsverhältnisse beider Bauarten näher einzugehen, würde zu weit führen.¹⁾

Die Spanleistung dieser Maschinen ist naturgemäß dadurch beschränkt, daß nur kleine, feine Fräser verwendet werden können und das Andrücken derselben gegen das Material durch Gewichte bewirkt wird. Immerhin können Späne bis zu 35 mm Tiefe (= Spanbreite) genommen werden. Die Seitenflächen der herzustellenden Formen dürfen nicht zu steil, müssen vielmehr so schräg sein,

¹⁾ Eine Maschine amerikanischen Ursprungs ist in Werkstattstechnik 1917, S. 200ff. beschrieben.

daß der Taststift bzw. der Fräser an ihnen noch heraufgleiten kann und sich nicht festklemmt und abbricht. Nötigenfalls müssen also Musterstücke mit hinreichend schrägen Seitenflächen her-

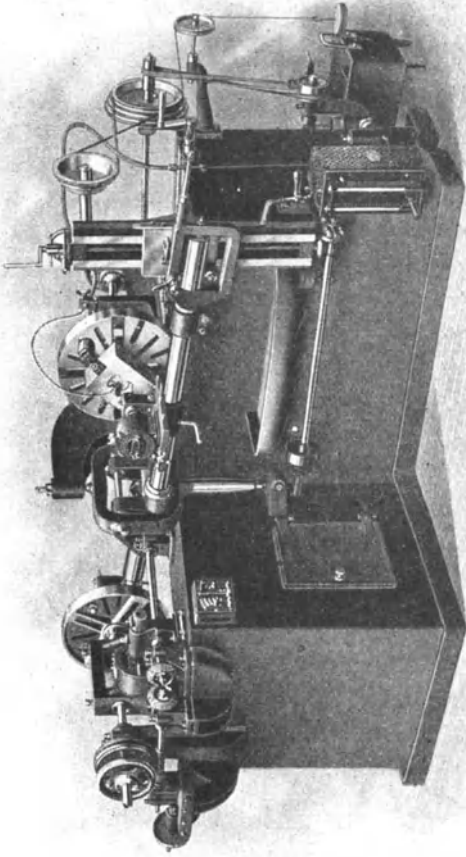


Fig. 138. Selbsttätige Universal-Gravier-, Kopier- und Reduziermaschine
(Leipziger Maschinenbau-Gesellschaft m. b. H., Leipzig-Sellerhausen).

gestellt und die danach kopierten Gesenke an den betreffenden Stellen auf einer anderen Fräsmaschine oder von Hand nachgearbeitet werden. Ferner ist zu beachten, daß das Erzeugen von Hohlformen nach einem erhabenen Musterstück nur bei flacheren For-

men möglich ist, bei größeren Höhen oder Tiefen würden Überschneidungen stattfinden, weil ja nur die Spitze des Taststiftes und die Spitze des Fräsers genau übereinstimmende und die gleiche Bewegung ausführende Punkte sind. Aber trotz dieser Einschränkungen bedeuten diese selbsttätigen Kopiermaschinen einen großen Fortschritt auf dem Gebiete der Gesenkbearbeitung und erheischen die eingehendste Beachtung aller beteiligten Kreise.

Man ist vielfach geneigt, den Nutzen einer Maschine nur nach der Zeit, während welcher man sie beschäftigen kann, zu beurteilen und keine Maschine anzuschaffen, für die man nicht dauernd Arbeit hat. Daß diese Ansicht aber nicht immer richtig ist, beweisen die landwirtschaftlichen Maschinen, die nur für eine kurze Zeit des Jahres in Betrieb genommen werden, die ganze übrige Zeit unbenutzt dastehen und sich trotzdem bewähren und reichlich bezahlt machen, sodaß man sie nicht mehr entbehren möchte. Ähnlich wird es auch mit den eben behandelten Maschinen vielfach sein. Es ist zu bedenken, daß man durch diese Maschinen nicht nur dauernd hochbezahlte Gesenkmacher, die man in der Hauptsache nur noch zur Anfertigung der Musterstücke braucht, erspart, sondern auch die Herstellungszeit für wiederholt anzufertigende Gesenke verkürzt. Von der mehr oder minder raschen und sauberen Herstellung der Gesenke ist aber die Leistungsfähigkeit der Schmiede und von dieser diejenige der übrigen Werkstätten abhängig. Sind Gesenke in größerer Anzahl herzustellen, dann muß die Handarbeit soweit wie irgend möglich durch Maschinenarbeit ersetzt werden.

Eine von den bisher beschriebenen Herstellungsverfahren gänzlich abweichende Art der Gesenkerstellung finden wir in den Gesenkschmieden der Solinger Gegend. Da es sich bei den bekannten Solinger Erzeugnissen um eine Massenfabrikation im größten Umfang handelt und Gesenke für ein und denselben Gegenstand jahraus, jahrein gebraucht werden, in kurzen Zwischenräumen also immer wieder anzufertigen sind, so ist es erklärlich, daß sich gerade hier ein Verfahren eingebürgert hat, welches eine schnelle Herstellung der Gesenke ermöglicht und genaue Übereinstimmung aller späteren Gesenke mit den früheren verbürgt. Das hier übliche Warmschlagen der Gesenke ist ein umgekehrtes Schmiedeverfahren, bei welchem Schmiedestück und

Gesenk ihre Rollen vertauschen. Der zugrunde liegende Gedanke ist der, daß ein Schmiedestück zwischen die auf Schmiedetemperatur erwärmten Gesenkböcke gelegt, durch Zusammenschlagen der letzteren unter dem Fallhammer in dieselben eingedrückt und dadurch die gewünschte Gesenkform erzeugt wird. Das Gesenk wäre damit eigentlich fertig und brauchte höchstens noch gehärtet zu werden. Aus verschiedenen Gründen läßt sich das Verfahren in dieser ursprünglichsten und einfachsten Weise praktisch nicht durchführen, die Herstellung der Gesenke geht vielmehr folgendermaßen vor sich:

Das Warmschlagen der Gesenke unter dem Fallhammer erfolgt mit Hilfe von Patrizen oder sogenannten Leisten, die mit doppeltem Schwindmaß herzustellen sind, weil das damit geschlagene Gesenk beim Erkalten zunächst selbst noch schwindet und alsdann noch das Schwindmaß für das Schmiedestück enthalten muß. Als einfachstes Beispiel diene zunächst Fig. 139, welches den Leisten zum Schlagen einer Gesenkhälfte für das da-

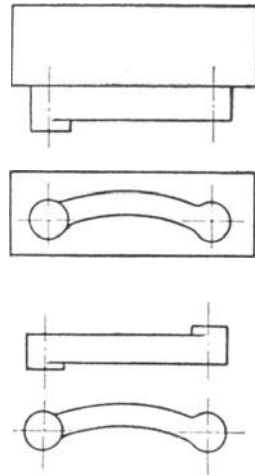


Fig. 139. Leisten zum Gesenk nebst Schmiedestück.

runter skizzierte Schmiedestück darstellt. Dieser Leisten wird wie ein Obergesenk am Bär des Fallhammers befestigt und in den auf der Schabotte befestigten, auf Schmiedehitze erwärmten Stahlblock eingeschlagen. Liegt die ganze Gesenkform in einer Gesenkhälfte, während die andere vollständig glatt ausgeführt wird, oder stellt das Schmiedestück einen Drehkörper dar, so genügt eine einzige Patrizie, andernfalls ist für jede Gesenkhälfte eine besondere Patrizie herzustellen. In der Regel werden die Patrizen oder Leisten nun nicht am Hammerbär befestigt, sondern auf den auf Schmiedehitze erwärmten Stahlblock gesetzt und von Hand gehalten. Sie sind mit einem Stiel zum Anfassen mit der Zange versehen. Fig. 140 veranschaulicht den Leisten zum Warmschlagen der einen Gesenkhälfte für die Gewehrkanne, Fig. 38. Vorbedingung ist natürlich, daß der Leisten nicht schief eingeschlagen wird, doch sorgt sein ebener Rücken und die ebene Bahn des Bärs schon dafür, daß der Leisten wagerecht eingedrückt wird und nicht kippt. Der Leisten

wird tiefer eingeschlagen, als es die Gesenkform erfordert, damit nach dem Abhobeln der Stirnfläche des Gesenkblockes die Form noch genügende Tiefe aufweist. Es bedarf kaum besonderer Erwähnung, daß die Stirnfläche des erwärmten Stahlblockes vor dem Einschlagen des Leistens sorgfältig von dem anhaftenden Zunder zu befreien ist. Nach dem Schlagen wird der Gesenkblock sorgfältig ausgeglüht, um entstandene innere Spannungen auszugleichen, und zur Beseitigung des Hammerschlages mit Hilfe eines Sandstrahles beblasen oder in Salzsäure getaucht, abgewaschen, getrocknet und zur Verhütung von Rostbildung leicht gefettet oder geölt. Es folgt nun das bereits erwähnte Abhobeln der Stirn-

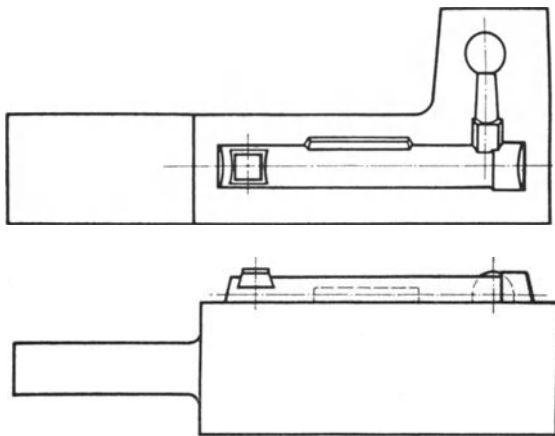


Fig. 140. Leisten zum Gewehr-kammer-Gesenk.

fläche und, soweit erforderlich, das Nacharbeiten der Form oder einzelner Stellen derselben in derselben Weise, wie es bei aus dem vollen Material ausgearbeiteten Gesenken geschieht und früher beschrieben ist. In vielen Fällen wird aber eine Nacharbeit sich vollkommen erübrigen, sofern nicht durch ungleichmäßiges Schwinden des Materials Fehler entstanden sind. Das Schwinden selbst muß, wie bereits erwähnt, bei Herstellung der Leisten durch Benutzung von Schwindmaß berücksichtigt werden.

Es ist einleuchtend, daß das Warmschlagen der Gesenke bei flachen und kleineren Formen, wie sie bei der Messerwarenfabrikation in der Hauptsache vorkommen, am einfachsten ist und sich aus diesem Grunde gerade hierfür zuerst eingebürgert

hat. Es wäre aber falsch, anzunehmen, daß es nur hierfür geeignet ist. Heute werden Gesenke für alle möglichen Zwecke und bis zu recht beträchtlichen Größen in dieser Weise hergestellt, sodaß, genügend schwere Hämmer vorausgesetzt, eine Grenze kaum angegeben werden kann. Nötigenfalls kann man, wenn die normalen Hämmer nicht ausreichen, einen älteren, sonst nicht mehr verwendbaren Fallhammer mit außergewöhnlich großer Fallhöhe für diesen Zweck einrichten. Bei tief einzutreibenden, größeren Leisten muß der erwärmte Gesenckblock in seiner ganzen Höhe von einem kräftigen Ring mit entsprechendem Ausschnitt und Beilagen oder in ähnlicher Weise fest umgürtet sein, um ein seitliches Ausweichen des Materials beim Eintreiben des Leistens zu verhüten. Das fortgedrückte Material muß dann nach oben wandern und hilft dadurch die nötige Tiefe der Form erzeugen.

Auch in Amerika ist dieses Verfahren bekannt, und zwar ist es anscheinend vor etwa 40 Jahren von George F. Champney zuerst angewendet worden. Er benutzte es zunächst für Prägezwecke, später aber auch für Schmiedegesenke aller Art. In der Regel stellte er sich, um das Ausarbeiten der Patrize von Hand aus dem vollen Material zu ersparen, ein dem Schmiedestück entsprechendes Gußstück aus nicht zu sprödem Gußeisen mit einer an der Rückseite befindlichen Platte zum Befestigen am Hammerbär her. Er arbeitete mit sehr großer Fallhöhe (bis zu 24 m) und benutzte, wenn irgend möglich, nur einen einzigen Schlag zum Eindrücken des Modells in den Gesenckblock. Der Hammer besaß daher eine Fangvorrichtung für den Bär. Das Modell wurde gut von dem anhaftenden Formsand gereinigt. Die Gesenke wurden nach dem Schlagen von Hand nachgearbeitet.

Das Warmschlagen der Gesenke ist für wiederholte Herstellung vielleicht noch empfehlenswerter als das Ausarbeiten nach Modell auf Kopier-Fräsmaschinen, weil man überhaupt keine Maschinen zum Bearbeiten der Gesenke benötigt und, sobald die Patrize erst einmal vorhanden ist, die Herstellung wesentlich schneller geht. Maschinen und geübte Werkzeugmacher sind dann in der Hauptsache nur noch zum Anfertigen der Patrizen erforderlich, beide aber in wesentlich geringerem Umfange. Außerdem ist die Ausarbeitung der erhabenen Patrizen leichter als diejenige der Hohlformen der Gesenke. Vor allen Dingen ist die Übereinstimmung aller Gesenke für ein bestimmtes Schmiedestück so gut wie sicher

und schneller Ersatz eines geborstenen oder sonstwie unbrauchbar gewordenen Gesenkes möglich. Das Verfahren verdiente daher eine viel allgemeinere Verbreitung, als es bisher genießt.

Die Modelle für gußeiserne und Stahlgußgesenke werden am zweckmäßigsten mit Hilfe eines mit Schwindmaß (vgl. S. 143) und Anzug hergestellten Holzmodelles des Schmiedestückes angefertigt. Dasselbe wird in eine Aushöhlung des Holzklotzes für das Gesenkmodell gelegt, in der Höhenlage ausgerichtet, sodaß die Trennlinie genau in die Stirnfläche des Gesenkblockes fällt, und dann festgeschraubt oder festgestiftet. Darauf wird die Aushöhlung mit Gips ausgegossen und die Masse genau nach der Stirnfläche abgestrichen. Damit die Gipsmasse gut am Holz haftet und nicht herausfällt, müssen die Kanten der Aushöhlung unterschritten oder schräge Löcher in die Aushöhlung gebohrt werden, die der Gipsmasse den nötigen Halt geben. Nachdem die Masse erhärtet ist, wird das Holzmodell herausgehoben, die Schrauben- oder Stiftlöcher werden verschmiert und das Ganze dann gefirnißt. Anstatt die zum Einlegen des Modells erforderliche Aushöhlung aus dem vollen Holzblock auszusteichen, kann man auf einen solchen auch eine hinreichend starke Holzplatte mit entsprechendem, mit der Säge hergestelltem Ausschnitt mit hinter schnittenen Kanten auflegen. Mitunter legt man auch das Holzmodell auf ein mit Schwalbenschwanznuten oder dgl. versehenes Brett, umgibt es mit einem Holzrahmen und gießt diesen mit Gips aus, sodaß man nach Herausheben des Holzmodelles ein vollständiges Gipsmodell des Gesenkes hat, das dann auf einem Holzklotz befestigt wird. An der Seite liegende Vorgesenske lassen sich in diesem Falle leicht mit dem Messer u. dgl. aus dem Gips herausarbeiten, sonst befestigt man an dem Gesenkklotz entsprechend beschnittene Holzklötze, anstatt die erforderlichen Formen auszuarbeiten.

Zum Nachprüfen der fertig bearbeiteten Gesenke auf genaue Form und Maßhaltigkeit dienen außer den bereits früher erwähnten Schablonen Gipsabgüsse oder Bleiabdrücke. Die Gipsabgüsse werden gegebenenfalls von jeder Gesenkhälfte einzeln angefertigt, nach den Stirnflächen derselben genau abgestrichen und beide Hälften nach dem Erstarren und Herausnehmen zusammengebunden. Bei größeren und längeren Modellen verstärkt man den Gipsabdruck durch ein Gerippe aus Draht oder dgl. Damit

der Gips nicht am Gesenk haftet und der Abdruck sich leicht herausnehmen läßt, ölt man die Flächen der Gesenkform zuvor ein. Die Bleiabdrücke werden mit dem Gesenk auf dem Fallhammer kalt geschmiedet. Um das Fließen des Bleies zu erleichtern und sauberes und vollkommenes Ausfüllen der Formen zu erzielen, bestäubt man dieselben zuvor mit Kreide. Ein nach nur einer Gesenkhälfte angefertigter halber Bleiabdruck kann zum Vorzeichnen des Umrisses des (Warm-) Abgratgesenkes benutzt werden, sofern man es nicht vorzieht, Bleischablonen dafür anzufertigen. Die Gipsabgüsse und Bleiabdrücke dienen ferner dazu, zu prüfen, ob und welche Fehler die Gesenkformen nach dem Härten aufweisen; sie werden im Bedarfsfalle auch dem Empfänger der Schmiedestücke zur Begutachtung eingesandt. Sie werden weiterhin übersichtlich in Schubkästen oder in anderer geeigneter Weise aufbewahrt, um bei Gelegenheit darauf zurückgreifen zu können, und bieten wegen des geringeren Platzbedarfes eine leichtere Übersicht über die vorhandenen Gesenke als diese selbst. Alle mit dem Gesenk gemachten Erfahrungen, das Material des Schmiedestückes, die Anzahl der bisher mit dem Gesenk geschlagenen Teile u. dgl. m., sollten auf einem an dem Abdruck befestigten Zettel für künftige Fälle vermerkt werden. Einmal gemachte Fehler lassen sich dann bei wiederholter Herstellung desselben oder ähnlicher Gesenke vermeiden und können dadurch sogar von Nutzen gewesen sein. Die Abdrücke werden mit Nummern versehen, dieselbe Bezeichnung erhalten die Schmiede- und Abgratgesenke, die nach diesen Nummern geordnet aufbewahrt werden.

Nicht minder große Sorgfalt als die Herstellung der Schmiedegesenke erfordert diejenige der Abgratgesenke, wenn auch die Arbeit selbst etwas einfacher ist, weil die unregelmäßig vertieften Formen fortfallen. Immerhin ist auch hier viel Handarbeit geschickter Werkzeugmacher zu leisten. Während man die Patrizie durch Fräsen, Stoßen und Nachschleifen fast vollkommen maschinell fertig bearbeiten kann, erfolgt die Anfertigung der Matrizen gewöhnlich in der Weise, daß erst durch Bohren Loch an Loch (vgl. Fig. 145) längs des vorgezeichneten Umrisses des Matrizen- durchbruches der herausfallende Kern des Materials abgetrennt und alsdann die vorstehenden Zacken mit dem Meißel weggenommen werden. Die weitere Bearbeitung der Schnittflanken

erfolgt dann, je nach der Form des Durchbruches, auf der Fräs-, Stoß-, Zieh- oder Sägemaschine, schließlich mit der Feile von Hand.

Das Fertigfräsen der Matrizen auf Senkrecht-Fräsmaschinen ist bis auf die von Hand nachzufeilenden scharfen Ecken zwar möglich, aber wenig gebräuchlich, weil es unbequem ist. Da der Matrizendurchbruch zur Erzielung einer günstigen Scherwirkung und zwecks leichten und freien Durchfallens der abgegrateten

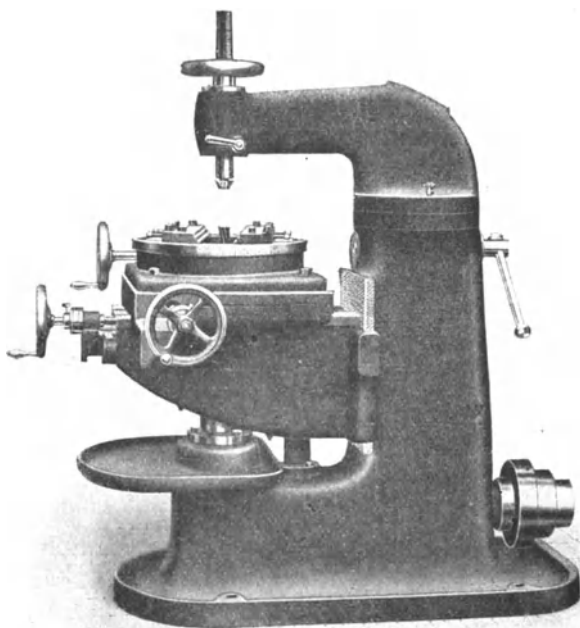


Fig. 141. Unterspindlige Schnitt-Fräsmaschine (Curd Nube, Offenbach a. M.).

Schmiedestücke sich nach unten etwas erweitert, müssen nach unten stärker werdende kegelförmige Fräser oder schrägstellbare Aufspanntische benutzt werden. Der Gedanke, statt dessen die Fräerspindel unterhalb des Aufspanntisches anzuordnen und den Fräser von unten in das Werkstück eintreten zu lassen, liegt nahe. Er ist in der in Fig. 141 abgebildeten unterspindligen Schnitt-Fräsmaschine verwirklicht. Der Tisch ist zu diesem Zweck mit einem Ausschnitt und mit verstellbaren Spannbacken zum Einspannen verschieden großer Werkstücke versehen. Da letztere

nachgeschoben werden können, ist ihre Länge nicht durch diejenige des Tisches begrenzt. Der Tisch besitzt ferner Kreuz- und Rundsupport, sodaß mit Hilfe der drei zugehörigen Handräder jede beliebige Form, also auch Kreisbogen und sonstige Kurven,

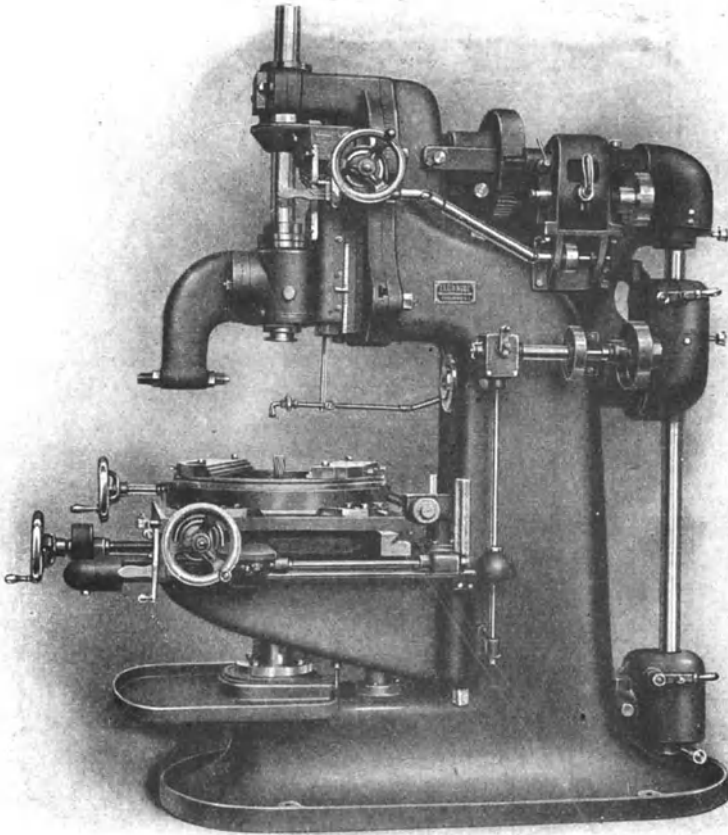


Fig. 142. Universal-Fräsmaschine für Gesenke und Schnitte
(Curd Nube, Offenbach a. M.).

nach Anriß genau zu bearbeiten sind. Alle drei Tischbewegungen können auch selbsttätig erfolgen. In dem über den Tisch ragenden Arm ist eine Pinole gelagert, welche zur Aufnahme einer genau in der Verlängerung der Arbeitsspindelachse sitzenden Nadel bestimmt ist. Letztere dient zum Ausrichten des eingespannten Werk-

stückes nach auf demselben angerissenen Linien oder auch dazu, den Stand des Fräasers anzuzeigen, falls derselbe unsichtbar ist. Dieser Fall kann z. B. eintreten, wenn feine Schlitz- oder Ecken auszarbeiten sind. Der Fräser ist der Neigung der Flanken des Matrizendurchbruches entsprechend kegelförmig gestaltet. Zum Ausfräsen des Durchbruches ist nur ein Loch innerhalb der Anrißlinie zu bohren, um den Fräser einführen zu können, das ganze übrige herausfallende Material wird nach Anriß ausgefräst. Das Nacharbeiten von Hand läßt sich dadurch, wenn auch nicht ganz

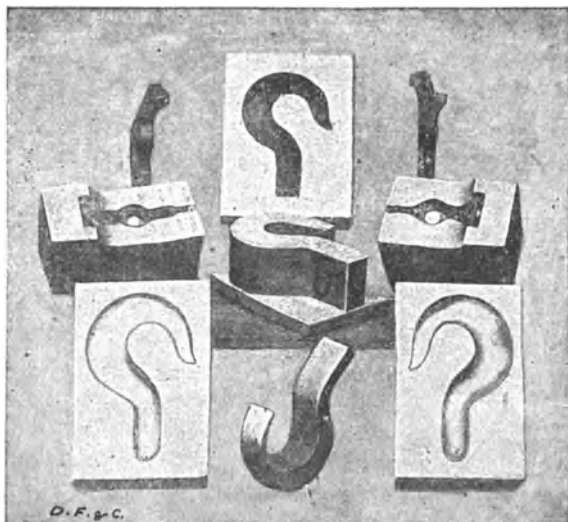


Fig. 143. Auf der Universal-Fräsmaschine (Fig. 142) hergestellte Gesenke und Schnitte.

vermeiden, so doch sehr erheblich verringern. Dadurch verringern sich natürlich auch Herstellungzeit und -kosten, ganz abgesehen davon, daß durch Fortfall der Meißelarbeit das Material gesunder bleibt und Härterisse an den Schneidkanten und ähnliche Fehler, die eine vorzeitige Abnutzung der Matrize zur Folge haben, nach Möglichkeit vermieden werden.

Durch Vereinigung der Gesenk-Fräsmaschine, Fig. 128, und der eben betrachteten unterspindligen Schnitt-Fräsmaschine und Hinzufügung einer wagerechten Frässpindel hat sich die in Fig. 142 veranschaulichte, als Universal-Gesenk-Fräsmaschine zu

bezeichnende Maschine ergeben. Die obere Frässpindel dient zum Ausfräsen der Schmiedegesenke und, ebenso wie die wagerechte, für allgemeine Fräsarbeiten, die untere zum Ausfräsen der Abgratmatrizen, wobei die obere an Stelle der Pinole zur Aufnahme der Führungsnadel dient. Die Maschine eignet sich in dieser Aus-

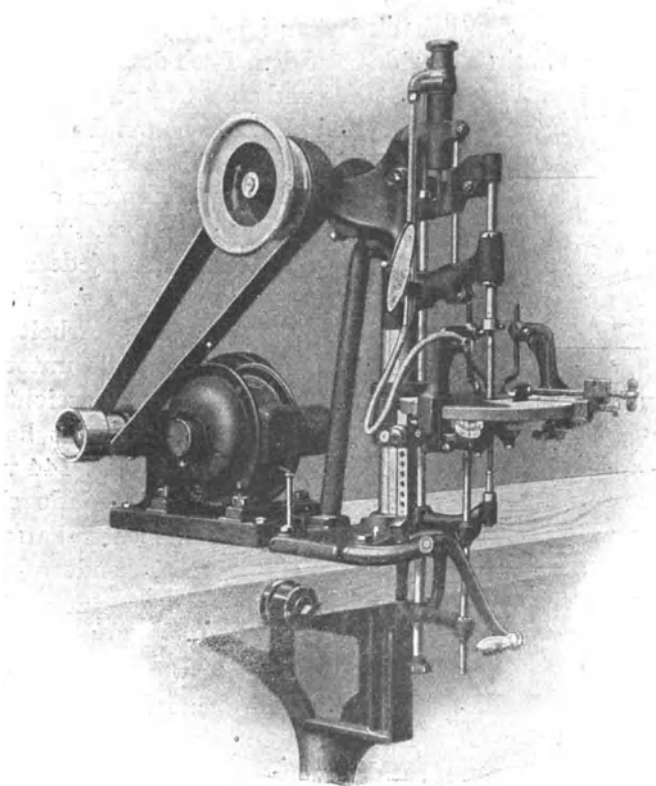


Fig. 144. Feil- und Sägemaschine
(Gebrüder Thiel G. m. b. H., Ruhla, Thür.).

führung besonders für solche Betriebe, welche für die einzelnen Sonderausführungen nicht genügend Beschäftigung haben. In allen anderen Fällen sind die einfacheren Ausführungen dieser Universalmaschine vorzuziehen. Fig. 143 veranschaulicht auf letzterer ausgeführte Arbeiten.

Beim Nachfeilen der im Schraubstock eingespannten Matrize hat dieselbe eine für das Auge des Arbeiters unbequeme Lage und

ungünstige Beleuchtung, sodaß häufiges Ausspannen zwecks Prüfung des Fortganges und der Genauigkeit der Arbeit erforderlich ist. Dieses wiederholte Aus- und Wiedereinspannen des Werkstückes bringt Zeitverluste mit sich und ist auch für die Genauigkeit der Arbeit nicht dienlich, weil das Werkstück jedesmal eine etwas andere Lage erhält, der sich die Feilenlage erst wieder anpassen muß. Wesentlich einfacher ist das Arbeiten mit der Feilmaschine, bei welcher das auf dem Tisch derselben liegende Werkstück gegen die senkrecht auf und ab bewegte Feile gedrückt wird. Die einzuhaltende Umrißlinie des Matrizendurchbruches

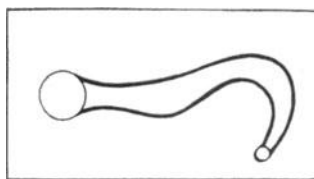
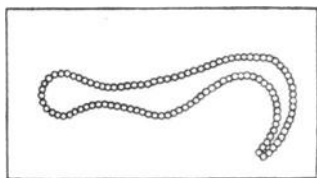


Fig. 145. Ausbohren und Aus-sägen von Abgratmatrizen.

ist in dem auffallenden Lichte nach Wegblasen der Feilspäne ohne weiteres deutlich sichtbar, man kann also ohne Ausspannen jederzeit die Arbeit genau verfolgen. Voraussetzung für genaues Arbeiten ist natürlich, daß die Feile unter dem Arbeitsdruck nicht ausweicht und sich stets genau senkrecht bewegt. Das wird bei der in Fig. 144 veranschaulichten Maschine dadurch erreicht, daß die Feile nicht nur an einem Ende eingespannt, sondern durch einen an ihrer Bewegung zwangsläufig teilnehmenden Gegenhalter nach allen Seiten gegen Ausweichen gesichert ist.

Der Rücklauf der Feile ist beschleunigt, die Späne werden durch eine mit der Feile zwangsläufig verbundene Luftpumpe beim Aufwärtsgang der Feile fortgeblasen, sodaß vor dem Abwärtsgang die Umrißlinie des Matrizendurchbruches sichtbar ist. Der Tisch ist nach zwei Richtungen bis zu 15° schrägstellbar, die Neigung an Gradteilungen ablesbar. Damit läßt sich jede erforderliche Neigung der Flanken des Durchbruches erzielen. Das Werkstück wird durch zwei Niederhalter gegen die Tischplatte gedrückt, läßt sich im übrigen aber leicht nach der angerissenen Linie führen. Schwerere Stücke können mit Hilfe einer mit Augenblicksspannung versehenen Gewindespindel oder mit der Brust angedrückt werden. Zum Nacharbeiten bereits gehärteter und dabei verzogener Matrizen benutzt man Schmirl- oder Diamantfeilen; bei ersteren

ist das Schleifmittel auf Kupfer, bei letzteren auf weichen Maschinenstahl eingewalzt.

Ein großer Vorteil dieser Maschinen ist weiterhin der, daß sie, mit einem Sägebügel ausgerüstet, auch als Metallsägen zum Aussägen des Matrizendurchbruches benutzt werden können. Es ist dann — statt Loch an Loch längs der Begrenzungslinie, wie in Fig. 145 oben — nur ein Loch zum Einführen des Sägeblattes zu bohren, unter Umständen auch noch an solchen Stellen, wo scharfe Biegungen der Begrenzungslinie ein Wenden mit dem Werkstück nicht gestatten, vgl. Fig. 145 unten. Das Aussägen geht schneller als das Ausbohren, auf jeden Fall erfolgt das Nachfeilen wesentlich schneller, weil die Flanken beim Aussägen genauer vorgearbeitet sind als beim Bohren und infolgedessen weniger Material wegzufilen ist.

C. Das Material der Gesenke

Als Material für Schmiedegesenke kommt in erster Linie Siemens-Martin- und Gußstahl (Tiegel- oder Elektro Stahl), ferner für bestimmte Fälle legierter Stahl, Gußeisen und Stahlguß in Frage. Welches von diesen Materialien im Einzelfalle das beste ist, ist von so vielen einzelnen Faktoren — Anzahl und Material der Schmiedestücke, Form, Größe und verlangte Güte derselben, Art des Schmiedeverfahrens u. dgl. m. — abhängig, daß es unmöglich ist, eine Regel dafür aufzustellen. Allgemein läßt sich etwa folgendes darüber sagen:

Man war früher vielfach der Ansicht, daß für Gesenke, die gehärtet werden müssen, nur bester Tiegelgußstahl in Frage käme; die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß für viele Zwecke ein Siemens-Martin-Stahl mit richtig gewählter Zusammensetzung sich gut bewährt. Manche Firmen benutzen heute ausschließlich solchen Stahl für ihre Gesenke, andere wieder nur Gußstahl, weil die Gesenke dauerhafter sind, insbesondere hinsichtlich der Maßhaltigkeit. Siemens-Martin-Stahl eignet sich für Gesenke, die hohe Festigkeit besitzen müssen und sich nicht abnutzen dürfen, natürlich nicht so wie Gußstahl, dagegen wohl für solche Fälle, wo es sich um größere und einfachere aus Flußeisen herzustellende Teile handelt, wie z. B. Schiffsbeschlagteile, Kettenhaken, Schraubzwingenbügel usw. Für derartige Teile genügen Gesenke aus Siemens-Martin-Stahl vollauf; ein geringes Eindrücken der aus-

gearbeiteten Formen spielt hier keine Rolle, denn bei solchen Schmiedestücken werden keine Genauigkeiten von Hundertstel Millimetern verlangt. Genaue Untersuchungen von Gesenken, mit denen tausend und mehr dieser Teile geschmiedet worden waren, haben ergeben, daß die Gesenkformen höchstens um 0,01 mm eingesunken waren, die Mehrzahl zeigte überhaupt keine meßbare Veränderung. Auch für die Gesenke der Schmiedepressen ist Siemens-Martin-Stahl geeignet bzw. ausreichend, weil hier die starken Schlagbeanspruchungen wie bei Hämmern nicht auftreten. Für die Stauchstempel dagegen ist Gußstahl vorzuziehen, um ein Zusammenstauchen derselben zu verhüten.

Für das Schmieden von Stahl und für Massenherstellung solcher Teile, bei denen es auf dauernde Maßhaltigkeit ankommt, sind Gesenke aus Gußstahl am Platze. Es eignet sich nicht jeder Stahl, auch der beste Tiegelstahl nicht, für alle Zwecke. Es kommt in jedem einzelnen Falle auf genaue Überlegung bzw. Erfahrung an.

Die Lebensdauer eines Gesenkes ist nicht ohne weiteres oder allein von dem Material abhängig; neben der Art des Schmiedens, der mehr oder minder großen Sorgfalt in der Herstellung und Behandlung der Gesenke spielen Zufälligkeiten eine große Rolle. Auf Grund seiner eigenen Erfahrungen kann man allerdings die durchschnittliche Lebensdauer eines Gesenkes schätzen, jedoch ist man vor Überraschungen, meist unangenehmer Art, niemals sicher. Mitunter bricht oder reißt ein Gesenk schon gleich bei der Inbetriebnahme, während mit anderen 30—40 000 Schmiedestücke und mehr geschlagen werden können.

Alle zur Herstellung von Gesenken bestimmten Stahlblöcke müssen gründlich durchgeschmiedet werden, damit in ihnen keine Blasen, Risse u. dgl. enthalten sind, die beim Ausarbeiten der Formen angeschnitten werden und das Gesenk unbrauchbar machen, sodaß die bis dahin entstandenen Kosten, zum mindesten die Löhne, sich verdoppeln.

Die Zusammensetzung des Gesenkmaterials richtet sich nicht nur nach dem Verwendungszweck, sondern ist naturgemäß auch je nach seiner Herkunft etwas verschieden. So empfiehlt z. B. Stahlwerk Becker A.-G. in Willich Bessemer- oder Siemens-Martin-Stahl mit 0,45—0,60% C und 1,0—1,06% Mn, der bei 800° an der Luft oder bei 850° in Wasser gehärtet wird, während

der Siegen-Solinger Gußstahl-Aktienverein in Solingen einen Siemens-Martin-Stahl mit 0,40—0,50% C, 0,50—0,70% Mn und höchstens 0,40% Si, 0,05% P, 0,05% S, der in Wasser von 800° gehärtet wird, oder einen naturharten Siemens-Martin-Stahl mit 0,60—0,70% C, 0,70—0,90% Mn und höchstens 0,30% Si, 0,05% P, 0,05% S liefert. Siemens-Martin-Stahl verträgt keine starke Erhitzung und reißt andererseits, wenn man stark abkühlt.

Für Gesenke, an welche höhere Ansprüche gestellt werden, und die zum Schmieden von Stahl dienen, ist nach Angabe von Stahlwerk Becker Werkzeugstahl mit 0,65—0,70% C und 0,25 bis 0,35% Mn, der in Wasser bei 800° gehärtet wird, gebräuchlich, während für Gesenke, in denen Stahlwerkzeuge (Scheren, Zangen usw.) geschmiedet werden sollen, ein Gehalt von 0,90—0,95% C und 0,20—0,30% Mn empfohlen wird. Der Gußstahlverein in Solingen empfiehlt für solche Zwecke einen Elektrostahl mit 0,60—0,70% C, 0,25—0,35% Mn bei höchstens 0,30% Si, 0,03% P und 0,03% S, der bei 780—800° in Wasser gehärtet wird, oder einen naturharten Elektrostahl mit 0,70—0,85% C, 0,40—0,60% Mn und höchstens 0,30% Si, 0,03% P und 0,03% S. In der Solinger Industrie wird für die Gesenke zum Schlagen von Messern u. dgl. meist ein härthbarer Stahl von 0,90—1,10% C, 0,30—0,50% Mn, 0,20—0,40 Si und höchstens je 0,03% P und S verwendet. Handelt es sich um sehr schmale, tief ausgearbeitete Gesenke, so hat sich ein Chromwolframstahl mit 0,25—0,35% C, 8,0—10,0% Wo, 3,0—4,0% Cr und höchstens 0,50% Mn, 0,40% Si, 0,03% P und 0,03% S bewährt.

Für schwere Gesenke, in denen hochwertiges Material (Kurbelwellen, Achsen u. dgl. für Kraftfahrzeuge) geschmiedet wird, kommen ebenfalls legierte Stahlsorten, insbesondere Chromnickelstahl, zur Anwendung, der bei etwa 800° an der Luft gehärtet wird. Auch Nickelstahl hat sich bewährt, wo Gesenke aus reinem Kohlenstoffstahl wegen dauernder starker Erhitzung bei ununterbrochenem Betrieb nicht standhielten. Die Schmiedestücke lassen sich nötigenfalls ziemlich kalt herunterschmieden.

Die Zusätze in den legierten Stählen haben den Zweck, denselben große Härte oder Zähigkeit bzw. beides gleichzeitig zu verleihen. Chrom erhöht die Härte des Stahles, während Nickel dem Stahl eine größere Zähigkeit und damit Widerstandsfähigkeit gegen Stoß- und Schlagwirkung verleiht. Da man von Gesenk-

material sowohl große Härte als auch große Zähigkeit verlangt, so ist Chromnickelstahl das gegebene Material dafür, nur wird man wegen des hohen Preises von allgemeiner Verwendung absehen müssen. Immerhin ist zu berücksichtigen, daß für Gesenke, bei denen die Löhne die Materialkosten stark übersteigen, der höherwertige, teurere Stahl einem minderwertigen vorzuziehen sein wird, weil er sich durch längere Lebensdauer usw. wieder bezahlt macht.

In vielen Fällen wird es sich empfehlen, diejenigen Teile eines Gesenkes, die besonders stark beansprucht werden, aus widerstandsfähigerem, höherwertigem Material herzustellen und als besondere

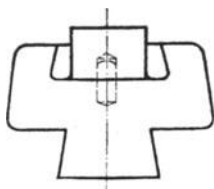


Fig. 146. Gußeiserner Gesenkhalter.

Teile einzusetzen, um sie gegebenenfalls auswechseln zu können, ohne gleich das ganze Gesenk erneuern zu müssen. Aus demselben Grunde werden Gesenke auch aus mehreren, z. B. nebeneinandergelegten, durch Schrauben oder Schrumpfringe fest zusammengehaltenen Teilen aus gleichem Material hergestellt (vgl. Fig. 3 u. 4). Besonders für Vorgesenke erscheint dieses Verfahren zweckmäßig.

Mitunter kann man dadurch wesentlich an Materialkosten sparen, daß man den eigentlichen Gesenkblock aus hochwertigem Material nur so groß macht, wie es die Gesenkform unbedingt verlangt, und ihn in einen Halter aus billigerem Material setzt (vgl. S. 145). Für kleinere Gesenke dieser Art genügt ein gußeiserner Halter, der in der üblichen Weise wie ein Gesenk auf der Schabotte befestigt wird, Fig. 146. In den Halter kann man einen Paßstift zum Festlegen des Gesenkes vor dem Anziehen der Keile einsetzen. Zuverlässiger ist ein aus schmiedbarem Material hergestellter Halter, in welchen das Einsatzgesenk, nötigenfalls mit Beilagen, genau eingepaßt wird. Die Aussparung soll möglichst so tief sein, daß das Gesenk fast ganz hineingesteckt werden kann, weil es anderenfalls unter Umständen den auftretenden starken Seitendruck nachgibt, nach außen ausweicht und rissig wird. Oft genügt schon loses Einspannen, um das Gesenk bei den ersten Schlägen bersten zu lassen. Der Halter muß recht kräftig sein, an Material darf nicht gespart werden. Ebenso wie das Gesenk im Halter, muß dieser in der Schabotte vollkommen starr befestigt werden (vgl. Fig. 120—122).

Kurz erwähnt sei schließlich noch, daß man das teure Gesenkmaterial auch dadurch vielfach soweit wie möglich auszunutzen sucht, daß man, sobald die auf einer Seite eingearbeitete Gesenkform unbrauchbar geworden ist, den Block ausglüht und auf einer anderen Seitenfläche eine neue Form ausarbeitet. Dieses Verfahren erscheint indessen nicht empfehlenswert.

Gußeiserne Gesenke sind in der Herstellung am billigsten, weil sie gleich in der fertigen Form gegossen werden können und, zumal wenn sie nur als Vorgesenke dienen sollen, nicht nachgearbeitet zu werden brauchen. Ein Nacharbeiten der Gesenkformen in größerem Umfange, also von Nachschaben u. dgl. zur Beseitigung kleiner Unebenheiten und Fehler abgesehen, ist gar nicht zweckmäßig, weil dadurch die harte, widerstandsfähige Gußhaut verschwindet. Abschrecken hat sich wegen der dadurch erhöhten Bruchgefahr nicht bewährt. Zur Vermeidung von Nacharbeit ist besonders sauberer Guß erforderlich. Es eignet sich nicht jedes Gußeisen für Gesenke, insbesondere nicht für Hammergesenke, deren Material zäh und stoßfest sein muß. Das läßt sich mit Gußeisen nur bis zu einem gewissen, geringen Grade erreichen, deshalb ist Gußeisen im allgemeinen besser geeignet für die mit allmählich sich steigendem Druck arbeitenden Schmiedepressen. Gußeiserne Hammergesenke müssen sehr kräftig ausgeführt und unter Umständen mit schmiedeeisernen Schrupfringen umgeben werden (vgl. Fig. 8 und 9); sie besitzen naturgemäß eine kurze Lebensdauer und kommen deshalb nur für geringe Stückzahlen von Schmiedestücken — in der Regel 400—500 Stück — in Betracht. Hierfür sind sie aber andererseits wegen ihrer billigen Herstellung, sofern die damit zu erzielende Genauigkeit und Güte der Schmiedestücke genügt, am Platze, weil dadurch in vielen Fällen das Schmieden im Gesenk erst möglich bzw. wirtschaftlich wird. Gußeiserne Gesenke werden unter Umständen schon angefertigt, wenn nur 10 oder gar nur 5 Stück von einem Teil zu schmieden sind, wofür Stahlgesenke natürlich nicht in Frage kommen. Für große Stückzahlen sind gußeiserne Gesenke dagegen nicht empfehlenswert, selbst wenn man mehrere Gesenke für dasselbe Geld wie ein einziges graviertes Stahlgesenk herstellen kann. Aber schon das Auswechseln eines gebrochenen Gesenkes verursacht bei Massenherstellung mehr Schaden durch Betriebsstillstände, als die Ersparnis an Herstellungskosten beträgt. Manche Gesenke bersten bereits bei

den ersten Schlägen oder es bricht eine Ecke ab; die Ursache liegt in fehlerhaftem Guß, zu schwacher Ausführung oder in unsachgemäßer Befestigung der Gesenke. Die Gesenke müssen mit der ganzen Fläche im Bär und im Amboß aufliegen und dürfen nicht etwa durch untergelegte Bleche oder dgl. ausgerichtet werden. Die Stirnflächen von Ober- und Untergesenk müssen genau parallel oder zueinander passend sein, sie dürfen nicht mit voller Wucht aufeinander schlagen, sondern der Schlag muß durch das Material und den Grat des Schmiedestückes aufgenommen werden. Deshalb

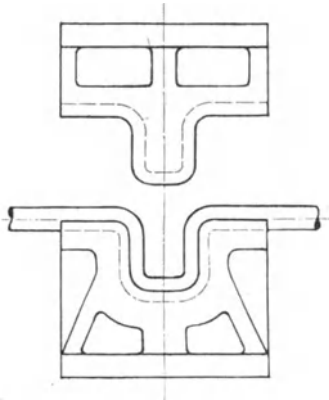


Fig. 147. Gußeisernes Biege-
gesenk für Biegemaschinen.

ist bei dünnem Grat besondere Vorsicht geboten, insbesondere muß auch zu kaltes Schmieden und zu harter Grat vermieden werden. Man schmieße niemals unter Rotglut, eine zweite Hitze macht sich hier stets bezahlt, spielt bei geringen Stückzahlen auch nicht solche Rolle wie bei Massenerstellung in Stahlgesenken. Es liegt in der Natur des Materials und der Herstellung der gußeisernen Gesenke, daß sie nur für das Schmieden kohlenstoffärmerer Eisensorten und nur für einfachere Formen, bei denen es auf scharfe Ecken

und Kanten nicht ankommt (vgl. Fig. 2), insbesondere für Vor- und Biegegesenke, Fig. 147, zu verwenden sind. Die Abnutzung tritt besonders an den tieferen Stellen (Nähen u. dgl.) ein, indem die Kanten abböckeln und die Grundflächen rau und unsauber werden. Der Grund ist die starke Erhitzung bzw. die ungenügende Kühlung an diesen Stellen, denn bei sorgfältigem Kühlhalten verschwindet dieser Übelstand zum größten Teil. Die Kühlung erfolgt durch Abwischen mit Wasser und Öl und durch einen kräftigen Luftstrahl, der gleichzeitig zum Sauberhalten des Untergesenkes erforderlich ist. Weil das Untergesenk besser und leichter zu kühlen ist, pflegt man bei gußeisernen Gesenken die tieferen Formen in dieses zu legen. Für gußeiserne Gesenke ist zur Verminderung der Bruchgefahr ein möglichst hohes Gewicht der Schabotte gegenüber dem Bär (etwa 15 : 1) erwünscht (vgl. S. 87).

Stahlgußgesenke eignen sich für dieselben Zwecke wie gußeiserne, doch kann man — fehlerfreier Guß, richtige Zusammensetzung und Wärmebehandlung des Materials vorausgesetzt — mit ihnen einige tausend Schmiedestücke durchschnittlich schlagen. Die Gesenke müssen zur Beseitigung oder Verminderung der Sprödigkeit und der inneren Spannungen mehrere Tage hindurch bei $850-900^{\circ}$ geglüht werden. Ungleichmäßige Temperatur und Überhitzung wirken schädlich und zerstörend auf das Material. Die Herstellung eines Stahlgußgesenkes dauert infolge des Trocknens der Form und des Ausglühens der Gesenke länger als diejenige eines gußeisernen und erfordert etwa acht Tage, geht aber durchschnittlich noch schneller und ist billiger als ein graviertes Stahlgesenk. Stahlgußgesenke müssen während des Schmiedens ebenfalls gut gekühlt werden, sollendieKantenderAussparungen nicht abbröckeln; ebenso wichtig ist das Sauberhalten der Gesenke von Hammerschlag.

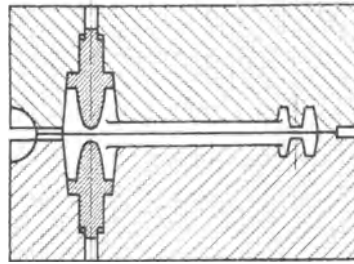


Fig. 148. Gußeisernes Gesenk mit eingesetztem Dorn aus Werkzeugstahl.

Die Dorne zum Vordrücken von Nabenbohrungen und dgl. werden, sofern es sich nicht um ganz flache handelt, die angegossen sein können, vorteilhaft als besondere Teile aus Werkzeugstahl oder besser noch Nickelstahl eingesetzt, Fig. 148, damit sie der auftretenden Erhitzung standhalten und nicht abbröckeln. Die Dorne müssen genügend Anzug besitzen und gehörig abgerundet sein, damit sie nicht im Schmiedestück steckenbleiben.

Als Material für Abgratgesenke kommt nur bester Werkzeuggußstahl in Frage. Es ist indessen nicht immer notwendig, die ganze Patriz oder Matrize aus diesem teuren Stahl herzustellen, man kann vielmehr Platten aus Werkzeuggußstahl auf Blöcken aus Maschinenstahl, Gußeisen oder Stahlguß befestigen, weil es ja nur darauf ankommt, die Schneidkanten aus dafür geeignetem Material zu fertigen. Ein derartiges Teilen der Patriz und Matrize erleichtert außerdem das Bearbeiten derselben, insbesondere der Matrize. Es brauchen dann nur die schmälere Flanken der Gußstahlplatten sauber nachgefeilt zu werden und Neigung (Anzug)

zu erhalten, während die daran sich anschließenden Flanken der Verstärkungsblöcke weniger genau und ohne Anzug ausgeführt sein können. Die Verstärkungsblöcke lassen sich wiederholt zum Auflegen neuer Schnittplatten verwenden. Wird ein Abbratgesenk an bestimmten Stellen besonders stark beansprucht und infolgedessen dort schnell abgenutzt, so empfiehlt es sich, an diesen Stellen auswechselbare Teile einzusetzen, um nicht immer das ganze Gesenk gleich erneuern zu müssen. Das trifft erfahrungsmäßig z. B. bei den Abbratgesenken für Schraubenschlüssel für die zum Abbraten des Maules dienenden Stellen zu (Fig. 13). Bei geringen Stückzahlen eines Schmiedestückes lassen sich, ebenso wie die Schmiedegesenke, auch die Abbratgesenke aus Gußeisen oder Stahlguß ausführen, sofern das Abbraten im warmen Zustande unmittelbar nach dem Schmieden erfolgt. Für Kaltabbraten kommen nur Stahlgesenke in Frage.

D. Die Wärmebehandlung der Gesenke

1. Das Härten

Unter Härte versteht man den Widerstand, den ein Körper oder ein Stoff dem Eindringen eines anderen in seine Oberfläche entgegensetzt.¹⁾ (Demgegenüber ist Festigkeit der Widerstand gegen vollständige Trennung der kleinsten Bestandteile, der Moleküle, des Stoffes.) Die Härte des schmiedbaren Eisens oder des Stahles wächst mit dem Kohlenstoffgehalt; daneben steigern auch Mangan, Wolfram und Chrom die Härte. Man unterscheidet natürliche und künstliche Härte des Stahles. Natürliche Härte ist diejenige, welche der Stahl nach langsamem Erkalten aus flüssigem oder glühendem Zustande zeigt, während die künstliche Härte — wie schon der Name sagt — durch künstliche Mittel, d. h. durch

¹⁾ Ein einfaches Verfahren zum Messen der Härte ist die Kugeldruckprobe mit dem Brinell'schen Apparat. Dabei wird eine Stahlkugel von bestimmtem Durchmesser mit bestimmter Kraft in die Oberfläche des zu prüfenden Materials eingedrückt. Der Durchmesser der eingedrückten Kugelfläche wird gemessen und die Kugelfläche berechnet. Das Verhältnis von Kraft zur Kugelfläche ist ein Maß für die Härte im Vergleich zu einer Normalhärte. Je größer der Durchmesser der Kugelfläche bei einer bestimmten Kraft, desto geringer die Härte des Materials. — Bei dem Skleroskop von Shore läßt man eine Stahlkugel aus bestimmter Höhe auf das zu prüfende Material fallen und ermittelt dessen Härte aus der Rückprallhöhe der Kugel, wiederum im Vergleich zu einer Normalhärte. Je größer die Rückprallhöhe, desto größer die Härte. Das Verfahren ist für Gesenke deshalb sehr zweckmäßig, weil es keine Eindrücke auf der geprüften Fläche hinterläßt.

plötzliches Abkühlen (Abschrecken) aus Temperaturen über 700°C erzeugt wird. Für Gesenke kommt in der Hauptsache die künstliche Härte in Betracht, da naturharte Stahlsorten seltener verwendet werden. Eine gewisse Härte der Gesenke an den arbeitenden Stirnflächen ist erforderlich, weil die Formen sonst zu schnell eingedrückt und unbrauchbar würden.

a) Erklärung der Härtevorganges

Die ältere, in der Werkstatt noch sehr gebräuchliche Erklärung des Härtevorganges ist folgende: Der im Stahle enthaltene Kohlenstoff (C) geht, solange das Ganze noch flüssig ist, mit einem Teil des Eisens (Fe), nicht mit dem ganzen Eiseninhalt, eine chemische Verbindung, Eisenkarbid (Fe_3C), ein und dieses Eisenkarbid ist in der ganzen übrigen Eisenmasse gelöst, d. h. innig und gleichmäßig mit ihr vermischt, etwa wie wenn man Salz in Wasser auflöst. Dieser Zustand bleibt auch nach dem Erstarren des Ganzen zunächst bestehen. Der in dem Eisenkarbid enthaltene Kohlenstoff wird als Härtungskohle bezeichnet. Kühlt der Stahl allmählich bis unter 700° ab, dann scheidet sich ein Teil der Härtungskohle als sogenannte Karbidkohle aus dem Eisenkarbid aus; wird der Stahl dagegen plötzlich unter 700° abgekühlt, sodaß die zur Ausscheidung der Karbidkohle erforderliche Zeit fehlt, dann bleibt der Kohlenstoff als Härtungskohle bestehen. Je höher nun der Gehalt des Stahles an Härtungskohle ist, desto größer ist die Härte des Stahles. Will man also Stahl härten, so muß man ihn über 700° , d. h. so hoch erhitzen, daß keine Karbidkohle mehr darin enthalten, sondern aller vorhandene Kohlenstoff als Härtungskohle gelöst ist, und ihn alsdann abschrecken, um den Kohlenstoff als Härtungskohle zu behalten.

Genauere Aufschlüsse über die Vorgänge beim Härten des Stahles und die dabei zu verwendenden Temperaturen hat uns die Metallographie, d. h. die Beobachtung der Gefügebilder gegeben. Das Kleingefüge der hier zunächst zu betrachtenden reinen Kohlenstoffstähle ist verschieden je nach dem Kohlenstoffgehalt und der vorausgegangenen Behandlung. Man unterscheidet in der Hauptsache folgende Gefügebestandteile:

Ferrit = reines Eisen (Fe),

Zementit = Eisenkarbid (Fe_3C),

Perlit = inniges Gemisch von Zementit und Ferrit,

Martensit = feste Lösung von Zementit und Ferrit.

Ferrit ist der weichste dieser Bestandteile, es folgt in der Härte Perlit, dann Zementit, am härtesten ist Martensit. Welches Gefüge bei einem bestimmten Kohlenstoffgehalt und einer bestimmten Wärmebehandlung sich ergibt und welches demnach die zweckmäßigste Härtetemperatur ist, ist aus Fig. 149 ersichtlich.* Hierzu ist folgendes zu sagen:

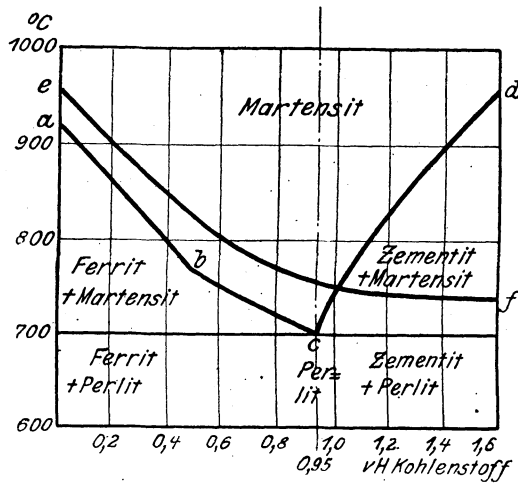


Fig. 149. Zustandsdiagramm und Härtetemperaturen der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen.

Wenn man ein Stück reines Eisen von einer Temperatur dicht unterhalb des Schmelzpunktes allmählich abkühlen läßt, dann beobachtet man bei 880° und 780° Verzögerungen in der Temperaturabnahme. Die Temperatur bleibt eine Zeitlang gleich, obwohl die Temperatur der Umgebung niedriger ist als die des Eisens. Diese Erscheinung beruht darauf, daß in dem Eisen Wärme frei wird, und es folgt daraus, daß sich in dem Eisen bei diesen Temperaturen Umwandlungen vollziehen. Bei der Erwärmung des Eisens kann man die gleichen Erscheinungen beobachten, jedoch liegen die Umwandlungstemperaturen etwas höher, nämlich bei 800° und 905°. Die Umwandlungstemperaturen sind abhängig vom Kohlenstoffgehalt. Trägt man die Mittelwerte der bei Erhitzung und Abkühlung von Stahl mit verschiedenem Kohlenstoffgehalt

beobachteten oberen Haltepunkte oder Umwandlungstemperaturen in einem Schaubild auf, so erhält man den Linienzug *a b c d*, Fig. 149, während sich für die unteren Haltepunkte eine wagerechte Linie entsprechend der Temperatur von 700° ergibt.

Man unterscheidet nach dem Kohlenstoffgehalt

eutektischen Stahl mit 0,95% C,

untereutektischen Stahl mit weniger als 0,95% C,

übereutektischen Stahl mit mehr als 0,95% C.

Erhitzt man eutektischen Stahl über 700° , so löst sich der Zementit des Perlits im Ferrit desselben und es entsteht eine feste Lösung beider, d. h. Martensit. Die entstehenden Mischkristalle sind zunächst klein, werden aber um so größer, je höher die Temperatur und je länger die Dauer der Erhitzung.

Bei Erhitzung von untereutektischem Stahl über 700° geht zunächst nur der Perlit in Martensit über, während der Ferrit erst bei Temperaturen oberhalb des Linienzuges *a b c* vollständig gelöst wird.

Auch bei übereutektischem Stahl geht bei Erhitzung über 700° zunächst nur der Perlit in Martensit über, während die Lösung des Zementites erst bei Temperaturen oberhalb *c d* beendet ist.

Will man nun den bei den verschiedenen Temperaturen sich ergebenden Zustand des Stahles bzw. seines Gefüges auch im kalten Zustande festhalten, so muß man den Stahl aus der entsprechenden Temperatur plötzlich abkühlen, abschrecken, um den beim langsamen Abkühlen eintretenden Zerfall der festen Lösung zu verhindern.

Beim Abschrecken von eutektischem Stahl aus Temperaturen über 700° bleibt Martensit bestehen, der ganz feinkörnig ist, wenn die Erhitzung des Stahles wenig über 700° getrieben wird, aber um so grobkörniger wird, je höher die Temperatur gesteigert und je länger er der Erhitzung ausgesetzt wird. Der Martensit geht dabei schließlich in den weichen Austenit über.

Schreckt man untereutektischen Stahl bei Temperaturen zwischen 700° und den durch *a b c* bezeichneten ab, so erhält man nicht reinen harten Martensit, sondern in diesem Einschlüsse von weichem Ferrit. Erst bei Abschrecktemperaturen oberhalb *a b c* erhält man reinen Martensit, der jedoch grobkörniger als der mit Ferrit untermischte ist.

Bei übereutektischem Stahl und Abschrecktemperaturen

zwischen 700° und den durch $c d$ angegebenen erhält man feinkörnigen Martensit mit Einschlüssen von hartem Zementit, bei Abschrecktemperaturen oberhalb $c d$ dagegen reinen Martensit in Form von groben Nadelkristallen.

Aus dem Gesagten folgt, daß die günstigsten Härtetemperaturen etwa durch die Kurve $e f$ bezeichnet werden. Die richtigen Härtetemperaturen liegen: für eutektischen Stahl etwas über 700° , weil dann der Martensit am feinkörnigsten, am härtesten und zugleich am wenigsten spröde ist; für untereutektischen Stahl etwas über dem Linienzug $a b c$, weil der bei niedrigeren Abschrecktemperaturen im Martensit eingeschlossene weiche Ferrit die Härte sehr herabmindert; für übereutektischen Stahl unterhalb $c d$ und nur wenig über 700° , weil Stahl mit mehr als 1% C bei höheren Abschrecktemperaturen außerordentlich spröde wird. Man verzichtet daher hier auf das Festhalten des reinen Martensits, wozu Abschrecktemperaturen oberhalb $c d$ erforderlich wären.

Da bei stärkeren Stücken (wie Gesenke) die Abkühlung im Inneren nicht so plötzlich vor sich geht wie an den äußeren Teilen, so entstehen nach dem Kern zu Übergangsgefüge (Troostit, Osmondit, Sorbit), deren Härte nach innen zu abnimmt und zwischen derjenigen von Martensit und Perlit liegt. Die Schnelligkeit der Abkühlung hat auch Einfluß auf die Größe der gebildeten Kristalle. Je schneller die Abkühlung erfolgt, desto feiner ist das Korn. Die äußeren Schichten sind also feinkörniger als die inneren. Feinkörniges Gefüge ergibt eine größere Zerreißfestigkeit als grobkörniges. Die Folge der ungleichmäßigen Abkühlung der inneren und äußeren Materialsichten und der dadurch hervorgerufenen verschiedenen Gefüge ist, daß Spannungen in dem gehärteten Stück erzeugt werden, die Reißen oder bei unmittelbarer Benutzung nach dem Härten Zerspringen des Stückes bewirken können. Die Spannungen im gehärteten Stahl beseitigt man durch Anlassen, d. i. langsames Erwärmen, wobei wieder eine Umwandlung der Gefügebestandteile stattfindet, und darauffolgendes Abkühlen. Beim Erwärmen bis zu 700° geht der harte, spröde Martensit in den weicheren Perlit über. Bleibt man dagegen unter dieser Temperatur und kühlt das Stück in Wasser ab, so erhält man, je nach dem Grad der Wiedererwärmung, die oben erwähnten Zwischenstufen Troostit, Osmondit oder Sorbit und

damit Härtegrade, die zwischen künstlicher und natürlicher Härte liegen und sich letzterer um so mehr nähern, je stärker das Stück angelassen wird. Die so erhaltene Härte nennt man die Anlaßhärte. Durch das Anlassen wird auch eine größere Zähigkeit des Materials erreicht, jedoch, wie aus dem Gesagten hervorgeht, nur auf Kosten der Härte. Ein Anlassen des gehärteten Stahles erübrigt sich, wenn das Abschrecken weniger schroff, z. B. in Öl anstatt in Wasser, erfolgt, sodaß sich an Stelle von Martensit auch an den äußeren Schichten Troostit, Osmondit oder Sorbit bildet. Harte Stahlsorten werden wegen ihrer Sprödigkeit daher in Öl gehärtet.

Durch Zusätze von Mangan, Chrom, Wolfram usw. zum Kohlenstoffstahl kann man es erreichen, daß eine Umwandlung von Martensit in Perlit auch beim Abkühlen des Stahles bis auf Zimmertemperatur ohne Abschrecken nicht eintritt. Genügt zur Erhaltung des Martensits Abkühlung im Luftstrom, so nennt man den Stahl selbsthärtend, bleibt der Martensit auch ohne besondere Kühlung bestehen, so nennt man den Stahl naturhart. Diese Stähle weisen infolge der langsamen, gleichmäßigeren Abkühlung auch geringere innere Spannungen auf als die reinen Kohlenstoffstähle, vorausgesetzt, daß die Abkühlung auch wirklich nicht zu plötzlich erfolgt, denn sonst ist die Gefahr der inneren Spannungen und Härterisse um so größer, je größer die Naturhärte des Stahles ist. Für Gesenke finden derartige legierte Stahlsorten aber nur in geringem Maße Verwendung.

Das Härten ist eine Kunst und erfordert große Erfahrung und Geschicklichkeit. Es wurde und wird auch noch heute große Geheimniskrämerei damit getrieben, jedoch hat die wissenschaftliche Durchforschung der Vorgänge bei der Warmbehandlung von Stahl uns bereits in hohem Grade unabhängig von der ängstlich behüteten Erfahrung alter, eingearbeiteter Härter gemacht, von denen ein großer Teil seine Wissenschaft mit ins Grab nahm. Ist praktische Erfahrung auch beim Härten unentbehrlich, so ist man bei dem heutigen Stande der Erforschung der Härtevorgänge und mit neuzeitlichen, dem angepaßten Härteeinrichtungen doch in der Lage, die Ursache etwaiger Mißerfolge zu erkennen bzw. letztere von vornherein zu vermeiden und planmäßig, nicht mehr oder minder zufällig, dauernd gute Ergebnisse zu erzielen.

b) Das Anwärmen des Stahles (Härteöfen).

Die erste Grundbedingung für erfolgreiches Härten ist gleichmäßiges Erwärmen des ganzen Werkstückes, sodaß nicht nur die äußeren Schichten oder dünneren Teile die richtige Temperatur haben. Da indessen die Wärme von den äußeren Schichten des Werkstückes nach dem Inneren sich erst fortpflanzen muß, so werden die äußeren Schichten während der Erwärmung stets wärmer sein als die inneren. Der Unterschied der Temperaturen der äußeren und inneren Schichten wird um so größer sein, je schneller das Anwärmen erfolgt, und je größer der Querschnitt des Werkstückes ist, schließlich noch, je geringer die Wärmeleitungsfähigkeit des Materials ist. Das Anwärmen darf daher nicht zu schnell, sondern muß langsam erfolgen, so daß beispielsweise zwei im Ofen nebeneinanderliegende Gesenke von 10 und 100 kg etwa gleichzeitig die Härtetemperatur erreichen. Die Dauer der Anwärmung muß etwa $2\frac{1}{2}$ —3 Stunden, unter Umständen noch mehr betragen. Die schwächeren Teile werden nun stets, auch bei vorsichtigster Erwärmung, etwas zu hoch erwärmt sein, wenn die stärkeren die richtige Härtetemperatur erlangt haben. Dem ist dadurch Rechnung zu tragen, daß dem Gesenk nach dem Herausnehmen aus dem Ofen eine entsprechende Spanne Zeit gegeben wird, seine Temperaturen an der Luft etwas auszugleichen, ehe das Abschrecken vorgenommen wird. Bezüglich der richtigen Härtetemperaturen sei auf das früher Gesagte und Fig. 149 verwiesen; auf das Messen der Temperaturen wird später noch eingegangen (S. 208 ff.). Bei zu hohen Temperaturen wird der Stahl überhitzt und dadurch grobkörnig und spröde oder gar verbrannt, d. h. völlig mürbe und durch Oxydation verdorben. Er läßt sich dann nicht wieder brauchbar machen, während überhitzter Stahl durch Glühen, Überschmieden und Abschrecken wiederhergestellt werden kann. Durch zu langes Glühen wird Stahl ebenfalls grobkörnig und an den äußeren Schichten durch Oxydation entkohlt. Derartiger „abgestandener“ Stahl kann durch Zementieren (siehe S. 202) wiederhergestellt werden.

Das Erhitzen der Gesenke soll niemals im Schmiedefeuere, sondern grundsätzlich in besonderen Öfen erfolgen, die eine unmittelbare Berührung des Werkstückes mit den Brennstoffen, möglichst auch mit den Verbrennungsgasen, verhüten, damit die Erwärmung ohne chemischen Einfluß auf den Stahl vor sich geht. Die Öfen sollen im ganzen Heizraum eine möglichst gleichmäßige

Temperatur aufweisen, die nirgends die für den Stahl zulässige Höchsttemperatur übersteigt. Die Temperatur soll leicht zu regeln

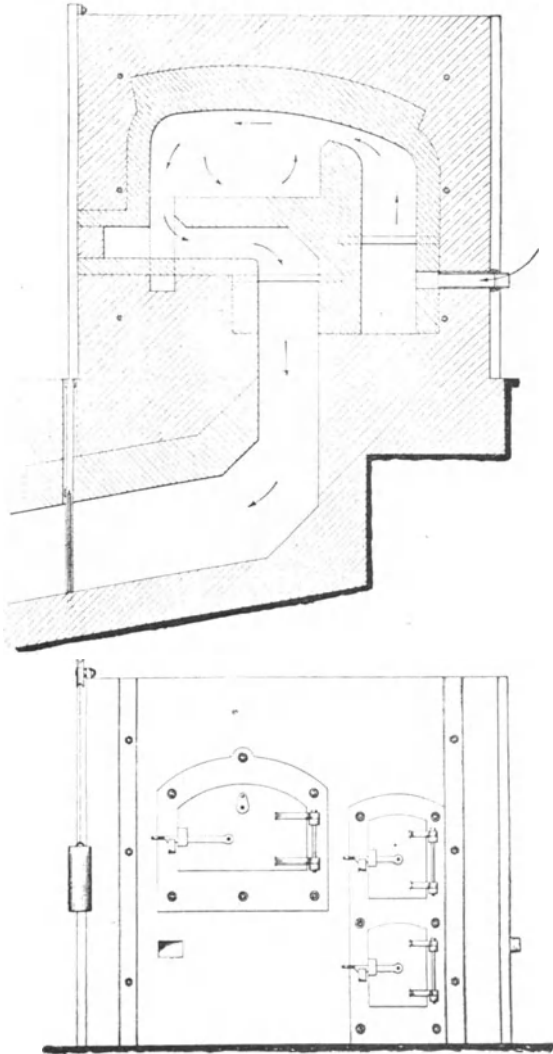


Fig. 150. Glüh- und Einsatzofen für Koks- oder Braunkohlenfeuerung (Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin NW. 87).

und auf bestimmter Höhe zu halten sein. Daneben muß man von den Öfen Wirtschaftlichkeit im Betriebe und bequeme Bedienung

ohne zu starke Belästigung des Arbeiters durch Wärmestrahlung verlangen.

Bezüglich der Bauart der Öfen hat man zu unterscheiden zwischen solchen ohne und solchen mit Muffel; als Heizmittel kommen Koks, Öl und Gas in Betracht. Die Öfen ohne Muffel gestatten naturgemäß eine günstigere Brennstoffausnutzung und schnellere Erwärmung der Werkstücke als Öfen mit Muffel, während letztere den Vorteil gewähren, daß die Werkstücke gleichmäßiger erwärmt und gegen jede chemische Einwirkung der Brennstoffe geschützt sind. Öfen ohne Muffel werden insbesondere für Einsatzhärtung (siehe S. 202) benutzt, weil die im Einsatz zu härtenden Teile ohnedies in Kästen verpackt und somit gegen die Verbrennungsgase schon geschützt sind.

Fig. 150 veranschaulicht einen gemauerten Glüh- und Einsatzofen, der mit Koks oder Braunkohlenbriketts geheizt wird. Das Mauerwerk wird durch Rahmen aus U-Eisen, die durch Anker miteinander verbunden sind, zusammengehalten. Die Windzuführung wird durch einen Handschieber geregelt. Die Windführung ist durch Pfeile angedeutet. Statt der Klapptüren findet man bei größeren Öfen wenigstens für die Einsatzöffnungen in senkrechten Führungen laufende Schiebetüren mit Gegengewichten.

Für die Beurteilung einer bestimmten Feuerungsart ist neben der Heizkraft des Brennstoffes und der Ausnutzung desselben die Temperaturregelung von großer Bedeutung, insbesondere bei Härte- und Glühöfen. Gerade in dieser Hinsicht sind aber Öl- und Gasfeuerungen der Koksfeuerung überlegen und finden deshalb dauernd weitere Verbreitung und Aufnahme. Die Ölfeuerung hat sich wegen der leichten Regulierbarkeit gerade für Härteöfen sehr eingeführt und verdrängt vielfach auch die Gasfeuerung, weil sie billiger ist als diese. Man ist mehrfach dazu übergegangen, ursprünglich für Koksfeuerung eingerichtete Öfen z. B. für Ölfeuerung umzuändern. Fig. 151 und 152 zeigen einen derartig umgebauten Ofen. Man hat hier die Roststäbe liegen lassen und sie mit feuerfesten Steinen belegt. Mitten in den Feuerraum ist ein feuerfester Stein gelegt, der eine Wirbelbewegung der Flamme hervorbringen soll. Empfehlenswert ist es, die Feuerbrücke vorn etwas niedriger zu halten als hinten (vgl. Fig. 151), um zu verhüten, daß die ganze Hitze nach hinten zieht, wozu erfahrungsgemäß

Neigung vorhanden ist. An Stelle der Feuertür ist ein Gußstück einzusetzen, welches den Brenner aufnimmt.

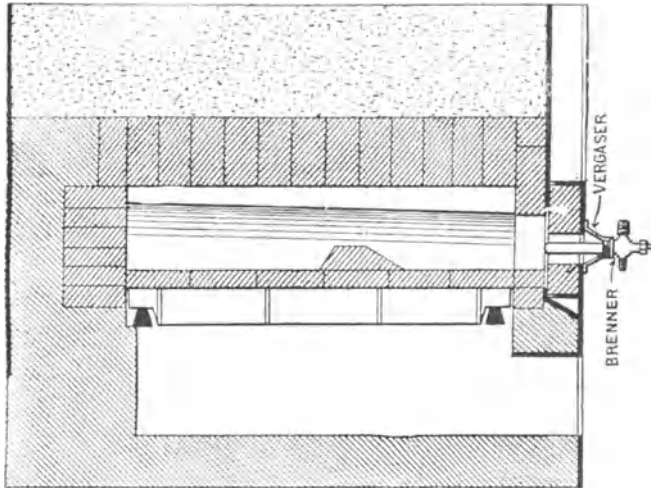


Fig. 151. Für Ölfeuerung umgeänderter Glüh- und Einsatzofen (Längsschnitt durch den Verbrennungsraum).

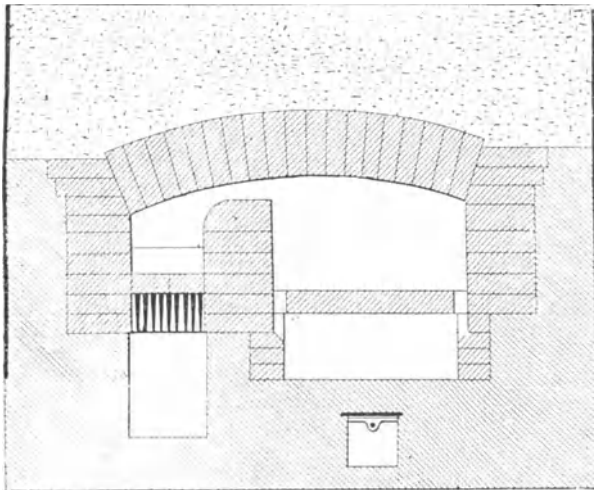


Fig. 152. Für Ölfeuerung umgeänderter Glüh- und Einsatzofen (Querschnitt).

Bezüglich der einzelnen Gasarten sei auf das früher bei Schmiedeofen (siehe S. 16) Ausgeführte verwiesen. Für Härteöfen ist wegen

seines hohen Heizwertes und seiner bequemen Beschaffung Leuchtgas am meisten gebräuchlich. Wenn von Gasfeuerung bei Härteöfen gesprochen wird, so ist dabei zunächst also immer an Leuchtgas gedacht. Für größere Betriebe, die die Einführung der

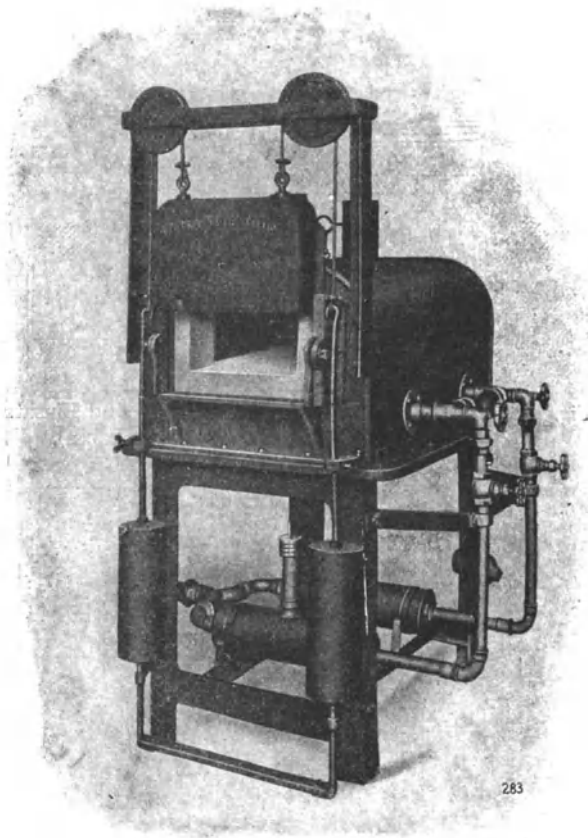


Fig. 153. Platten- Glüh- und Einsatzofen für Gasfeuerung. (Brüder Boye, Berlin N 37.)

Gasfeuerung in umfangreicherem Maße beabsichtigen, wobei die Kosten des Gases ins Gewicht fallen, kommen die anderen Gasarten in Frage.

Bei dem in Fig. 153 abgebildeten Plattenofen ist der Verbrennungsraum von dem Glühraum durch eine Schamotteplatte

getrennt. Die Brenner sind seitlich angeordnet. Das Ganze wird von einem kräftigen Gestell getragen, auf dessen Füßen der Windkessel ruht. Mit dem Ofen lassen sich Temperaturen bis 1300°C erzielen. Die Tür wird durch Fußtritt geöffnet und schließt sich selbsttätig, sodaß der Arbeiter die Hände frei hat.

Der in Fig. 154 veranschaulichte Muffelofen arbeitet ohne Gebläsewind und ist mit Bunsenbrennern versehen. Der Ofen ist

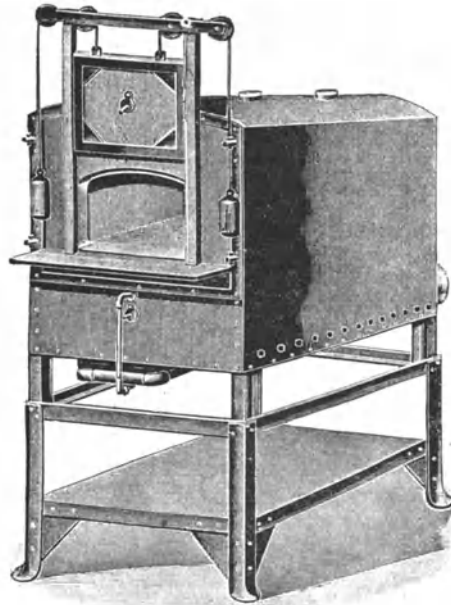


Fig. 154. Muffel - Glühofen für Gasfeuerung ohne Gebläsewind. (Wilhelm Hertsch Komm.-Ges., Stuttgart.)

an einen gut ziehenden Kamin anzuschließen und erzeugt Temperaturen bis 1100°C . Die Erwärmung des Ofens geht ohne Gebläse natürlich langsamer vor sich als mit Gebläse, durch gute Isolierung und Vorwärmung der Verbrennungsluft lassen sich indessen gute Heizeffekte erzielen.

Fig. 155 veranschaulicht einen Doppelkammerofen für Gasfeuerung. Über der eigentlichen (unteren) Heizkammer, die durch eine zweiteilige, durch Fußtritt bewegte Schiebetür verschließbar ist, befindet sich die durch die Abgase geheizte Vorwärmkammer,

die durch eine gleichfalls durch Fußtritt zu bewegend Klapptür verschlossen wird. Der Doppelkammerofen gestattet eine hohe Wärmeausbeute, langsames kostenloses Vorwärmen und schnelles Fertigwärmen.

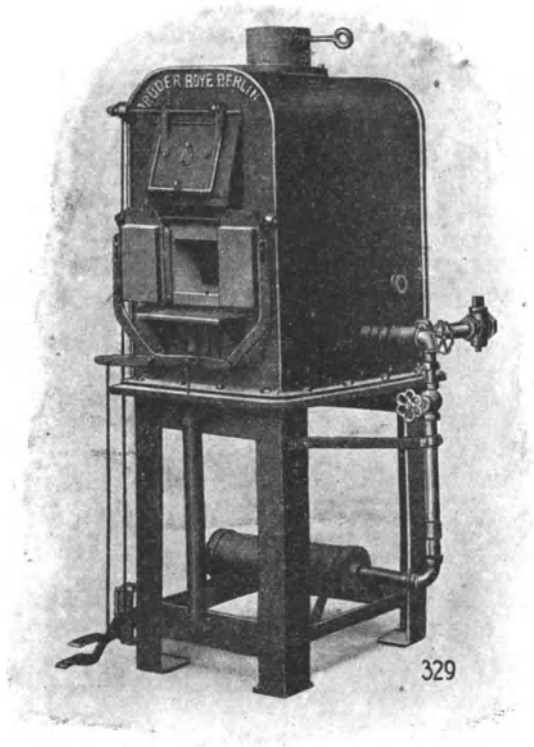


Fig. 155. Doppelkammer-Glühofen für Gasfeuerung mit Gebläsewind. (Brüder Boye, Berlin N 27).

c) Das Abschrecken

Das Abschrecken der auf Härtetemperatur erhitzten Gesenke erfolgt fast ausnahmslos durch Flüssigkeiten. Als Abschreckflüssigkeit kommt in erster Linie und fast ausschließlich Wasser, und zwar Regen- oder Kondenswasser, von 16—25° in Frage. Je kälter das Wasser, desto schroffer ist die Abkühlung und desto größer die Härtewirkung, um so größer allerdings auch die Gefahr des Entstehens von Härterissen. Zur Verhütung allzu starker

Erwärmung der Kühlflüssigkeit am Gesenk und des Festsetzens der entstehenden Gas- und Dampfblasen an diesem, wodurch das Abschrecken beeinträchtigt wird, ist Bewegen des Gesenkes in der Kühlflüssigkeit oder Inbewegunghalten der letzteren erforderlich. Soll die Kühlwirkung des Wassers weiter gesteigert werden, so ist demselben ein schwacher Zusatz von Schwefelsäure oder Kochsalz zu geben, wodurch die Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers erhöht wird. Durch einen Zusatz von Glyzerin wird die Kühlwirkung abgeschwächt, noch milder wirken Petroleum oder Öl. Eine mittlere Härte zwischen dem Abschrecken in Wasser und demjenigen in Petroleum oder Öl erhält man, wenn man letztere in einer mehr oder minder dicken Schicht auf das Kühlwasser gießt; dann wird das Gesenk zunächst in dieser Schicht etwas sanfter und danach im Wasser stärker abgeschreckt. Die Härtebäder werden durch das Eintauchen der glühenden Werkstücke mit der Zeit wärmer und verlieren dadurch an Wirkung. Es ist daher dafür zu sorgen, daß die Erwärmung nicht zu hoch steigt. Besteht das Härtebad nur aus Wasser, dann läßt man ständig kaltes Wasser von unten in den Behälter eintreten und zieht das warme Wasser durch ein Überlaufrohr ab; werden Öl, Salzlösungen oder sonstige Mischungen benutzt, dann sind dieselben durch eingebaute Kühlschlangen oder durch Einhängen des Behälters in ein gekühltes Wasserbad zu kühlen, sofern, insbesondere für Öl, nicht besondere Rückkühlanlagen angebracht erscheinen.

Da die Gesenke nicht vollständig, sondern nur an den Stirnflächen gehärtet werden, im übrigen aber weich und zäh bleiben sollen, so werden sie nicht ganz, sondern nur bis zu entsprechender Tiefe, etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ ihrer Höhe, eingetaucht. Noch besser ist das Abschrecken durch einen gegen die Arbeitsfläche bzw. in die Gesenkform gerichteten Wasserstrahl, am besten im „steigenden“ Wasserstrahl, Fig. 156. Zu diesem Zweck sind in dem Kühlbehälter ein oder mehrere nach oben gerichtete Zuflußrohre anzubringen. Im Winter muß das Wasser nötigenfalls vorgewärmt werden. Zu dem Zweck kann man ein Dampfrohr in das Zuleitungsrohr einmünden lassen. Stets gleichbleibende Kühlwassertemperatur ist eine Grundbedingung zur Vermeidung von Härtefehlern und von ebenso großer Bedeutung wie das Erwärmen der Härtestücke im Ofen. Außerdem soll jeder Behälter mit einem in der Höhe verstellbaren Überlaufrohr versehen sein, um den Wasserstand nach Be-

darf regeln zu können. Zum Auflegen der Gesenke dienen entsprechend gebogene, auf dem Gefäßrand ruhende Eisenstangen oder für kleinere Gesenke ein auf letztere aufgelegtes Drahtgeflecht. Hat das Gesenk Bohrungen, die nicht gehärtet werden sollen, so schließe man diese mit genau passenden, festsitzenden Stiften oder Bolzen; das ist besser als das Zuschmieren mit feuerfestem Ton oder Kitt, die beide nicht zuverlässig sind.

Nach Mitteilungen eines alten erfahrenen Gesenkhärters über die von ihm geübte Härtepraxis soll man das Gesenk, nachdem es die Härtetemperatur erreicht hat und aus dem Ofen genommen ist, zunächst mit der Rückseite 25—50 mm tief ins Wasser legen und so lange mit der Stirnfläche nach oben stehenlassen, bis die Seitenflächen anfangen schwarz zu werden. Vor dem Umwenden wische man aber mit einem in Wasser getauchten, an einem Stiel befestigten Leinwandballen über die Stirnfläche und insbesondere die Kanten der Gesenkform, um übermäßige Hitze zu beseitigen. Natürlich darf man nicht so stark dabei kühlen, daß bereits Härtewirkung eintritt. Während des Abschreckens durch den steigenden Wasserstrahl gebe man ab und zu etwas Wasser auf die Rückseite, sodaß sie sich zwar langsam, aber etwas schneller abkühlt als die Seitenflächen. Erscheint das Gesenk allseitig schwarz, dann stelle man den Wasserstrahl ab und lasse das Gesenk in derselben Lage vollständig abkühlen. Die Eintauchtiefe muß so groß sein, daß das Wasser die ausgearbeiteten Gesenkformen noch überall bespült. Bei größeren Gesenken, etwa von einem Gewicht von 50 kg an, schließt man die Strahlrohre nicht vollständig, sondern läßt einen schwachen Wasserstrahl bis zum vollständigen Erkalten des Gesenkes ausfließen. Auf keinen Fall darf man das Gesenk aus dem Wasser nehmen, bevor es vollkommen erkaltet ist. Ein Gesenk von 100 kg Gewicht braucht hierzu mindestens 1½ Stunden. Um zu prüfen, ob ein Gesenk erkaltet oder noch warm ist, reibe man die Rückseite ordentlich trocken und lege die Hand oder besser den Arm auf. Solange man dabei noch Wärme verspürt, darf man das Gesenk nicht herausnehmen.

Die Bergische Stahlindustrie G. m. b. H. in Remscheid sagt über das Härten von Gesenken aus ihrem Tiegelgußstahl „Prima“-Qualität:

„Die dunkelkirschrot erwärmte Matrize härtet man, indem

man sie mit der Bahn nach abwärts in ein Gefäß legt, in welches das Wasser in starkem, aufsteigendem Strahl eintritt. Man taucht die Matrize hierauf 30—40 mm tief so lange in das Wasser, bis der aus demselben reichende Teil nur noch Braunröte zeigt, zieht sie dann bis auf 15—20 mm zurück, um einen allmählichen Übergang der Härte zu erzielen, und läßt sie völlig erkalten.

Wenn die zu härtende Matrize an der Bahn tiefe Gravierungen enthält, so kann dieselbe in aufsteigendem Wasser nicht gehärtet werden, weil sie sonst an den Vertiefungen weich bleibt. Man härtet solche Matrizen unter fallendem Wasserstrahl, welchen man mittels Brause von geeigneter Form und Größe über die ganze Fläche gleichmäßig verteilt. Mit Vorteil verwendet man eine

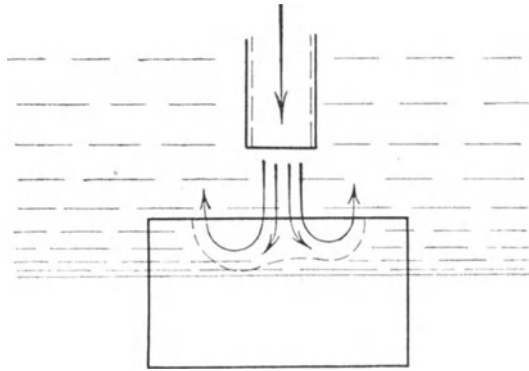


Fig. 156. Abschrecken im „steigenden“ Wasserstrahl.

Brause, welche durch zwei Zuflußrohre gesperrt wird. Das Wasser muß möglichst unter starkem Druck zuströmen. Sobald die Härtung genügend weit vorgeschritten ist, um das Anlassen vornehmen zu können, stellt man den Wasserzufluß ab, läßt die Bahn anlaufen und setzt die Abkühlung bis zum Erkalten wieder fort.

Zum Härten von Gesenkblöcken (Matrizen) gehört viel Erfahrung und Mühe, da je nach der Kompliziertheit der ausgearbeiteten Blöcke ein Reißen derselben nach dem Härten auch bei sehr guter Stahlqualität leicht erfolgen kann. Grundbedingung ist, bei einer Matrize das langsame Erwärmen; dann hat man sich klarzumachen, ob man sie von oben oder unten härten muß. Beim Von-oben-Härten setzt man vorteilhaft um das ausgearbeitete Stück eine Blechkiste, damit nicht die ganze Fläche vom Wasserstrahl

getroffen wird. Sehr komplizierte Stücke, die reißen könnten, härtet man auch vorteilhaft in einem feinen Wasserstrahl von unten. Nach dem Härten haben größere Matrizen mindestens 20—24 Stunden in dem Wasser zu verbleiben. Zu frühes Herausnehmen führt zu Rissen oder gar zum Auseinanderplatzen der Matrizze.“

Der Siegen-Solinger Gußstahl-Aktienverein, Solingen, gibt für die von ihm gelieferten härtbaren Stahlsorten (vgl. S. 179) folgende Härtevorschrift:

„Vorwärmen auf Handwärme ist empfehlenswert. Die Erwärmung zum Härten kann im offenen, gut durchgebrannten Schmiedefeuer¹⁾ so erfolgen, daß die zu härtende Bahn zuletzt erhitzt wird. Die Anwendung des Gebläses ist möglichst einzuschränken. Vollständig gleichmäßige Wärme in allen Teilen der Gesenke ist von größter Wichtigkeit. Hat das Gesenk die vorschriftsmäßige Wärme erreicht (siehe S. 179), so wird es mit abwärts gerichteter Bahn im Wasserbottich, dessen Wassertemperatur etwa 20° beträgt, gekühlt. Das Wasser muß in starker aufsteigender Bewegung gehalten werden. Das Eintauchen des Gesenkes in das Wasser soll je nach der Größe des Stückes $\frac{1}{2}$ —5 cm tief erfolgen. Zeigt der aus dem Wasser ragende Teil nur noch Braunröte, dann ist die Eintauchtiefe des Gesenkes auf 1—2 cm zu verringern, damit der Übergang des harten in den weicheren Teil durch das Anlaufen allmählich erfolgt. Besonders tiefe Gesenke, bei denen die Gefahr besteht, daß durch Dampfbildung oder Luftansammlung nicht alle Stellen vom starkbewegten Wasserstrom getroffen werden, werden am besten unter starker Brause oder durch fallenden Wasserstrahl abgekühlt. Sobald die Härtung genügend weit vorgeschritten ist, muß der Wasserstrom abgestellt werden. — Um einen Ausgleich der durch das Härten entstehenden Spannungen herbeizuführen, ist ein Anlassen auf gelbe bis braune Farbe notwendig.“

Als Gefäße für die Abschreckflüssigkeit werden meist genietete Eisenblechbottiche, seltener Steintröge oder Holzgefäße verwendet, die beiden letzteren in der Regel für Salzbäder. Die Größe der Gefäße richtet sich nach der Größe der Gesenke, mehr noch aber nach der Anzahl der täglich zu härtenden Gesenke. Je größer letztere, desto größer die Härtegefäße bzw. die Menge

¹⁾ Anm. des Verf.: Besser ist auf alle Fälle das Anwärmen in einem geschlossenen Ofen.

der darin enthaltenen Abschreckflüssigkeit, um die Erwärmung derselben möglichst niedrig zu halten. Zu groß kann ein Härtegefäß kaum sein, wohl zu klein. Die Höhe der Oberkante über Fußboden muß ein bequemes Handhaben der Gesenke gestatten. Für größere Gesenke sind auf Schienen laufende Flaschenzüge mit Zangen oder ähnliche Hebevorrichtungen vorzusehen.

2. Das Anlassen

Das Anlassen der Gesenke nach dem Abschrecken geschieht, wie bereits früher ausgeführt, zur Beseitigung innerer Spannungen und zur Erhöhung der Zähigkeit des Gesenkmaterials. Das An-

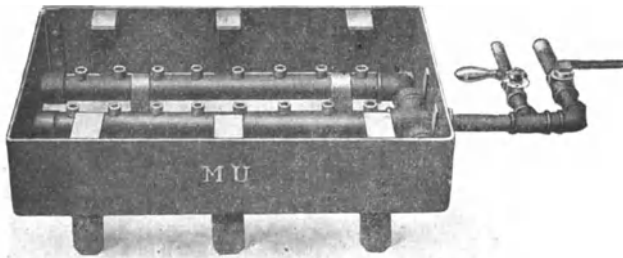


Fig. 157. Anlaß-Sandbad-Radiator für Gasfeuerung
(Schuchardt & Schütte, Berlin C.).

lassen besteht in einem nochmaligen Anwärmen der Gesenke und nachfolgendem Abkühlen in Wasser oder an der Luft. In manchen Fällen genügt ein Anlassen von innen heraus, d. h. durch die im nur teilweise abgeschreckten Gesenk noch vorhandene Wärme. Die Regel ist aber ein wiederholtes Anwärmen des zuvor vollständig erkalteten Gesenkes. Das Gesenk kann zu diesem Zweck auf einen glühenden Eisenblock gesetzt und mit Steinen rings umpackt werden. Sobald die gewünschte Anlaßtemperatur erreicht ist, wird es heruntergenommen, um entweder — gegebenenfalls wieder mit Steinen umlegt — langsam an der Luft abzukühlen oder in Wasser abgekühlt zu werden, je nach Art des Stahles, der verlangten Anlaßhärte usw. Das Anwärmen kann ferner in den früher behandelten Glühöfen (siehe S. 190 ff.), insbesondere in Doppelkammeröfen (vgl. Fig. 155), oder in besonderen Anlaßöfen gleicher Bauart vorgenommen werden. Ein sehr gleichmäßiges Erwärmen ermöglichen Sand-, Öl-, Salz- und Metallbäder.

Zum Anwärmen der Sandbäder sind statt des sonst üblichen Koksfeuers mit darüberliegendem Blech Gasheizvorrichtungen, wie in Fig. 157 abgebildet, zu empfehlen. Auf den Rahmen wird ein Eisenblechkasten mit Sand gestellt. Die Temperatur des Sandes läßt sich genau regeln und an einem in den Sand gesteckten Thermometer ablesen. Für Ölbäder ist elektrische Heizung wegen der genauen Temperaturregelung empfehlenswert. Noch genauer läßt sich die Temperatur bei Metallbädern regeln, solange noch ungeschmolzene Metallstücke darin enthalten sind, da die Höchsttemperatur dann der für eine bestimmte Zusammensetzung des Bades unveränderlichen Schmelztemperatur entspricht. Dieselbe beträgt z. B.

bei einem Bleibade von 2 Teilen Blei und 1 Teil Zinn	225°
„ 3 „ „ „ 1 „ „	240°
„ 4 „ „ „ 1 „ „	250°
„ 4,5 „ „ „ 1 „ „	263°
„ reinem Blei	325°.

Bezüglich der zu wählenden Anlaßtemperaturen sei wiederum auf das früher (S. 186 ff.) Ausgeführte verwiesen. Die Temperatur richtet sich im Einzelfalle nach den Eigenschaften des Gesenkmaterials, nach dem vorausgegangenen Härteverfahren usw. Für Gesenke kommen etwa Temperaturen von 275—325° in Frage. Je höher die Anlaßtemperatur, desto weicher wird der Stahl wieder. Über die Messung der Temperaturen handelt ein späterer Abschnitt (siehe S. 208 ff.).

3. Das Zementieren (Einsatzhärtung)

Das bisher behandelte Härten der Gesenke bezog sich ausschließlich auf Stahlsorten, die vermöge ihres hinreichend hohen Kohlenstoffgehaltes ohne weiteres härter sind. Ganz verschieden davon ist das Einsatzhärten, Zementieren oder Verstählen kohlenstoffärmerer Stahlsorten. Dasselbe besteht zunächst in der Erzeugung einer kohlenstoffreicheren, härteren Oberfläche oder Außenhaut durch Glühen des Werkstückes unter Luftabschluß in kohlenstoffabgebenden Mitteln, wobei das Innere des Werkstückes seine ursprüngliche chemische Zusammensetzung und damit auch seine physikalischen Eigenschaften, insbesondere seine Zähigkeit beibehält. Das letztere ist für Gesenke, die eine große Widerstandsfähigkeit gegen Schlag und Stoß besitzen müssen, von be-

sonderer Bedeutung. Das Einsatzhärten wird für Gesenke ferner aus dem Grunde benutzt, weil es die Verwendung von billigerem Flußstahl, der für viele Zwecke genügt, an Stelle des teureren Tiegel- oder Elektrostahles gestattet. Jeder zähe Flußstahl mit einem Kohlenstoffgehalt bis 0,2% ist verwendbar, sofern er möglichst wenig Silizium (0,3%), Schwefel (0,04%) und Phosphor (0,05%) enthält. Je höher der Kohlenstoffgehalt des Stahles, desto langsamer erfolgt der Kohlunsvorgang. Die Stahlwerke liefern für diesen Zweck besonders geeignetes, sogenanntes Einsatzmaterial. Die Stärke der gekohlten äußeren Schicht ist ferner von der Temperatur, von der Zeitdauer der Einwirkung der Kohlunsmittel und von der chemischen Zusammensetzung derselben abhängig. Bei höheren Anforderungen an die Festigkeit des Gesenkmaterials werden Nickel- und Nickelchromstahl verwendet, die sich ebenfalls für Einsatzhärtung eignen. Nickel verzögert die Kohlenstoffaufnahme, Chrom begünstigt sie.

Das Zementiermittel muß zwar kräftig wirken, jedoch andererseits so, daß ein allmählicher Übergang von der zementierten Schicht auf den Kern des Materials stattfindet. Das Zementiermittel muß ferner für den Stahl unschädlich sein, darf also dessen Gehalt an Schwefel, Phosphor usw. nicht erhöhen. Im Gebrauch muß es ergiebig, d. h. billig sein. In der Praxis werden hauptsächlich feste Einsatzmittel in Pulverform, daneben aber auch gasförmige verwendet. Ihre Wirkung beruht in erster Linie auf der Bildung von Kohlenoxyd und flüchtigen Zyanverbindungen (Zyaniden), deren kohlende Wirkung bekannt ist, während fester Kohlenstoff nur schwach zementierend wirkt. Bei ausschließlicher Verwendung von Kohlenoxyd neigt die zementierte Schicht zum Abbröckeln beim Härten und es treten Oxydationserscheinungen auf, die durch Beimischung von Kohle oder Kohlenwasserstoffen sich vermeiden lassen. Von festen Mitteln werden Ruß, gesiebte Holz-, Knochen- und Lederkohle, Hornspäne, Mischungen von Kohle mit Alkalikarbonaten und alkalischen Erden u. dgl. benutzt. Sehr kräftig wirkt Holzkohle mit gelbem Blutlaugensalz, besonders empfehlenswert ist ein Gemisch von 60 Teilen (Buchen- oder Eichen-) Holzkohle und 40 Teilen Bariumkarbonat. Von gasförmigen Einsatzmitteln wird wegen der leichten Beschaffung in den meisten Fällen Leuchtgas verwendet, daneben Azetylen und Petroleumdampf. Das glühende Eisen saugt den Kohlenstoff

aus dem Leuchtgas gierig auf; bei Temperaturen zwischen 700° und 900° geht die Kohlung zwar sehr langsam, bei $1050-1100^{\circ}$ dagegen sehr schnell vor sich. — Die im Handel unter den verschiedensten Namen und vielfach zu unberechtigt hohen Preisen angebotenen „Härtepulver“ sollen stets mit Vorsicht und niemals ohne vorherige chemische Untersuchung gekauft und verwendet werden. Mit den oben angegebenen Mitteln lassen sich mindestens dieselben Erfolge erzielen. Stickstoff und der bei hohen Temperaturen aus dem Einsatzmittel sich gegebenenfalls bildende Wasserstoff beeinträchtigen die Kohlung, Schwefel macht den Stahl durch Verhütung der Kohlenstoffaufnahme weichhäutig. Das Einsatzmittel muß ganz trocken sein, weil durch den beim Gebrauch sich sonst bildenden Wasserdampf eine rauhe Oberfläche des zu zementierenden Werkstückes entsteht.

Das Gesenk wird zum Zementieren in einen eisernen Kasten gelegt, dessen Boden mit einer 25–50 mm starken Schicht des Zementiermittels bedeckt ist, und im übrigen vollständig in Sand eingebettet. Vielfach werden auch noch Asbestplatten gegen die Seitenflächen und die Rückseite des Gesenkblockes gelegt. Der Kasten wird danach mit einem Deckel verschlossen und mit Lehm sorgfältig abgedichtet. Die Einsatzkästen können aus Schmiedeeisen, Gußeisen oder Stahlguß hergestellt sein. Schmiedeeiserne Kästen sind teurer in der Anschaffung als gußeiserne, besitzen dafür aber eine größere Lebensdauer.

Die gekohlte Schicht soll etwa 0,9–1,2% Kohlenstoff enthalten, je nach der Größe des Gesenkes 0,5–2,0 mm stark sein und allmählich in den weicheren Kern übergehen. Die dazu erforderliche Temperatur und Glühzeit hängt von der Zusammensetzung des Stahles und des Einsatzmittels ab. Die Temperatur soll nicht unnötig hoch, muß aber andererseits so hoch sein, daß der Perlit in feste Lösung übergeht (siehe S. 186); dazu ist eine Temperatur von $850-950^{\circ}$ erforderlich. Die Glühdauer beträgt 4–24 Stunden und soll nicht durch Erhöhung der Temperatur abgekürzt werden. Nach dem Glühen (Kohlen) läßt man das Gesenk in dem Kasten erkalten, nimmt es dann heraus und reinigt es von dem anhaftenden Härtepulver.

Durch den Kohlungsvorgang ist das Material überhitzt und somit grobkörnig und spröde geworden, und zwar um so mehr, je höher die Temperatur und je länger die Glühdauer war. Um

dem Gesenk nun außer einer harten Stirnfläche einen zähen Kern zu geben, ist eine weitere Warmbehandlung mit zweimaligem Abschrecken erforderlich. Zur Beseitigung der Sprödigkeit erhitzt man das Gesenk auf $850-950^{\circ}$ und schreckt in Wasser ab, zum Härten der gekohlten Schicht wird alsdann nochmals auf etwa 800° erhitzt und entweder in Wasser oder in Öl abgeschreckt, je nachdem, ob größere oder geringere Härte erzielt werden soll. Das erste Abschrecken wird auch vielfach durch ein zwei- bis dreistündiges Ausglühen bei $650-700^{\circ}$ ersetzt.

Ein einfacheres, aber auch unvollkommenes Zementiervverfahren, das sogenannte „Abbrennen mit Kali“, besteht darin, daß man die Stirnfläche des (ohne Einpacken) rotwarm erhitzten Gesenkes mit Zyankali oder gelbem Blutlaugensalz bestreut, nochmals erhitzt und abschreckt. Die Tiefe der dabei erzielten Kohlhung und Härtung beträgt naturgemäß nur Bruchteile eines Millimeters.

Als Einsatzöfen lassen sich die früher beschriebenen Härteöfen ebenfalls verwenden. Da das Gesenk eingepackt und somit bereits gegen Einflüsse der Verbrennungsgase geschützt ist, sind Muffelöfen nicht erforderlich. Hauptbedingung ist auch hier die Erzielung einer gleichmäßigen Temperatur im ganzen Ofenraum. Ist das nicht möglich, stelle man die am stärksten zu kohlenden Gesenke an die heißesten Stellen und drehe nicht gleichmäßig erhitzte Einsatzkästen von Zeit zu Zeit um, damit ein Ausgleich eintritt. Zwischen Einsatzkasten und Ofenwand muß ringsum mindestens ein Zwischenraum von 50 mm sein.

Ein besonders für Einsatzzwecke bestimmter Ofen ist in Fig. 158 bis 160 dargestellt. Es ist ein Halbgasofen, der bei fehlendem Schornstein auch mit Gebläsewind betrieben werden kann. Die Bedienungseinrichtungen befinden sich sämtlich an der Stirnseite des Ofens. Der Koks wird durch einen Fülltrichter eingeschüttet. In der Öffnung der darunter angeordneten Schürttür befindet sich ein mit regelbarem Wasserzufluß verbundener Wasserkasten (vgl. Fig. 159), aus welchem ständig Wasser auf die Schürplatte tropft und dort verdampft. Der Wasserdampf wird den Heizgasen zugeführt und dabei in Wasserstoff umgesetzt, der die Heizwirkung erhöht. Ähnlichen Zwecken dient ein unter dem Rost auf dem Boden des Aschenkastens angeordneter Wasserkasten, der gleichfalls durch einen regelbaren Wasserzufluß gespeist wird. Das Wasser wird teils durch die nach unten strahlende Hitze der

Feuerung, teils durch die herabfallende glühende Asche verdampft. Der aufsteigende Wasserdampf kühlt die Roststäbe und wird, in die Glut geleitet, gleichfalls in Wasserstoff umgesetzt. Durch den mit Schieber versehenen Luftkanal *a*, Fig. 158, wird nur so viel Luft unter den Rost geleitet, daß der Koks schwelend brennt. Die schwelenden Heizgase werden, ehe sie in den Glühraum gelangen, mit bei *b* senkrecht zu ihrer eigenen Strömungsrichtung austretender, durch die Abgase in den Luftkanälen *c* erwärmter Zusatzluft innig vermischt und dadurch zum vollkommenen Verbrennen gebracht. Sie verlassen den Glühraum durch

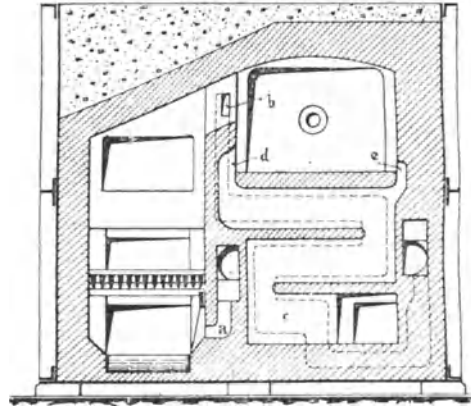


Fig. 158. Einsatzglühofen für Koksfeuerung. Querschnitt. (Brüder Boye, Berlin N 37.)

zwei Öffnungen *d* und *e* von verschiedenem Querschnitt. Durch den Doppelabzug wird ein gleichmäßiges Verteilen der Wärme auch bei vollständig mit Einsatzkästen gefülltem Glühraum erzielt. Die Abgase dienen, wie bereits erwähnt, zum Vorwärmen der Zusatzluft und umstreichen zu diesem Zweck die Luftkanäle *c*. Durch die Möglichkeit, mittels der Verbrennungs- und Zusatzluft die Verbrennung zu regeln und auch im Glühraum mit schwelender Flamme, d. h. mit Kohlenstoffüberschuß, zu arbeiten, kann man unter Umständen verhindern, daß die Wirkung des Einsatzmittels durch Sauerstoffüberschuß der Heizgase geschwächt wird. Die Einsatzkästen nebst Inhalt können schnell auf die erforderliche Temperatur gebracht werden, während von da ab die Wärmezufuhr auf jenes geringe Maß einstellbar ist, welches zum Halten der Temperatur genügt. Der Glühraum ist durch eine Zugtür *a*, Fig. 160, verschließbar. Vor der Türöffnung befindet sich eine Beschickungseinrichtung *b*, welche bei geschlossener Tür etwas nach vorn gezogen, bei geöffneter Tür dagegen bis an die Glühplatte geschoben werden kann und durch die Rollen das Ein- und Ausbringen der Einsatzkästen erleichtert.

Gerade für Einsatzöfen ist die Ölfeuerung besonders empfehlenswert, weil man hierbei noch viel zuverlässiger als bei Kohlen- und

Koksfeuerung mit einem Überschuß von Kohlenstoff arbeiten und somit die verbrennende Wirkung beseitigen kann, welche überschüssige Luft bzw. der darin enthaltene Sauerstoff auf das Ein-

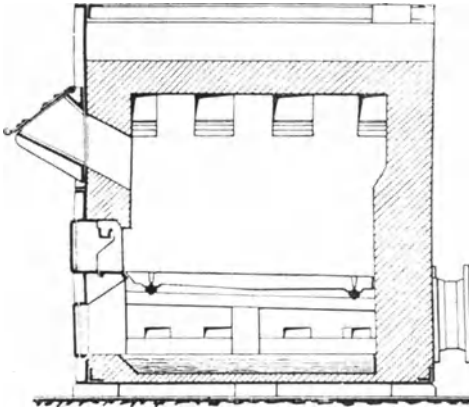


Fig. 159. Einsatzglühofen für Koksfeuerung.
Längsschnitt durch den Feuerraum.
(Brüder Boye, Berlin N 37.)

satzmittel ausübt. Es ist anzunehmen, daß das Kohlenoxyd der kohlenden Ölflamme fördernd auf den Kohlungsvorgang einwirkt und die Einsatzdauer verkürzt, weil das Einsatzmittel nicht verbrannt und dadurch geschwächt, sondern besser ausgebeutet wird.

Mißerfolge beim Härtene im Einsatz können ihre Ursache in ungeeignetem Einsatzstahl oder Zementiermittel, in falsch durchgeführter Kohlun oder thermischer Nachbehandlung haben. Ist das Werkstück mit der zu härtenden Fläche nicht überall innig in Berührung mit dem Zementiermittel gewesen, oder war die Zusammensetzung und Schichtstärke des letzteren nicht gleichmäßig, dann entstehen weiche Stellen oder mindestens ungleiche Kohlun- und Härte-

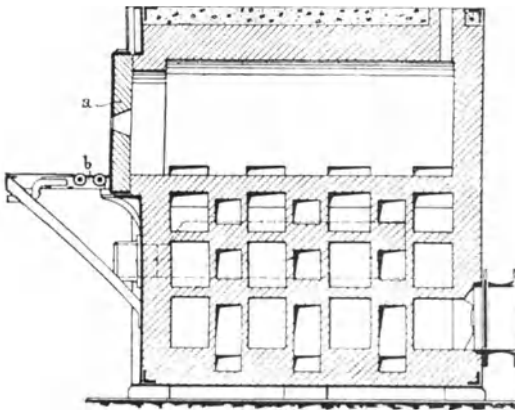


Fig. 160. Einsatzglühofen für Koksfeuerung.
Längsschnitt durch den Glühraum.
(Brüder Boye, Berlin N 37.)

tiefen. Eine sorgfältige Untersuchung des Einsatzmittels auf Fremdkörper vor dem Gebrauch ist daher unbedingt erforderlich. Weitere Fehlerquellen, auf die bereits hingewiesen worden ist, sind ungleichmäßige Erhitzung, zu hohe Temperatur, zu lange

Glühdauer, feuchtes Einsatzmittel, schlechtes Reinigen von anhaftendem Härtepulver usw.

4. Die Messung der Temperaturen

Die Messung der Temperaturen bei der Wärmebehandlung des Stahles ist äußerst wichtig, ja unentbehrlich, da von der Temperatur der Erfolg der Wärmebehandlung abhängt und geringe Unter- oder Überschreitungen der kritischen Umwandlungstemperaturen (vgl. Fig. 149) den ganzen Erfolg in Frage stellen können. Wenngleich die Temperaturen des Ofeninnern bzw. des zu behandelnden Stahles auch am wichtigsten sind, so dürfen diejenigen der Kühlflüssigkeit auch nicht vernachlässigt werden. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß die Temperatur des Ofeninneren oder der zum Erwärmen des Stahles benutzten Bäder und die Temperatur des Stahlblockes nicht ohne weiteres, sondern erst nach einer gewissen Zeit übereinstimmen, daß also eine Messung der ersteren nicht unbedingt die richtige Stahltemperatur ergibt. Durch Nichtbeachtung dieses Punktes werden oftmals falsche Temperaturmessungen und Mißerfolge verursacht.

Das einfachste, aber auch am wenigsten zuverlässige Mittel zur Bestimmung der Temperatur des Stahlblockes ist die Beobachtung der Glühfarbe. Der Stahl erscheint bei einer Temperatur von etwa:

- 550—650° im Dunkeln rotglühend,
- 700° dunkelrot,
- 800° dunkelkirschrot,
- 900° kirschrot,
- 1000° hellkirschrot (lachsrot),
- 1100° orange,
- 1200° hellgelb,
- 1300° weißglühend.

Es kann sich hierbei nicht um ein Messen, sondern nur um ein Schätzen der Temperatur handeln, welches gerade zwischen 700° und 800° äußerst schwierig und unzuverlässig ist. Ein Vorzug dieses Verfahrens ist es allerdings, daß die Temperatur des Stahles selbst, nicht lediglich die Ofentemperatur, bestimmt wird. Um die Beurteilung der Glühfarben zu erleichtern und von der mit der Witterung wechselnden Beleuchtung des Raumes möglichst

unabhängig zu machen, ist der Härteraum dunkel zu halten oder mit blauen Fensterscheiben auszustatten.

Ähnlich wie beim Glühen kann man auch beim Anlassen die Temperaturen des Gesenkblockes nach seinem Aussehen beurteilen, sofern er eine blanke Fläche besitzt. Das sich auf dieser bildende Oxydhäutchen ändert seine Farbe mit der Temperatur, und zwar ist die Anlaßfarbe bei einer Temperatur von

- 225° hellgelb,
- 240° dunkelgelb,
- 250° gelbbraun,
- 265° rotbraun,
- 275° purpurrot,
- 285° violett,
- 295° dunkelblau,
- 310° hellblau,
- 325° grau.

Bei Temperaturen über 330° verschwindet die Anlaßfarbe wieder, der Stahl wird schwarz. Die Anlaßfarben sind nicht vollständig zuverlässig, da sie z. B. auch von der Zeit abhängig sind.

Die Anlaßtemperaturen (bis 350°) können beim Anlassen im Ofen, in Sand oder Flüssigkeiten mit dem gewöhnlichen Quecksilberthermometer gemessen werden. Es sind auch für diesen Zweck bestimmte Sonderausführungen zu haben, die bei Erreichung einer bestimmten Temperatur ein Zeichen geben oder eine weitere Wärmezufuhr abschneiden.

Zur Bestimmung der Temperaturen in Glüh- und Härteöfen können auch die sogenannten Segerkegel Verwendung finden. Dieselben haben die Form dreiseitiger Pyramiden und bestehen aus Gemischen von Feldspat, Kaolin, Quarz, Marmor, Eisenoxyd und Bortrioxyd von verschiedener Schmelzbarkeit. Die Bezeichnungen und Schmelzpunkte der einzelnen Kegel sind aus umstehender Tafel ersichtlich.

Um die Erreichung einer bestimmten Ofentemperatur einigermaßen genau bestimmen zu können, muß man drei aufeinanderfolgende Segerkegel verwenden, von denen der mittlere der gewünschten Temperatur entspricht. Für eine Temperatur von z. B. 850° wird man also die Regel Nr. 013a, 012a und 011a wählen. Wenn von diesen 013a ganz zusammengesunken ist, 012a sich umlegt und 011a gerade zu schmelzen anfängt, dann wird im Ofen

eine Temperatur von annähernd 850° herrschen. (Auch die Sentinelzylinder, die den Segerkegeln in der Anwendungsart verwandt sind, können zur Temperaturbestimmung benutzt werden. Ihr Bereich erstreckt sich auf Temperaturen von 230—340° und von 650 bis 1065° C.) Für ununterbrochenen Härtebetrieb ist dieses Verfahren indessen zu umständlich.

Schmelzpunkte der Segerkegel:

Kegel Nr.	Geschätzte Temperatur °C	Kegel Nr.	Geschätzte Temperatur °C	Kegel Nr.	Geschätzte Temperatur °C
022	600	01 a	1080	(21—25	
021	650	1 a	1100	werden wegen der	
020	670	2 a	1120	geringen Tempera-	
019	690	3 a	1140	turunterschiede	
018	710	4 a	1160	nicht verwendet.)	
017	730	5 a	1180	26	1580
016	750	6 a	1200	27	1610
015 a	790	7	1230	28	1630
014 a	815	8	1250	29	1650
013 a	835	9	1280	30	1670
012 a	855	10	1300	31	1690
011 a	880	11	1320	32	1710
010 a	900	12	1350	33	1730
09 a	920	13	1380	34	1750
08 a	940	14	1410	35	1770
07 a	960	15	1435	36	1790
06 a	980	16	1460	37	1825
05 a	1000	17	1480	38	1850
04 a	1020	18	1500	39	1880
03 a	1040	19	1520	40	1920
02 a	1060	20	1530	41	1960
				42	2000

Für genaue, fortlaufende Messungen werden Pyrometer benutzt.

Die elektrischen Widerstandspyrometer beruhen auf der Zunahme des Leitungswiderstandes einer von Schwachstrom durchflossenen Platindrahtspirale bei steigender Temperatur. Sie sind für Temperaturen bis zu 650° verwendbar. Gebräuchlicher sind indessen thermoelektrische Pyrometer¹⁾, bestehend aus einem Thermoelement mit Schutzrohr und einem Zeigergalvanometer. Das Thermoelement besteht aus zwei an

¹⁾ Siemens & Halske A.-G., Wernerwerk, Siemensstadt bei Berlin.

einem Ende miteinander verlöteten oder verschweißten Streifen oder Drähten aus verschiedenem Material und erzeugt bei Erwärmung der Lötstelle einen elektrischen Strom. Legt man die freien Enden an ein hinreichend empfindliches Galvanometer, so zeigt dieses den Spannungs- und damit auch den Temperaturunterschied an, welcher zwischen der Lötstelle des Thermoelementes und dessen freien Enden besteht. Dieser gemessene Temperaturunterschied entspricht aber nur dann der zu messenden Temperatur, wenn die Anschlußenden des Thermoelementes auf 0° gehalten werden. Da dies praktisch nicht möglich ist, so wird die Temperatur der Anschlußenden dadurch berücksichtigt, daß der Zeiger des Galvanometers (Temperaturmessers) vor Anschluß des Thermoelementes auf den Teilstrich der Skala eingestellt wird, der der Temperatur der freien Enden des Thermoelementes entspricht. Zur Messung dieser Temperatur dient eine Anschlußdose mit eingebautem Thermometer. Um die Temperatur der Anschlußenden möglichst konstant zu erhalten, benutzt man Elemente mit gekühltem Kopf oder verlängert die Elementdrähte soweit, daß die Enden dem Bereich der Wärmestrahlung des Ofens entzogen sind. Bei Edelmetallelementen, wo dies wegen des hohen Materialpreises nicht angängig ist, benutzt man statt dessen sogenannte Kompensationsleitungen aus billigen Metalldrähten, die innerhalb gewisser Temperaturgrenzen dieselbe thermoelektrische Kraft gegeneinander besitzen wie die Drähte des Elementes. Da die beiden Schenkel des Thermoelementes mit Rücksicht auf gedrängten Bau dicht nebeneinander liegen, so müssen sie gut isoliert sein. Zum Schutz gegen äußere mechanische oder chemische Einflüsse sind sie von einem Schutzrohr umgeben, mit dem sie in den Ofen eingeführt werden. Hierzu ist am Ofen eine entsprechende Öffnung vorzusehen. Das Schutzrohr brennt bei dauerndem Gebrauch in Salzbädern mit der Zeit durch, besonders an der Stelle, mit der es durch die Oberfläche des Bades tritt. Deshalb setzt man an dieser Stelle eine Verstärkungsmuffe auf das Schutzrohr. Von der Wahl der richtigen Armatur hängt die Lebensdauer des Thermoelementes und die Genauigkeit der Messungen wesentlich ab. Es werden verwendet Rohre aus Stahl, Quarz, Marquardscher Masse, Porzellan, Schamotte und Silit. Für Öfen mit Kohlen- oder Koksfeuerung sind Rohre aus Stahl nicht geeignet, sondern solche aus Marquardscher Masse oder

Quarz mit Überwurfrohr aus Silit zu empfehlen, bei Gasfeuerung ist Schamotte, da nicht gasdicht, nicht brauchbar. Rohre aus Porzellan oder Marquardtscher Masse dürfen nicht für Blei- oder Salzbäder verwendet werden, weil sie infolge des schroffen Temperaturunterschiedes zwischen Oberfläche und dem Inneren des Bades zerspringen. Hier ist Silit am Platze, welches Temperaturen bis etwa 1400° verträgt, dabei gasdicht bleibt und eine ziemlich hohe mechanische Festigkeit besitzt. Die Thermoelemente sind senkrecht in die Öfen einzusetzen, um ein Verbiegen oder Knicken tunlichst zu verhüten.

Wenn nicht die Höhe der zu messenden Temperatur die Verwendung von schwer schmelzbaren Metallen (Platin und Platinlegierungen) notwendig macht, sind Thermoelemente aus unedlen Metallen sowohl wegen des niedrigeren Preises als auch wegen ihrer höheren thermoelektrischen Kraft, welche die Verwendung elektrisch weniger empfindlicher und daher ebenfalls billigerer Temperaturanzeiger gestattet, vorzuziehen. Einen besonderen Fortschritt in dieser Beziehung bedeuten die Nickel-Nickelchrom-Elemente, die dauernd bis 1100° beansprucht werden können, und die bis zu 1250° verwendbaren Kohle-Nickel-Elemente. Beide sind gerade für Glüh- und Härteöfen geeignet.

Als Temperaturanzeiger werden Zeigergalvanometer verwendet; es ist jedoch nicht nötig, für jedes Thermoelement bzw. jeden Ofen ein besonderes Galvanometer anzuschaffen, es genügt vielmehr für mehrere gleichartige Elemente ein Galvanometer, welches mit Hilfe eines Umschalters nacheinander auf die einzelnen Elemente geschaltet werden kann. Temperaturschreiber, welche die Temperaturen laufend in Kurvenform aufzeichnen, vereinfachen die Regelung und Kontrolle der Wärmevorgänge und ermöglichen die einwandfreie Feststellung vorgekommener Unregelmäßigkeiten. (Dauermessungen und Aufzeichnung der Temperaturen sind bei Salzbädern von 1200 – 1300° nicht empfehlenswert, da die entstehenden Dämpfe die Armatur der Thermoelemente sehr stark angreifen.) Die Aufstellung kann in beliebiger Entfernung von der Meßstelle, z. B. im Zimmer des Betriebsleiters, erfolgen. Der Anschluß eines Temperaturanzeigers in der Werkstatt wird dadurch nicht beeinflußt. Soll die Temperatur mehrerer Meßstellen gleichzeitig überwacht werden, so können bei Benutzung eines selbsttätigen Umschalters bis zu sechs Meßstellen an

einen Apparat angeschlossen und sämtliche Kurven auf einem Blatt vereinigt werden. Die einzelnen Kurven können durch Verwendung verschiedener Typenzeichen unterschieden werden. Die Apparate können auch mit einstellbaren Maximal- und Minimalkontakten versehen werden, um sichtbare oder hörbare Zeichen zu geben oder eine selbsttätige Temperaturregelung zu bewirken.

Regelmäßiges Prüfen der Pyrometer ist dringend zu empfehlen, da sie leicht beschädigt werden und dann falsch anzeigen.

Die optischen Pyrometer stellen eine Art Fernrohr dar, mit dem der hinsichtlich seiner Temperatur zu messende Gegenstand betrachtet wird, und beruhen auf dem Vergleich der Glühfarbe des letzteren mit derjenigen einer elektrischen Glühlampe. Bei dem Pyrometer von Wanner wird die Spannung und damit die Temperatur und Helligkeit der Glühlampe konstant erhalten, jedoch können die Helligkeiten der im Okular erscheinenden Glühfarben des zu messenden Gegenstandes und der Glühlampe durch entsprechende Polarisierung mittels Drehens einer Scheibe ausgeglichen werden, worauf an der entsprechend geeichten Scheibe die zugehörige Temperatur abgelesen wird. Für den vorliegenden Zweck kommt nur die Ausführung für Temperaturen zwischen 625 und 1000° in Frage. Bei dem Pyrometer nach Holborn und Kurlbaum¹⁾ (für Temperaturen über 600°) wird dagegen durch einen Regulierwiderstand die Stromstärke und damit die Helligkeit der Glühlampe derartig geregelt, daß der Glühfaden, der in dem vom angezielten Körper erhellten Gesichtsfeld liegt, mit diesem gleiche Helligkeit erhält, also darin verschwindet. Als dann liest man die Stromstärke und die dieser entsprechende Temperatur ab.

Die optischen Pyrometer sind Störungen weniger ausgesetzt als die thermoelektrischen, sie messen die wirklichen Temperaturen der glühenden Oberflächen (Glühräume bzw. Gesenke), können aber nicht die Temperaturen von Flüssigkeitsbädern messen und eignen sich nicht zum selbsttätigen Aufzeichnen der Temperaturen. Ihr Vorteil liegt hauptsächlich in der bequemen Anwendung, die einen Einbau in den Ofen nicht erforderlich macht, sondern lediglich Sichtbarkeit der zu messenden glühenden Oberfläche voraussetzt.

¹⁾ Siemens & Halske A.-G., Wernerwerk, Siemensstadt bei Berlin.

Sachverzeichnis

- Abbrennen mit Kali 205.
Abgestandener Stahl 190.
Abgratgesenke 12, 148, 183.
Abgratpressen 124.
Abgrattemperatur 48.
Abhebevorrichtung für Fallhammer-
riemen 93.
Abschrecken 196.
Abschreckflüssigkeiten 196.
Abschrecktemperatur 187, 198.
Akkumulator 104.
Anlassen der Gesenke 188, 201.
Anlaßfarbe 209.
Anlaßtemperatur 186.
Anwärmen des Schmiedematerials 13.
Anwärmen des Stahles (der Gesenke)
zum Härten 190.
Arbeitsbedarf von Hämmern und Pres-
sen 44, 54, 57.
Arbeitsvermögen des Bärs 85.
Aufschweißen von Material 27, 71, 75.
Aufwurfhämmer 30.
Aufzüge für Fallhämmer 96.
Ausarbeiten der Gesenke 149.
Bärgewicht 53, 85.
Bearbeitung der Gesenke 149.
Befestigung der Gesenke 144.
Biegegesenke 6, 7, 137, 182.
Biegemaschinen 119.
Bleibad 202.
Bradley-Hammer 32.
Brennstoffe 14.
Brettfallhämmer 84.
Brinell'scher Härte-Prüfapparat 184.
Dampfhämmer 42.
Dampfhydraulische Pressen 107, 109.
Dampftreibapparat 107, 110.
Doppel-Fallhammer 98.
Doppelkammer-Glühofen 195.
Druckkraft 46, 57.
Einsatzgesenke 180.
Einsatzhärtung 202.
Einsatzmaterial 203.
Einsatzmittel 203.
Einsatzöfen 192, 205.
Eisenkarbid 185.
Elastizitätsgrenze 13.
Elektrische Widerstandspyrometer 210.
Eutektischer Stahl 187.
Exzenterpresse 125.
Fallhämmer 84.
Fallhammer-Aufzug 96.
Federgesenke 10.
Federhämmer 33.
Feil- und Sägemaschine 176.
Ferrit 185.
Festigkeit des Materials 47.
Form des Schmiedestückes 51.
Fundament für Hämmer 89.
Gasfeuerung 16.
Geschlossene Gesenke 9.
Gesenk-Fräsmaschinen 151, 160, 172.
Gesenkhalter 145, 180.
Gesenkmaterial 177.
Gesenkzange 10.
Glühdauer 190, 204.
Glühfarbe 208.
Glüh- und Einsatzöfen 192.
Gratbildung 135, 139.
Graviermaschinen 162.
Gravierschraubstock 153.
Gravierwerkzeuge 154.
Gußeiserne Gesenke 5, 67, 170, 181.
Haltepunkt (Temperatur-) 186.
Halter für Gesenke 145, 180.
Hämmer zum Vorschmieden 27.
Hammergröße 58, 88.
Hammerleistung 28, 59, 88.
Hammerschlag 14, 56.
Handwerkzeuge zum Gravieren 154.

- Härtebäder 196.
 Härtegefäße 200.
 Härtemittel 203.
 Härten der Gesenke 184.
 Härteöfen 190.
 Härte-Prüfapparate 184.
 Härtepulver 204.
 Härtetemperatur 186, 198.
 Härtungskohle 185.
 Heim'sche Schlagprobe 29.
 Heizöle 15.
 Herstellung der Gesenke 128.
 Hubvorrichtungen für Fallhämmer 94.
 Hydraulische Pressen 104, 108.
 Kaltschmieden 13, 14.
 Karbidkohle 185.
 Klebender Schlag 28.
 Koks 15.
 Kopier-Fräsmaschinen 160.
 Kraftbedarf 46, 57.
 Kritische Temperatur 186.
 Kugel-Schraubstock 153.
 Kurbelpresse 127.
 Lebensdauer der Gesenke 52, 178.
 Leisten für Gesenke 167.
 Lochen 65, 66, 70, 73.
 Lufthämmer 36.
 Mammot-Luftdruckhammer 36.
 Martensit 186.
 Material der Gesenke 177.
 Material der Schmiedestücke 44.
 Messung der Temperatur 208.
 Muffel-Glühofen 195.
 Naturharter Stahl 189.
 Offene Gesenke 9, 139.
 Ölfeuerung 16, 207.
 Optische Pyrometer 213.
 Perlit 186.
 Platten-Glühofen 194.
 Preßdruck 46.
 Pressen 101.
 Pyrometer 210.
 Riemen-Abheber 93.
 Riemenfallhämmer 84, 92.
 Riemenklemme 96.
 Sandbad 202.
 Schablonen zum Prüfen der Gesenkenformen 153.
 Schablonen zum Vorzeichnen und Ausfräsen der Gesenke 156.
 Schabottengewicht 87.
 Scherfestigkeit 48.
 Schlagleistung 85.
 Schlagwirkung 28, 29, 55, 85.
 Schlagzahl 53, 85.
 Schmiedbarkeit 46.
 Schmiedemaschinen 115.
 Schmieden von der Stange 25.
 Schmiedeöfen 18.
 Schmiedepressen 101.
 Schmiedetemperatur 14, 46, 55.
 Schmiedeverfahren 53, 82.
 Schnitt-Fräsmaschine, *unterspindlige 172.
 Schraubstock zum Gravieren 153.
 Schwindmaß 143.
 Segerkegel 209.
 Selbsthärtender Stahl 189.
 Skleroskop von Shore 184.
 Spindelpressen 102.
 Stahlgußgesenke 170, 183.
 Stauchgesenke 10, 70, 146.
 Stauchmaschinen 115.
 Stielhämmer 30.
 Teilbearbeitung, Gesenke für 7, 8, 65.
 Teilung des Gesenkes 128.
 Temperatur des Schmiedestückes 14, 46, 55.
 Temperaturanzeiger 212.
 Temperaturmessung 208.
 Temperaturschreiber 212.
 Thermoelektrische Pyrometer 210.
 Treibapparat 107, 110.
 Überhitzter Stahl 190.
 Umwandlungs-Temperatur 186.
 Universal-Fräsmaschine für Gesenke 174.
 Universal-Gravier-, Kopier- und Reduziermaschinen 162.
 Verbrannter Stahl 190.
 Verstählen 202.
 Vordrücken von Löchern 66.
 Vorgesenke 4.
 Vorschmieden 26.
 Wagerecht-Schmiedemaschinen 115.
 Wanner-Pyrometer 213.
 Wärmebehandlung der Gesenke 184.
 Warmschlagen der Gesenke 166.
 Yeakley-Luftdruckhammer 41.
 Zementieren 202.
 Zementiermittel 203.
 Zementit 185.
 Zerreißfestigkeit 47.
 Zerteilen des Materials 24.
 Zunder 14, 56.

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Die Herstellung von Werkzeugen und die Massenfabrikation nach amerikanischem System

Von Joseph V. Woodworth

Zur Zeit vergriffen. Neue Auflage in Vorbereitung!

Das Werk behandelt eingehend vom Standpunkte des Praktikers die Herstellung von Werkzeugen und die Massenfabrikation, wie sie heute in den Vereinigten Staaten ausgeübt wird. Die Anschaulichkeit wird durch reichlichste Illustrierung gefördert, und die Beschreibung ist stets derartig gehalten, daß jeder Praktiker die einzelnen Spezialwerkzeuge anzufertigen und zu gebrauchen in der Lage ist. Das Buch ist für den Maschinenbauer, den Arbeiter an der Werkzeugmaschine, den Werkzeugmacher, Konstrukteur, Meister, Betriebsleiter, Direktor wie für den Fabrikbesitzer bestimmt; es zeigt die Fabrikationsmethoden des 20. Jahrhunderts und hilft die Unkosten herabsetzen und die Leistungsfähigkeit und Rentabilität erhöhen.

Aus den Besprechungen:

Das Werk ist sowohl für den Betriebsdirektor, Betriebsingenieur, Konstrukteur wie auch für den Werkmeister, Handwerker und Lehrling ein ausgezeichnetes und anregendes Buch, nicht nur zum Studium, sondern auch als Nachschlagewerk. (Schiffbau.)

Das Buch gibt wertvolle Mitteilungen aus der Praxis, und gerade den Bearbeitungsarten ist ein großer Raum gegeben, die in den theoretischen Lehrbüchern über Werkzeuge leider häufig zu geringe Beachtung finden, die aber für die Herstellung von Massenartikeln und austauschbaren Stücken, worauf die moderne Fabrikation vornehmlich beruht, von größter Bedeutung sind . . . Das Buch kann jedem, der im Betriebe oder sonst mit der modernen Fabrikationsweise und ihren Hilfsmitteln zu tun hat, empfohlen werden.

(Zeitschrift für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge.)

Im Jahre 1908 erschien:

Moderne amerikanische Werkzeugmaschinen

Von C. H. Benjamin

Professor der mech. Technol. an der „Case School of Applied Sciences“, Cleveland, usw.

Autorisierte deutsche Ausgabe, bearbeitet von C. Heine

Mit 146 Abbildungen. Geheftet 9 M., gebunden 10 M.

(30% Teuerungszuschlag)

Dem Werkzeugmaschinenfabrikanten wird es wie Schuppen von den Augen fallen, wenn er das Buch gelesen hat; nun kennt er den Weg, der einzuschlagen ist, um seine Maschinen zu vervollkommen. So einzigartig das Werk inhaltlich ist, so mustergültig ist es in der Form der Darstellung und in der Ausstattung. (Uhlands Wochenschrift.)

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Chemische Technologie der Legierungen

Von Dr. P. Reinglass

Erster Teil: Die Legierungen mit Ausnahme der
Eisen-Kohlenstofflegierungen

Mit zahlreichen Tabellen und 212 Figuren im Text und auf 24 Tafeln
Geheftet M. 38.—, gebunden M. 44.— (und 30% Teuerungszuschlag)

Aus dem Vorwort:

Als vor etwa 25 Jahren die Gesetze der physikalischen Chemie immer weitere Anerkennung fanden, da übertrug man allmählich ihre Lehren und Untersuchungsverfahren auch auf das Studium der Metalle und Legierungen. Die Metallographie, d. i. die Wissenschaft von dem Aufbau der Metalle und Legierungen, von dem Zusammenhang zwischen Aufbau und Eigenschaften und von dem Einfluß einer Kaltbearbeitung oder Wärmebehandlung, beschränkte sich indessen in Deutschland immer mehr und mehr auf das Studium der Eisen-Kohlenstofflegierungen. Die ungeahnten, für die wissenschaftliche Erkenntnis und die industrielle Technik gleich wertvollen Erfolge, die hier erzielt wurden, führten zu einer gewissen Geringschätzung der übrigen Legierungsreihen. Während die größeren Eisen- und Stahlwerke sich metallographische Laboratorien einrichteten, deren Arbeiten für die Betriebsüberwachung unentbehrlich wurden, verhielten sich die anderen Legierungsindustrien der neuen Wissenschaft gegenüber ablehnend. Zwar wurden in einzelnen Hochschullaboratorien Konstitutionsbestimmungen der verschiedensten Legierungen in sehr großer Zahl mit außerordentlicher wissenschaftlicher Genauigkeit ausgeführt, aber die Technik verstand es nicht, aus den Ergebnissen für sich die praktische Nutzenanwendung abzuleiten. Nur die wissenschaftlichen Veröffentlichungen ganz weniger Forscher sind direkt auf die technischen Verhältnisse übertragbar; es ist wohl kein Zufall, daß diese Vertreter der Wissenschaft aus der Praxis hervorgegangen sind.

Vorliegendes Werk möchte hier gewissermaßen vermittelnd eintreten, indem es den Techniker auf die Errungenschaften der wissenschaftlichen Metallographie hinweist und den Wissenschaftler auf die vielfach noch unbehobenen Schwierigkeiten der Legierungstechnik aufmerksam macht.

Damit das Werk nicht zu umfangreich wurde, mußte eine Zweiteilung vorgenommen werden; in dem vorliegenden 1. Band werden der allgemeine Teil und die Legierungen mit Ausnahme der Eisen-Kohlenstofflegierungen behandelt, diese letzteren wird der später erscheinende 2. Band umfassen. Das Manuskript war bei Kriegsausbruch nahezu abgeschlossen, doch verhinderten Zensurschwierigkeiten die Drucklegung. Andererseits war durch diese Verzögerung die Möglichkeit gegeben, die zahlreichen Ersatzlegierungen aufzunehmen, die ihre Entstehung dem Rohstoffmangel verdankten, aber wohl noch für längere Zeit aus dem gleichen Grunde ihren Wert behalten werden.

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Die physikalischen und chemischen Grundlagen des Eisenhüttenwesens

Von

Walther Mathesius

Professor an der Technischen Hochschule Berlin

Mit 39 Figuren und 106 Diagrammen im Text und auf einer Tafel
Geheftet 26 Mark, gebunden 30 Mark (und 30% Teuerungszuschlag)

Stahl und Eisen: ... Das Buch soll eine Ergänzung bilden zu den allgemein geschätzten und überall bekannten Handbüchern für Eisenhüttenkunde von Ledebur und Wedding. Es soll gleichzeitig ein Nachschlagewerk sein, das rasch über die chemischen und physikalischen Vorgänge des gesamten Eisenhüttenwesens unterrichtet. Dieses Ziel, das der Verfasser sich steckte, darf als vollauf erreicht bezeichnet werden. Ein anzuerkennender Fleiß, eine große Arbeit gibt dem ganzen Werke eine Grundlage, die auch außerordentliche Belastungen — ich meine Abweichungen von dem gesteckten Ziele (das ist: nur die chemischen und physikalischen Vorgänge zu behandeln) verträgt... Den Eisenhüttenleuten, ebenso den Hüttenwerken, kann ich das Buch für ihre Bücherei deshalb nur wärmstens empfehlen.

Ferrum: ... Der logische Aufbau des Werkes bedingt eine vortreffliche Übersichtlichkeit, die noch durch ein ausführliches Inhaltsverzeichnis gehoben wird. Die Darstellungsweise ist klar und lebendig, bringt viele neue Gedanken und Anregungen und gestaltet manchen an und für sich trockenen Stoff interessant. Zahlreiche Figuren, Diagramme und Tabellen ergänzen den Text. Die erwähnten Eigenschaften machen das Werk zu einem erwünschten Zuwachs der hüttenmännischen Literatur und werden diesem einen umfangreichen Freundeskreis — unter Gelehrten sowohl wie unter Praktikern — sichern.

Glückauf: ... Die Darstellung ist einfach und verständlich, und das Studium des Buches wird z. B. Studierenden das Eindringen in das Verständnis der Vorgänge, die sich bei den verschiedenen Vorgängen der Eisen- und Stahlerzeugung abspielen, sehr erleichtern, wozu die zahlreichen Schaubilder wesentlich beitragen.

Dinglers Polytechnisches Journal: ... Alle, für die das Buch bestimmt ist, werden daraus reiche Belehrung schöpfen, es sollte auf keinem Werke und in keiner Hochschulbibliothek fehlen.

Österreichische Chemiker-Zeitung: ... Der reiche Inhalt des Werkes, das als das erste dieser Art bezeichnet werden kann, läßt die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß es im Kreise der Eisenhüttenleute mit Freude begrüßt werden wird.

Zeitschrift für angewandte Chemie: ... Eine Fülle von Material und Erfahrungen, wie sie der Verfasser im Laufe langjähriger wissenschaftlicher Beschäftigung mit dem Eisenhüttenwesen gesammelt hat, ist in dem Buche verarbeitet, darunter manches Eigene, so eine neue Methode der Möllerberechnung auf graphischem Wege, sowie eine Theorie des Hochofenprozesses, die verhältnismäßig leicht die Berechnung des Koksverbrauches irgendeines Hochofenbetriebes gestatten. Manchrei Anregung wird der kritische Leser finden, Probleme, deren Lösung vielleicht auch durch zielbewußte Anwendung physikalisch-chemischer Untersuchungsmethoden möglich erscheint.

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Der Indikator und das Indikatordiagramm

Ein Lehr- und Handbuch für den praktischen Gebrauch

Von Obergeringieur Dipl.-Ing. W. Wilke

Dozent an der Technischen Hochschule in Hannover

Mit 203 Figuren im Text

Geheftet 6 Mark, gebunden 8.50 Mark (und 30% Teuerungszuschlag)

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure: Das Bedürfnis nach einem Werk über den Indikator, und zwar geschrieben von einem Sachverständigen, der außerhalb der ausführenden Industrie steht, war längst vorhanden, da die jetzt im Handel befindlichen Werke fast ausschließlich von Firmen, oder in deren Auftrag, geschrieben sind, die sich mit der Herstellung von Indikatoren befassen. Das Werk von Wilke enthält Geschichtliches über die Entwicklung des Indikators, kritische Betrachtungen der Vor- und Nachteile sämtlicher gebräuchlicher Sonderausführungen von Indikatoren, Anweisungen über Gebrauch und Pflege des Indikators, Betrachtungen über das indizierte und das wahre Druckdiagramm und über die Ermittlung der indizierten Leistung, eingehende Erörterungen über den Verlauf der einzelnen Phasen von Diagrammen der verschiedensten Maschinen und eine Reihe anderer Abhandlungen. Das Buch kann jedem empfohlen werden, der im Laufe seiner Tätigkeit mit dem Indikator arbeiten muß oder sich mit dessen Arbeiten vertraut machen will. Für den Studierenden wird es ein Lehrbuch sein. Der junge Ingenieur, der hinausgeschickt wird, um Indizierungen vorzunehmen, findet eine Fülle von Erfahrungen in dem Buch niedergelegt, die er sich erst nach jahrelanger Tätigkeit, und zwar oft erst als Folge von Mißgriffen, aneignen würde; mit einer Ausführlichkeit, die ihm besonders wertvoll sein wird, ist das Lesen von Diagrammen behandelt, und zwar an Hand von Beispielen aus der Praxis, sowohl für Dampfmaschinen als auch für Verbrennungs-Kraftmaschinen, Kompressoren und Pumpen. Der Konstrukteur erhält reiche Anregung; u. a. findet er in dem Kapitel über Hubverminderer eine Darstellung von deren richtiger Anordnung in verschiedensten Ausführungen, wobei sowohl auf proportionale Übertragung des Kolbenweges auf den Indikatorweg als auch auf sichere Einhängung der Indikatorscheure bei hoher Umdrehungszahl Rücksicht genommen wird. Der im tätigen Leben stehende Betriebs- und Montage-Ingenieur findet seine Erfahrungen übersichtlich zusammengestellt und in manchen Punkten bereichert, und es wird ihm das Buch von Fall zu Fall als Nachschlagebuch dienen. **Feuerungstechnik:** . . . Der Inhalt des Buches ist übersichtlich, bei wissenschaftlicher Fassung leicht verständlich, und das gesteckte Ziel: bei tunlichst kurzer Fassung alles Wissenswerte über das behandelte Gebiet zu sagen, kann als durchaus erreicht bezeichnet werden . . . Die Abbildungen sind durchweg sehr deutlich, auch die Ausstattung des Buches ist vorzüglich zu nennen.

Eisen und Stahl unmittelbar aus dem Erz. Von Carl Otto.

Geheftet 1.50 M. (und 30% Teuerungszuschlag).

**Die Chemie der Brennstoffe vom Standpunkt der
Feuerungstechnik.** Von Hugo Richard Trenkler. Mit 2 Figuren

und 2 Tafeln. Geheftet 4 M. (und 30% Teuerungszuschlag).

Sieben-Sprachen-Wörterbuch. (Deutsch, Polnisch, Russisch, Weißruthenisch, Litauisch, Lettisch, Jiddisch.) Herausgegeben im Auftrage des Oberbefehlshabers Ost. 420 Seiten Lexikon-8°. Gebunden 20 M. (und 30% Teuerungszuschlag). *Prospekte mit Probeseiten kostenlos.*

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Prometheus

Illustrierte Wochenschrift über die Fortschritte
in Gewerbe, Industrie und Wissenschaft

Herausgeber:

Dr. A. J. Kieser

Der Prometheus unterrichtet in Aufsätzen aus berufener Feder über die Fortschritte und Errungenschaften auf allen Gebieten der technischen und Naturwissenschaften, unterstützt durch lehrreiche Abbildungen. Seine Vielseitigkeit, die leichtverständliche Schreibweise und dabei doch wissenschaftliche Gründlichkeit haben ihm einen führenden Ruf unter den populärwissenschaftlichen Zeitschriften gesichert. — Wissenschaftler, Techniker und Fabrikanten, die in dauernder inniger Verbindung bleiben möchten mit den ihrem Sonderfach ferner liegenden, aber eben für dieses Sonderfach vielfache Anregungen enthaltenden Gebieten, werden den „Prometheus“ mit großem Nutzen lesen.

**Für jeden Fabrikanten eine Fundgrube
von praktischen Winken für neue Ver-
fahren und Verbesserung des Betriebes!**

Wöchentlich erscheint ein Heft mit mehreren Originalartikeln, einer naturwissenschaftlich-technischen Rundschau und einem Beiblatt „Mitteilungen aus der Technik und Industrie“. Der Bezugspreis durch jede Buchhandlung oder durch die Post beträgt **vierteljährlich M. 5.—**; fürs Ausland bei direkter Zusendung **M. 6.30.**

Probehefte versendet der Verlag unentgeltlich und postfrei

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Feuerungstechnik

Zeitschrift für den Bau und Betrieb
feuerungstechnischer Anlagen

Schriftleitung:

Dipl.-Ing. Dr. P. Wangemann

Es ist sicher, daß die Mehrzahl der industriellen Feuerungsanlagen bei sachgemäßer Betriebsführung und Wartung eine ganz wesentliche Erhöhung der wärmewirtschaftlichen Ausnützung der Brennstoffe gestatten würde, wobei gleichzeitig die Rauch- und Rußplage erheblich vermindert werden könnte. Die „Feuerungstechnik“ soll eine Sammelstelle sein für alle technischen und wissenschaftlichen Fragen des Feuerungswesens, das durch seine verschiedenen Anwendungsgebiete bisher literarisch zersplittert war. Sie will an der Besserung der bestehenden Zustände mitarbeiten und die allgemeine Wirtschaftlichkeit der Verwertung der Brennstoffe fördern helfen. — Die Zeitschrift strebt danach, überall die Verbindung zwischen Theorie und Praxis zu suchen und die Anwendung der wissenschaftlichen Erkenntnis zu zeigen, daneben aber auch durch wertvolle theoretische Beiträge solcher Erkenntnis zu dienen. Sie behandelt das ganze Gebiet des Feuerungswesens, also: Brennstoffe (feste, flüssige, gasförmige), ihre Untersuchung und Beurteilung, Beförderung und Lagerung, Statistik, Entgasung, Vergasung, Verbrennung, Beheizung. — Bestimmt ist sie sowohl für den Konstrukteur und Fabrikanten feuerungstechnischer Anlagen als auch für den betriebsführenden Ingenieur, Chemiker und Besitzer solcher Anlagen. Ein Hauptgewicht wird auf die Wiedergabe richtiger, in ihren Verhältnissen der Wirklichkeit entsprechender Abbildungen gelegt. Literatur- und Patentberichte des In- und Auslandes ergänzen die wertvollen Abhandlungen berufener Autoren.

Die „Feuerungstechnik“ erscheint am 1. und 15. eines jeden Monats in Großquartformat und kostet vierteljährlich M. 5.—; fürs Ausland bei direkter Zusendung M. 6.20. — Sie ist durch alle Buchhandlungen sowie durch die Post zu beziehen. — Probehefte kostenlos.

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Heizungs- und Lüftungsanlagen in Fabriken

mit besonderer Berücksichtigung der Abwärmeverwertung bei
Wärme- und Kältemaschinen

Von

Oberingenieur Valerius Hüttig

Professor an der Technischen Hochschule zu Dresden

Mit 157 Figuren und 20 Zahlentafeln im Text und auf 10 Tafelbeilagen
Geheftet M. 19.—, gebunden M. 23.— (und 30% Teuerungszuschlag!)

Aus den Besprechungen:

Die reichen praktischen Erfahrungen des Verfassers kommen in allen Teilen des Werkes, besonders aber in der Schilderung und Gegenüberstellung der verschiedenen Heizungsarten, voll zum Ausdruck. Den Wert des in jeder Hinsicht vortreflich ausgestatteten Buches als Nachschlagewerk erhöhen die beigegebenen Zahlentafeln über gesättigten und überhitzten Wasserdampf, Wärmeleit- und Wärmedurchgangszahlen der Baustoffe, Rohre, Heizkörper, ferner über Widerstandszahlen für die Strömung in Dampf- und Luftleitungen u. a. m. Allen, die sich über den gegenwärtigen Stand und die anzustrebenden Vervollkommnungen der Heizungs- und Lüftungsanlagen in Fabriken unterrichten wollen, kann die Anschaffung des Werkes dringend empfohlen werden. (v. Boehmer in Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.)

Das Buch bietet mehr, als der Titel vermuten läßt. Es behandelt das Gebiet der Heizungs- und Lüftungsanlagen und der ihnen nahe verwandten Einrichtungen zum Trocknen und Entnebeln im weitesten Sinne unter Heranziehung der Wissensgebiete, die mit ihm im Zusammenhang stehen. Als Einleitung wird das Wichtigste aus der allgemeinen Wärmelehre in ausführlicher Darstellung gebracht und im letzten Teil dem gerade für gewerbliche Betriebe mit Rücksicht auf die Betriebswirtschaft hochbedeutsamen Gebiet der Abwärmeverwertung eine eingehende Behandlung gewidmet unter Voranstellung einer die wärmewirtschaftlichen Verhältnisse der Dampfmaschinen aller Art klar beleuchtenden Betrachtung. Das Buch kann ohne Einschränkung warm empfohlen werden. (Annalen für Gewerbe und Bauwesen.)

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Die Materialbewegung in chemisch-technischen Betrieben

Von Dipl.-Ing. C. Michenfelder

Mit 261 Abbildungen im Text und auf 33 Tafeln

Geheftet M. 13.—, gebunden M. 17.— (und 30% Teuerungszuschlag)

Buhle in Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure: Für die Einteilung ist in erster Linie das Bestreben maßgebend gewesen, für die Lösung der verschiedenartigen Aufgaben, vor die chemisch-technische Betriebe in bezug auf die Massenbewegung gestellt werden, kurze Anleitungen und zweckentsprechende Beispiele zu geben. Unter Berücksichtigung der Hauptbestimmung des Buches, den vor der Anlage von Bewegungseinrichtungen stehenden Betrieben die zur Beurteilung der verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten erforderlichen Kenntnisse zu vermitteln, ist auf bauliche Einzelheiten — zugunsten einer umfassenden Behandlung ganzer Anlagen — nur so weit eingegangen, als deren vorherige Beachtung unerlässlich erschien im Hinblick auf eine spätere einwandfreie Benutzung der Anlage. — Zahlreiche neuere Zeitschriften- und Patentschriftenhinweise dürften die bei guter Raumbeschränkung unvermeidlichen Lücken in völlig ausreichender Weise ausfüllen, und wie im Anschluß an jede Fördergruppe wieder-gegebenen Ansprüche der in den letzten Jahren auf dem betreffenden Gebiete erteilten wesentlichen Patente lassen — eben durch die darin ausgedrückten Vervollkommnungsbestrebungen — gleichzeitig erkennen, was in den entsprechenden Industriezweigen bis zuletzt noch als verbesserungsbedürftig oder erstrebenswert befunden worden ist. — Im übrigen wird dem vornehm ausgestatteten Werk, das der deutschen Industrie, dem Verfasser und auch dem Verlage in gleichem Maße zur Ehre gereicht, die wohlverdiente Anerkennung durch Verbreitung in weiten Kreisen nicht fehlen.

Sicherheitseinrichtungen in chemischen Betrieben

Von Dr.-Ing. Konrad Hartmann

Geheimer Regierungsrat, Senatsvorsitzender im Reichsversicherungsamt,
Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin

Mit 254 Figuren im Text

Geheftet M. 15.50, gebunden M. 19.— (und 30% Teuerungszuschlag)

Die Chemische Industrie: In übersichtlicher Anordnung und knapper, aber vollständiger Darstellung ist hier alles zusammengetragen, was bisher an Vorschriften und Bestimmungen, was an erprobten Schutzvorrichtungen und Betriebsmaßregeln veröffentlicht worden ist. . . Für die Gewerbe- und technischen Aufsichtsbeamten wird das Werk ein unentbehrliches Nachschlagebuch sein, und die Betriebsunternehmer und -leiter werden sich leicht aus diesem Buche orientieren können, welche Vorschriften für sie in Betracht kommen, und welche Maßregeln zu treffen sind, um Unfällen in ihren Betrieben zu begegnen.

Zeitschrift für angewandte Chemie: Die Gesamtanlage ist äußerst übersichtlich, und die Einzelheiten der Beschreibung sind, wo anging, durch gute Zeichnungen veranschaulicht. Jede Fabrik wird den Band ihrem Betriebsleiter in die Hände geben; auch der Erfahrenste wird aus dem reichen Inhalt viel neue Anregung schöpfen.

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Chemisch-technische Vorschriften

Ein Nachschlage- und Literaturwerk, insbesondere für chemische Fabriken und verwandte technische Betriebe, enthaltend Vorschriften mit umfassenden Literaturnachweisen aus allen Gebieten der chemischen Technologie

Von Dr. Otto Lange

1064 Seiten Lexikon-Format.

Dauerhaft gebunden M. 35.—

(und 30% Teuerungszuschlag)

**Etwa 14000 Vorschriften in übersichtlicher Gruppierung mit
genauen Literaturangaben und zuverlässigem Sachregister!**

(Der Abschnitt „Metalle“ umfaßt 201 Kapitel!)

Zeitschrift für angewandte Chemie: Von den zahlreichen chemisch-technischen „Rezeptbüchern“ oft ziemlich fragwürdiger Natur unterscheidet sich das vorliegende Nachschlagewerk vorteilhaft dadurch, daß es eine Fülle von Literaturhinweisen gibt, die dem Nachschlagenden die Quellen der Vorschriften erschließen sollen. Dieses Prinzip ist unzweifelhaft richtig, da es gestattet, den Vorschriften selbst eine kurze Fassung zu geben und so auf einem Raum von rund 1000 Seiten einen Stoff von riesiger Ausdehnung zu bewältigen. . . Die Brauchbarkeit des Buches wird durch eine zweckmäßige Anordnung des Stoffes und durch ein umfangreiches und sorgfältig bearbeitetes Register noch erhöht. Das Werk kann deshalb mit gutem Gewissen empfohlen werden und dürfte sich bald zahlreiche Freunde erwerben.

Seifenfabrikant: Eine Zusammenstellung chemisch-technischer Vorschriften aus den verschiedensten Gebieten der chemischen Technologie, welche gegenüber den bisher vorhandenen Behelfen einen ganz außerordentlichen Fortschritt bedeutet. . . Das bisher in zahllosen Zeitschriften und Patentschriften verstreute Material ist mit staunenswertem Gelehrtenfleiß gesammelt und durch die genaue Angabe der Literaturstellen zugänglich und verwertbar gemacht worden.

Pharmazeutische Zeitung: Mit der vorliegenden Neuerscheinung ist ein außerordentlich großzügiges und wertvolles Werk der Öffentlichkeit übergeben worden, das sich bald für alle mittleren und kleineren chemischen Betriebe als unentbehrlich, für die Großbetriebe zumindest ungemein nützlich erweisen dürfte.

Deutsche Parfümerie-Zeitung: Dieses Werk gesellt sich zu den besten unter den technologischen Büchern, weil ein gewaltiges Material gerade aus denjenigen Literaturstellen der angewandten Chemie zusammengetragen und übersichtlich geordnet ist, welche sich der üblichen chemischen Systematik zu entziehen pflegen und überall verstreut sind. . . daß hier nicht ein Handbuch der chemischen Technologie im üblichen Sinne vorliegt, sondern daß der Zuschnitt ein anderer ist, und daß gerade solche Dinge gebracht werden, die man anderswo nicht findet. Das gibt dem Buch seine Eigenart und seinen Wert. Es enthält rund 14000 verschiedene Vorschriften und die dazu gehörenden Literaturnachweise. Ein vorzügliches Inhaltsverzeichnis und ein Register ermöglichen das sofortige Zurechtfinden in der Vielfaltigkeit des Stoffes. Man merkt, daß der Verfasser auf jahrelange technische Erfahrung zurückschaut und weiß worauf es ankommt. Hoffentlich wird das groß angelegte Werk, das man einen technologischen Beistein nennen könnte, wie dieser durch Ergänzungsbände fortgesetzt.