

WERKSTATTBÜCHER

HERAUSGEBER EVGEN SIMON

HEFT 56

A. STODT

**FREIFORM
SCHMIEDE**

3. TEIL



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Zur Einführung.

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

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

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

Bisher sind erschienen:

- Heft 1: Gewindeschneiden. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Von Oberingenieur O. M. Müller.
- Heft 2: Meßtechnik. Dritte, verbesserte Auflage. (15.—21. Tausend.) Von Professor Dr. techn. M. Kurrein.
- Heft 3: Das Anreißen im Maschinenbauwerkstätten. Zweite, völlig neubearbeitete Auflage. (13.—18. Tausend.) Von Ing. Fr. Klautke.
- Heft 4: Wechselläderberechnung für Drehbänke. (7.—12. Tausend.) Von Betriebsdirektor G. Knappe.
- Heft 5: Das Schleifen der Metalle. Zweite, verbesserte Auflage. Von Dr.-Ing. B. Buxbaum.
- Heft 6: Teilkopfarbeiten. (7.—12. Tausend.) Von Dr.-Ing. W. Pockrandt.
- Heft 7: Härten und Vergüten. 1. Teil: Stahl und sein Verhalten. Dritte, verbess. u. vermehrte Aufl. (18.—24. Tsd.) Von Dr.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 8: Härten und Vergüten. 2. Teil: Praxis der Warmbehandlung. Dritte, verbess. u. vermehrte Aufl. (18.—24. Tsd.) Von Dr.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 9: Rezepte für die Werkstatt. 3. verbess. Aufl. (17.—22. Tsd.) Von Dr. Fritz Spitzer.
- Heft 10: Kupolofenbetrieb. 2. verbess. Aufl. Von Gießereidirektor C. Irresberger.
- Heft 11: Freiformschmiede. 1. Teil: Grundlagen, Werkstoff der Schmiede. — Technologie des Schmiedens. 2. Aufl. Von F. W. Duesing und A. Stodt.
- Heft 12: Freiformschmiede. 2. Teil: Schmiedebeispiele. 2. Aufl. Von B. Preuß und A. Stodt.
- Heft 13: Die neueren Schweißverfahren. Dritte, verbesserte u. vermehrte Auflage. Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke.
- Heft 14: Modelltischlerei. 1. Teil: Allgemeines. Einfachere Modelle. 2. Aufl. (7. bis 12. Tausend.) Von R. Löwer.
- Heft 15: Bohren. Von Ing. J. Dinnebieer und Dr.-Ing. H. J. Stoewer. 2. Aufl. (8.—14. Tausend.)
- Heft 16: Reiben und Senken. Von Ing. J. Dinnebieer.
- Heft 17: Modelltischlerei. 2. Teil: Beispiele von Modellen und Schablonen zum Formen. Von R. Löwer.
- Heft 18: Technische Winkelmessungen. Von Prof. Dr. G. Berndt. Zweite, verbesserte Aufl. (5.—9. Tausend.)
- Heft 19: Das Gußeisen. Von Ing. Joh. Mehrrens.
- Heft 20: Festigkeit und Formänderung. I. Die einfachen Fälle der Festigkeit. Von Dr.-Ing. Kurt Lachmann.
- Heft 21: Einrichten von Automaten. 1. Teil: Die Systeme Spencer und Brown & Charpe. Von Ing. Karl Sachse.
- Heft 22: Die Fräser. Von Ing. Paul Zieting.
- Heft 23: Einrichten von Automaten. 2. Teil: Die Automaten System Gridley (Einspindel) und Cleveland und die Offenbacher Automaten. Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil.
- Heft 24: Stahl- und Temperguß. Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 25: Die Ziehtchnik in der Blechbearbeitung. 2. Aufl. Von Dr.-Ing. Walter Sellin.
- Heft 26: Räumen. Von Ing. Leonhard Knoll.
- Heft 27: Einrichten von Automaten. 3. Teil: Die Mehrspindel-Automaten. Von E. Gothe, Ph. Kelle, A. Kreil.
- Heft 28: Das Löten. Von Dr. W. Burstyn.
- Heft 29: Kugel- und Rollenlager. (Wälzlager). Von Hans Behr.
- Heft 30: Gesunder Guß. Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 31: Gesenkschmiede. 1. Teil: Arbeitsweise und Konstruktion der Gesenke. Von Ph. Schweißguth.
- Heft 32: Die Brennstoffe. Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 33: Der Vorrichtungsbau. I: Einteilung, Einzelheiten u. konstruktive Grundsätze. Von Fritz Grünhagen.
- Heft 34: Werkstoffprüfung. (Metalle). Von Prof. Dr.-Ing. P. Riebensahm und Dr.-Ing. L. Traeger.

Fortsetzung des Verzeichnisses der bisher erschienenen sowie Aufstellung der in Vorbereitung befindlichen Hefte siehe 3. Umschlagseite.

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

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE UND FACH-
ARBEITER. HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON

HEFT 56

Freiformschmiede

Dritter Teil

Einrichtung und Werkzeuge der Schmiede

Von

Ing. A. Stodt

Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage des
zuerst von P. H. Schweißguth † bearbeiteten Hefes

(7. bis 12. Tausend)

Mit 83 Abbildungen im Text



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1936

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Brennstoffe der Schmiede und ihre Herkunft	3
II. Verbrennungsvorgänge	5
III. Die Feuerungsstätten der Freiformschmiede	7
A. Die einfachen Feuer	7
B. Die eigentlichen Schmiedeofen	8
Öfen für feste Brennstoffe	9
Öfen mit Generatorfeuerung (Halbgasfeuerung).	9
Öfen mit Kohlenstaubfeuerung	12
Öfen für flüssige Brennstoffe	14
Öfen für gasförmige Brennstoffe	15
C. Die Verwertung der Abgaswärme	17
D. Die Wartung der Öfen	21
E. Bauart und Verwendung der Öfen	23
IV. Maschinen und Werkzeuge der Freiformschmiede	27
A. Die Schmiedehämmer	27
Dampfhämmer	30
B. Die Schmiedepressen	35
Reinhydraulische Pressen	36
Kraftspeicher (Akkumulatoren)	38
Dampfhydraulische Pressen.	39
Vor- und Nachteile der dampf- und reinhydraulischen Presse	44
C. Hammer oder Presse	45
D. Die Greif- und Wendewerkzeuge	46
V. Der Einfluß des Werkstoffdurchlaufes auf die Anordnung der Betriebsmittel	49

ISBN 978-3-7091-2468-0

ISBN 978-3-7091-2470-3 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-7091-2470-3

I. Die Brennstoffe der Schmiede und ihre Herkunft.

Übersicht über die Brennstoffe. Der Stahl wird in der Freiformschmiede bei Temperaturen zwischen 700 und 1350° verarbeitet. Diese Temperaturen sind notwendig, um den Werkstoff in einen knetbaren Zustand zu bringen. Zur Anwärmung des Werkstoffes dienen Schmiedefeuer und Schmiedeöfen. Zur Beheizung dieser Feuerstätten stehen der Freiformschmiede die folgenden Brennstoffe zur Verfügung:

Brennstoff	Heizwert (in kcal/kg)	Brennstoff	Heizwert (in kcal/kg)
Steinkohle	6500...7500	Generatorgas	800...1200
Steinkohlenbriketts	6500...8000	Wassergas	2500...3000
Steinkohlenstaub	6500...8000	Mischgas	1300...2500
Anthrazit	7500...8000	Leuchtgas	4000...5000
Koks	6000...7000	Koksofengas	4000...5000
Braunkohle	3500...5000	Hochofengichtgas	700... 900
Braunkohlenbriketts	4200...5000	Rohöl	9000...10000
Braunkohlenstaub	4200...5000	Teeröl	8000...9500

Steinkohlen sind heute noch der am häufigsten gebrauchte Brennstoff der Freiformschmiede. Entstanden sind sie durch Verkohlung von Hölzern; sie werden im Untertagebetrieb gewonnen. Beim Verbrauch nennt man die Kohle in der Form, wie sie aus der Grube kommt: Förderkohle. Diese Kohle ist bereits frei von Steinen und Schieferstücken. Gereinigte Kohle wird nach der Größe sortiert: große Stücke heißen Stückkohle, mittlere Würfelkohle, kleine Nußkohle. Diese werden im allgemeinen wieder auf 4 Korngrößen gesiebt (Nuß I, II, III, IV). Der Grus wird unter Zuhilfenahme geeigneter Bindemittel zu Steinkohlenbriketts verarbeitet oder auch unmittelbar in besonders konstruierten Feuerungen verheizt. Hinsichtlich ihres Verhaltens beim Verkokungsprozeß, d. h. beim Erhitzen unter Luftabschluß, teilt man die Steinkohlen ein in:

gasarme, daß sind solche, die unverändert bleiben und wie trockener Sand zerfallen (Sandkohlen);

gasreiche, die, wie der Name schon sagt, viel gasförmige Bestandteile enthalten und beim Verkoken sintern (Sinterkohle) oder zu festen Stücken zusammenbacken (Backkohle). Sie werden daher unterschieden in:

- gasreiche Sinter- und Sandkohlen (langflammig);
- gasreiche Back- und Sinterkohlen (langflammig);
- Back-, Schmiede- oder Kokskohlen (Fettkohle);
- Magerkohle (gasarme Sinterkohle, kurzflammig);
- Anthrazit (gasarme Sandkohle, kurzflammig).

Den Schmied interessiert in erster Linie die Back- und Schmiedekohle. Der Aschegehalt beträgt bei guten Steinkohlen 3... 8%; bei schlechten ist er höher.

Koks wird in den Kokereibetrieben erzeugt, die den Zechen angegliedert sind. Im Vergleich zur Kohle ist er nicht backend, sondern bleibt bis zum vollständigen Verbrennen fest und hart. Besonders wertvoll für die Schmiede ist er durch seinen geringen Schwefelgehalt.

Braunkohlen werden meist im Tagebau gewonnen und sind ein jüngerer Verkohlungsprodukt als Steinkohle. Nach ihrem Alter unterscheidet man: Lignit, erdige Braunkohle und Pechkohle. Die Braunkohle, besonders Lignit, läßt in den

meisten Fällen die Holzstruktur gut erkennen. Lufttrockene Braunkohle enthält viel Wasser. Die erdige Braunkohle wird meist zu Briketts gepreßt. Pechbraunkohlen sind in der Färbung fast schwarz und stellen schon einen Übergang zur Steinkohle dar. Ihr Heizwert ist höher wie derjenige der erdigen Braunkohle und dieser wieder höher wie der von Lignit. Gute Braunkohle hinterläßt bei Verbrennung 5 ... 10%, schlechte bis zu 50% Asche.

Generatorgas. Generatorgas ist in der Regel Gas aus minderwertigeren Brennstoffen, z. B. Braunkohle, Braunkohlenbriketts, Torf usw.; jedoch wird heute

auch häufig gute Gaskohle verwandt. Die Arbeitsweise ist so, daß sich in einem senkrecht stehenden, zylindrischen Ofen mit sich drehendem Rost (Drehrost-Generator, Abb. 1), eine starke Schüttung von Brennstoffen befindet, durch die ein Luft-Dampfgemisch geblasen wird. Der Dampfzusatz hängt von dem Wassergehalt des Brennstoffes ab. Bei Torf z. B. ist er gleich Null, weil in Torf viel Wasser enthalten ist. Die untersten Schichten der Brennstoffschüttung verbrennen unter der Einwirkung der eingeblasenen Luft zu Kohlendioxyd (CO_2). Dieses Gas steigt in dem Ofen durch die wenig in Glut, nur in Schwelung befindlichen Brennstoffschichten hoch und wird zu Kohlenoxyd (CO) reduziert. Solche Generatoren haben besondere Einrichtungen für die Beschickung sowie für die Entschlackung. In ganz bestimmten Zeitfolgen wird der Brennstoff oben eingefüllt und Schlacke und Asche unten abgezogen, so daß sich der ganze Ofeninhalt in dauernd nach unten rutschendem Zustand befindet. Ein Festbacken wird durch die drehende Bewegung des Rostes verhütet. In manchen Fällen ist der Rost so ausgebildet, daß er die unteren Schichten umrührt.

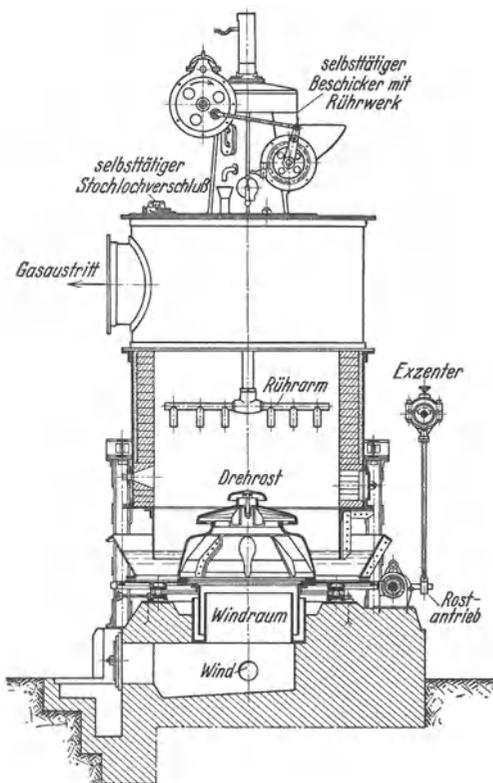


Abb. 1. Drehrostgenerator mit selbsttätiger Beschickung (Poetter, Düsseldorf).

Wassergas. Wassergas wird in ähnlicher Weise gewonnen wie Generatorgas: es wird durch den glühenden Kohlenstoff (die Schüttung besteht aus Koks) Wasserdampf durchgeblasen. Der Wasserdampf zerlegt sich in Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O), der sich mit dem Kohlenstoff zu Kohlenoxyd verbindet. Die Arbeitsweise eines Wassergasgenerators ist so, daß zunächst die Koksschicht durch eingeblasene Luft zu heller Glut entfacht wird. Während dieser Zeit, der sog. Heißblaseperiode, entweicht Generatorgas. Dann wird von oben her Wasserdampf durch die glühenden Koksschichten geblasen und an der unteren Stelle Wassergas entnommen.

Mischgas. Auch das Verfahren zur Herstellung von Mischgas hat Ähnlichkeit mit demjenigen zur Erzeugung von Generatorgas. Unter dem Rost eines mit einer Kohlenfüllung beschickten Generators wird ein vorgewärmtes Dampf-Luft-Gemisch durchgeblasen. Das Mischungsverhältnis zwischen dem Dampf und der

Luft muß so sein, daß die Kohlen im Generator noch in heller Glut bleiben. Das Ergebnis ist ein Gemisch von Generator- und Wassergas.

Leuchtgas. Leuchtgas wird durch Trennung (Destillation) der Steinkohle gewonnen. Bei der Gaserzeugung werden Teer, Ammoniak, Zyan, Rhodan usw. als Nebenerzeugnisse erhalten. Je nach der Beschaffenheit der Kohle und der Höhe der Destillationstemperatur erhält man ein Leuchtgas verschiedener Zusammensetzung und mit verschiedenen Heizwerten.

Koksofengas. Koksofengas wird in den Kammeröfen der Kokereien erzeugt. Der Heizwert ist im allgemeinen geringer als der des Leuchtgases. In Westdeutschland wird dieses Gas bereits mehrere 100 km von der Erzeugungsstelle durch Rohrleitungen zur Verbrauchsstelle geleitet. Man nennt es dann Ferngas. Um es auf diese Entfernungen leiten zu können, wird es auf mehrere Atmosphären gepreßt, so daß es an der Verbrauchsstelle mit 2 ... 3 at Spannung ankommt. Zum Verbrauch wird die Spannung auf 1000 ... 4000 mm Wassersäule (WS) verringert.

Hochofen-Gichtgas. Dieses Gas steht nur selten und dann nur in Hüttenwerken zur Verfügung. Während früher die Abgase der Hochöfen ins Freie entwichen oder über den Öfen mit offener Flamme brannten, ging man um die Jahrhundertwende daran, die Gase aufzufangen und zu verwerten. Das Gas hat niedrigen Heizwert (s. Zusammenstellung S. 3).

Rohöl. Das Rohöl — wahrscheinlich durch Zersetzung organischer Reste entstanden — findet sich in großen Mengen in der Erdkruste. Es wird in der Weise gefördert, daß an der Stelle, an der man einen Vorrat vermutet, eine Bohrung bis auf die ölführende Erdschicht niedergebracht wird. In manchen Fällen steht das Öl im Inneren der Erde unter einem so hohen Druck, daß Bohrgestänge und Werkzeuge herausgeschleudert werden. In vielen Fällen fließt es jedoch unter niedrigerem Druck aus.

Teeröl. Teeröl wird aus dem Steinkohlenteer, einem Nebenerzeugnis des Kokeireiverfahrens, gewonnen. In den letzten Jahren steht dieser Brennstoff nur noch wenig zur Verfügung, da die Nebenerzeugnisse der Kokereien in der chemischen Industrie eine günstigere Absatzmöglichkeit gefunden haben.

II. Verbrennungsvorgänge.

Ausschlaggebend für die Wahl eines bestimmten Brennstoffes sind in erster Linie die Beschaffungskosten (mit Berücksichtigung des Heizwertes). Die festen Brennstoffe werden in besonderen Feuerungen verbrannt, die einen wesentlichen Bestandteil des Ofens bilden. Flüssiger Brennstoff wird unter geringem Druck, Gas mit mehr oder weniger hohem Druck — Hoch- oder Niederdruckgas — den Brennern zugeführt.

Begriffsbestimmungen. Die Wärmemenge, die man bei der (vollkommenen und vollständigen) Verbrennung eines Kilogramms eines Brennstoffes erhält, bezeichnet man als Heizwert. Der Heizwert wird in Wärmeinheiten (WE) angegeben. Die technische WE ist die Kilokalorie (kcal); sie ist gleich der Wärmemenge, die nötig ist, um 1 Kilogramm Wasser um 1°C (genauer: von $14,5$ auf $15,5^{\circ}\text{C}$) zu erwärmen. Als Heizwert der Brennstoffe wird im allgemeinen angegeben, wieviel kcal sie in einem Kilo (kcal/kg) oder in einem Normalkubikmeter (kcal/Nm³) enthalten. Unter der spezifischen Wärme (kcal/kg $^{\circ}\text{C}$) eines Stoffes versteht man diejenige Wärmemenge (in kcal), die nötig ist, um 1 kg des Stoffes um 1°C zu erwärmen. Sie ist bei allen Stoffen verschieden und beträgt z. B.: für Wasser = 1, für Kupfer = 0,09, für Stahl = 0,116, für Aluminium = 0,21 kcal/kg $^{\circ}\text{C}$. Ihre Größe nimmt bei allen Stoffen mit der Temperatur zu, ist also bei hohen Tem-

peraturen höher als bei niedrigen. Für Stahl ist sie z. B. bei $1000^\circ = 0,168$, im Mittel also ungefähr: $\frac{0,116 + 0,168}{2} = 0,142 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$.

Die nötige Brennstoffmenge. Um 100 kg Stahl auf 1000° zu erwärmen, benötigte man also bei verlustfreier Verbrennung: $100 \cdot 1000 \cdot 0,142 = 14200 \text{ kcal}$. Das wären bei einem Brennstoff (Kohle) mit einem Heizwert von 7000 kcal/kg nur $\frac{14200}{7000} = 2,15 \text{ kg}$ (Kohle).

In Wirklichkeit sieht jedoch die Sache ganz anders aus: weder ist die Verbrennung vollkommen und vollständig, noch wird die tatsächlich erzeugte Wärme restlos ausgenutzt; vielmehr geht der bei weitem größte Teil der Verbrennungswärme verloren.

Die Untersuchung eines gasgefeuerten Schmiedeofens mit einer stündlichen Leistung von etwa 300 kg Einsatz hatte folgendes Ergebnis:

Nutzwärme	{	Unmittelbare Nutzwärme	21,5 %
		Gutschrift für Verwendung des (erwärmten) Kühlwassers	4 %
Verluste	{	Strahlungsverlust der Wände	3,2 %
		„ „ Türen	10,6 %
		„ „ des Rekuperators	2,5 %
		Schornsteinverlust	36 %
		Verlust durch Schlacke (Herdschlacke aus abgetropftem Stahl und geschmolzenen Steinen)	4,2 %
		Nicht ermittelt	18 %

Von dem gesamten Heizwert des Brennstoffs wurden also 25,5 % erfaßt, 74,5 % gingen verloren. Das ist aber noch verhältnismäßig sehr günstig, besonders gegenüber einfachen Öfen mit festen Brennstoffen und ein Vielfaches besser als bei offenen Feuern.

Der Wirkungsgrad eines Schmiedeofens ist, außer von: der Ofenführung, der Brennstoffart, der Ofenbauart, der Ausnutzungsmöglichkeit der Abgase, auch von der Art und Abmessung des zu erwärmenden Schmiedegutes abhängig.

Bei der oben wiedergegebenen Untersuchung handelte es sich um einen Ofen, in dem Stücke mit großer Oberfläche und verhältnismäßig geringer Stärke angewärmt wurden, ein längeres Durchwärmen dagegen nicht erforderlich war.

Der Ofen soll so geführt werden, daß die aufgewendete Wärmemenge zu einem möglichst großen Teil an das Schmiedegut abgegeben wird. Der Schmied muß deshalb einige Kenntnisse über die bei der Verbrennung ablaufenden Vorgänge besitzen. Überall dort, wo Wärme entwickelt wird, ergeben sich auch Wärmeverluste. Die Verluste sind außer den in dem obigen Prüfungsergebnis im einzelnen angegebenen in erster Linie auf schlechte Verbrennung zurückzuführen. Bei unvollständiger und unvollkommener Verbrennung bleibt ein Teil des Kohlenstoffes unverbrannt in den Feuerungsrückständen zurück oder entweicht als Ruß, und ein Teil verbrennt zu Kohlenoxyd statt Kohlendioxyd.

Die nötige Luftmenge. Die zur Verbrennung von 1 kg Kohlenstoff theoretisch erforderliche Luftmenge errechnet sich aus der Gleichung: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$. Das Atomgewicht des Kohlenstoffes ist 12, das des Sauerstoffes 16. Zur Verbrennung von 12 kg Kohlenstoff würde man also 32 kg Sauerstoff brauchen, von 1 kg Kohlenstoff also $32 : 12 = 2,67 \text{ kg}$ Sauerstoff.

Führte man zur Verbrennung nun tatsächlich reinen Sauerstoff zu, so erhalte man die denkbar niedrigsten Verluste und die denkbar höchste Temperatur bei der Verbrennung. Das ist meist aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht möglich: man verwendet die kostenlose Luft, muß dabei aber in Kauf nehmen, daß mit 1 kg Sauerstoff $77 : 23 = 3,3 \text{ kg}$ Stickstoff nutzlos mit erwärmt werden. Denn 100 kg Luft enthalten 23 kg Sauerstoff und 77 kg Stickstoff, so

daß also zum Verbrennen von 1 kg Kohle: $\frac{2,67 \cdot 100}{23} = 11,61$ kg oder, da 1 l Luft 1,29 g wiegt: $\frac{11610}{1,29} \approx 9000$ l oder 9 m³ Luft nötig sind.

Durch den Ballast an Stickstoff wird nicht nur die Temperatur der Flamme erniedrigt, die Wärme, die in dem abziehenden Stickstoff enthalten ist, geht verloren, erhöht also den Wärmeverlust durch die abziehenden Gase (s. weiter unten).

Noch größer sind natürlich die Verluste, wenn mit einem hohen Luftüberschuß gearbeitet wird, da die mit den Abgasen abgeführte Wärme der Gasmenge verhältnismäßig ist.

Bei Öl- und Gasfeuerung liegen die Verhältnisse günstig: der Verbrennungsvorgang ist gleichmäßig, da Brennstoff und Verbrennungsluft genau geregelt ausströmen. Es kann mit dem sehr geringen, günstigsten Luftüberschuß gearbeitet werden, und die Verbrennung ist einwandfrei, fast ohne Bildung von CO.

Anders bei festen Brennstoffen: man muß, um einigermaßen vollkommene Verbrennung zu erzielen, mit dem Mehrfachen der theoretischen Luftmenge rechnen, womit unvermeidlich erhebliche Verluste verbunden sind.

Kaminverluste. Zur Erzielung eines einwandfreien Kaminzuges ist eine Temperatur von 180 ... 250° notwendig. Je höher die Temperatur und je höher die Menge der Abgase ist, um so größer sind die Verluste. Zur Verminderung der Abgasverluste sind folgende Maßnahmen möglich:

Richtige Bemessung der Verbrennungsluft und Anpassung der Brennstoffzufuhr an die Wärmeentnahme. Die Flammen sollen sich auf dem Herd entwickeln können, der dazu eine bestimmte Form und Länge haben muß. Feuerungsgröße und Herdgröße sollen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen. Bei zu kleinem Herd wird ein Teil der Wärme hinter diesem, also in den Abzügen, abgegeben. Erst wenn alle diese Verhältnisse geklärt und richtig sind, sollte man an die Ausnutzung der Abgaswärme gehen.

III. Die Feuerungsstätten der Freiformschmiede.

A. Die einfachen Feuer.

Das offene Feuer. Trotz seiner Unwirtschaftlichkeit ist das offene Feuer aus der Schmiede nicht zu verbannen: es gibt verschiedene Arbeiten, wo ein kurzes Anwärmen des Werkstückes zum Schweißen oder Stauen notwendig ist.

In der luftigsten, saubersten Schmiede können ein paar schlecht angelegte offene Feuer die ganze Mühe durch ihre Rauchentwicklung verderben. Deshalb muß auf die richtige Anlage dieser Feuer das größte Gewicht gelegt werden. Steht das Feuer an der Wand, so muß der Rauchschirm die Form der sich natürlich bildenden Rauchwolke auch wirklich umhüllen (Abb. 2), und die Fortsetzung bis in den Rauchabzug muß sich in schlanker Form anschließen. Dabei ist es gleichgültig, ob der Rauchabzug ein gemauerter Kamin oder Blechschornstein ist (der dann durch das Dach und mindestens 3 m darüber hinaus reichen muß). An den drei Seiten des Rauchschirmes (S), der am einfachsten viereckige Grundfläche hat, sind Pendelbleche (P) anzubringen, die an den Seiten herabgelassen werden. Der Herd kann aus einer Gußplatte bestehen oder aus Schamottsteinen gewölbt sein.

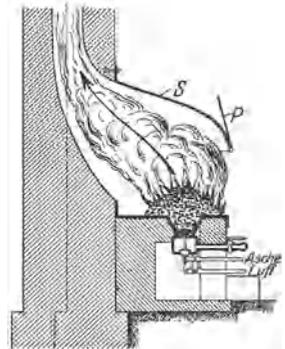


Abb. 2. Offenes Feuer mit Rauchschirm S und Pendelblechen P.

An den drei Seiten des Rauchschirmes (S), der am einfachsten viereckige Grundfläche hat, sind Pendelbleche (P) anzubringen, die an den Seiten herabgelassen werden.

Der Herd kann aus einer Gußplatte bestehen oder aus Schamottsteinen gewölbt sein.

Bei freistehenden offenen Feuern ist derselbe Weg einzuschlagen, nur für die Stützung der Rauchschirme und Blechschornsteine Sorge zu tragen. Man kann dabei zwei Feuer an einen Schornstein anschließen (Abb. 3), oder man hängt Schornstein und Schirm für einzelne große Feuer im Dachgesperre auf. Die Verbindung der Schirme durch ein gemeinsames

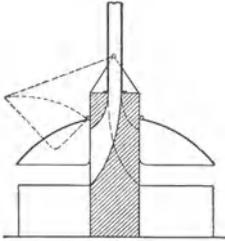


Abb. 3. Freistehendes Feuer mit Kaminabzug.

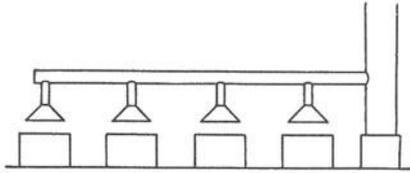


Abb. 4. Schlechte Abzugsanordnung.

waagerechtes Rohr (Abb. 4), das in einen gemeinsamen Schornsteinführen soll, um Schornsteine zu sparen, ist zu verwerfen. In größeren Schmieden, wo sich über dem Schmiedefeuer Krane bewegen, kann man den Rauch nicht durch natürlichen

Zug ableiten. Man saugt durch Ventilatoren unmittelbar über dem Feuer die Rauchgase ab und bläst sie in den Kamin (Abb. 5).

Das Rundfeuer (Abb. 6). Hinsichtlich der Größe der anzuwärmenden Werkstücke setzt das Schmiedefeuer Grenzen. Für größere Stücke kam deshalb das Rundfeuer auf. Es ist fast so alt wie das Schmiedefeuer. Das Rundfeuer hat zur Aufnahme

des Brennstoffes einen senkrechten Schacht, in den am unteren Ende Wind eingeblasen wird. Als Brennstoff dient ausschließlich Koks. In der Regel sind in einer Schmiede mehrere Rundfeuer mit verschiedenen Schachtmaßen vorhanden, um die jeweilig erforderliche Größe zur Verfügung zu haben. An Unwirtschaftlichkeit übertrifft es noch das offene Schmiede-

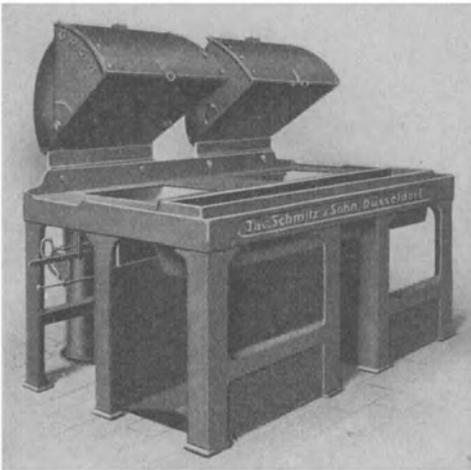


Abb. 5. Freistehende Feuer mit Rauchabsaugung.

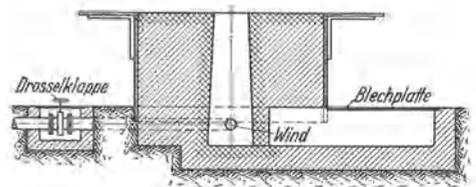


Abb. 6. Rundfeuer.

feuer. Seit Einführung des Öles und des Ferngases als Brennstoff für die Freiformschmiede hat man verschiedentlich versucht, Rundfeuer durch ortsbewegliche einzelne Brenner zu ersetzen. Soweit Verfasser bekannt ist, haben diese Versuche in den meisten Fällen zum Erfolg geführt, so daß die Möglichkeit besteht, diese unwirtschaftlichste aller Feuerstätten in absehbarer Zeit nicht mehr anzutreffen.

B. Die eigentlichen Schmiedeofen.

Allgemeine Anforderungen. Die Öfen der Freiformschmiede sind verschieden nach Größe und Beheizungsart. Folgende Eigenschaften werden von einem guten Ofen gefordert:

1. Hoher wärmetechnischer Wirkungsgrad, d. h. geringster Brennstoff-

Wenn man auf einem Rost (Abb. 7) Holzspäne und Holzstücke entzündet, darauf etwas Kohle schüttet und, wenn diese Kohle durchgebrannt ist, die Kohlenschicht allmählich bis zu einer Höhe von etwa 800 mm vergrößert und dabei durch das Rohr I Luft unter den Rost bläst, so entwickelt sich keine sichtbare Flamme in der Feuerung, sondern es entströmt der oberen Kohlenschicht ein weißlich graugelbes Gas. Dieser Vorgang kann sich ununterbrochen abspielen, solange man die Kohlenschicht durch Aufwerfen frischer Kohle in ihrer anfänglichen Höhe erhält, am Rost die Asche abzieht und bei I dauernd Luft durchbläst. Bei dieser Art der Verbrennung geht folgendes vor sich:

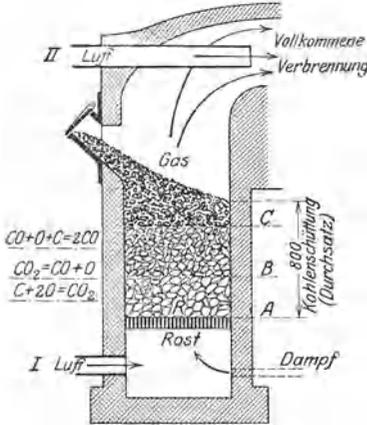
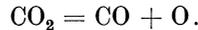
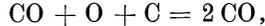


Abb. 7. Schematische Darstellung einer Generatorfeuerung.

Der durch Rohr I zugeführte Sauerstoff der Luft verbindet sich mit der brennenden Kohle dicht über dem Rost, der Schicht A, vollständig zu Kohlen-säure mit sehr hoher Temperatur. Die Schicht B wird dadurch glühend, ohne zu verbrennen, da ihr ja nur Kohlen-säure und Stickstoff zugeführt werden; sie nimmt eine Temperatur von 1200° an. Die in der Schicht A entwickelte Kohlen-säure hat nun die Eigentümlichkeit, bei so hoher Temperatur wieder zu zerfallen in Kohlenoxyd und Sauerstoff:



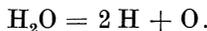
Das abgespaltene Sauerstoffatom verbindet sich sofort wieder mit der umgebenden glühenden Kohle zu Kohlenoxyd gemäß der Gleichung:



gibt einen Teil seiner Wärme an die Schicht C (Abb. 7) ab, sie vorwärmend und zu dem Vorgang in der Schicht B vorbereitend, und streicht mit einer Temperatur von 450 ... 480° aus der Feuerung ab, wenn Steinkohle verbrannt wird. Das auf diese Weise entwickelte Gasgemisch aus brennbarem Kohlenoxyd und nicht brennbarem Stickstoff nennt man Luftgas.

Wenn man nun unter dem Rost noch ein zweites Rohr anbringt, durch das man etwas Wasserdampf bläst, so geht folgendes vor sich:

Der Wasserdampf, der wie das Wasser aus 2 Atomen Wasserstoff (H) und einem Atom Sauerstoff (O) besteht, also H_2O , wird bei hoher Temperatur ebenfalls zer-spalten in seine Bestandteile, also



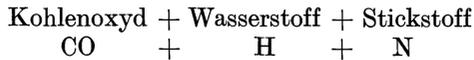
Die 2 Atome Wasserstoff sind brennbar und gehen in das Gas über, das Atom Sauerstoff verbindet sich aber in der glühenden Kohlenschicht zu Kohlenoxyd. Wenn man aber ein Molekül in seine Atome spaltet, so ist dazu Wärme erforderlich: die Zugabe des Wasserdampfes entzieht der glühenden Kohlenschicht Wärme, so daß man mit der Zugabe von Wasserdampf nur so weit gehen darf, daß die Kohle nicht erlischt. Hier sind also zwei Vorgänge nebeneinander vereinigt, jeder aus mehreren Einzeltvorgängen bestehend:

1. a) $\text{C} + 2 \text{O} = \text{CO}_2$
- b) $\text{CO}_2 = \text{CO} + \text{O}$
- c) $\text{CO} + \text{O} + \text{C} = 2 \text{CO}$
2. a) $\text{H}_2\text{O} = 2 \text{H} + \text{O}$
- b) $2 \text{H} + \text{O} + \text{C} = \text{CO} + 2 \text{H}$

Das Ergebnis ist das Gasgemisch

$3 \text{CO} + 2 \text{H}$, zu dem man noch

den in der Luft enthaltenen Stickstoff hinzufügen muß. Dann erhält man das Gemisch:



Durch Rohr 2 drückt man Luft zur Verbrennung des Gases. Das Gas nennt man Mischgas.

Diese beiden Vorgänge der Entwicklung von Luftgas und Mischgas kann man sowohl mit Steinkohle als auch mit Braunkohle durchführen. Je nach dem Kohlenstoffgehalt der verwendeten Kohle wird das Gas reicher oder ärmer an Kohlenoxyd sein, d. h. 1 m^3 erzeugten Gases wird bei der Verbrennung mehr oder weniger WE, mehr oder weniger Hitze entwickeln.

Das Gas hat je nach dem Brennstoff, aus dem es erzeugt ist, eine Temperatur von $250 \dots 500^\circ$ (bei Steinkohlen $400 \dots 450^\circ$, bei Braunkohle etwa 270°). Die Entzündungstemperatur des Gases liegt zwischen 600 und 800° .

Generatorfeuerung eines Ofens mit Kanalerhitzern.

Vergleicht man die schematische Abb. 7 mit der Abb. 8, wird man leicht die dort beschriebenen Vorgänge auf diese Feuerung übertragen können. Es handelt sich um eine Feuerung für einen kleineren Schmiedeofen. Der Brennstoff wird durch einen Fülltrichter aufgegeben, der ganz angefüllt wird, damit er sich durch die Wärmestrahlung nicht verzieht. Die mit *B* bezeichnete Brennstoffschicht befindet sich in der Vergasung, während die Schicht *C* durch die Wärme zur Vergasung vorbereitet wird bzw. ebenfalls anfängt zu vergasen. Unter der Schicht *B* setzt sich die Asche *A* ab. Erstluft sowie Dampf treten unter dem Rost ein. Die durch den Hals *D* strömenden Gase vereinigen sich mit der aus dem Kanal *F* tretenden vorgewärmten Zweitluft und verbrennen nach dem Durchtritt bei *E* über dem Herd.

Bei vollem, gleichmäßigem Ofenbetrieb entweichen die Abgase mit etwa $800 \dots 1200^\circ$ in den Kamin. Läßt man diese Abgase einen Teil ihrer Wärme im Kanalerhitzer abgeben, so erreicht man Zweitlufttemperaturen von mehr als 500° . Je höher die Zweitluft vorgewärmt ist, desto höher ist auch

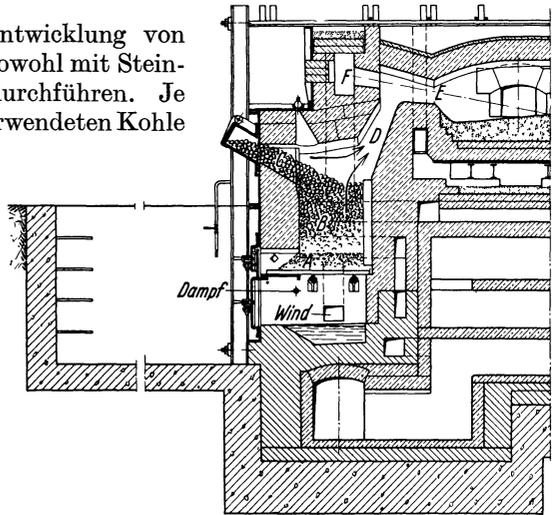


Abb. 8. Planrost-Generatorfeuerung (Ruppmann, Stuttgart).

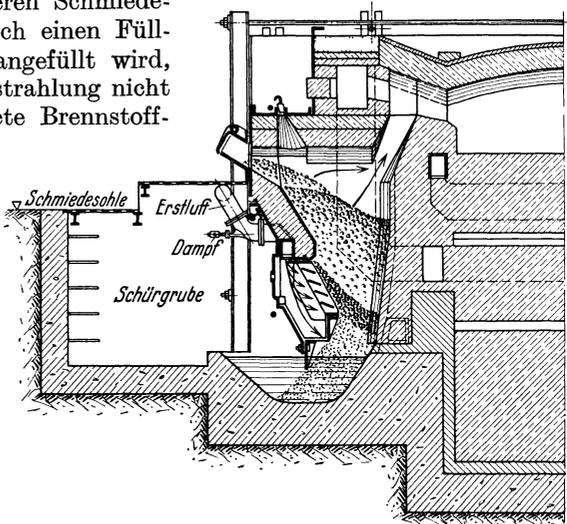


Abb. 9. Schrägrost-Generatorfeuerung (Ruppmann, Stuttgart).

die Verbrennungstemperatur auf dem Herd. Besonders vorteilhaft wirkt es sich aus, wenn die Oberwindtemperatur höher als die Entzündungstemperatur des Gases ist, da dann die Verbrennung viel energischer vor sich geht und die Flamme dadurch eine ganz bedeutend höhere Temperatur entwickelt, die den zu wärmenden Schmiedestücken zugute kommt.

Generatorfeuerung mit Schrägrost. Eine gleiche Feuerung jedoch für einen größeren Ofen zeigt Abb. 9. An Stelle des Planrostes wurde hier ein Schrägrost verwendet, bei dem sich die großen Aschenmengen leichter abziehen lassen. Der Dampf ist der besseren Verteilung halber in den Erstluftstrom geleitet. Eine solche Feuerung enthält eine große Menge Brennstoff und setzt, wenn der Vergasungsvorgang vorschriftsmäßig ablaufen soll, einen gleichförmigen Betrieb voraus.

Beim Anzünden eines solchen Ofens muß man so lange auf dem Herd ein Holzfeuer unterhalten, bis eine gewisse Ofentemperatur erreicht ist, da sonst das Gasfeuer erlischt und Gas in die Abzüge mitgesaugt wird, was zu Explosionen führen kann. Die Zweitluft wird im Rekuperator, wie wir in einem späteren Abschnitt sehen werden, vorgewärmt. Die Höhe der Vorwärmungstemperatur hängt von der Menge der Abgase und der Zweitluft ab.

Öfen mit Kohlenstaubfeuerung.

Diese Ofenart gehört, genau genommen, noch zu der Gruppe der Öfen mit festen Brennstoffen, denn Kohlenstaub ist gemahlene Stein- oder Braunkohle. Hinsichtlich der Ofen- doch Ähnlichkeit mit den gasförmigen Brennstoffe

Der Brennstoff. Der feuerungen macht es auch Schmieden möglich, diese stoff ist jede Stein- und nicht mehr als 12% Asche sonderen Mühlen zerklei-

führung und Bauart besteht je- Öfen, die durch flüssige oder beheizt werden.

heutige Stand der Kohlenstaub- den kleineren und mittleren Ofenart zu benutzen. Als Brenn- Braunkohle geeignet, soweit sie enthält. Die Kohle wird in be- nert. Während vor mehreren

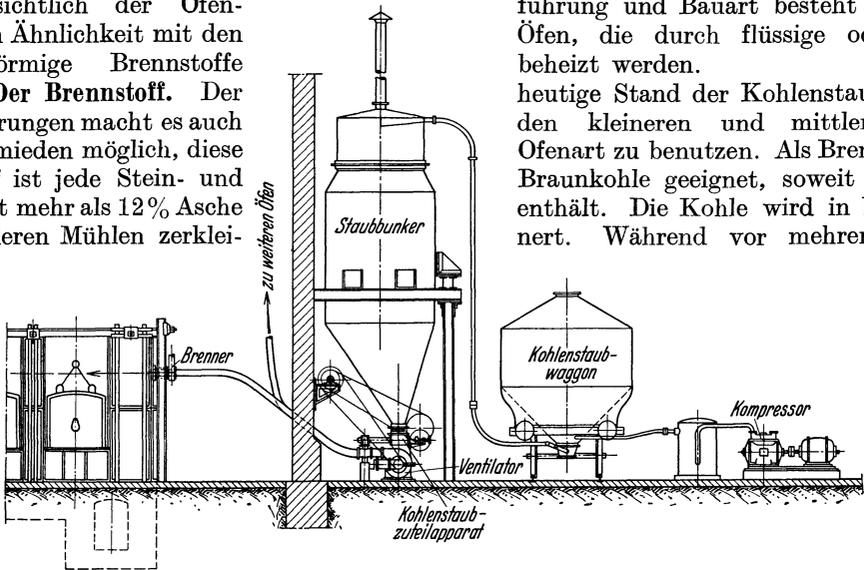


Abb. 10. Größere Anlage für Kohlenstaubfeuerung (Berg & Co., Köln-Kalk).

Jahren noch zu einer vollständigen mit Kohlenstaub beheizten Ofenanlage eine Mühle gehörte, ist heute der blasfertige Kohlenstaub im Handel zu haben. Ursprünglich nur in besonderen Kesselwagen beziehbar, ist er heute auch in kleineren Mengen, in Papiersäcken oder Blehtonnen, erhältlich. Unter blasfertigem Kohlenstaub versteht man eine feingemahlene Kohle, die auf einem Sieb von 4900 Maschen je cm^2 nicht mehr als 15% Rückstände hinterläßt. Der Feuchtigkeitsgehalt soll bei Steinkohlenstaub 0,5...1%, bei Braunkohlenstaub 12...12,5% betragen.

Ofenanlagen. Abb. 10 zeigt eine mit Kohlenstaub beheizte Anlage, und zwar für eine Schmiede mit mehreren größeren Öfen: Der Kohlenstaub wird durch besondere Kesselwagen bezogen und durch Luft in den Staubbunker befördert. Durch eigenes Gewicht rutscht er durch die trichterförmige Verengung des Bunkers in die Kohlenstaubzuteilungsvorrichtung darunter. Diese Vorrichtung ist für bestimmte Mengen regelbar und befördert den Staub in die Tragluft. Mit dieser Tragluft (etwa ein Drittel der gesamten Verbrennungsluft) auch „Erstluft“ genannt, gelangt der Kohlenstaub in den Brennerkopf des Ofens (Abb. 11), wo auch die restliche Luft als „Zweitluft“ zugemischt wird. Das Staubluftgemisch wird vor der Brennermündung entzündet. Es läßt sich sowohl die Brennstoffmenge am Brennstoffzuteilungsapparat wie die Luftmenge an den Drosselklappen des Ventilators so regeln, daß der jeweils wünschenswerte Zustand hergestellt wird. Die Erstluft wie auch die Zweitluft werden nicht vorgewärmt, da die an sich sehr energische Wärmeentwicklung durch diese Vorwärmung eine noch wesentliche — unerwünschte — Steigerung erführe. Zur weiteren Verwertung ihrer Wärme werden die Abgase deshalb meist unter Dampfkessel geleitet, da für Dampf in den Schmieden regelmäßig günstige Verwendungsmöglichkeit besteht.

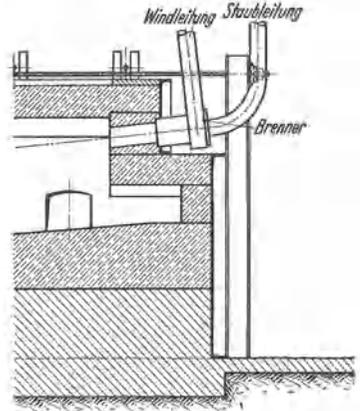


Abb. 11. Brennerkopf eines kohlenstaubbeheizten Schmiedeofens (Berg & Co., Köln-Kalk).

Abb. 12 zeigt eine sehr einfache Anlage für einen kleinen Betrieb. Der Kohlenstaub wird in kleineren Behältern bezogen und durch Ventilationsluft in den Bunker gebracht. Mit der Anlage wird nur ein Ofen betrieben.

Es lassen sich in staubbeheizten Öfen Temperaturen von 1400° halten. Die Herdhöhe wird zweckmäßig so bemessen, daß die Flamme über das Schmiedegut geleitet werden kann, so daß dieses hauptsächlich durch Wärmestrahlung erwärmt wird. Bei Mehrofenbetrieb mit einem Kohlenstaubzuteilungsapparat ist es zunächst noch unange-

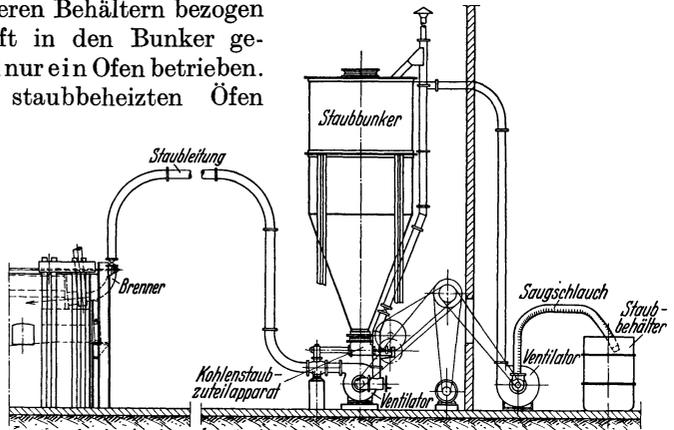


Abb. 12. Kleinere Anlage für Kohlenstaubfeuerung (Berg & Co., Köln-Kalk).

nehm, daß die Regelung der Tragluft eines Ofens die Zufuhr der Brennstoffmenge der anderen Öfen beeinträchtigt. Nur durch ein gleichzeitiges Regeln der Kohlenstaubzuteilungsvorrichtung läßt sich die Beeinträchtigung beheben. Unter Umständen kann diese etwas schwierige Regelung der Brennstoffzufuhr in der Freiformschmiede von Nachteil sein: Der Arbeitsplan einer Freiformschmiede ist vielseitig. Es lassen sich nicht alle Öfen gleichmäßig belegen und führen. Auch ist nicht zu allen Zeiten in den Öfen gleichartiger Werkstoff, so daß die Führung des einen Ofens anders sein kann wie die eines anderen.

Öfen für flüssige Brennstoffe.

Temperaturen von $1300 \dots 1400^\circ$ lassen sich mit flüssigen Brennstoffen nur erreichen, wenn man sie vor der Verbrennung in den gasförmigen Zustand überführt. Als flüssige Brennstoffe für den Freiformschmiedebetrieb kommen in Frage: Rohöl, Rückstände aus der Petroleumdestillation (Masut) und Rückstände aus der Schmieröldestillation. Diese Stoffe werden kurz vor dem Verbrennungsort, dem Brenner, vergast oder, richtiger gesagt, vernebelt. Dazu dient fast ausschließlich Luft, selten Dampf.

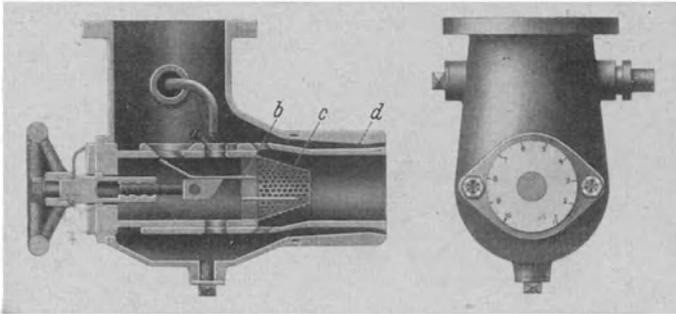


Abb. 13. Niederdruckölbrenner (Balke, Bochum).

Bei diesem Brenner wird der größte Teil der Verbrennungsluft mit dem Öl gemischt. Das Heizöl tritt vorgewärmt durch das Brennergehäuse hindurch in die ringförmige Kammer *a*. Aus dieser geben einige Bohrungen das Öl auf den im Innern des Verteilers eingebauten Teller *b*, auf dem es sich ausbreitet. Von da tropft es in den Luftstrom oder wird von ihm

mitgerissen. Der Siebkorb *c* dient zur Verbesserung der Vernebelung. An der Brennermündung

vereinigt sich dieser Strom mit der ungemischten Verbrennungsluft, die aus der ringförmigen Öffnung *d* austritt. Ein solcher Niederdruckbrenner benötigt einen seinem Luftbedarf entsprechenden Ventilator mit einem Überdruck von 100 bis 400 mm WS. Zur Regelung der Brennstoffzufuhr ist in die

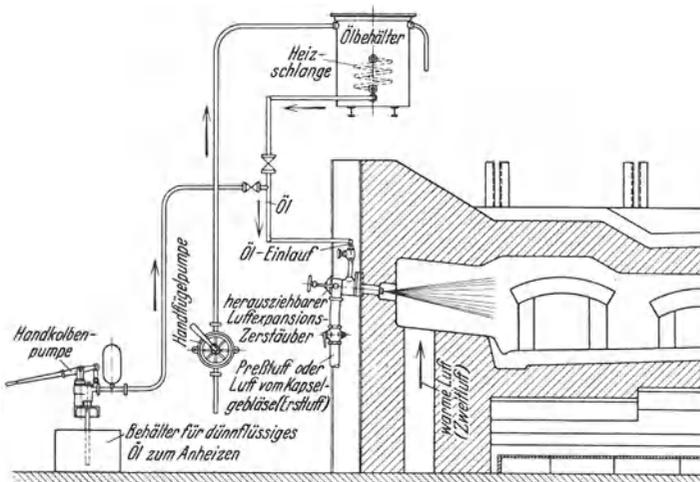


Abb. 14. Ölheizter Schmiedeofen (Balke, Bochum).

Ölleitung ein Ventil eingebaut; die Verbrennungsluft wird durch Drosselklappen geregelt. Das Heizöl ist angewärmt leichter zu vernebeln, weshalb solche Anlagen Vorrichtungen besitzen, um das Öl auf einer Temperatur von etwa 100° zu halten. Ein Anwärmen der Verbrennungsluft auf $140 \dots 170^\circ$ verbessert die Verbrennung und gibt eine höhere Verbrennungstemperatur.

Der ölgefeuerte Schmiedeofen. Abb. 14 zeigt einen Ofen, bei dem das Öl durch Preßluft zerstäubt und in den Verbrennungsraum eingeblasen wird. Bei diesem Zerstäuber tritt das Öl durch das Düsenmündstück *c* (Abb. 15) aus, dem eine

Luftdüse derart vorgeschaltet ist, daß die aus ihr austretende Preßluft vor ihrem Eintritt in die eigentliche Zerstäubungsdüse das durch feine Bohrungen des Düsenmundstückes eintretende Öl erfaßt. Das Gemisch aus Luft und fein zerstäubtem Öl tritt dann kegelförmig mit großer Geschwindigkeit aus dem Brenner in die Feuerung. Das vorgewärmte Öl läuft dem Brenner vom höher gelegenen Behälter zu, steht also unter ganz geringem Druck. Das Mantelrohr *b* (Abb. 15), führt das Öl, das innere Rohr *a* des Brenners führt die Preßluft. Die im Rekuperator erwärmte Zweitluft wird unmittelbar nach dem Eintritt des Brenngemisches in den Ofen zuge-mischt.

Die Brennstoffmenge wird durch Regelung der Preßluft eingeregelt.

Für die Freiformschmiede hat diese Beheizungsart keine wesentliche Bedeutung erlangt, da Heizöle oder brauchbare Rückstände nicht in ausreichendem Maße und zu ansprechenden Preisen zur Verfügung stehen.

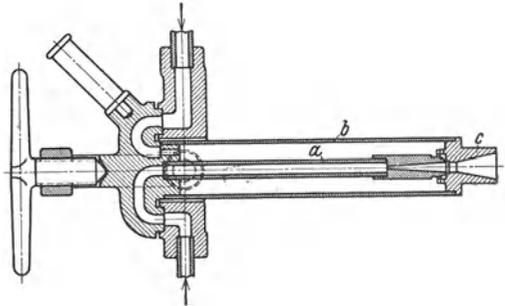


Abb. 15. Preßluftölerstäuber (Balke, Bochum).

Öfen für gasförmige Brennstoffe.

Als gasförmige Brennstoffe kommen ausschließlich die von den größeren Gaserzeugungsbetrieben hergestellten Gase in Frage, wie Leuchtgas, Kokereigas, Mischgas oder auch Generatorgas.

Einteilung. Gasgefeuerte Schmiededöfen werden in zwei Hauptgruppen unterschieden: Gruppe 1: Gasöfen mit Kammererhitzern. Diese Ofenart wird im Abschnitt Abhitzeverwertung besprochen. An dieser Stelle sei lediglich hervor-geloben, daß diese Öfen nur mit Generatorgas (Warmgas) betrieben werden. Gruppe 2: Gasbeheizte Schmiededöfen, bei denen die Beheizung in mehrere einzelne Brenner aufgeteilt ist.

Das ganze Gebiet dieser zweiten Gruppe stand in den letzten Jahren im Zeichen stärkster Entwicklung, was auch daraus hervorgeht, daß heute eine große Anzahl von verschiedenartigen Brennern angeboten wird. Der Hauptzweck der Brenner ist es, Gas und Verbrennungsluft zu mischen und das Gemisch bis zum Brennermündungsstein zu führen, wo es verbrannt wird.

Anforderungen an die Einzelbrenner. An einen Gasbrenner sind folgende Ansprüche zu stellen: 1. Einstell-möglichkeit für jedes für den Ofen in Frage kommende Gemisch. 2. Ablesbarkeit des eingestellten Gasluftverhältnisses, d. h.: der je-weilige Gas- und Luftdurchgang muß in geeigneter Form außen leicht erkennbar sein. 3. Einfachste Handhabung. 4. Betriebssicherheit.

Je nach den Vordruckverhältnissen des Gases unterscheidet man zwischen Niederdruck- und Hochdruckbrennern. Den Niederdruckbrennern wird das Gas unter einem Druck von 50 ... 150 mm WS zugeführt; die Verbrennungsluft wird in der Regel etwas höher eingeregelt, auf etwa 100 ... 200 mm WS. Hochdruckbrenner erhalten das Gas unter einem Druck von 2000 ... 6000 WS.

Die Niederdruckbrenner. Abb. 16 zeigt das Schema eines solchen Brenners ein-fachster Art. Der Brenner hat einen Anschluß für Gas und für Luft. Gas und Luft mischen sich im Innern des Brenners und entzünden sich bei *M*. Solange Luft und Gaszufuhr sowie der Druckzustand des Ofens, ferner auch die Zusammen-

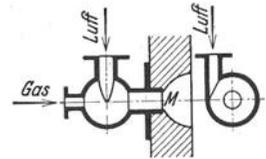


Abb. 16. Einfacher Gasbrenner.

setzung des Gases und die Temperatur der Luft gleich bleiben, sind die Verhältnisse einfach. Schwierig wird die Sache, wenn sich einer oder mehrere der Umstände ändern, wie dies häufig der Fall ist. Es ist hier nicht der Platz, die einzelnen Brennerkonstruktionen, die für die verschiedensten Verhältnisse geschaffen wurden, zu erläutern. Es sei lediglich gesagt, daß fast alle Konstruktionen ihre besonderen Vorzüge haben und es eingehender Überlegung bedarf, für bestimmte Verhältnisse den richtigen Brenner zu finden.

Die Hochdruckbrenner werden heute fast ausschließlich als Injektorbrenner gebaut. Nach der Arbeitsweise lassen sich zwei Konstruktionen unterscheiden: 1. die

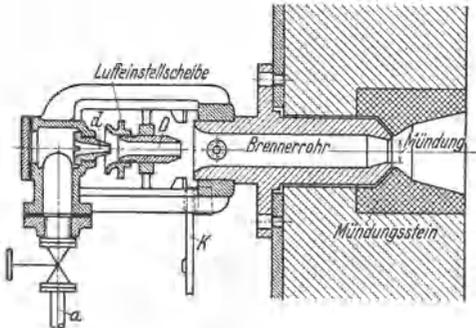


Abb. 17. Doppeldüsen-Preßgasbrenner (Selas, Berlin).

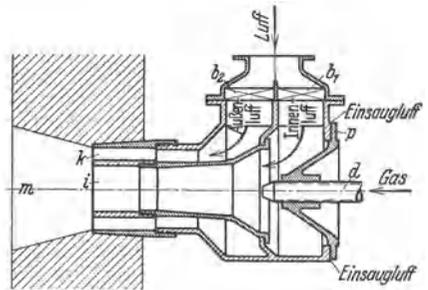


Abb. 18. Schema eines Preßgasbrenners für Warm- und Kaltluftbetrieb (Indugas, Essen).

gesamte Verbrennungsluft wird ohne Unterteilung beigemischt; 2. dem Gas wird zunächst als Erstluft nur ein Teil und diesem Vorgemisch dann der restliche Teil der Verbrennungsluft zugeführt. Die Entscheidung für die eine oder andere Bauart hängt von den jeweiligen Verhältnissen ab.

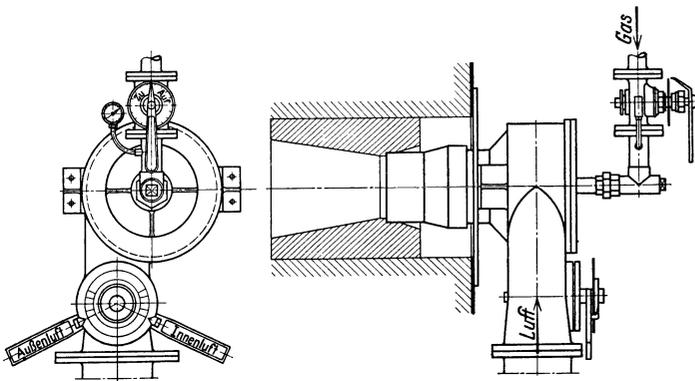


Abb. 19. Ansicht des Brenners Abb. 18 (Indugas, Essen).

Bei dem Hochdruckbrenner Abb. 17 tritt das Gas unter Druck bei *a* ein, durchströmt die Düse *d* und saugt beim Eintritt in die Düse *D* die Erstluft an. Dieses Vorgemisch durchströmt dann diese Düse und saugt vor dem Einströmen in das Brennerrohr die

Zweitluft an. Die Menge der Erstluft ist durch eine drehbare Scheibe regelbar, während die der Zweitluft gleich bleibt. Die Einstellung der Erstluft richtet sich nach dem Gasdruck bzw. der Gasdurchflußmenge. Bemerkenswert ist, daß dieser Brenner zwei Düsen hat, was für die innige Mischung von Gas und Luft von besonderem Vorteil ist. Das Gemisch verbrennt mit kurzer, kaum sichtbarer, jedoch heißer Flamme an der Mündung. In *K* hat der Brenner eine Verschlussklappe, die es gestattet, bei Außerbetriebsetzung das Brennerinnere vor ausströmender Wärme zu schützen. Dieser Brenner arbeitet nur mit Kaltluft, da die Injektorleistung nicht ausreicht, um die Luft durch einen Rekuperator zu saugen.

Brenner für Warm- und Kaltluftbetrieb. Abb. 18 zeigt einen solchen Brenner, der auch als Injektorbrenner betrieben werden kann. Das Gas strömt durch die Düse d ein und mischt sich im Brennerrohr mit der eingeblasenen Luft (Innenluft, kalt oder warm) und verbrennt vor der Brennermündung m mit fast unsichtbarer Flamme. Die Wärmeentwicklung ist groß, da, richtige Lufteinstellung vorausgesetzt, Gas und Warmluft innig gemischt aus dem Brennerrohr austreten.

Wenn man nun Gas und Luft vor der Verbrennung weniger innig mischt, werden die Verbrennungsvorgänge mehr Zeit brauchen und sich auf einem größeren Raume abspielen, da sich jedes Gasteilchen, das zur Verbrennung nötige Luftteilchen förmlich suchen muß. Ein solches Gemisch verbrennt mit langer, leuchtender und milder Flamme. Es wird mit diesem Brenner erreicht, indem man das Gas ungemischt bei i und die Luft als Außenluft bei k ausströmen läßt. Für gewisse Fälle kann es auch zweckmäßig sein, den Brenner so zu betreiben, daß ein Teil der gesamten Verbrennungsluft als Erstluft und der Rest als Zweitluft zugemischt wird; es wird dann die Innenluft zur Erstluft und die Außenluft zur Zweitluft.

Die mit Warmluft betriebenen Brenner, denen die Luft durch einen Ventilator zugeführt wird, arbeiten im allgemeinen sowohl als Niederdruck- wie auch als Hochdruckbrenner. Um in Fällen, wo die Warmluft aus irgendeinem Grunde ausbleibt, den Brenner doch in Betrieb halten zu können, läßt er sich auch als Injektorbrenner verwenden. Die Düse d trägt zu diesem Zweck Außengewinde, auf dem sich die Scheibe p bewegen läßt. Schließt man die Innen- und Außenluftventile b_1 und b_2 und dreht die Scheibe p so, daß zwischen dem Gehäuse und der Scheibe ein Spalt entsteht, so wird das aus der Düse d strömende Gas die in der Nähe befindliche Luft mitreißen und infolge des atmosphärischen Druckes wird durch den Spalt Luft nachströmen. Regelbar ist bei diesem Brenner sowohl Gas- wie Innen-, Außen- und Einsaugluft. Abb. 19 zeigt die äußere Ansicht dieses Brenners.

C. Die Verwertung der Abgaswärme.

Möglichkeiten der Verwertung. Es liegt im Interesse des Schmiedes, die Temperatur der Flamme so hoch wie möglich zu treiben, und ein Mittel dazu ist die Vorwärmung des Verbrennungsgemisches von Gas und Luft oder des Gases oder der Luft allein. Die hierzu notwendige Wärme geben uns die aus dem Ofen abziehenden verbrannten Gase, die früher den größten Teil ihrer Wärme mit zum Schornstein hinaus nahmen.

Um diese Wärme in den Ofen zurückzuführen, kann man zwei Wege beschreiten: den Weg der Wiedergewinnung in Kanal- oder Röhrenerhitzern (Rekuperatoren) oder den der Wiedergewinnung in Kammererhitzern (Regeneratoren). Danach unterscheidet man: 1. Öfen mit Kanalerhitzern (Rekuperativöfen), 2. Öfen mit Kammererhitzern (Regenerativöfen).

Es gibt auch noch andere Verfahren, wie Dampferstellung, Anwärmen von Kesselspeisewasser, Herstellung von Warmwasser für Wasch- und Badeszwecke, Erwärmung der Preßluft für umgebaute Hämmer usw. Diese Mittel werden jedoch seltener angewandt. Das Verfahren, für das man sich entscheidet, muß für den Dauerbetrieb geeignet sein und darf auch bei Spitzenleistung keine besonderen Maßnahmen notwendig machen.

Das Verfahren mit Kanalerhitzern. Die Abwärmeverwertung nach diesem Verfahren ist am gebräuchlichsten. Die Arbeitsweise einer solchen Einrichtung besteht darin, daß bei zwei nebeneinanderliegenden Kanälen (Abb. 20) mit dünner, gut wärmeleitender Zwischenwand, durch den einen die Verbrennungsgase von a

nach a_x strömen, durch den benachbarten kalte Luft von b nach b_x strömt. Die Verbrennungsgase werden bei a heiß, bei a_x bereits abgekühlt sein, die Luft dagegen bei b kalt und bei b_x angewärmt. Die Wärme ist durch die dünne Zwischenwand ausgetauscht, und zwar im Gegenstrom, da die kalte Luft in entgegengesetzter Richtung strömt wie die heißen Verbrennungsgase. Das hat den Zweck, in allen Punkten den Temperaturunterschied zwischen den benachbarten Gas- und Luftteilen möglichst groß zu bekommen, so daß die Wärme schnell übergeht.



Abb. 20. Durchströmrichtungen im Kanalerhitzer.

Verbrennungsgasen abziehen, d. h. die Luft auf höhere Temperatur erwärmen, namentlich wenn man die Kanäle sehr lang macht. Auf diese Weise kann man erreichen, daß die Verbrennungsgase mit einer Temperatur von höchstens 300° in

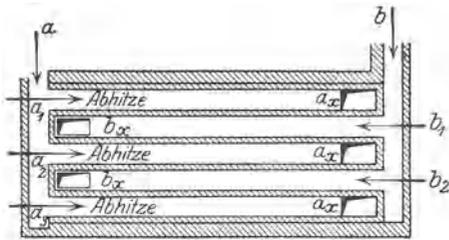


Abb. 21. Schema eines Kanalerhitzers.

verlust bereits auf $40 \dots 45\%$. Also Schornsteintemperatur messen!

Der Ofen mit Kanalerhitzer. Die Abb. 22 zeigt einen solchen bewährten Schmiedeofen mit Generator-Treppenrostfeuerung. G ist der Gaserzeuger oder

Wenn man nun den Strom, der aus dem Ofen abziehenden Verbrennungsgase in mehrere Kanäle a_1, a_2, a_3 (Abb. 21) spaltet und dazwischen die Luftkanäle b_1, b_2 legt, so kann man bedeutend mehr Wärme von den Verbrennungsgasen abziehen, d. h. die Luft auf höhere Temperatur erwärmen, namentlich wenn man die Kanäle sehr lang macht. Auf diese Weise kann man erreichen, daß die Verbrennungsgase mit einer Temperatur von höchstens 300° in den Kamin abstreichen. Diese Temperatur muß man ihnen allerdings lassen, weil andernfalls der Zug im Kamin zu gering zum Absaugen der Gase wäre. Diese Temperatur bedeutet bereits einen Verlust von $10 \dots 15\%$ der gesamten im Ofen aufgewandten Wärmemenge. Höher darf deshalb die Temperatur der abziehenden Gase nicht sein; denn bei $500 \dots 600^\circ$ im Kamin steigt der Wärmever-

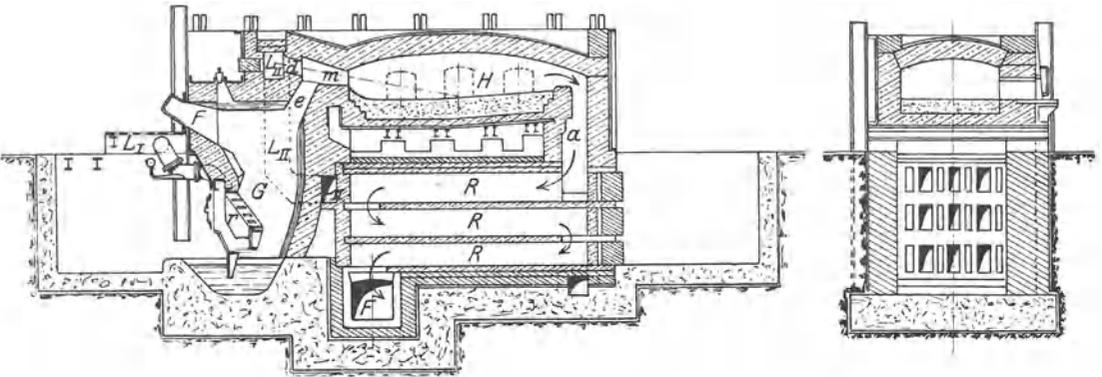


Abb. 22. Schmiedeofen mit Kanalerhitzer (Ruppman, Stuttgart).

Generator mit dem Schrägrost r für Braunkohle. F ist die Feuerungsöffnung mit Klappe zum Aufgeben der Kohle. L_1 ist das Rohr für den Unterwind. Der Kanalerhitzer R ist unter dem Herd H angeordnet und zeigt die Rauchkanäle im Querschnitt. Die Rauchgase bewegen sich in der Pfeilrichtung in den Fuchs F (den Rauchabzug zum Schornstein). Im Querschnitt rechts sieht man die schmalen Luftkanäle neben und zwischen den breiteren Rauchkanälen. Die Warmluft

bewegt sich im Gegenstrom, gelangt schließlich in die aufsteigenden Kanäle L_{II} , die oberhalb des Generators in die Luftkammer münden. Von hier aus blasen die heiße Luft (800°) durch die Düsen d , das Generatorgas durch den Hals e und beide zusammen durch die Mischdüse m als Flamme in den Ofen, bestreicht den Herd und fällt durch den Kanal (Absturz) a in den Kanalerhitzer. In einem solchen Ofen kann man eine Temperatur von 1500° erzeugen. Auf 1 m^2 Herdfläche kann man in 1 h 250 ... 350 kg Stahl (je nach der Größe der Schmiedestücke) auf 1300° anwärmen und verbraucht dazu für 100 kg Einsatz bei guter Steinkohle von 7000 WE 14 ... 16 kg (bei Braunkohle entsprechend ihrem Wärmeinhalt mehr). Das ergibt einen Wirkungsgrad von $\frac{100 \cdot 1300 \cdot 0,142}{7000 \cdot 15} = 0,176 \approx 18\%$.

Das ist zwar nicht ganz so günstig wie für den Gasofen auf S. 6, immerhin das Mehrfache eines gewöhnlichen Kohlenofens.

Stein- oder Metallerhitzer. Der oben beschriebene Erhitzer ist nur brauchbar für Öfen mit festen Brennstoffen.

Die Abgase, die durch den Kanal R (Abb. 23) ziehen, müssen ihre Wärme durch die Wand $abcd$ von der Dicke D hindurch an die Luft im Kanal L abgeben. Baut man diesen Erhitzer aus feuerfesten keramischen Stoffen (Schamottesteinen), so geht verhältnismäßig wenig Wärme über, da die Dicke D beträchtlich sein muß wegen der geringen Festigkeit des Baustoffes.

Die Abmessungen solcher Steinerhitzer sind sehr groß, meist größer als die der Ofen. Man baute deshalb die Steinrekuperatoren fast regelmäßig unter die Öfen, damit sie möglichst wenig Raum einnehmen sollten. Durch diese Anordnung ergaben und ergeben sich bei Reparaturen, die bei einem solchen aus einzelnen Steinen zusammengesetzten Kanalsystem und stark wechselnden Temperaturen unvermeidlich sind, mancherlei Schwierigkeiten: es dauert geraume Zeit, bis das Kanalsystem so weit abgekühlt ist, daß man daran arbeiten kann, und eine genaue Untersuchung des Innern ist wegen der großen Länge und der geringen Querschnittsmaße der einzelnen Kanäle nicht möglich, so daß das Dichthalten eine schwierige Sache ist.

Die Herstellung von Metallerhitzern hat nun in den letzten Jahren ganz bedeutende Fortschritte gemacht. Ein solcher Metallerhitzer nimmt wenig Platz ein, läßt sich in jede Form bringen, läßt sich gut dicht halten und, was die Hauptsache ist: er leitet die Wärme gut. Seine Abmessungen werden dadurch sehr klein, so daß man ihn gut über oder neben dem Ofen anbringen kann, was für seine Überwachung und Instandhaltung ganz besonders wichtig ist. Der Raumbedarf eines Metallerhitzers ist nur etwa $\frac{1}{5} \dots \frac{1}{8}$ eines Steinerhitzers. Die Baustoffe für Metallerhitzer sind je nach Bauart und Temperatur der Abgase bzw. der Luft: Bleche aus Flußeisen oder hitzebeständigem Sonderstahl, Gußeisen oder hitzebeständiges Gußeisen oder auch Stahlguß. In der neueren Zeit ist man auch bei Gasöfen dazu übergegangen, das Gas vor dem Eintritt in

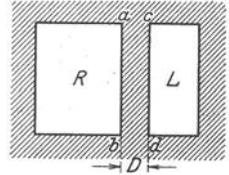


Abb. 23. Wandstärke eines Steinkanalerhitzers.

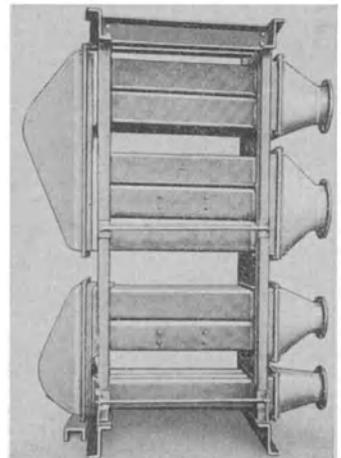


Abb. 24. Metall-Kanalerhitzer (Liesen, Krefeld).

die Brenner anzuwärmen, was mit Steinerhitzern wegen ihrer Undichtigkeitsgefahr nicht möglich ist.

Ofen mit Metallhitzer. Die Abb. 24 zeigt einen Metallkanalerhitzer vor dem Einbau; der obere Teil ist für die Erwärmung der Luft, der untere Teil für die Erwärmung des Gases bestimmt. Abb. 25 zeigt einen Metallhitzer, der einfach über dem Ofen angeordnet wird. Die Luft wird auch hier wie im Steinreku-

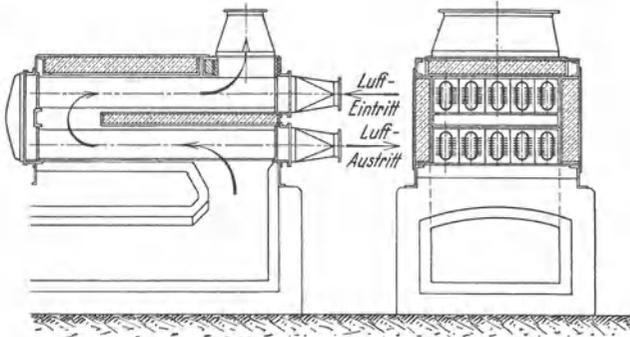


Abb. 25. Ofen mit Nadellufterhitzer (Liesen, Krefeld).

perator entgegen der Abgasrichtung geleitet (Gegenstrom). Das Bestreben, die Wärmeaustauschfläche bei geringsten Gesamtmaßen möglichst groß zu machen, führte zum Nadellufterhitzer. Die Wandung ist außen wie innen mit nadelähnlichen Vorsprüngen besetzt. Die so geschaffene Oberfläche trägt ein Vielfaches einer glatten Oberfläche. Man garantiert heute Vorwärmertemperaturen bis zu 900° .

Das Verfahren mit Kammererhitzer. Es unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, daß an Stelle des Kanalerhitzers ein Kammererhitzer verwendet wird.

In einer solchen Kammer, von der ein Ofen für jede Gasart zwei haben muß, sind in regelmäßiger Anordnung und großer Anzahl feuerfeste Steine angehäuft. Durch diese gitterartig geschichteten Steine strömen die Abgase und erhitzen sie.

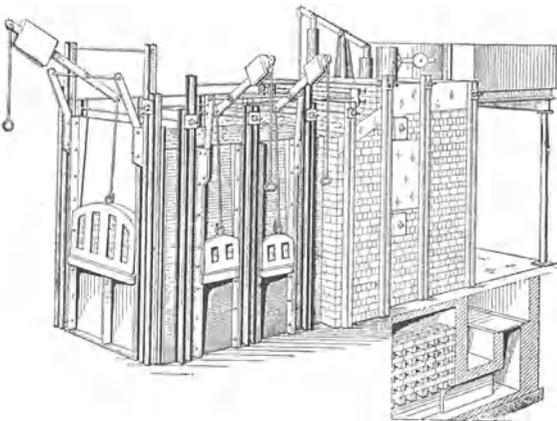


Abb. 26. Kleinschmiedeofen (Siemens, Berlin).

Läßt man nun durch die Kammern in entgegengesetzter Richtung kalte Luft strömen, so entzieht sie den Steinen die in ihnen aufgespeicherte Wärme und tritt mit einer Temperatur von $700 \dots 1000^{\circ}$ in das Gas des Ofens. Zur Umschaltung und Umleitung der Abgase und Verbrennungsluft dienen besondere Ventile.

Der Ofen mit Kammererhitzer (Regenerativofen). Diese Ofenart verliert mehr und mehr an Bedeutung für den Schmiedebetrieb.

Abb. 26 zeigt einen Kleinschmiedeofen dieser Art. Unter dem Herd sind in einer Kam-

mer die gitterartig aufgeschichteten Steine sichtbar. In größeren Schmieden ist die Vergasung des Brennstoffes zentralisiert. Das Gas wird in Generatoren erzeugt und den Öfen zugeleitet, so daß heute Kammeröfen mit Beheizung durch feste Brennstoffe wohl kaum noch in Gebrauch sein werden. Der Brennstoffverbrauch der Kammeröfen hängt, wie bei allen Öfen, von der Temperatur, dem Durchmesser der Stücke, dem Zustand des Ofens, der Ofenführung und verschiedenen anderen Umständen ab. Bei gleichmäßigem Betrieb arbeiten sie etwas günstiger als Öfen mit Kanalerhitzer; das ist wohl der Grund

dafür, daß heute in großen Schmieden und Walzwerken Öfen mit Kammererhitzer noch vereinzelt zu finden sind. Als Schmiedeofen für den kleinen und mittleren Betrieb konnte sich diese Ofenart nicht durchsetzen da der schwierigen Ofenführung bei ungleichmäßigem Betrieb keine Vorteile gegenüberstehen.

D. Die Wartung der Öfen.

Der Fortschritt der Wärmetechnik hat auch auf diesem Gebiete zahlreiche neue Ansichten gebracht, die mit dazu beitragen, aus der alten Schmiede, die wegen des Rußes und Staubes und der geradezu traditionellen Unordnung nicht ganz mit Unrecht verrufen war, doch noch eine Stätte geordneten Wirkens zu machen.

Baustoffe für die Öfen. Die in den Feuerungen oder in der Nähe der Brenner auftretenden Temperaturen liegen zwischen 1450 und 1600°. Diese Teile der Öfen sind deshalb dem Verschleiß durch Abschmelzen besonders stark ausgesetzt. Als Baustoffe für Schmiedeofen kommen fast ausschließlich reine Schamottesteine in Frage, jedoch auch Sondersteine der verschiedensten Zusammensetzungen, wie sie von den Steinlieferanten für Sonderfälle hergestellt werden.

Reine Schamottesteine.

A ₀	Tonerdegehalt	über 44%	Segeberkegel	35	Temperatur	1770°
A ₁	„	42 ... 44%	„	34 ... 35	„	1750 ... 1770°
A ₂	„	40 ... 42%	„	34	„	1750°
A ₃	„	36 ... 39%	„	33	„	1730°
A ₄	„	33 ... 35%	„	32 ... 33	„	1710 ... 1730°
A ₅	„	30 ... 31%	„	30 ... 31	„	1670 ... 1690°
A ₆	„	unter 30%	„	28 ... 29	„	1630 ... 1650°

Je höher die Erweichungstemperatur der Steine, je höher ist auch ihr Preis. In neuerer Zeit werden mit Erfolg die Ofenwände auch aus geeigneten feuerfesten Massen aufgestampft.

Baustoffe für den Herd. Die Herde der Schmiedeofen werden im allgemeinen sauer zugestellt, und zwar mit Quarz. Schamottesteine sind für diesen Zweck nicht brauchbar, da sie mit den Eisenoxyden (Zunder, Hammerschlag) eine leicht schmelzbare Verbindung eingehen und die hohen Temperaturen nicht aushalten. Die geschmolzene Herdmasse würde am Eisen festkleben und mit eingeschmiedet werden, wodurch das ganze Schmiedestück verdorben werden könnte. Man stampft mit gekörntem Quarz aus und schweißt die Herde ein. Hin und wieder versuchte man auch die Herde mit behauenen Quarzsteinen auszumauern, jedoch hat sich dieses Verfahren bisher wegen seines hohen Preises nicht einführen können.

Reinen Quarz im Schmiedeofen einzuschweißen würde wegen der dazu erforderlichen Temperatur nicht gelingen. Man stellt sich deshalb eine Mischung aus 75% gekörntem Quarz oder Quarzkies, 15% Kaolin und 10% Kalk her. Der Kalk dient dazu den Schmelzpunkt des Kaolins herabzusetzen. Man erhält auch von den Ofenbaufirmen und Steinlieferanten die Herdmassen fertig zum Ausstampfen.

Einschweißen des Herdes. Um den Herd einschweißen zu können, muß er durch anhaltendes scharfes Feuer auf eine Temperatur von 1500...1600° gebracht werden. Durch die Türen wird dann mit einer Schaufel Herdmasse in gleichmäßiger Verteilung in einer Schichthöhe von 25 mm auf den Herd gebracht, Abb. 27. Zur gleichmäßigen Verteilung bedient man sich verschiedener Werkzeuge,

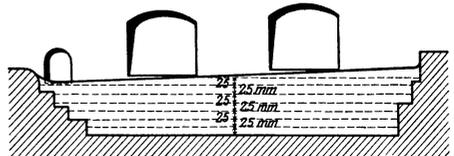


Abb. 27. Ausstampfen des Schmiedeofenherdes.

Abb. 28. Dann läßt man die Hitze auf die eingebrannte Schicht wirken, bis sie zusammengefrittet und ganz fest geworden ist, bringt eine zweite Schicht in derselben Weise auf und so fort, immer in 25 mm Stärke, bis der Herd ausgefüllt ist. Dabei ist folgendes zu beachten: Keine Schicht darf locker bleiben, weil sich sonst die Eisenschlacke später durchfressen und den Herd zerstören würde. Jede

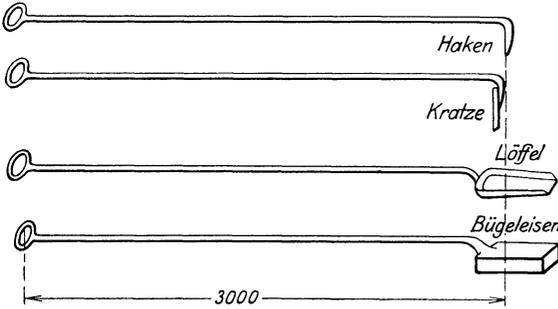


Abb. 28. Werkzeuge zur Herdpflege.

Schicht ist deshalb mit dem Bügeleisen, Abb. 28, gut zu dichten. Während des ganzen Vorganges ist die höchstmögliche Temperatur zu halten. Die Oberfläche des Herdes soll schräg liegen, Abb. 29. Die Herdfläche $a b c d$ soll zur waagerechten Ebene $x y$ in der Weise geneigt sein, daß der Punkt a ihr am nächsten liegt, der Abstand I der kürzeste, II der zweitlängste, III der drittlängste, IV der größte ist, dann fließt die Schlacke stets zum Schlackenabstich a' .

Das Ausstampfen eines neuen Herdes von 3 m² dauert 10...12 h. Ist er aber richtig eingeschweißt, hält er monate-, unter günstigen Umständen auch jahrelang. Das Verfahren scheint sehr verwickelt und umständlich, ist es aber nicht.

Im Laufe der Zeit frißt die Schlacke doch Löcher in den Herd. Dann ist der ganze Herd bei Hochglut (Schichtwechsel) mit kalkhaltigem Sand, sogenanntem Waschsand, zu bewerfen, bis die Schlacke leicht flüssig ist und die ganze Fläche, namentlich die Löcher, mit der Kratze gut zu reinigen. Die gereinigten Löcher werden dann mit Herdmasse ausgefüllt und eingeschweißt, worauf der Herd wieder betriebsfertig ist. Im Gegensatz zur Feuerung, bei der ein Ausbessern nicht täglich möglich ist, soll der Herd dauernd gepflegt werden. Die sich ansammelnde Schlacke wird durch das Schlackenloch, Abb. 30, abgezogen, das gegen den Ofenwind durch Asche abgedichtet wird. Zieht man die



Abb. 29. Neigung des Schmiedeofenherdes.

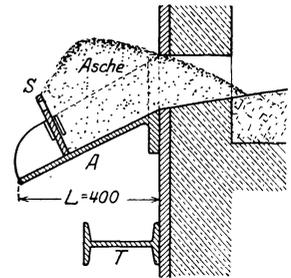


Abb. 30. Schlackenablauf

Asche und den Schieber S heraus, so fließt die Schlacke durch die Rinne A in den Schlackenwagen, auf dessen Boden man etwas trockene Asche geworfen hat, um die erkaltete Schlacke später besser auskippen zu können.

Wartung der Öfen. Hinsichtlich der Herdpflege liegen die Verhältnisse bei allen Ofenarten gleich. Die Regelung der Brennstoffzufuhr ergibt naturgemäß beim kohlegefeuerten Ofen wesentlich mehr Arbeitsaufwand als bei allen anderen Beheizungsarten, auch kommt bei diesen Öfen noch das Ziehen und Abfahren der Asche hinzu. Die Wartung während des Betriebes besteht beim Kohlenofen in der Unterhaltung des Feuers und der dauernden Kontrolle des Verbrennungsvorganges. Die Arbeitsweise des Generators wurde bereits in Abschnitt „Öfen für feste Brennstoffe“ behandelt. Durch die unterbrochene Aufgabe des Brenn-

stoffes, sowie durch gewisse Ungleichmäßigkeiten in seiner Beschaffenheit läßt sich ein vollständig gleichmäßiger Ofengang nicht erzielen.

Im allgemeinen erkennt man an der Flamme den Gang der Verbrennung. Die Flamme muß lang und gleichmäßig dicht, weiß aber undurchsichtig über den Herd streichen. Sie ist dann gesättigt und oxydiert den Werkstoff nicht. Ist sie durchsichtig, so hat sie zuviel Kohlensäure: man muß dann mehr Unterwind geben. Ist sie rauchig-rötlich, so ist Luftmangel vorhanden: man muß dann mehr Oberwind geben.

Meßgeräte. Die Kamine müssen guten Zug haben, und zwar bei Öfen mit Kanalerhitzer größeren als bei Öfen mit Kammererhitzer. Genügt der Schornsteinzug nicht, so treten kleine Explosionen im Ofen auf, die man an den plötzlich hervorschießenden Flammenzungen an den Ofentüren erkennt. Während es beim kohlebeheizten Ofen noch nicht allgemein üblich ist, den Brennstoff fortlaufend zu wägen, sind die kohlestaub-, öl- und gasbeheizten Öfen fast ausnahmslos mit Mengennessern ausgerüstet. Temperaturmeßgeräte sind in der Freiformschiede selten vorhanden, weil man bei dem durch lange Gewohnheit gut ausgeprägten Urteilsvermögen der Schmiede- und Ofenleute vielfach glaubt, solche Einrichtungen sparen zu können. Bei Großschiedeöfen und dort, wo es sich bei Sonderstählen darum handelt, Temperaturen genau einzuhalten, werden sowohl festeingebaute Pyrometer, als auch optische ortsbewegliche, außen aufzustellende Geräte verwendet. Klarheit muß darüber herrschen, welche Temperatur erfaßt werden soll: Ofentemperatur oder Stücktemperatur. Beide sind nur dann gleich, wenn das Stück Zeit genug hatte, die höchstmögliche Temperatur anzunehmen.

Daß Abgastemperaturen zu messen sind, wurde schon in einem früheren Kapitel gesagt. Ebenso wichtig wie die Temperatur ist jedoch die Zusammensetzung der Abgase. Auch für diesen Zweck sind sowohl festeingebaute und dauernd aufschreibende Meßvorrichtungen, wie solche für Einzelmessungen gebräuchlich. Bei Kanalerhitzern wird Warmluft- und Abgasaustrittstemperatur gemessen.

Beim Abstellen eines Ofens ist grundsätzlich erst die Brennstoffquelle abzustellen, also beim Kohlenofen der Unterwind, beim Kohlestaubofen der Kohlestaubzuteilungsapparat, beim ölgefeuerten Ofen das Öl, beim Gasofen das Gas. Dann ist die Zweitluft abzustellen und zuletzt der Kaminschieber zu schließen.

E. Bauart und Verwendung der Öfen.

Die Verschiedenartigkeit der Brennstoffe sowie die Unterschiedlichkeit der Werkstoffe hinsichtlich ihrer Wärmeleitfähigkeit, ihrer Stückzahl und ihres Stückgewichtes sind es hauptsächlich, die die Art des Schmiedeofens bestimmen.

Öfen mit festem Brennstoff. Die mit festem Brennstoff (mit Ausnahme des Kohlestaubes) betriebenen Öfen besitzen regelmäßig eine, höchstens zwei Feuerungen. Je kurzflammiger der Brennstoff ist, je geringer darf die Entfernung zwischen Feuerung und Herd sein. Bei dem Koksschmiedeofen, Abb. 31, liegen die Schmiedestücke auf der glühenden Koksschicht. Dünnere Stücke werden durch die Schlitze in den Ofen geschoben. Zum Anwärmen großer Teile werden die Deckel hochgewunden und die Teile auf die glühende Koksschicht gelegt. Unter dem Rost befindet sich ein geräumiger Aschenkasten, in dem auch der einteilige Rost nach unten klappt. Der Wind wird in den Aschenkasten geblasen, verteilt sich dort und dringt gleichmäßig durch den Rost. Die Abgase werden nicht abgeführt noch gar ausgenutzt; sie entweichen durch die Ofenöffnungen in den Raum der Schmiede. Ein Rauchschirm ist außer zur Vermeidung einer ge-

sundheitsschädlichen Atmungsluft auch zur Verhinderung einer beschleunigten Korrosion der Eisenkonstruktionsteile notwendig.

Dieser Ofen dient hauptsächlich zum Anwärmen von Stangenenden. Allgemein verwendet man Koksöfen meist um kleinere Teile vollständig oder mittlere und größere teilweise zu wärmen. Die Wärme entwickelt sich im Koksöfen örtlich und fast ohne Flamme, so daß größere Stücke oder Stücke mit verschiedenartigen

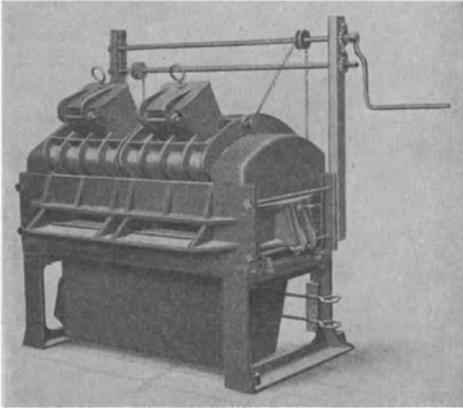


Abb. 31.
Gedeckter Koksschmiedeofer (Hasenclever, Düsseldorf).

Querschnitten zur gleichmäßigen Erwärmung in kurzen Zeitabschnitten gewendet werden müssen. Es sind im Laufe der Zeit zahlreiche Versuche gemacht worden, die Koksöfen ähnlich den Kohlenöfen mit Herden zu versehen; das gelang jedoch im allgemeinen nur bei Herdtemperaturen von etwa 900° abwärts.

Größe des Ofens. Die Form aller Freiformschmiedeofer wird in erster Linie durch die Form des Herdes, auf dem die Stücke zum Anwärmen liegen, bestimmt. Die Größe des Herdes ist abhängig von der Größe der Schmiedestücke und dem Ofendurchsatz, worunter die Menge Werkstücke in Gewicht oder Stückzahl verstanden wird, die auf dem Herd in der

Zeiteinheit angewärmt wird. Bestimmend für den Ofendurchsatz ist die Leistung des Hammers (bzw. der Presse) in derselben Zeiteinheit. Beide müssen aufeinander abgestimmt sein. Die in manchen Schmieden noch anzutreffende Anordnung, daß mehrere Schmiede aus einem Ofen arbeiten, wird nur dann wirtschaftlich sein, wenn jeder Hammer gleichförmige Stücke bei gleichbleibender Leistung herstellt. Mit den heutigen Mitteln lassen sich kleinere Öfen bauen, die im Endergebnis wirtschaftlicher arbeiten.

Anwärmzone. Hinsichtlich der Anpassung des Anwärmungsvorganges an die Eigenart des Werkstoffes ist der gemeinsame Ofen dem Einzelofen weit unterlegen,

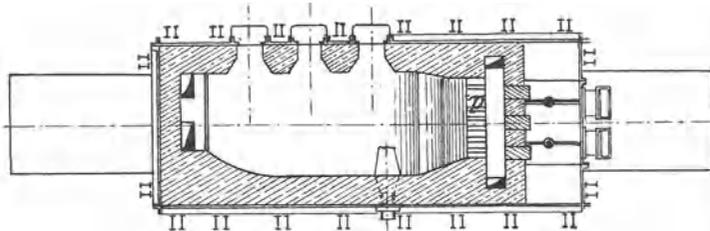


Abb. 32. Herd eines Schmiedeoferns mit Kanalerhitzer (Ruppman, Stuttgart).

da jener stets auf einer bestimmten Temperatur gehalten werden muß, die im besten Fall der Schmiedetemperatur des größten Teiles des Ofeninhaltes entsprechen könnte. Die Schmiedestücke kommen in der Regel ohne langsame Vorwärmung in den auf Höchsttemperatur befindlichen Ofen, was bei Werkstoff höherer Festigkeit und größeren Querschnittes zu Spannungsrisen führt. Ebenso wichtig wie die Erreichung einer gleichmäßigen Herdtemperatur kann das Vorhandensein einer Anwärmzone sein. Bei kleineren Schmiedeofer, z. B. dem

Ofen in Abb. 32, wird man zwischen Feuerbrücke und Herdmitte eine wesentlich höhere Temperatur haben als in der Nähe der Abzugskanäle, so daß diese letztere Herdstelle zur Aufnahme des kalten Einsatzes am besten geeignet ist. Nachdem sie vorgewärmt sind, werden die Stücke dann in die wärmere Zone geschoben.

Anordnung der Feuerungen. Die Herdform in Abb. 32 herrscht bei Öfen für mittlere Stücke, die mit festem Brennstoff beheizt werden, vor. Öfen für größere Stücke gibt man 2 Feuerungen seitlich des Herdes und zieht die Abgase durch die Hinterwand ab. Bei dem gasbeheizten Schmiedeofen in Abb. 33 liegen die Gasbrenner an den beiden Schmalseiten des Herdes, und zwar auf jeder Seite 8 Stück je in 2 Reihen, so daß die Wärmequelle sehr weit unterteilt ist. Mit dieser Anordnung läßt sich sowohl leicht eine gleichmäßig hohe Temperatur erreichen, wie auch eine Vorwärmezone schaffen. Ein Umwälzen des Schmiedegutes ist dabei in den meisten Fällen nicht notwendig. Da die Verbrennung in einem solchen Ofen mit fast theoretischer Luftmenge vor sich geht, kann der Querschnitt der Abzugskanäle verhältnismäßig klein gehalten werden. Die Abzugskanäle liegen seitlich der Brenner in der Brennerwand. Die Abgase werden durch den über dem Ofen liegenden Metallkanalerhitzer geleitet und geben hier den größten Teil ihrer Wärme ab. Die unteren Reihen der Brenner sind nach unten geneigt, die oberen schräg nach oben. Bei dieser Anordnung wird das Schmiedegut, das in der Regel nicht auf dem Herd, sondern auf Unterlagen liegt, gut umspült.

Die Verhältnisse dieses Gasschmiedeofens sind mit geringen Änderungen auf einen ölbeheizten Ofen übertragbar.

Ofen für große Schmiedestücke.

Für das Anwärmen großer Schmiedestücke scheidet kohlebeheizte Öfen in neuerer Zeit aus, da sich die erforderliche gleichmäßige Wärmeabgabe an das Stück nicht erreichen läßt. Ein gasbeheizter Wärmeofen für große Achteckrohblöcke ist in Abb. 34 dargestellt. Der Herd ist fahrbar angeordnet. Soll der Rohblock aufgelegt oder vom Herd genommen werden, wird

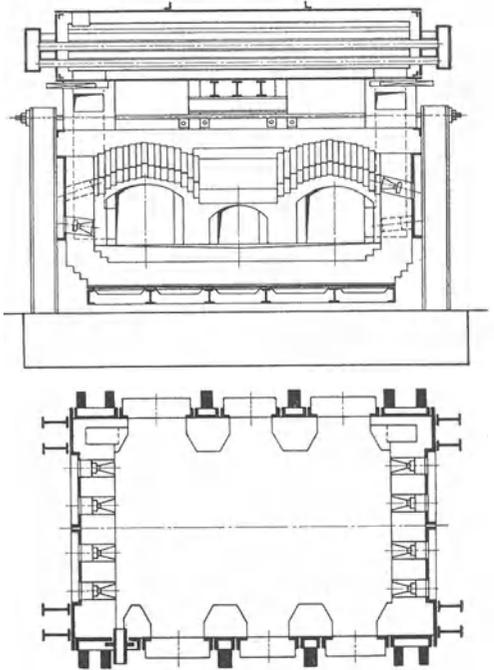


Abb. 33. Preßgasschmiedeofen (Indugas, Essen).

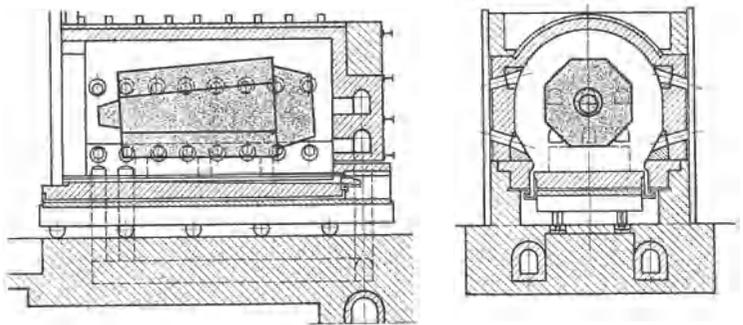


Abb. 34. Preßgasgroßschmiedeofen (Selas, Berlin).

Der Herd ist fahrbar angeordnet. Soll der Rohblock aufgelegt oder vom Herd genommen werden, wird

dieser aus dem Ofen gezogen, so daß der Block mit den Kranketten gut gefaßt werden kann. Bei kleineren Öfen, etwa solchen, die Blöcke bis 1000 kg anwärmen, wird der Herd von Hand bewegt. Größere Öfen besitzen für die Bewegung des Herdes besondere elektrische Triebwerke. Die Abdichtung zwischen Herd- und Ofenwand geschieht durch Sandrinnen, die am Herd angebracht sind und in die ein unter der Ofenwand angebrachtes Winkeleisen eintaucht. Um auch für die Unterseite des Rohblockes die Wärmestrahlung auszunutzen, wird der Block auf Unterlagen gelegt, die $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ seines Durchmessers hoch sind. Die obere Seite des Herdes ist mit feuerfesten Steinen ausgemauert oder mit feuerfesten Massen ausgestampft, und zwar so, daß in Mitte Herd eine Rinne gebildet wird, die nach

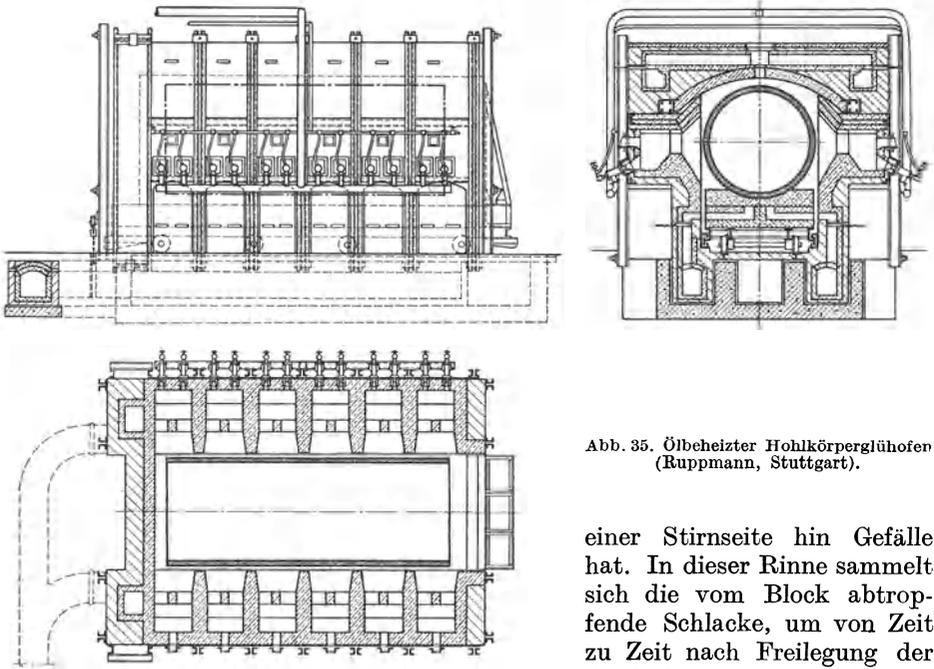


Abb. 35. Ölbeheizter Hohlkörperglühofen (Ruppmann, Stuttgart).

einer Stirnseite hin Gefälle hat. In dieser Rinne sammelt sich die vom Block abtropfende Schlacke, um von Zeit zu Zeit nach Freilegung der Ausflußöffnung abzufließen.

Das Schlimmste, was bei einem solchen Ofen geschehen kann, ist das Fehlen des Schlackenabflusses. Die Schlacke „wächst“ dann auf dem Herd und fließt schließlich seitlich in die Sandrinne und erkaltet dort, so daß die Zwischenräume zwischen Herd und Ofenwand mit fester Schlacke ausgefüllt sind. Gelingt es in solchen Fällen nicht, die Schlacke stückweise während des weiteren Anwärmens von der Stirnseite her auszubrechen, muß man den Ofen ausgehen lassen, um durch Herstellung größerer Öffnungen den Herd frei zu bekommen. Die Brenner sind bei diesem Ofen so angeordnet, daß die Flammen aus den oberen Brennerreihen sich oberhalb und aus den unteren Brennerreihen sich unterhalb des Blockes entwickeln, keinesfalls jedoch auf den Block treffen. Die gesamte Wärmezufuhr ist bei diesem Block auf 32 Brenner unterteilt, die in 4 Reihen zu je 8 Stück angeordnet sind. Mit dieser Unterteilung wird wohl eine gleichmäßige Anwärmung erreicht. Die Abgase werden sowohl durch die Abzüge in der hinteren Stirnwand abgezogen, wie auch durch die Abzüge, die kurz über dem Herd an der Türseite des Ofens unterhalb der beiden Brenner vorgesehen sind. Der Ofenquerschnitt ist dem des Rohblockes angepaßt. Der Abstand zwischen Block und

Ofenwand ist an allen Stellen fast gleich, um eine gleichmäßige Umspülung und Anwärmung zu erreichen.

Ofen für Hohlkörper. Der ölbeheizte Glühofen in Abb. 35 dient dem Anwärmen von Hohlkörpern. Die Glühtemperaturen liegen zwischen 600 und 900°, während die Verbrennungstemperatur des Öles etwa 1400° beträgt. Um das Glühgut nicht dieser hohen Temperatur auszusetzen, entwickelt die Flamme sich nicht im Ofenraum, sondern in Kammern, die zwischen Brenner und Ofenraum liegen. Von den Kammern aus dringt die Wärme ausgeglichener in den Herdraum. Zwischen Herd und Ofenwand wird bei diesem Ofen durch Doppelsandrinnen abgedichtet. Die Anzahl der Abgaskanäle ist bei diesem Ofen besonders groß und in gleicher Weise verteilt wie die Brenner; die Kanäle liegen sowohl im Ofengewölbe wie auch im Herdwagen. Der Ofen ist als Tunnelofen gebaut. Die Vorderseite wird während des Betriebes durch eine senkbare Tür verschlossen, während die Türe der Unterseite als Aufbau am Herdwagen befestigt ist.

IV. Die Maschinen und Werkzeuge der Freiformschmiede.

A. Die Schmiedehämmer.

Allgemeine Anforderungen. An die Schmiedehämmer der Freiformschmiede werden dem großen Erzeugungsplan entsprechend die verschiedenartigsten Ansprüche gestellt: Die Steuerung der Hämmer muß so eingerichtet sein, daß sich schwere und leichte Schläge in schneller oder langsamer Folge oder einzeln geben lassen. (Wie wir später sehen werden, entsprechen nicht alle Hämmer dieser Anforderung.) Amboß und Fundament müssen so bemessen sein, daß die aufgewendete Kraft sich im Schmiedestück in möglichst großem Maße in Verformungsarbeit umsetzt, ohne besonders spürbare Erschütterungen des Standortumkreises hervorzurufen. Ober- und Untersattel und Kolbenstange sollen sich leicht auswechseln lassen. Sämtliche Steuer- und Absperrorgane müssen auf der Seite angebracht sein, an der der Hammerführer während des Betriebes steht. Damit Zylinder und Kolbenstange einwandfrei geschmiert werden, ist zwangsläufige Schmierung vorzusehen.

Schwanzhammer. Diese wohl älteste Art der durch Naturkraft betriebenen Schmiedehämmer ist aus den Schmieden noch nicht verschwunden. Es liegt daher nahe, anzunehmen, daß der Schwanzhammer neben seinen zahlreichen Nachteilen auch eine Reihe von Vorteilen besitzt. Das trifft zu: dort wo die Wasserkraft sehr billig, die Anfuhr des zu verarbeitenden Werkstoffes günstig ist, und wo der Hammer fast ausschließlich zum Breiten oder Strecken dünner Massenteile verwandt wird, kann er auch heute noch wirtschaftlich sein.

Der Stiel ist aus Buchen- oder Eschenholz, Abb. 36. Der Ring mit den beiden Warzen, der sogenannte Waagring, um den der Hammerstiel wippt, wird mit Holz- oder Eisenkeilen festgetrieben. Am unteren Ende des Stieles sitzt der Solring, am oberen der Hammerkopf. Beim Drehen der Ertelwelle (auch Oertelwelle) werfen die Ertel den Stiel nach abwärts, daß der untere Teil des Solrings gegen die Prellstockplatte fährt und abprallt. Durch dieses Abprallen erhält der Hammerkopf beim Abwärtsgang eine höhere Anfangsgeschwindigkeit, so daß er mit kräftigem Schlag auf den Untersattel fällt.

Der Schwanzhammer kann sowohl unmittelbar von der Wasserradwelle aus als auch durch Riemen angetrieben werden. Beim unmittelbaren Antrieb wird die Geschwindigkeit durch die Wassermenge, die auf das Wasserrad gelassen wird, geregelt, beim Riemenantrieb läßt man den Riemen mehr oder weniger auf der Festscheibe laufen.

Schwanzhammer gegen Parallel- oder Gleishammer. Während beim Schwanzhammer der Obersattel im Bogen auf den Amboß aufschlägt, also die Arbeitsflächen nur in einer bestimmten Stellung parallel zueinander liegen, bewegt sich der Bär bei den Parallel- oder Gleishämmern senkrecht auf den Amboß zu. Die

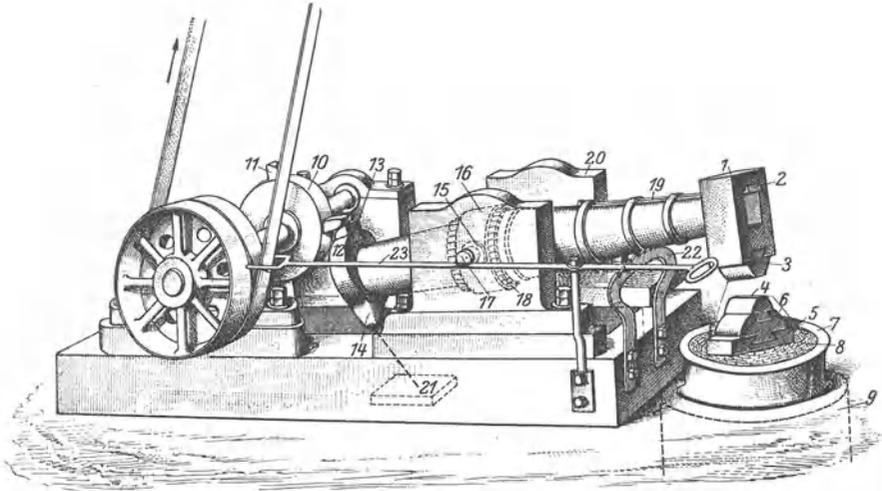


Abb. 36. Schwanzhammer.

1 Hammerkopf, 2 Hammerfederkopf, 3 Oberkern, 4 Unterkern, 5 Schabottenstock, 6 Amboßstock, 7 Schabottenring, 8 Schabotte, 9 Erdteil der Schabotte, 10 Pauke, 11 Örtel, 12 Solring, 13 Solringkern, 14 Solringklocker, 15 Warzenloch, 16 Waging, 17 Warze, 18 Futterholz, 19 Obere Feder, 20 Ständer, 21 Prellstockplatte, 22 Wassermann, 23 Einrücker.

Arbeitsflächen sind, gleichgültig um welche Entfernung es sich handelt, parallel zueinander. Alle folgenden Hämmer gehören zu dieser allein wichtigen Gruppe.

Kurbelhämmer, Blattfederhämmer. Der Bär des Blattfederhammers in Abb. 37 wird durch die Kurbelwelle (unten rechts) bewegt, deren Kraft durch die Federung

der Exzenterstange *E* auf die Blattfedern *H* übertragen wird. Der kräftige Schlag kommt in erster Linie durch die Wirkung der Federn zustande, die durch das Auf- und Abschnellen die Auftreff- bzw. Endgeschwindigkeit vergrößern. Gesteuert werden solche Hämmer durch Fußhebel. Die Kurbelwelle wird durch Riemenscheibe (Fest- und Losscheibe) angetrieben. Durch Niedertreten des Fußhebels wird der Riemen mehr oder weniger auf die Festscheibe geschoben. Es ist auf diese Weise möglich, den Hammer mit beliebiger Schlagzahl laufen zu lassen. Leider

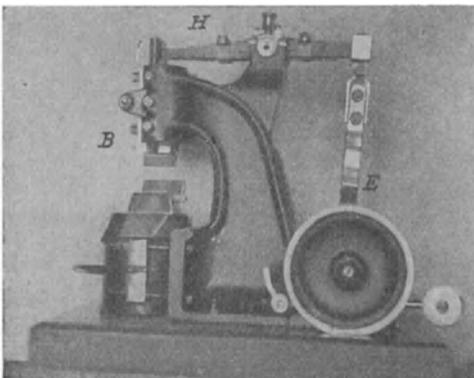


Abb. 37. Ajaxhammer.

haben solche Hämmer den Nachteil, daß die Schlagzahl bei leichten Schlägen geringer, bei kräftigen Schlägen größer ist. Umgekehrt wäre es richtiger, weil die leichten Schläge geringe Veränderungen beim Schmiedestück hinterlassen und dessen Bewegung deshalb leichter ist.

Luftfederhämmer. Der gebräuchliche Ausdruck ist fälschlicherweise „Luft-

hammer“, obwohl der Hammer allgemein durch einen Elektromotor angetrieben wird. Die Luft ist nur das elastische Übertragungsmittel, das die an die Kurbelwelle übergebene Kraft bis zur Kolbenstange fortleitet.

Bei dem Luftfederhammer in Abb. 38 treibt der Elektromotor die Kurbelwelle über eine Räderübersetzung. Arbeitskolben und Bärkolben bewegen sich in verschiedenen Zylindern. Der Arbeitskolben erzeugt in den zugehörigen Zylinderräumen *I*, *II* und den mit diesen in Verbindung stehenden Bärzylinderräumen *III* und *IV* wechselnd Über- und Unterdruck. Dem Richtungswechsel der Luftspannung entsprechend wird der Bärkolben in den Bärzylinder gehoben oder aus ihm herausgeschleudert.

Die zwischen den Zylindern zur Steuerung des Hammers angeordneten beiden Rundschieber werden durch Fuß- oder Handhebel bewegt. Die Stellung der Schieber beim Hochhalten ist die Mittelstellung. Die Luft, die unter dem Arbeitskolben erzeugt wird, geht durch den unteren Schieber und wird unter Zuhilfenahme eines Tellerventils unter den Bärkolben gedrückt.

Die Stellung der Schieber beim Hochhalten ist die Mittelstellung. Die Luft, die unter dem Arbeitskolben erzeugt wird, geht durch den unteren Schieber und wird unter Zuhilfenahme eines Tellerventils unter den Bärkolben gedrückt.

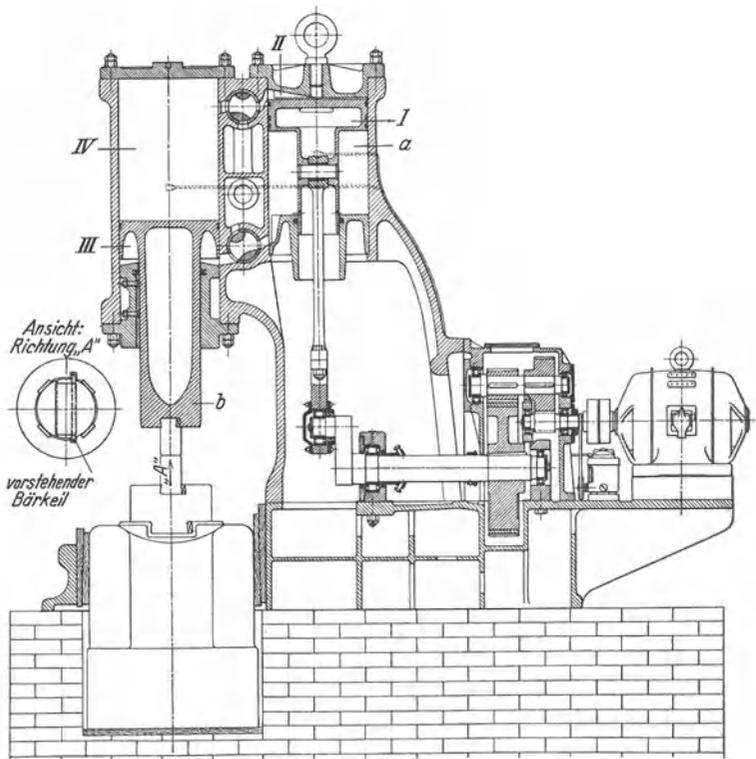


Abb. 38. Luftfederhammer (Beché & Groß, Hückeswagen).

Die Luft, die über dem Arbeitskolben erzeugt wird, geht durch den oberen Schieber ohne jegliche Arbeit in den Auspuff. Zum Biegen lassen sich Schmiedestücke durch Niederpressen des Bärs auf den Untersattel festhalten, dadurch, daß die Luft unter dem Arbeitskolben durch den unteren Schieber unter Verwendung eines Tellerventils mit Feder und durch den oberen Schieber auf den Bär gepumpt wird. Die Luft, die sich unter dem Bär befindet, wird dabei durch den unteren Schieber ins Freie abgeführt. Einzelschläge, sogenannte Setzschläge, erhält man durch plötzliches Aufreißen der beiden Hauptschieber aus der Leerlaufstellung in die Schlagstellung, so daß die Luft, die unter dem Kolben erzeugt wird, unmittelbar unter den Bär geführt wird, und die über dem Kolben erzeugte Luft unmittelbar auf den Bärkolben wirkt. Nach erfolgtem Schlag werden die beiden Rundschieber wieder in ihre Ausgangsstellung gebracht, um den Leerlaufzustand herzustellen. Damit der Arbeitskolben beim Aufgehen nicht unter den Zylinderdeckel schlägt, ist die obere Ein- und Ausströmöffnung so tief ange-

ordnet, daß sich zwischen Deckel- und Bärkolben ein Luftkissen bildet. Der Kolben ist als Hohlkörper ausgebildet, am unteren Ende besitzt er eine Schwalbe zur Aufnahme des Obersattels. Luftfederhämmer dieser Art wurden in der neueren Zeit bis zu einem Bärgewicht von 2000 kg gebaut.

Dampfhämmer.

Entwicklung. Im Jahre 1841 bereits erhielten die Brüder Schneider in Creusot ein französisches Patent auf einen Dampfhämmer. Fuchs gibt in seinem Buch „Schmiedehämmer“ an, daß der Engländer Nasmyth jedoch als der erste Dampfhämmerkonstrukteur zu gelten hat. Bis zu dieser Zeit kannte man nur den Schwanzhammer, der jedoch dem ständigen Größerwerden der Schmiedestücke nicht folgen konnte. Nasmyth schuf schon damals die noch heute gebräuchliche Form des Doppelständerhammers. Er benutzte den Dampf lediglich dazu, den Bär zu heben. Viel später erst ließ man den Abdampf auf die Oberseite des Kolbens wirken, um durch sein Ausdehnungsvermögen die Fallgeschwindigkeit zu beschleunigen. Heute wird als Oberdampf ausschließlich Frischdampf verwendet.

Die Vorteile des Dampfhammers in der Freiformschmiede liegen bei den mittleren und kleinen Schmiedestücken, die einen vielfach größeren Formenreichtum aufweisen als die großen. Der größere Formenreichtum bedingt eine größere Verschiedenheit der Schlagkräfte, und in dieser Beziehung ist der Dampfhämmer jedem anderen Hammer, und auch der Presse, überlegen.

Man kann mit dem Dampfhämmer leichte und schwere Einzelschläge, sogenannte leichte und schwere „Setzschläge“ geben und auch eine schnell hintereinander folgende Zahl leichter und schwerer Schläge, lediglich durch Verstellung des Hubes, d. h. durch einfaches Regeln des Dampfein- und -auslasses. Diese Anpassungsfähigkeit des Schlages, die derjenigen beim Handschmieden gleichkommt, haben den Dampfhämmer bis heute bei seinen übergroßen Fehlern in der Freiformschmiede das Leben gesichert.

Die Nachteile des Dampfhammers. Mit der Anpassung an die Gesetze der Wärmetheorie, die unserer Dampfmaschine den verhältnismäßig hohen Wirkungsgrad gibt, kann man dem Dampfhämmer nicht beikommen: seine notwendige Hubregelung bedingt einen großen Dampfverbrauch. Die Kondensation des Auspuffdampfes, überhaupt dessen Bewirtschaftung ist äußerst schwierig, weil die Dampfmenge ununterbrochen wechselt, man aber jede Anlage auf den größten Dampfverbrauch anlegen muß, die dann bei mittlerem Verbrauch äußerst unvorteilhaft arbeitet, so daß dadurch Anlage- und Betriebskosten sehr hoch werden. In größeren Schmieden wird der Abdampf zum Antrieb von Abdampfturbinen oder auch zur Erwärmung des Kesselspeisewassers benutzt.

Ein besonderer Nachteil der schweren Hämmer sind die Stöße, die sie dem Erdreich versetzen. Die Stöße pflanzen sich wellenförmig fort und zerstören im Laufe der Zeit Öfen, Kanäle und Gebäude.

Die Bewegung, die der Amboß durch den Schlag des Hammers erhält, kann nur durch die träge Masse eines schweren Fundamentes gemäßigt werden. Schwere Fundamente verteuern aber die Anschaffung eines Dampfhammers ungemein. Jedoch nicht nur die Fundamente des Hammers selbst, sondern auch die der Öfen, Kanäle und Wände in seiner Umgebung tragen zur Vergrößerung der Anschaffungskosten bei, da sie schwerer ausgeführt werden müssen.

Bauarten der Dampfhämmer. Es kann nicht Zweck dieses Heftes sein, sämtliche Hammerkonstruktionen, deren es eine Unzahl gibt, durch Abschreiben der Firmenkataloge dem Schmied vorzuführen. Er kann sich diese Kataloge selbst verschaffen und erhält dadurch Aufklärung genug; auch wird in der Regel jedem

neuen Dampfhammer die nötige Betriebsanweisung und Behandlungsvorschrift mitgegeben. Die Hauptsache ist, daß der Schmied weiß, welche Art von Dampfhammern seinem Zweck am dienlichsten ist.

Hinsichtlich ihres äußeren Aufbaues sind zu unterscheiden: 1. Einständer-

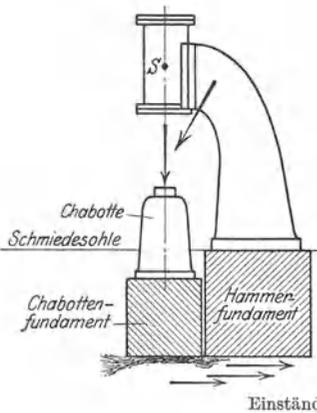


Abb. 39.

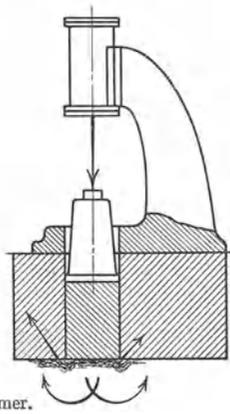


Abb. 40.

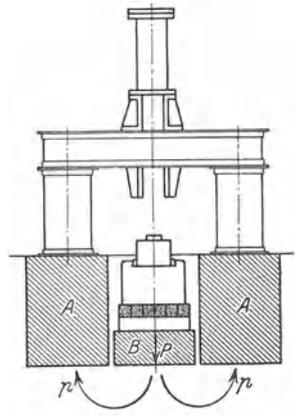


Abb. 41. Brückenhämmer.

hammer mit dem einseitig gestützten Fuß, Abb. 39, oder dem die Schabotte umfassenden Fuß, Abb. 40, der wegen der Starrheit des Hammergerüsts stets den Vorzug verdient.

Man benutzt Einständerhämmer für kleine und mittlere Schmiedestücke und baut sie im allgemeinen bis zu einem Bärge wicht von 2000 kg. 2. Zweiständerhämmer für größere Schmiedestücke (Abb. 41 ... 43).

Abb. 44 gibt Ansicht und Schnitt eines Einständerhammers mit einer die Schabotte umfassenden Fußplatte wieder. Die Befestigung des Hammerständers mit der Fußplatte wurde durch Benutzung von Federn elastisch gehalten. Die Hammersättel stehen unter 45° zur Längsrichtung des Hammers, um Stücke größerer Länge strecken sowie breiten zu können. Die Kolbenschiebersteuerung ist selbststeuernd und für Einzelschläge eingerichtet. Bei Häm mern mit mehr als 500 kg Bärge wicht wird die Selbststeuerung nicht mehr angewandt.

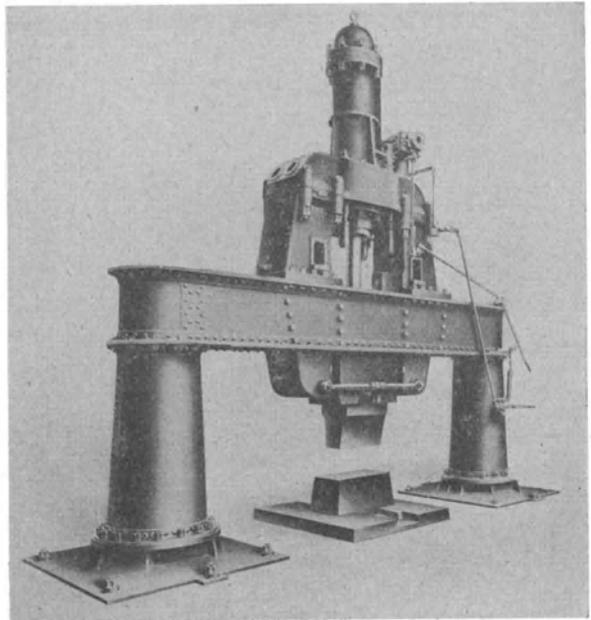


Abb. 42. Brückendampfhammer (Eumuco, Leverkusen-Schleibusch).

Die Ausführungsarten der einzelnen Hammersteuerungen weichen voneinander ab. Man unterscheidet Kolbenschieber-, Flachschieber-, Hahn- und Ven-

tilsteuerung. Abb. 45 zeigt die Einzelheiten eine der heute gebräuchlichen Ventilsteuerungen. Um bei kleinster Hubhöhe große Durchströmquerschnitte zu erhalten, sind die Ventile als Doppelsitzventile ausgebildet. Sie werden durch Spiralfedern belastet. Beim Drehen der Steuerwelle drückt der Steuernocken gegen den Winkelhebel, der das Ventil anhebt. Wird die Drehrichtung der Steuerwelle geändert, so schließen die Spiralfedern die Ventile. Zu einer Ventilsteuerung gehören vier Ventile, und zwar je ein Auslaß- und Einlaßventil für Oberdampf und je eins für Unterdampf. Zum Heben des Bärs wird das Oberdampfauslaßventil zeitlich etwas früher geöffnet als das Unterdampfeinlaßventil. Beim Schlagen öffnet sich das Unterdampfauslaßventil etwas früher als das Oberdampfeinlaßventil.

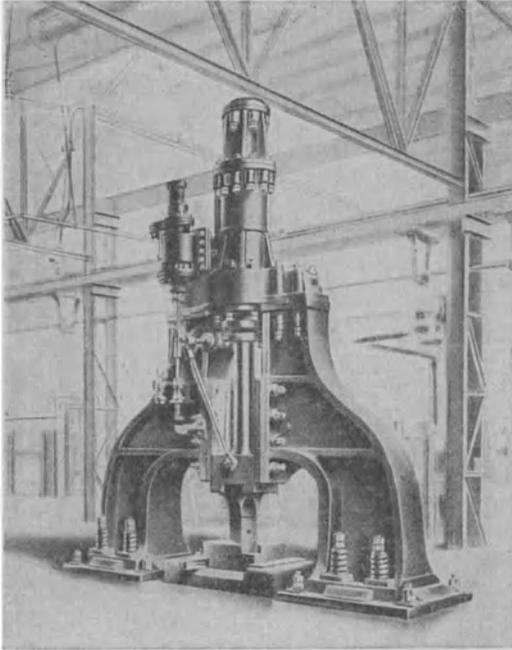


Abb. 43. Doppelständerdampfhammer (Emuco, Leverkus-Schlebusch).

Hammer, Bär und Kolbenstange sind bei Hämmern unter 500 kg meistens aus einem Stück. Bei größeren Hämmern wird die Kolbenstange in den Bär eingesetzt. Kolbenstangen-Bär-Verbindungen sind im Laufe der Jahre zahlreich entwickelt worden. Am häufigsten ist jedoch die Kegelformverbindung, Abb. 46, anzutreffen. Die Kolbenstange ist der am stärksten beanspruchteste Teil des Hammers. Ihre Lebensdauer hängt von der Art des Werkstoffes, dem Zustand der Bärführungen, dem Eigenspannungszustand der Stange, der Schmiedetemperatur und der Stärke der Schmiedestücke ab.

In den Zylinder des Hammers ragt eine abgefederte Pufferstange hinein, Abb. 47, um die Beschleunigung des aufwärtsfliegenden Kolbens bei hochhübigen Schlägen abzufangen, aufzuspeichern und beim Schlage wieder abzugeben; wodurch der Bär mit großer Anfangsgeschwindigkeit seinen Niedergang beginnt. Der Zertrümmerung des Deckels wird auf diese Weise vorgebeugt.

Schabotte (Amboß). Kleinere Hämmern erhalten einteilige, größere Hämmern mehrteilige Schabotten. Abb. 48 zeigt eine zweiteilige Schabotte. Unter dem Unterteil *c* liegt eine Filzplatte von 25 ... 50 mm Dicke. Bereits vom Fundament aus ist darauf zu achten, daß die Schabotte genau waagrecht liegt. Durch Schwalbe und Keile wird das Oberteil *b* im Unterteil *c* befestigt. Selbstverständlich sind alle Flächen, an denen sich die Schabottenteile berühren oder an denen Keile anliegen zu bearbeiten. In Abb. 49 ist eine dreiteilige Schabotte wiedergegeben; *a* ist der Untersattel. Bei kleineren Hämmern ist der Untersattel unter 45° zur Hammerhauptachse angeordnet, um beim Richten oder Breiten längere Stücke nicht durch den Hammerständer behindert zu sein. Schwalben und Keile sind besonders sorgfältig herzustellen. Wacklige Schabotten und Sättel verursachen Unfälle und schlechte Arbeit. Abb. 50 zeigt die Einzelheiten einer Schwalbe.

Die Hammerfundamente. Die Fachleute sind sich bisher über sie nicht einig geworden. Es ist hier nicht der Platz, die verschiedenen Meinungen zu erörtern. Die nachstehenden Gesichtspunkte sind für die Fundamentierung maßgebend.

Der Hammer trifft mit hoher Geschwindigkeit auf das Schmiedestück auf. Ein Teil der Energie wird im Schmiedestück in Verformungsarbeit umgesetzt, der Rest teilt sich der Schabotte mit und sucht diese nach abwärts zu schlagen. Je fester das Erdreich und je größer die Auflagefläche der Schabotte ist, desto größer ist der Widerstand, der sich der Bewegung der Schabotte entgegensetzt.

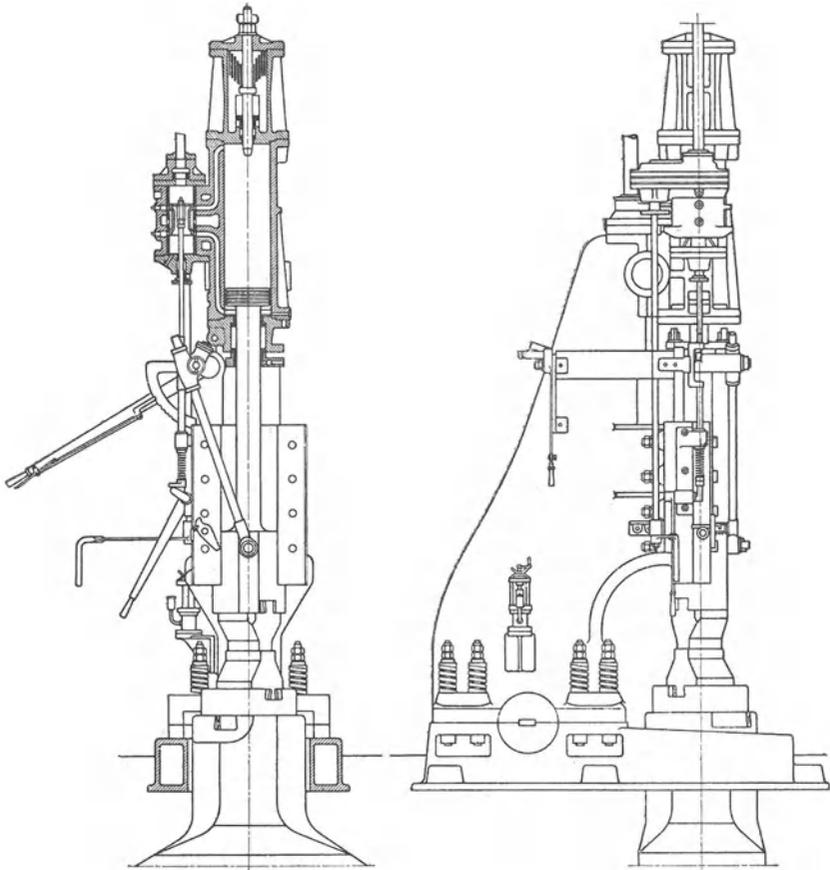


Abb. 44. Einständerdampfhammer (Eumuco, Leverkusen-Schleibusch).

Die Berechnungen lehren, daß für den Amboß im allgemeinen ein 15- bis 20faches Gewicht des Bärs genügt, um den nötigen Widerstand aufzubringen. Ein größeres Gewicht vermehrt den Widerstand nur unbedeutend. Wenn jetzt aber durch sehr elastische Unterlagen — wie mehrere Schichten Holzbalken unter der Schabotte — die geringen Schwingungen der schweren Schabotte durch wiederholte Schläge multipliziert werden, so wird die Wirkung der schweren Masse gerade in das Gegenteil umgewandelt. Schwingt die Schabotte entgegen dem Bär, so ist das ein Glückszufall: die gemeinsame Arbeit kommt dem Werkstück zugute; schwingt sie aber mit dem Bär in demselben Sinne, womit man rechnen muß, so ist ein großer Teil der Arbeit verloren. Aus diesem Grunde unterlasse man

jegliche starke Holzunterlage und gebe gepreßten Hammerfilz zwischen Schabotte und Fundament, wie oben beschrieben. Seine Elastizität genügt, um Brüche der Hammerkonstruktion zu vermeiden und die Schabotte am Schwingen zu hindern.

Um den Druck auf den Erdboden nach Möglichkeit zu verringern, gibt es zwei Mittel. Das eine ist die Verminderung des Flächendruckes, indem man die untere Fläche des Fundamentes so groß wie möglich macht, das zweite ist die große Masse des Fun-

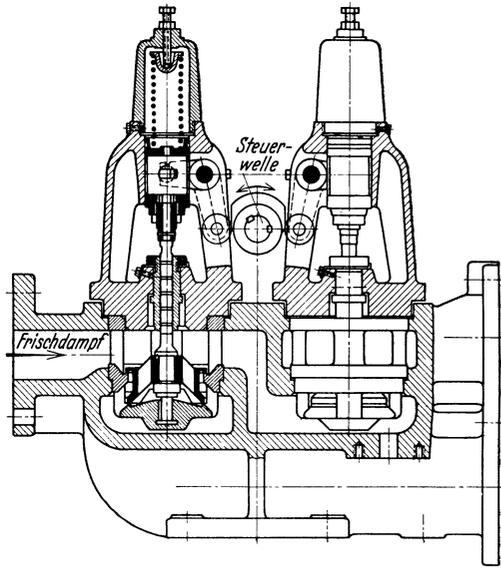


Abb. 45. Ventilsteuerung.

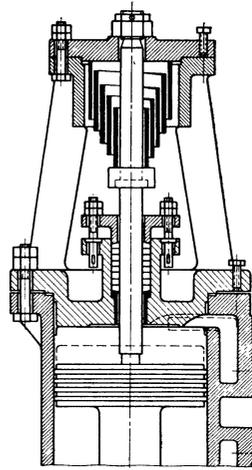


Abb. 47. Abfederung des Kolbens.

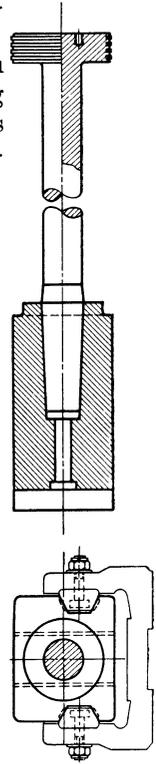


Abb. 46. Kolbenstangen-Bärverbindung.

daments unter der Schabotte, aus den oben besprochenen Gründen der Massenvirkung. Beide Mittel können aber nur angewandt werden, wenn man von der alten Fundamentierungsart abweicht.

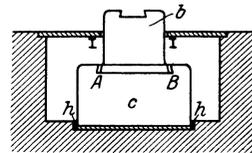


Abb. 48. Zweiteilige Schabotte

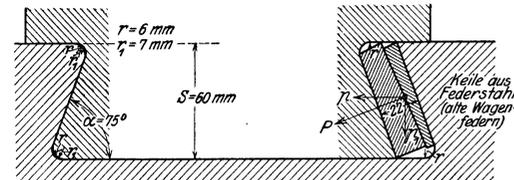


Abb. 50. Einzelheiten einer Schwalbe.

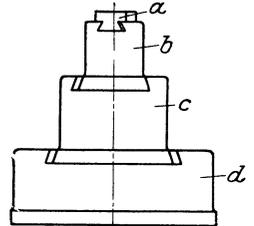


Abb. 49. Dreiteilige Schabotte.

wenn dies gleichmäßig geschah. Bei schiefen Hammerschlägen und ausgearbeitete

Man wollte die Hammerkonstruktionen dadurch schonen, daß man der Schabotte ein eigenes Fundament gab, vergaß aber dabei, daß das durch P (Abb. 41) in Schwingung gesetzte Erdreich gerade durch die Kräfte p , die durch die Schwingungen erzeugt werden, die Stöße auf die Konstruktion überträgt. War der Flächendruck von B zu groß, so wurde das Erdreich durch B verdrängt und unter A geschoben. Gut. Hammerschlägen und ausgearbeitete

ten Bärführungen wurde aber meist das eine Fundamentteil *A* gegen das andere ungleichmäßig verschoben, woraus dann Verzerrungen der Hammerkonstruktion folgten.

Guter Lehmboden, trockener Sandboden halten eine Hammer- und Schlagbelastung bis zu 5 kg/cm^2 aus. Sumpfige und moorige Böden sind für Hammerstandorte ungeeignet. Wenn ein Hammer dennoch an einem solchen Platz aufgestellt werden soll, ist die Baustelle entsprechend vorzubereiten, Abb. 51: Lange geteerte Pfähle aus Lärchenholz werden dicht nebeneinander eingetrieben,

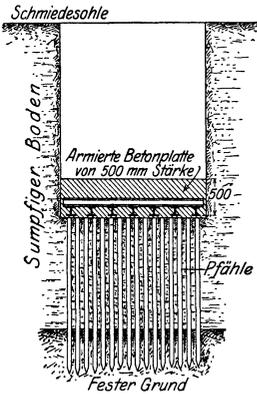


Abb. 51. Standortvorbereitung bei schlechtem Untergrund.

wenn man nicht 8...10 m tief ausheben und mit Beton ausfüllen will. Darauf wird eine mit Trägern armierete Platte gestampft und das Fundament darauf errichtet.

Bewährte Konstruktion: Im Jahre 1919 veröffentlichte Schweißguth in der Zeitschrift des VDI (Seite 1107) eine Fundamentanordnung, die sich im Laufe der Zeit aufs beste bewährt hat. Abb. 52 zeigt sie: die Fundamenteile *A* des Hammers ruhen elastisch auf dem Schabottenfundament *B*, von ihm getrennt durch die Filzunterlagen *f*, ebenso die Schabotte selbst. Der Druck des Schabottenfundaments auf die Flächeneinheit des Erdbodens wird um vieles geringer und mit ihm die Erschütterungen auf die Umgebung; dagegen wird die Masse unter der Schabotte bedeutend vergrößert, ohne die Gesamtfundamentmasse zu vergrößern. Ebenso wird es beim Einständerhammer mit umfassendem Rahmen. Der Hammer kann nur überhängen, wenn das Fundament sich schief stellt und das kann es bei richtigen Abmessungen nicht. Die senkrechten Wände werden durch Teerpappe getrennt, Abb. 53.

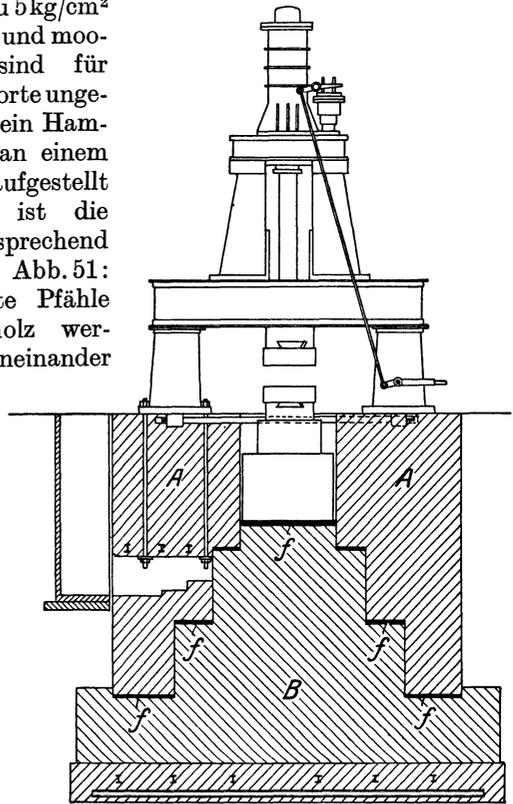


Abb. 52. Dampfhammerfundamentierung (nach Schweißguth).

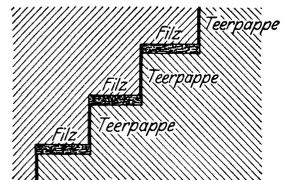


Abb. 53. Fundamentzwischenräume.

B. Die Schmiedepressen.

Die Leistung der Hämmer konnte den stetig wachsenden Anforderungen nicht mehr genügen, da mit dem Größerwerden der Hämmer die Erschütterungen auf die Umgebung unerträglich wurden. Im Gegensatz zu den Hämmern, die Schlagarbeit verrichten, leisten die Pressen reine Druckerbeit. Bei der anfänglichen Größe der Rohblöcke verringert sich der Hub und damit die Schlag-

leistung des Hammers, so daß sich nur die äußeren Werkstoffschichten verformen. Erst wenn die Höhe des Schmiedestücks geringer und der Hub entsprechend größer wird, ist die Schlagleistung so groß, daß auch das Innere des Stückes durchgeschmiedet wird. Die Presse dagegen gibt bei jeder Höhe des Stückes denselben Arbeitsdruck.

Als Schmiedepressen für die Freiformschmiede werden heute ausschließlich reinhydraulische und dampfhydraulische Pressen verwendet. Diese unterscheiden sich von jenen dadurch, daß das erforderliche Preßwasser in einem neben der Presse stehenden Dampftreibapparat (auch Dampfdruckübersetzer) erzeugt wird.

Reinhydraulische Pressen.

Grundsätzliche Arbeitsweise. Die Wirkung der reinhydraulischen Presse beruht auf dem Gesetz, daß der Druck in einer Flüssigkeit sich fortpflanzt. Das Gefäß *C* in Abb. 54 sei mit einer vollkommen luftlosen Flüssigkeit, z. B. Glycerin oder Wasser angefüllt. Durch die obere Wand seien 2 Kolben dicht, aber verschiebbar eingeführt, und es sei die Kreisfläche $\frac{D^2 \cdot \pi}{4}$ des

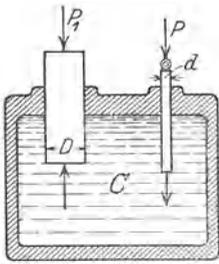


Abb. 54. Fortpflanzung des Flüssigkeitsdruckes.

größeren Kolbens zehnmal so groß wie die Kreisfläche $\frac{d^2 \cdot \pi}{4}$ des kleineren Kolbens.

Drückt man nun *d* mit der Kraft *P* in die Flüssigkeit hinein, so wird sich *D* um den verdrängten Rauminhalt herausbewegen und einen Widerstand *P*₁ überwinden, der zehnmal so groß ist wie *P*; nimmt man also *P* = 10 kg, so wird *P*₁ = 10 × 10 = 100 kg. Der Weg *s* aber, den *P* in der Flüssigkeit zurücklegt, wird (da die verdrängten Rauminhalte gleich sind) zehnmal so groß sein wie der von *P*₁ zurückgelegte Weg *s*₁, so daß die geleistete Arbeit, die sich aus Kraft × Weg zusammensetzt, in beiden Fällen die gleiche ist, d. h.: $P \cdot s = P_1 \cdot s_1$.

Schema der Anordnung. In Abb. 55 vertritt der Plunger *F* die Stelle des großen Kolbens *P*, während sich der kleine Kolben in der Pumpe befindet, die das Preßwasser erzeugt (in der Abbildung nicht enthalten). Zwischen Pumpe und Presse wird in der Regel ein Kraftspeicher (Akkumulator) angebracht. Die Kraftspeicher werden in einem späteren Abschnitt besprochen. Das vom Kraftspeicher kommende Preßwasser dient sowohl dazu, den Preßplunger nach abwärts zu bewegen als auch, ihn nach geleisteter Arbeit wieder in seine alte Lage zurückzuholen. Bei einem flotten Gang der Presse ergibt dies eine große Anzahl von Schaltungen der Ventile, die sich einzeln mit der erforderlichen Schnelligkeit nicht durchführen ließen. Sämtliche Steuerorgane sind deshalb in einer Steuerung zusammengefaßt und werden mit einem Handhebel betätigt. Bei normalem Schmieden ist der Handhebel *A* mit dem Hebel *B* gekoppelt. Der Hebel *A* befindet sich in der Stillstandstellung, die Ventile 1, 3, 4, 5 und 6 sind geschlossen, das Ventil 2 ist geöffnet. Der Preßplunger kann in jeder Lage gehalten werden, da das Ventil *C* im Boden des Preßzylinders diesen sowohl gegen die Preßwasserleitung als auch gegen den Füllbehälter *J* abschließt. Soll nun ein Arbeitshub erfolgen, so muß der Obersattel *G* zunächst auf das Schmiedestück aufgesetzt werden, indem der Steuerhebel *A* in die „Vordruck“-Stellung gebracht wird. Hierdurch öffnen sich Ventile 4 und 6. Das von den Rückzugsplungern *H* verdrängte Wasser kann durch Ventil 4 abfließen. Plunger *F* sowie Querhaupt *E* sinken vermöge ihres großen Eigengewichtes. Das Füllventil *C* wirkt nunmehr als Saugventil, durch das sich Plunger *F* Wasser aus dem Füllbehälter *J* nachsaugen kann, damit

der Raum über dem Kolben gefüllt ist. Der Füllbehälter *J* wird durch das Ventil *K* unter gleichbleibendem Druck gehalten. Nach dem Aufsetzen des Obersattels auf das Schmiedestück schließt das Ventil *C* sich selbsttätig, so daß Preßzylinder *D* und Füllbehälter *J* getrennt sind. Um den Arbeitshub zu vollziehen, wird der Hebel *A* in die Stellung „Preßdruck“ gebracht, wobei sich Ventil *I* öffnet: Das Preßwasser dringt durch Ventil *C* in den Zylinder *D* ein und drückt auf den Plunger, durch den die Druckwirkung auf den Obersattel übertragen wird. Ist der Arbeitshub beendet, wird der Hebel *A* in die Stellung *I* „Rückzug“ gebracht. Ventil *I* und 4

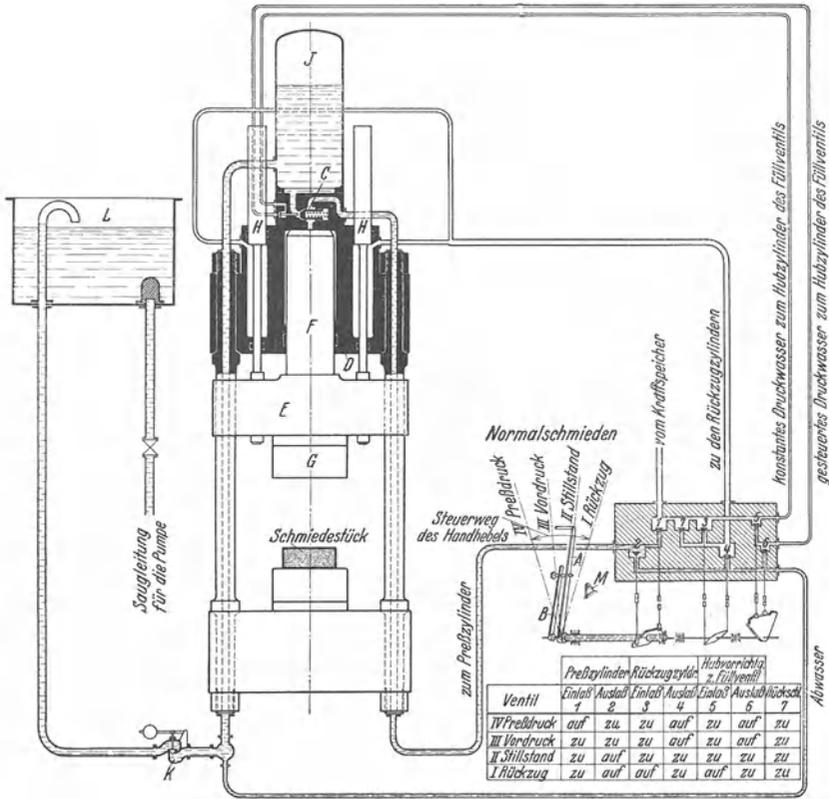


Abb. 55. Schema einer reinhydraulischen Schmiedepresse (Schloemann, Düsseldorf).

schließen sich, 2, 3 und 5 öffnen sich. Durch Ventil 3 erhalten die Rückzugszylinder *H* Preßwasser, die Plunger *H* bewegen sich nach oben und heben das Querhaupt *E* mit dem Plunger *F*. Durch das Öffnen des Ventils 5 erhält der Kolben des Füllventils *C* Preßwasser, öffnet dadurch dieses und gibt damit den Weg vom Zylinder *D* zum Füllbehälter *J* frei, damit beim Aufgehen des Plungers *F* das Wasser nach dorthin abfließen kann. Durch Ventil 2 entweicht der in der Preßwasserleitung vorhandene Überdruck in die Abwasserleitung. Das Ventil 7 ist ein Rückschlagventil und dient als Sicherheitsorgan für Fälle, wo unter den Ventilen ein größerer Druck entstehen könnte wie der auf ihnen lastende Kraftspeicherdruck. Ein solcher Fall könnte sich durch falsche Einstellung der Ventile oder durch Verschleiß ergeben. Wenn das aus dem Zylinder *D* nach dem Füllbehälter *J* fließende Wasser von diesem nicht aufgenommen werden kann, fließt

es über das Ventil *K* in den Sammelbehälter *L*. Will man mit dieser Presse kleinere Hübe, also Schlichthübe ausführen (Schnellschmieden), so wird der Hebel *B* von *A* entkoppelt und mit dem festen Bock *M* verbunden, Abb. 56. Die Ventile 3

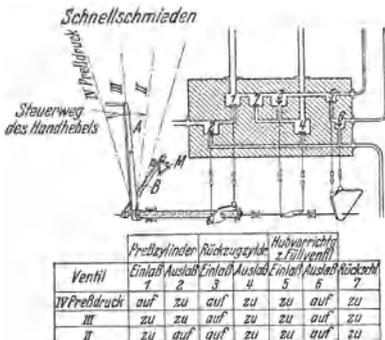


Abb. 56. Ventilstellung beim Schnellschmieden (Schloemann, Düsseldorf).

und 6 bleiben dadurch für die Dauer dieser Einstellung offen, 4, 5 und 7 dagegen zu. Die Rückzugszylinder erhalten Wasser von gleichbleibendem Druck. Durch das Öffnen des Ventils 6 bleibt das Füllventil *C* gegen den Behälter *J* geschlossen. Das Preßwasser wird nur mit den Ventilen *I* und *2* gesteuert, wodurch die Ventilbewegung sehr klein wird und die Preßdrücke in schnellster Weise aufeinanderfolgen.

Ausführung. Abb. 57 zeigt das Lichtbild einer solchen Presse. Der Steuerstand ist seitlich angeordnet, im Bilde nicht sichtbar. Diese Presse führt trotz ihres großen Druckvermögens (2500 t) bis zu 60 Schlichthübe in der Minute

aus. Der untere Teil der Säulen ist gegen Strahlwärme geschützt. Der Untersattel (Spitzsattel) ruht auf einem Schlitten, damit er je nach den Erfordernissen beim Schmieden verstellt werden kann.

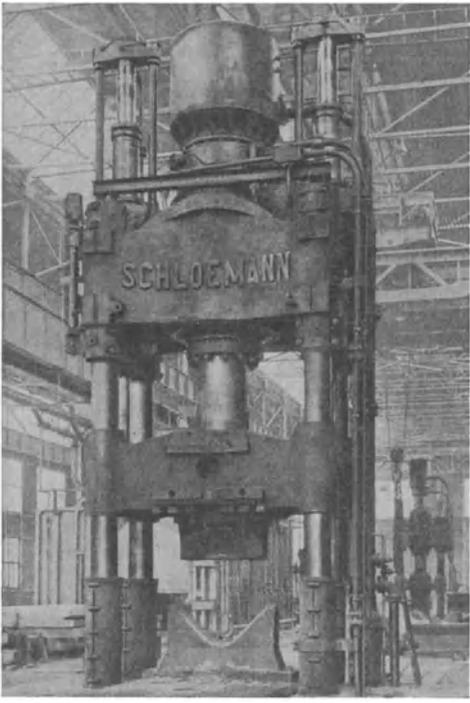


Abb. 57. Reinhydraulische Schmiedepresse (Schloemann, Düsseldorf).

Kraftspeicher(Akkumulatoren).

Nähme man die Preßwasserpumpe so groß, daß ihre Leistung dem Größtverbrauch der Presse entspräche, so ergäben sich nicht allein sehr große Pumpen, es müßte auch bei geringerer Leistung der Presse ein Teil des Wassers unbenutzt abgeleitet werden. Mit Hilfe des Kraftspeichers ist es möglich, mit einer kleineren Pumpe auszukommen und diese nur zeitweilig in Betrieb zu halten. Man unterscheidet Gewichts- und Luft-Kraftspeicher.

Gewichts-Kraftspeicher. In Abb. 58 ist in dem Zylinder *C* ein Kolben *K* geführt, an dessen Querhaupt seitlich die Gewichte hängen. Die Preßpumpe drückt das Preßwasser durch die Leitung *d* in den Zylinder, wodurch der Kolben verdrängt und gehoben wird. Der Hohlraum des Zylinders *C* ist durch die Leitung *b* mit der hydraulischen Presse verbunden. Soll z. B. in der Preßwasserleitung ein ständiger Druck von 200 at

gehalten werden und ist der Durchmesser der Kolbenstange $D_A = 200$ mm, so muß das Belastungsgewicht

$$G = 200 \cdot \frac{D_A^2 \cdot \pi}{4} = 200 \cdot \frac{20^2 \cdot \pi}{4} = 62\,800 \text{ kg sein.}$$

Die Reibung des Kolbens im Zylinder wirkt auf das Preßwasser druckvermindernd, weshalb die Gewichte etwas größer genommen werden müssen. Die Pumpe wird vom Kraftspeicher aus gesteuert, indem sie bei einem bestimmten Tiefstand des Kolbens eingeschaltet und bei einem bestimmten Höchststand ausgeschaltet wird. Für Fälle, wo durch einen Fehler in der elektrischen Schaltung die Pumpe nicht zum Stillstand kommen sollte, befindet sich im unteren Teil des Kolbens eine Längsbohrung, die in einem gewissen Abstand in eine Querbohrung ausläuft. Die Öffnung dieser Querbohrung wird in einer bestimmten Höchststellung freigegeben, so daß das Druckwasser entweichen kann und ein Heraustreten des Kolbens K aus dem Zylinder vermieden wird.

Luft-Kraftspeicher. Flüssigkeiten sind sehr unelastische Stoffe; jeder Stoß, den eine gepreßte Flüssigkeit erhält, wird durch sämtliche Gefäße, in denen sie gehalten wird, fortgepflanzt und in Flächendruck umgesetzt. Die Beschleunigung des abfallenden Kraftspeichergewichtes teilt sich den Flüssigkeitsadern des gesamten Rohrnetzes mit, und wenn diese bewegte Masse durch Schließen der verschiedenen Steuerungsventile plötzlich zum Stillstand gebracht wird, entstehen in den Leitungen und Gefäßen Stöße, die die Wandungen bis über die Bruchfestigkeit ihres Werkstoffes beanspruchen können. Die auf diese Weise bei hydraulischen Kraftspeichern oft eintretenden Rohrbrüche haben die Technik veranlaßt, einen elastischen Stoff als Gewichtsbelastung zu wählen: die Luft.

Das Wasser der Preßpumpe, Abb. 59, gelangt durch den festen Kolben K_w in den hohlen Kolben K_l , den es hochtreibt, wodurch die Luft im Zylinder C und Batterie B zusammengedrückt wird. Die Luft in B kann durch besonderen Luftkompressor ersetzt werden.

Es ist schon ein großer Vorteil der Luftkraftspeicher, daß die schweren Gewichte als bewegte Masse in Fortfall kommen. Die ganze Bauart ist dadurch leichter und Stöße in den Rohrleitungen werden durch die elastische Luft aufgenommen. Daraus folgt ein weiterer Vorzug: es kann die Kraftspeicheranlage ohne Gefahr groß genug gestaltet werden, daß sie auch bei verhältnismäßig kleinerer Pumpenanlage den nötigen Ausgleich schafft.

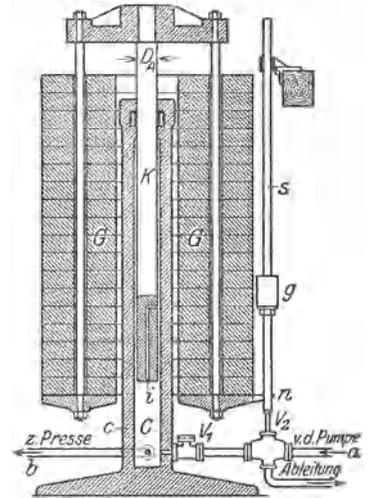


Abb. 58. Gewichtskraftspeicher.

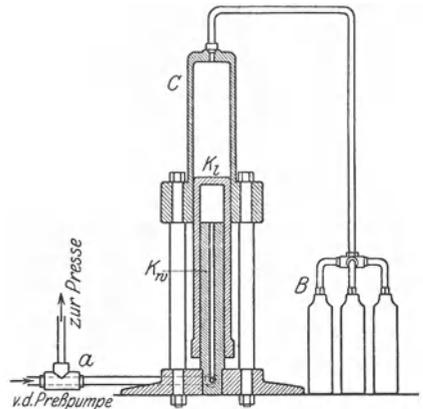
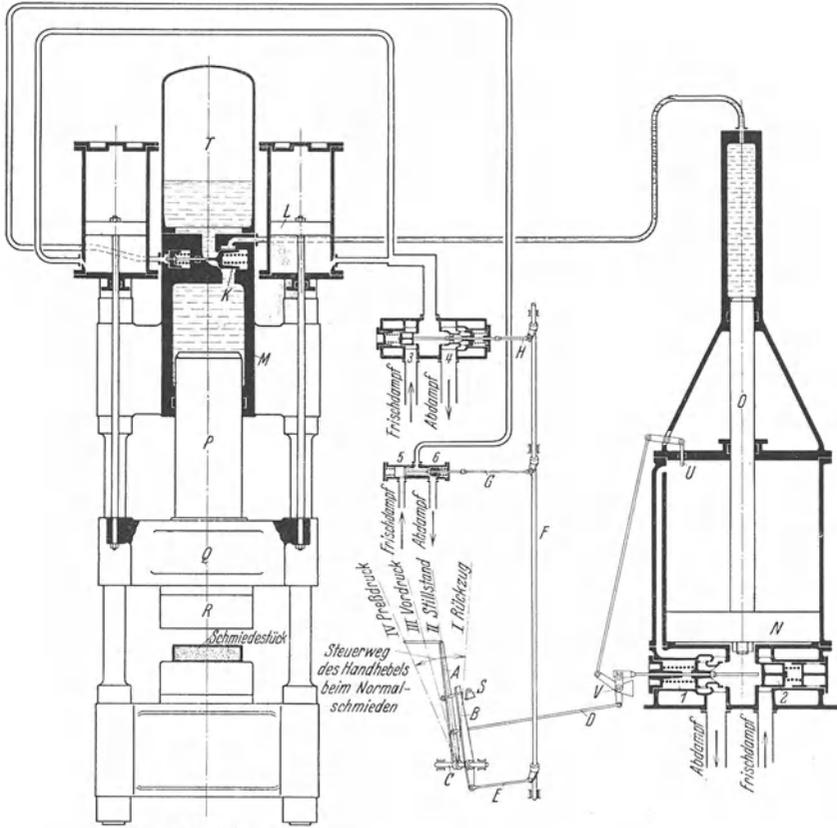


Abb. 59. Luft-Kraftspeicher.

Dampfhydraulische Pressen.

Schema der Anordnung. In Abb. 60 dient das Preßwasser nur dazu, den im Dampftreibapparat (rechts in der Abb.) durch den Plunger O erzeugten Druck auf den Plunger P zu übertragen. Auch diese Presse ist sowohl für größere und unterschiedliche Hübe (normales Schmieden) als auch für kurze Hübe (Schnellschmieden) eingerichtet. Ventil 1 ist für den Abdampf, 2 für den Frischdampf des Dampftreibappa-

rates; Ventil 3 ist für den Frischdampf, 4 für den Abdampf des Rückzugzylinders; 5 und 6 sind Frisch- bzw. Abdampfventile des Steuerkolbens des Füllventils *K*. In der Abbildung steht der Hebel *A*, der mit dem Hebel *B* gekuppelt ist, auf *II*: Stillstand, Ventil 1, 3 und 6 sind geöffnet, 2, 4 und 5 geschlossen. In diesem Zustand läßt sich die Presse in jeder Lage festhalten, da die Rückzugskolben Frischdampf haben und die Steuerseite des Kolbens *J* Abdampf hat, wodurch



Normalschmieden

Ventil	Dampftriebapparat		Rückzugzylinder		Hubvorrichtung zum Füllventil	
	Auslaß	Einlaß	Einlaß	Auslaß	Einlaß	Auslaß
IV Vordruck	zu	auf	zu	auf	zu	auf
III Vordruck	zu	zu	zu	auf	zu	auf
II Stillstand	auf	zu	auf	zu	zu	auf
I Rückzug	auf	zu	auf	zu	auf	zu

Abb. 60. Schema einer dampfhydraulischen Schmiedepresse (Schloemann, Düsseldorf).

das Ventil *K* geschlossen bleibt. Bevor ein Arbeitshub erfolgen kann, muß der Obersattel auf das Schmiedestück aufgesetzt werden. Dies geschieht in der Weise, daß der Hebel *A* auf Vordruck gestellt wird. Mit dieser Einstellung wird das Abdampfventil 4 geöffnet, so daß die Rückzugskolben *L* das Querhaupt nicht mehr halten. Unter dem Druck von 8 atü, der im Füllbehälter *T* herrscht, öffnet sich das Ventil *K*, der Preßzylinder füllt sich. Hat der Obersattel auf das Schmiedestück aufgesetzt, so wird der Hebel *A* in Stellung *IV* (Preßdruck) gebracht: das Frischdampfventil 2 öffnet sich, der Dampf tritt unter den Kolben *N* und wirkt auf den Plunger *O*. Das Preßwasser pflanzt den Druck fort zum Plunger *P*. In seiner höchsten Stellung schlägt der Dampfkolben *N* an den Anschlag *U* und schließt

damit das Frischdampfventil 2. Durch Umlegen des Hebels *A* in Stellung *I* wird der Rückzug des Querhauptes eingeleitet: Abdampfventil *I* öffnet sich, der Abdampf dringt sowohl in die Abdampfleitung als auch auf die Oberseite des Kolbens *N*, damit den Abwärtsgang beschleunigend. Gleichzeitig öffnet sich Frischdampfventil 3 und läßt den Frischdampf unter die Rückzugs- kolben *L* treten. Ferner öffnet sich Ventil 5, und der Kolben *J* öffnet das Füllventil *K*; das von Plunger *P* verdrängte Wasser kann zum Zylinder des Plungers *O* und in den Füllbehälter *T* abfließen.

Zum Schnellschmieden wird Hebel *B* (Abb. 61) von Hebel *A* abgekuppelt und an dem festen Bock *S* festgemacht. Die Ventile 4 und 5 sind ständig geschlossen, die Ventile 3 und 6 ständig geöffnet. Durch das offene Ventil 3 stehen die Rückzugszylinder unter Frischdampf. Der Hubkolben *J* des Füllventils *K* ist in seiner rückwärtigen Stellung durch das geöffnete Auslaßventil 6 mit dem Abdampfraum verbunden, so daß Füllventil *K* dauernd geschlossen bleibt. In der Hebelstellung 3 ist das Auslaßventil 1 und das Einlaßventil 2 geschlossen. Das bewegliche Querhaupt *Q* unter dem Preßplunger *P* kann bei dieser Hebelstellung in jeder beliebigen Lage gehalten werden. Durch das Öffnen des Einlaßventils 2 erhält der Preßplunger *P* das durch den Treibkolben *O* erzeugte Druckwasser. Der Steuerhebel befindet sich in Stellung *IV* „Preßdruck“. Das Auslaßventil 1 ist geschlossen, der Dampf- kolben *N* erhält Frischdampf.

Der Rückzug der Presse wird durch Umsteuern des Hebels *A* in die Stellung *II* veranlaßt. Dabei ist das Einlaßventil 2 geschlossen, das Auslaßventil 1 geöffnet. Das bewegliche Querhaupt *Q* mit dem Preßplunger *P* geht soweit nach oben, bis der Zylinderraum für den Treibkolben *O* mit Wasser gefüllt ist.

Bauarten. Für größere Leistungen baut man die Schmiedepressen ausschließ- lich als Viersäulenpressen, Abb. 62, für geringere Leistungen als Einständer-

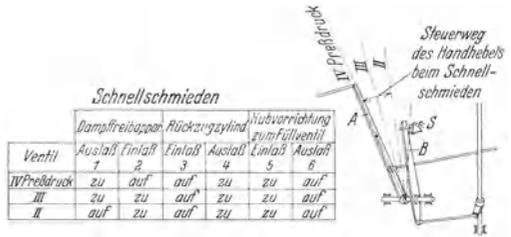


Abb. 61. Ventilstellung beim Schnellschmieden (Schloemann, Düsseldorf).

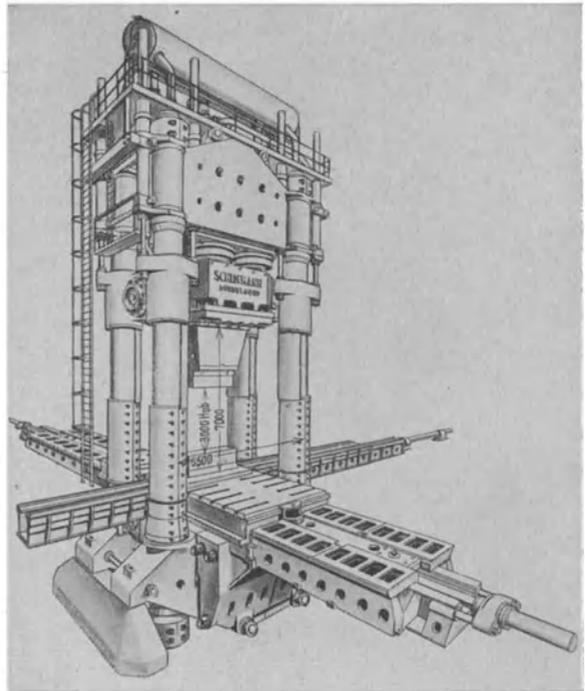


Abb. 62. Dampfhydraulische Schmiedepresse, 15 000 t Druckvermögen (Schloemann, Düsseldorf).

oder einhüftige Pressen. Bei der Presse in Abb. 62 handelt es sich um die

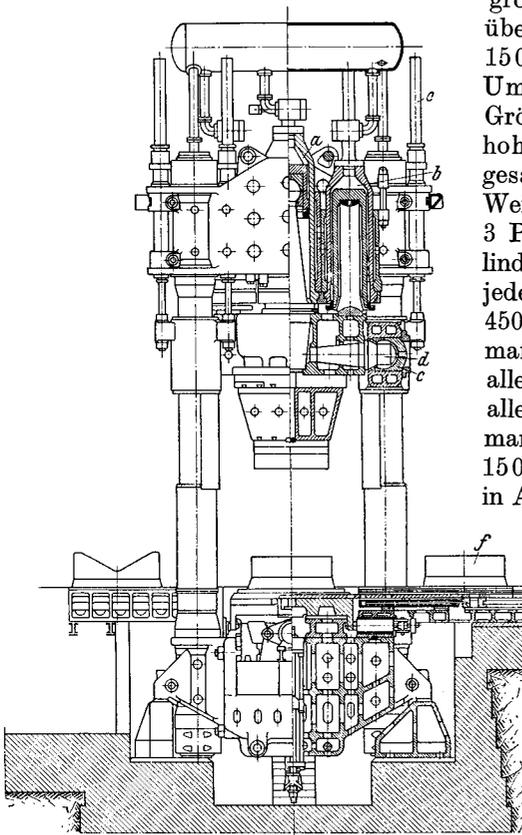


Abb. 63. Schnitt und Ansicht durch eine dampfhydraulische Schmiedepresse mit 15000 t Druckvermögen (Schloemann, Düsseldorf).

rückholen des riesigen Querhauptes sind acht Rückzugszylinder angeordnet. Die Säulen sind in ihrem unteren Teil gegen die vom Schmiedestück abstrahlende Wärme durch Muffen geschützt, über die sich in Höhe des Untersattels vom Querhaupt herabhängende halbrund gebogene Bleche schieben. Bei kleinen Pressen, auf denen kleinere Blöcke verarbeitet werden und wo infolge der kürzeren Zeitdauer der einzelnen „Wärmen“ die Strahlwärme geringer ist, kann ein solcher Schutz entbehrt werden. Während die Bewegung des Untersattels in Schmiedrichtung auch an älteren Pressen üblich ist, wurde bei der Presse Abb. 63 zum schnelleren Werkzeugwechsel eine quer zur Schmiedrichtung angeordnete Sattelverschiebvorrichtung vorgesehen. Die zum Schmieden benötigten Untersättel werden vor dem Schmieden auf die Werkzeugverschiebplatte gesetzt. Zum Werkzeugwechsel wird das Schmiedestück nur durch die Schmiedekräne angehoben, und die Untersättel können in beliebiger

größte bisher gebaute Schmiedepresse überhaupt. Ihr Höchstdruck beträgt 15000 t, bei dampfhydraulischem Antrieb. Um bei Schmiedestücken geringerer Größe nicht unnützerweise mit dem hohen Druck arbeiten zu müssen, ist das gesamte Druckvermögen in folgender Weise unterteilt: Die Presse besitzt 3 Preßzylinder; der mittlere Hauptzylinder *a*, Abb. 63, leistet 6000 t, während jeder der beiden seitlichen Zylinder *b* je 4500 t Druck abgibt. Je nachdem, ob man nun mit dem mittleren Zylinder allein oder den seitlichen allein oder mit allen dreien gleichzeitig arbeitet, erhält man die Druckstufen: 6000 t, 9000 t, 15000 t. Bei der 2500-t-Schmiedepresse in Abb. 57 ist das bewegliche Querhaupt

(auch Laufholm genannt) aus einem Stück, also starr. Das bewegliche Querhaupt der Presse Abb. 63

ist aus mehreren Stahlgußstücken zusammengesetzt und durch die in den Querhauptführungen *c* kugelig gelagerten Zapfen *d* beweglich gehalten.

Zum Zu-

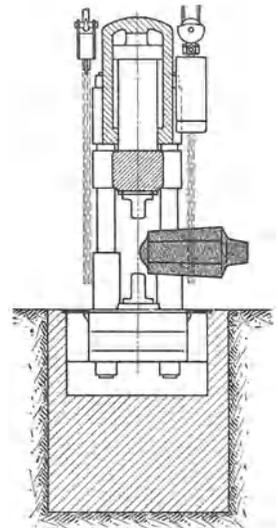


Abb. 64. Bisher übliche Bauart einer Schmiedepresse.

Weise verschoben werden. Die Hauptwerkzeugverschiebevorrichtung (in Schmiedrichtung), Abb. 63, ist so lang gehalten, daß sich beim Aufweiten von Hohlkörpern der gesamte Werkzeugaufbau außerhalb der Säulen machen läßt. Ebenso wird der Hohlkörper mit dem Dorn außerhalb der Säulen in die Ständer gelegt und die Verschiebeplatte mit dem ganzen Aufbau unter die Presse gefahren.

Konstruktive Neuerung: Ihrem äußeren und inneren Aufbau nach sind die Schmiedepressen bisher wenig unterschiedlich. Die Preßzylinder sind ausnahmslos im oberen festen Querhaupt angeordnet. Die Abmessungen des festen Querhauptes sind dementsprechend sehr groß, was einen nachteiligen Einfluß auf die Entfernung der Schmiedekrane hat, Abb. 64. Diese Entfernung ist meistens so groß, daß beim Einfahren des warmen Rohblockes stets der Untersattel dem Block entgegengefahren werden muß, um den Block überhaupt auf den Sattel legen zu können. Die Länge der Rohblöcke steht im allgemeinen in einem bestimmten, auf langer Erfahrung beruhenden Verhältnis zum Blockdurchmesser. Da kommt es häufig vor, daß kurze Blöcke bei der großen Kettenentfernung zu Anfang des Schmiedens nur mit einem Kran gefaßt werden können. Erst wenn der Block lang genug gestreckt ist, kann der zweite Kran mittragen. Eine solche Arbeitsweise vermindert die Leistung. Man nahm diesen Zustand bis heute als unabänderlich in den Kauf. Erst in der allerneuesten Zeit wurde dem Patentamt die Anordnung in Abb. 65 vorgelegt. Es handelt sich um eine Schmiedepresse, bei der Preßzylinder und

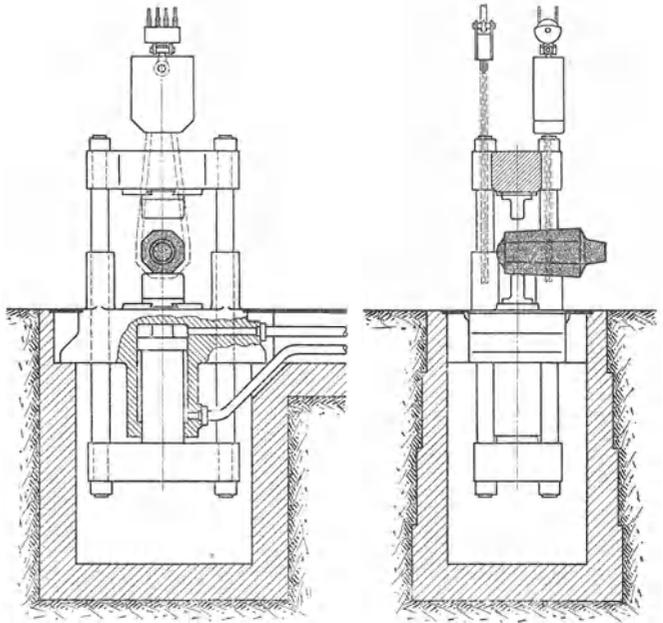


Abb. 65. Neue Bauart einer Schmiedepresse.

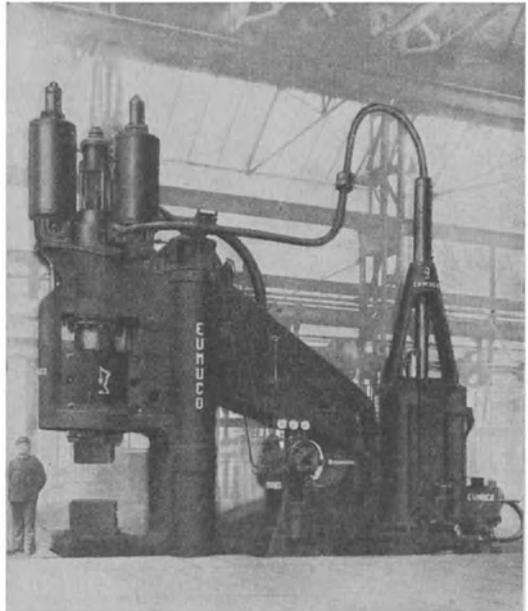


Abb. 66. Einhüttige Schnellschmiedepresse (Eumuco, Leverkusener-Schlebusch).

Rückzugszylinder unter Hüttenflur liegen (Schloemann, Düsseldorf). Das obere feste Querhaupt ist zu einem einfachen Querstück geworden. Die Bewegung des Kolbens wird auf die Säulen übertragen, so daß diese die ganze Hubbewegung mitmachen. Die Vorteile dieses Aufbaues sind aus der Seitenansicht der Abb. 65 erkenntlich: Die Entfernung der Schmiedekranketten ist viel kleiner. Das Oberhaupt der Presse ist vollständig frei von Rohrleitungen.

Es handelt sich bei dieser Anordnung um einen neuen Gedanken; über die konstruktive Entwicklung der Angelegenheit kann noch nichts gesagt werden.

Einhüftige Schmiedepressen lehnen sich im Aufbau an die Einständerhämmer an. Man baut solche einhüftigen Pressen bis zu 2000 t Druck. Bei der Presse in Abb. 66 werden die Zugkräfte von zwei im Ständer untergebrachten Säulen aufgenommen. Die Presse wird dampfhydraulisch getrieben; der Dampfdruckübersetzer ist neben der Presse angeordnet. Der Dampfkolben bewegt sich im unteren, der Preßkolben im oberen Teil. Beim Dampfeinlassen wird im Verhältnis der Querschnittsfläche vom Dampfkolben zum Preßkolben im oberen Teil des Dampfdruckübersetzers Preßwasser erzeugt, das zum Preßzylinder geleitet wird. Der Füllwasserbehälter ist im Ständerinnern untergebracht. Zum Zurückholen des Kolbens dienen bei dieser Presse zwei Dampfrückzüge. Ober- und Untersattel sind im Winkel von etwa 45° zur Maschinenmitte angeordnet, um beim Strecken langer und sperriger Stücke nicht durch den Ständer behindert zu sein.

Vor- und Nachteile der dampf- und reinhydraulischen Presse.

Dort, wo bereits Schmiedepressen vorhanden sind, wird sich selten die Notwendigkeit ergeben, durch Umbau von der einen Antriebsart auf die andere überzugehen. Bei Neueinrichtungen jedoch hat man sich für diese oder jene Antriebsart nach folgenden Gesichtspunkten zu entscheiden:

Zu einer dampfhydraulischen Presse gehört außer dem Dampfdruckübersetzer eine Dampferzeugungsanlage und eine Druckwassererzeugungsanlage. Diese läßt sich leider nicht entbehren, da selbst beim Vorhandensein von Dampfdruckzügen für die Verschiebetischbewegung Druckwasser notwendig ist. Die Anlagekosten einer dampfhydraulischen Presse sind, wenn man den Dampf vorhandenen Kesseln entnehmen kann, geringer als die einer reinhydraulischen Presse, bei der die Druckwassererzeugungsanlage wohl regelmäßig erstellt werden muß. Wenn man jedoch neue Kessel aufstellen muß, werden die Anlagekosten bei einer dampfhydraulischen Presse wesentlich höher werden als bei einer reinhydraulischen. Beim dampfhydraulischen Antrieb lassen sich die Vorteile des hochgespannten Dampfes nicht ausnutzen, so daß man gezwungen ist, Kessel mit niedriger Spannung zu halten oder bei Dampfturbinenbetrieb Zwischendampf zu entnehmen. Diese Maßnahme trägt zur Vereinfachung des Betriebes leider nicht bei. Ohne zusätzlichen Dampf, also etwa mit dem durch Abhitze der Schmiedeofen gewonnenen Dampf, läßt sich eine dampfhydraulische Schmiedepresse nicht betreiben. Der dampfhydraulische Betrieb setzt wesentlich umfangreichere Steuerungen voraus als der reinhydraulische, wodurch sich während des Betriebes gewisse Verzögerungen ergeben, die sich summieren und oft eine geringere Hubzahl in der Zeiteinheit zur Folge haben. Hinsichtlich der Wartung erfordert bei dampfhydraulischen Pressen das Vorhandensein von Druckwasser und Dampf (Hauptzylinder und Dampfdruckzügen) im oberen Oberhaupt der Presse sowie der Dampfdruckübersetzer wesentlich mehr Aufmerksamkeit als reinhydraulische Anlagen. Bei diesen lassen sich die wirtschaftlichen Vorteile, die sich aus der Verwendung hochgespannten Dampfes und zentralisierter Energieerzeugung ergeben, besser ausnutzen. Der Betrieb sowohl der Presse selbst wie auch der Rückzüge und

Tischverschiebung ist durch das Vorhandensein nur einer Energiequelle einfacher. Die Entfernung zwischen der dampfhydraulischen Presse und der Dampferzeugungsanlage muß wegen der Kondensatverluste und des Spannungsabfalles sehr kurz sein. Zwischen der Druckwassererzeugungsanlage und der reinhydraulischen Presse läßt sich schon die Entfernung größer machen. Die Energieerzeugung für die dampfhydraulische Presse führt im Gesamtbetrieb immer ein gewisses Eigenleben, was schon in der räumlichen Trennung von der Hauptenergiezentrale des Werkes begründet ist. Die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen leidet sowohl unter diesem Eigenleben wie auch vor allem darunter, daß die Anlagen für den Höchstbedarf gebaut sein müssen und deshalb bei verminderten Anforderungen nicht voll ausgenutzt sind. Die Energieerzeugung der reinhydraulischen Presse aber läßt sich innerhalb der Energieerzeugung des Gesamtwerkes unterbringen und nach den hier gültigen Bedingungen führen.

C. Hammer oder Presse?

Diese Frage hat früher die Gemüter sehr erregt; heute ist sie geklärt.

Zum Vergleich dieser beiden Maschinenarten benutzte man das Stauchbeispiel: Man stauchte leichte zylindrische Stücke unter dem Hammer und unter der Presse. Dabei ergab sich, daß der unter dem Hammer gestauchte Zylinder sich an den Enden (Abb. 67 u. 68) und der unter der Presse gestauchte sich in der Mitte ausbauchte (Abb. 69). Man folgerte hieraus, daß sich unter der Presse der Werkstoff besser durcharbeiten lasse als unter dem Hammer. Begründet wurde diese Annahme mit den sehr verschiedenen Geschwindigkeiten der beiden Maschinen. Martens und Beckmann fanden jedoch bei ihren Versuchen, daß die Größe der Geschwindigkeit fast ohne Einfluß auf die Formveränderung ist und daß mit Zunahme der Druck- oder Schlagwirkung je Flächeneinheit, die Tiefe der Verformung zunimmt oder, um auf das Zylinderbeispiel zurückzukommen, daß die Form (Abb. 69) mit einem Hammer erreicht wird, wenn die Schlagwirkung groß genug ist. Die Temperatur des Versuchskörpers spielt naturgemäß eine große Rolle. Beim Hammer spielt sich der Vorgang schneller ab als bei der Presse, wodurch bei dieser die Möglichkeit größerer äußerer Abkühlung des Schmiedestücks besteht, während bei der hohen Verformungsgeschwindigkeit des Hammers durch innere Reibung im Stück sich mehr Wärme entwickelt als beim Pressedruck.

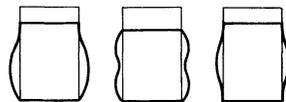


Abb. 67...69. Verformung zylindrischer Stauchproben.

Nun kommen Staucharbeiten wie bei dem Zylinderbeispiel in der Freiformschmiede verhältnismäßig selten vor, so daß dieses für den Vergleich der beiden Maschinen nur geringe Bedeutung besitzt. Es erscheint zweckmäßiger, an Hand der üblichen Schmiedestücke, die Verhältnisse näher zu beleuchten. Bei dieser Betrachtung ergibt sich zunächst, daß das Gebiet der großen Schmiedestücke, also von etwa 12 t Einsatzgewicht ab, fast ausnahmslos der Presse zugefallen ist. Stücke mit Einsatzgewichten zwischen 3 und 12 t werden sowohl unter Hämmern als auch unter Pressen hergestellt. Unter 3 t verwendet man ausschließlich Hämmer. Es geht hieraus bereits hervor, daß die Größe der Hämmer nach oben, diejenige der Presse nach unten begrenzt ist. Die Gründe hierfür liegen hauptsächlich in den Beschaffungskosten. In den kleineren und mittleren Größen sind die Kosten für Hämmer günstiger als die für Pressen. Für größere Leistungen konnte sich deshalb der Hammer nicht durchsetzen. Die Verformungsart ist innerhalb aller Schmiedestücksgrößen etwa gleich. Der Größenunterschied macht sich naturgemäß sowohl in der Oberflächenbeschaffenheit wie Maßhaltigkeit bemerkbar: Kleine Schmiedestücke lassen sich sauberer und maßhaltiger schmieden als große. Die Frage, wie bei

Vorhandensein beider Maschinen die Aufträge auf diese zu verteilen sind, wird fast immer nach der Größe entschieden, abgesehen von den Fällen, wo ein Stück sich zur Herstellung unter der einen oder anderen Maschine überhaupt nicht eignet. Die vielfach geäußerte Ansicht, daß unter der Presse die Stücke weniger sauber würden als unter dem Hammer, trifft nur in den Fällen zu, wo die Arbeitsstücke im Verhältnis zur Presse zu klein sind. Dieser Übelstand würde sich genau so ergeben, wenn man unter einem Hammer im Verhältnis zu seinem Bärgewicht zu kleine Schmiedestücke herstellen wollte.

Maßgenauer läßt sich unter der Presse arbeiten, da sich hier Begrenzungsstücke verwenden lassen, was bei Hämmern wegen der damit verbundenen Gefahr ausgeschlossen ist. Dünnere Gegenstände eignen sich ausschließlich für Hämmer, weil sich beim Schmieden unter der Presse die Stücke zu stark abkühlen würden. Für Schmiedestücke mit verwickelten und sperrigen Formen eignet sich die Presse besser als der Hammer, da durch den ruhigen Gang die Lage des Stückes wenig verändert wird, so daß trotz geringer Hubzahl in der Zeiteinheit doch mehr Arbeit geleistet wird.

Die Presse kann auf den Werkstoff bei jeder beliebigen Höhe des Arbeitsstückes mit derselben Kraft drücken. Beim Hammer hingegen vermindert sich die Schlagwirkung mit wachsender Höhe des Schmiedestückes infolge der Verkürzung des Hubes.

Ein großer Teil der beim Hammer aufgewendeten Energie geht verloren. Sie wird vom Amboß und Fundament nicht an das Schmiedestück in Gestalt einer Formveränderung abgegeben, sondern ins Erdreich weitergeleitet. Die hierdurch auftretenden Erschütterungen rufen nicht nur Zerstörungen an den einzelnen Gebäuden, Kesseln, Öfen u. dgl. hervor, sondern auch an den im weiten Umkreise stehenden fremden Bauwerken. Die Presse steht ruhig auf dem Fundament. Abgesehen von der geringen Massenbeschleunigung der bewegten Teile, durch die die Maschine das Bestreben erhält, ihr Fundament in die Erde zu drücken, wird die gesamte Druckkraft vom Werkstoff aufgenommen und die Kraft, mit der der Werkstoff widersteht, durch die Pressesäulen, Wangen und Ständer.

Man kann nicht ohne weiteres die Wirtschaftlichkeit einer 5-t-Presse und eines Dampfhammers von 250 kg Bärgewicht miteinander vergleichen und sagen, daß die Presse einen höheren Wirkungsgrad habe als der Hammer. Dazu gehören sehr umständliche Berechnungen. Außerdem sind Hammer und Presse zwei grundverschiedene Maschinen, die vernunftgemäß nur zu solchen Arbeiten benutzt werden sollten, für die ihre verschiedenen Charaktereigenschaften sie geeignet machen. Jedenfalls: Trotz seiner geringen Wirtschaftlichkeit und seiner mangelhaften Wirkung in bezug auf die Verbesserung des Rohstoffes hat der Hammer in der Freiformschmiede bisher seinen Platz noch behauptet.

D. Die Greif- und Wendewerkzeuge.

Handwerkzeuge. Form und Art der in der Freiformschmiede gebräuchlichen Wendewerkzeuge sind je nach der Größe der Schmiedestücke verschieden. Der Feuerschmied faßt das kurze Schmiedestück mit der Schmiedezange, deren Maulform in der Regel der Querschnittsform des Schmiedestückes angepaßt ist, Abb. 70. Das Zangenmaul erhält runde Form oder Winkelform für Rundeisen und runde Zapfen, flache Form oder Winkelform für Quadrat-, Flach- und Vierkanteisen. Um das seitliche Ausrutschen des Schmiedestückes zu vermeiden, wird die Oberlippe mit den seitlichen Lappen *l* versehen, Abb. 71. Denselben Zweck verfolgen die Zangen Abb. 72 u. 73. Ganz dünne Gegenstände faßt man mit Zangen nach Abb. 74. Die Zangenschenkel müssen am Griff federn, Abb. 75, und bei kleineren Zangen

mit der linken Hand leicht zusammendrückbar sein, damit die Hand nicht ermüdet. Bei schweren Schmiedestücken spannt man einen Ring über den Griff, Abb. 76. Nur bei ganz großen Zangen wird jeder Schenkel mit der Hand gefaßt; der Spannring bleibt offen. Größere Schmiedestücke lassen sich mit Zangen nicht mehr regieren, auch würden die Zangen zu schwer. An ihre Stelle tritt ein Wendwerkzeug, das in den Schmieden unter dem Namen „Horn“ bekannt ist, Abb. 77. Es wird auf das Schmiedestück aufgeschraubt. Die 4 Greifenden sind weit abge-

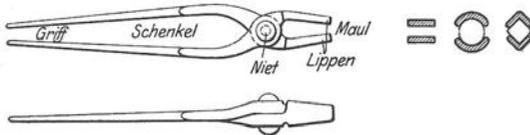


Abb. 70. Schmiedezange für kleinere Stücke.

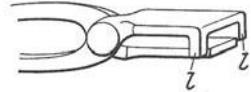


Abb. 71. Schmiedezange für Flachstahl.

bogen, um einen möglichst großen Hebelarm zu geben. Damit der Schmied durch Prellschläge nicht verletzt wird, wird das Horn federnd aufgeschraubt.

Schwenkkrane. a) Für Handbetrieb. Wird die Bewegung des Schmiedestückes für einen Mann zu schwer, so hilft wohl ein zweiter, besser ist es jedoch, am Hammer oder Ofen einen leichten Schwenkkran anzubringen, Abb. 78. Die Rolle trägt ein in der Höhe verstellbares Gehänge, das wiederum unten eine leichte

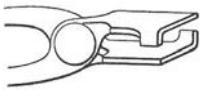


Abb. 72.

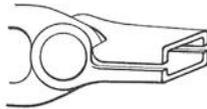


Abb. 73.

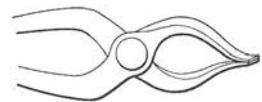


Abb. 74. Schmiedezange für dünne Gegenstände.

Abb. 72/73. Schmiedezangen für Flachstahl.

Rolle mit einer kurzen, endlosen Kette trägt. Ein solcher Kran kann fast um 180° schwenken, und wenn die Zapfen- und Rollenlager sorgfältig hergestellt sind, folgt er leicht den Bewegungen des Schmiedestückes. Alle Maschinen und Vorrichtungen, die Lasten heben sollen — das ist in der Schmiede besonders wichtig —, besitzen eine elastische Aufhängung, damit das Gehänge bei einmal eingestellter Höhenlage

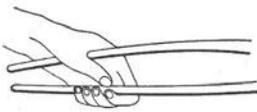


Abb. 75. Federnde Zangenschenkel.

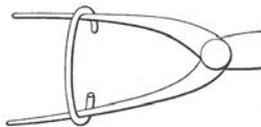


Abb. 76. Offener Zangenring.

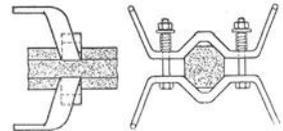


Abb. 77. Horn.

beim Schmieden nachgeben kann, um Prellungen, Durchbiegungen oder Zerreißen der Seile oder Ketten zu vermeiden.

Bei mittleren Einständerhämmern genügt in den meisten Fällen ein Schwenkkran mit Handwinde. Der Kran befindet sich an der Seite des Hammers, an der der Schmied steht. Das Stück wird von der anderen Seite aus durch den Schmiedehelfer mit einem ungleichschenkligen, doppelarmigen Hebel angehoben und gewendet. Der Hebel wird im Dachgebälk oder am Hammer befestigt, oft auch mit beweglicher Rolle auf einer Schiene in der Nähe des Hammers angebracht, Abb. 79. Beim Scheibenschmieden bedient man sich mehrerer solcher Hebel. Die Scheibe wird beim Flachschiemen (oder Stauchen) nach jedem Schläge angehoben und kreisförmig gedreht.

b) Mit elektrischem Betrieb. Reichen der kleine Schwenkkran oder der Schwenkkran mit Handwinde und der Hebel nicht mehr aus, übernimmt der elektrische Kran die Arbeit. Bei den mittleren Hämmern und kleineren einhüftigen Pressen ist er als Schwenkkran, bei größeren Hämmern und Pressen als Bühnenkran ausgebildet. Abb. 80 zeigt die einfachste Anordnung

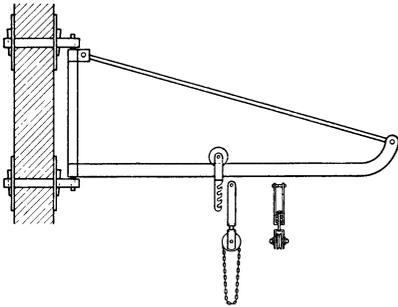


Abb. 78. Kleiner Wandkran.

zweier Schwenkkräne bei einer einhüftigen Schmiedepresse. Die Pressensäulen sind nach oben verlängert und dienen in ihrem oberen Teil je als Kran säule. Das Hubwerk ist auf der Katze untergebracht; sowohl Hub-, wie Katz- und

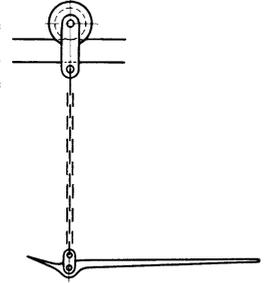


Abb. 79. Wendehebel.

Schwenkbewegung werden durch Elektromotore ausgeführt. Auf den Hämmern lassen sich Schwenkkräne nicht anbringen, auch würden die dauernden Erschütterungen im Triebwerk Zerstörungen hervorrufen. Man gibt Hammerkränen eine eigene Kransäule und ein eigenes Fundament neben dem Hammer. Das

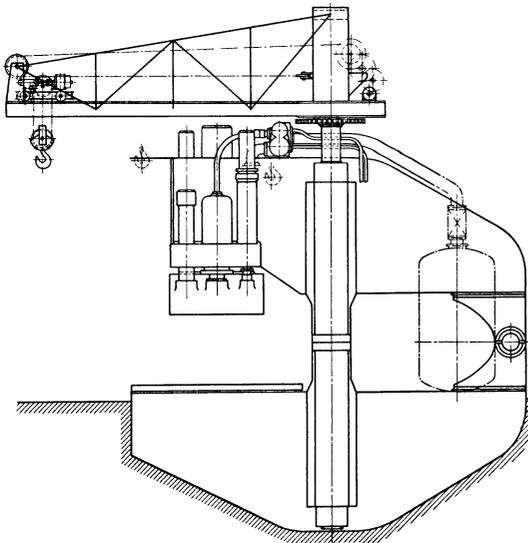


Abb. 80. Anordnung der Schwenkkräne auf den Säulen einer einhüftigen Presse (Demag, Duisburg).

obere Zapfenlager ruht in der Dachkonstruktion. Wo die Dachkonstruktion nicht ausreicht, sind besondere Vorkehrungen zu treffen und die Kräfte abzufangen. Die Anzahl der Bewegungen während des Schmiedens ist groß. Bei der Hast der Schmiedearbeit folgt ein Kommando auf das andere, Überlastungen sind nicht zu vermeiden; die elektrische Ausrüstung muß für den rauen Betrieb geeignet und den kurzen aber schnellen Bewegungen entsprechend mit elektromagnetischen Bremsen ausgerüstet sein. Der Elektroschwenkkran wird bei kleineren Hämmern durch den Hammerführer, bei größeren und bei den Pressen ausschließlich durch besondere Kranführer bedient.

Laufkrane. Der Hauptnachteil des Schwenkkranes ist die Gebundenheit an seinen Standort. Zur Beförderung der Schmiedestücke müssen deshalb noch besondere Einrichtungen vorhanden sein. Kleinere Schmiedestücke lassen sich noch leicht durch geeignete Bodenfahrzeuge fortbewegen; bei größeren ist das jedoch umständlich. Bei den Pressen ist die Entfernung zu den Öfen auch meistens so groß, daß ein Schwenkkran für diesen Zweck viel zu groß und schwerfällig würde. Man baut die Eisenkonstruktion des Gebäudes deshalb entsprechend stärker und bringt unter dem Dach ein Krangleis an und läßt auf diesem Bühnenkrane laufen, die die gesamte Bodenfläche des Raumes bestreichen können. Eine Presse benötigt

2 Krane, deren Tragfähigkeit meistens verschieden gehalten wird. Der Hauptkran (auch Schmiedekran), der auch die elektrische Wendevorrichtung trägt, hat die größere Tragfähigkeit. Die Krane in Abb. 81 haben kein gemeinsames Krangleis, da bei der großen Fahrwerkbreite des Hauptkranes die Entfernung der Gehänge zu groß geworden wäre. Ein wichtiger Teil der Kran-ausrüstung ist die elektrische Wendevorrichtung, die im wesentlichen aus einer von einem Elektromotor angetriebenen Kettenrolle mit endloser Kette besteht. Der in der Kette hängende Block läßt sich in beiden Richtungen wenden. Der Hilfskran besitzt außer der Hauptkatze noch eine Nebekatze zur Werkzeugbeförderung. Im allgemeinen werden die Krane vom Hüttenflur aus gesteuert. Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß Pressenführer und Kranführer nebeneinander auf einer Steuerbühne stehen, von der aus sie die Vorgänge unter der Presse gut beobachten und die Anordnungen des Schmiedes hören können.

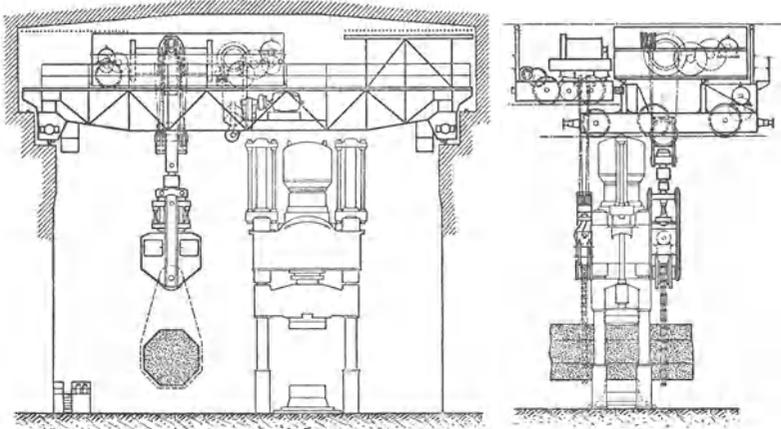


Abb. 81. Krananordnung an einer Schmiedepresse (Demag, Duisburg).

V. Der Einfluß des Werkstoffdurchlaufes auf die Anordnung der Betriebsmittel.

Der Grundriß einer Schmiede wird fast ausschließlich durch den Werkstofffluß bestimmt. Es ist deshalb unerlässlich, über die Einzelheiten dieser Bewegung Klarheit zu haben.

Allgemeine Gesichtspunkte. Mittlere und kleinere Schmieden verwenden als Einsatz vorgewalzten Werkstoff (Knüppel und Brammen) und kleinere Rohblöcke. Der Werkstoff kommt im allgemeinen von einem auswärts liegenden Stahlwerk. In fast allen Fällen wird sich eine Lagerung vor dem Verbrauch als notwendig ergeben. Die Größe des Lagervorrates ist abhängig von der Anzahl der Stahlsorten, der Verschiedenartigkeit der vorrätig zu haltenden Abmessungen und der Leistungsfähigkeit des Lieferanten hinsichtlich Kleinmenge und Lieferzeit. Die Anzahl der Stahlsorten ist in den letzten Jahren sehr stark angewachsen. Die Vermehrung der Stahlsorten hat es mit sich gebracht, daß oft an einem Hammer verschiedene Stähle zu gleicher Zeit in Verarbeitung stehen. Die Folge ist, daß das vom Lager kommende Stück nicht immer restlos verarbeitet, sondern als mehr oder minder großes Reststück wieder auf das Lager wandert. Ein zu kleiner Lagerplatz, auf dem die Vorräte in hohen Stapeln liegen, verursacht durch häufiges Umpacken beachtenswerte Unkosten.

Beförderungsmittel. Im allgemeinen wird der Werkstofflagerplatz der Schmiede unter einer vorhandenen Kranbahn angelegt. Wo eine solche nicht vorhanden ist, wird durch Gleis-Dampfkranen oder auch fahrbare Elektrokranen die Beförderung besorgt. Vom Lager zur Schmiede werden die Stücke wohl ausschließlich durch Boden- oder Gleisfahrzeuge befördert. Diese Fahrzeuge haben den Vorzug größter Tragfähigkeit und können während des Schmiedens an die Öfen herangebracht werden.

Die Entladung der Fahrzeuge durch die Schmiedekranen ist immer unzuweckmäßig, da hierdurch große Pausen für Hammer und Beförderungsmittel entstehen.

Es gibt wohl keinen Umstand, der die Wirtschaftlichkeit einer Schmiede mehr vermindert als Hammerwartezeit, da nicht allein die Löhne, sondern auch der Dampf und vor allem die Ofenbrennstoffe nutzlos vertan werden. Beförderungsmittelwartezeiten bringen Reibereien innerhalb des Werkes und infolge der damit verbundenen Lieferzeitüberschreitungen unangenehme Auseinandersetzungen mit dem Kunden. Man sollte deshalb innerhalb der Schmiede grundsätzlich zwischen einem Beförderungsweg für die Bewegung des Werkstoffes und einem solchen für das Schmiedegut unterscheiden, da bei einem gemeinsamen Weg durch das dauernde Hin und Her des Werkstoffes, des Abfalls

- 1 Brückenhammer.
- 2 Doppelständerhammer.
- 3 Größerer Einständerhammer.
- 4 Kleinere Einständerhämmer.
- 5 Zweitürige Schmiedeöfen mit ausziehbaren Herden.
- 6 Dreitüriger Schmiedeöfen mit zwei ausziehbaren und einem festen Herd.
- 7 Dreitüriger Schmiedeöfen mit festem Herd.
- 8 Kleinschmiedeöfen.
- 9 Elektrisch betriebene Hammerschwenkkrane.
- 10 Handbetätigter Hammerschwenkkran.
- 11 Bühnenlaufkran für Beförderungen.
- 12 Vierfachschiedeesse.
- 13 Amboße.
- 14 Rundfeuer.
- 15 Platz für Asche zum Abkühlen der Schmiedestücke.
- 16 Gleis oder Weg für Werkstoffzu- oder -abfuhr.
- 17 Gleis zur Beförderung der Brennstoffe, Rückstände, Steine u. dgl.

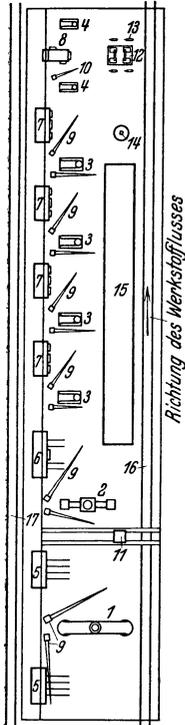


Abb. 82. Schematischer Grundriß einer Hammerschmiede.

des Schrotts, und der Schmiedestücke Verstopfungen unausbleiblich sind.

Zu beachten ist, daß der Werkstoff schnell durch die Schmiede fließt, sich schnell in ihr bewegt, so daß ein großer Teil des Werkstoffes stets in Bewegung ist; ferner daß alles Beförderungsgut der Schmiede im allgemeinen unhandlich und schwer ist, so daß besonders gut geregelte Beförderungsverhältnisse nötig sind.

Anordnung einer Hammerschmiede. Die Abb. 82 zeigt schematisch den Grundriß einer Hammerschmiede. Die einzelnen Hämmer stehen der Größe nach nebeneinander an der einen Längsseite des Gebäudes. Von der Stelle des größten Hammers her wird der Werkstoff zugeführt, damit sich für das schwerste Gut der kürzeste Weg ergibt und damit die bei den großen Hämmern entfallenden Reststücke im Zuge des allgemeinen Werkstoffflusses zu den kleinen Hämmern gelangen. Der Beförderungsweg befindet sich auf der den Hämmern gegenüberliegenden Seite. Die Beförderungsmittel werden durch einen Bühnenkran, der die ganze Fläche der Schmiede bestreicht, ent- und beladen. Dieser Kran besorgt bei mehrschichtigem Betrieb auch das Einlegen des Werkstoffes, so daß die Schmiedekolonnen keine Zeit dafür zu verlieren brauchen. Solche Krananordnung setzt voraus, daß die Hammerkrane nicht im Dachgebälk, sondern in der Wand oder im Boden verankert sind. Die Bewegung der Schmiedestücke vom Hammer zum Bodenfahrzeug und die Verladung des Schrottes geschieht ausschließlich durch den Bühnen-

kran. Gerade in dieser Hinsicht liegen in manchen Schmieden die Verhältnisse noch sehr im argen. Die Schmiedekolonnen bringen täglich stundenlang mit Beförderungsarbeiten zu, anstatt „eine Wärme nach der anderen zu ziehen“ um die vorhandenen Einrichtungen möglichst voll auszunutzen.

Die Schmiedestücke werden auf der Seite der kleinsten Hämmer abgeführt.

Bei der Jahresinstandsetzung, überhaupt bei jeglichem Umbau der Hämmer, leistet der Bühnenkran besonders gute Dienste, zumal während der Instandsetzungszeit auch die Schmiedekrane nachgesehen werden müssen und nicht betriebsfähig sind.

Die Beförderung von Brennstoff, Asche, Ofenbaustoffen und Bruchsteinen soll im Schmiedebetriebe so wenig wie möglich in Erscheinung treten; keinesfalls sollte sich der Beförderungsweg des Werkstoffes mit dem dieser Stoffe decken. Bei der Anordnung in Abb. 82 verläuft der Beförderungsweg für diese Stoffe außerhalb des Gebäudes: An den Abladestellen sind in der Gebäudewand Öffnungen zum Ent- und Beladen gelassen. Ebenso kann jedoch das Gleis für Brennstoffe und Ofenbaustoffe innerhalb des Gebäudes, etwa hinter den Öfen, angeordnet werden.

Bei der Ofenanordnung in Abb. 82 sind die notwendigen Gaserzeugeranlagen in der Nähe der Öfen unterzubringen, wie überhaupt die Gaszuleitungen auf ein oder zwei Stränge beschränkt bleiben können. Auch die Ausnutzung der Abgaswärme wird durch die Verlegung der Öfen auf eine Gebäudeseite günstig. Oft sind bei einem Ofen die Abgasmengen so klein, daß sich ihre Ausnutzung nicht lohnt. Bei der vorgeschlagenen Anordnung ist es möglich, mehrere Öfen zur Ausnutzung der Abgaswärme zusammenzufassen.

Anordnung einer Pressenschmiede. In Abb. 83 ist der Grundriß einer Pressenschmiede mit zwei Pressen schematisch dargestellt. Die Gesichtspunkte für diese Anordnung sind die gleichen wie für die Hammerschmiede.

Die Rohblöcke kommen über das an der einen Längsseite verlaufende Gleis herein und werden von dem Beförderungskran (Bühnenkran) abgehoben und auf die Herdwagen der Öfen gelegt. Dieser Kran dient, wie der Name schon sagt, lediglich zur Beförderung und nur im Notfall zum Schmieden. Die Pressen besitzen außerdem je 2 Schmiedekrane.

Die Öfen sind auch in diesem Grundriß auf der dem Gleis gegenüberliegenden Längsseite, und zwar in einem Seitenschiff untergebracht.

Die Lage der Öfen zur kleinen Presse ist entgegengesetzt derjenigen zur großen Presse oder mit anderen Worten: bei der kleineren Presse liegen die Öfen rechts, bei der größeren links von der Steuerbühne, wenn man von dieser auf die Pressen blickt.

- 1 Kleinere Schmiedepresse (etwa 1500 t).
- 2 Größere Schmiedepresse (etwa 4500 t).
- 3 und 4 Schmiedekrane der kleineren Schmiedepresse.
- 5 und 6 Schmiedekrane der größeren Schmiedepresse.
- 7...12 Schmiedeöfen mit ausziehbaren Herden für die kleinere Schmiedepresse.
- 13...17 Schmiedeöfen mit ausziehbaren Herden für die größere Schmiedepresse.
- 18 Bühnenlaufkran für Beförderungen.
- 19 Steuerbühne der kleinen Schmiedepresse.
- 20 Steuerbühne der großen Schmiedepresse.
- 21 und 22 Dampfdruckübersetzer.
- 23 Gewichtskraftspeicher (Akkumulator).
- 24 Betriebschlosserei und Reserveteillager.
- 25 Meisterstube und Betriebschreiberlei.
- 26 Gleis für Werkstoff- und Schmiedestückbeförderung.
- 27 Gleis zur Beförderung der Brennstoffe, Rückstände, Steine u. dgl.

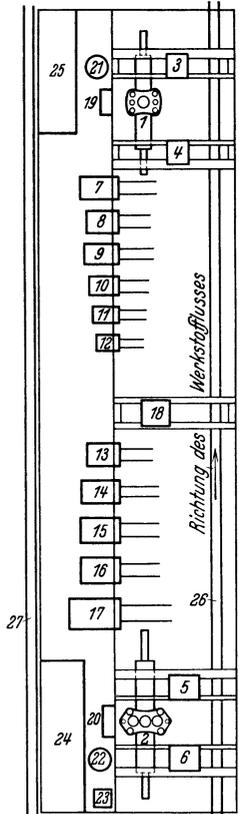


Abb. 83. Schematischer Grundriß einer Pressenschmiede.

Bei dieser Anordnung ist es möglich, während des Schmiedens sämtliche Öfen durch den Beförderungskran zu bedienen. Dieser Umstand ist äußerst wichtig, da in fast allen Preßwerken der Betrieb dadurch leidet, daß die Schmiedekrane Beförderungsarbeit verrichten müssen und während dieser Zeit selbstverständlich für das Schmieden ausfallen.

Die Ursache für die oben geschilderte Anordnung ist, daß der Zeitpunkt des Einsetzens abhängig ist von der Temperatur des Rohblockes, der Stahlart, der Ofentemperatur und Wärmezeit. Es ist schwierig, diese vier Umstände beim Fehlen eines Beförderungskranes oder bei anderer Ofenanordnung mit den Schmiedezeiten in Einklang zu bringen. In der Regel bleibt bei schlechter Einteilung so ein Block zwischen Martinwerk und Schmiede so lange hängen, bis die Schmiedekrane ihre Arbeit beendet haben. Spannungsrisse sind die Folge der hierbei auftretenden zu schnellen Abkühlung. Die zur Zeit des Ziehens eines Blockes in den Ofenwänden aufgespeicherte Wärme kann nur ausgenutzt werden, wenn der Ofen anschließend von neuem belegt wird, weil sonst durch die Abkühlung die Wärme verloren geht; ein Umstand, der sich nur durch einen Beförderungskran beheben läßt, da zu diesem Zeitpunkt ein Schmiedekran nicht zur Verfügung steht.

Der Raum zwischen den beiden Pressen soll reichlich groß gewählt werden. Fast alle Preßwerke leiden unter Raummangel. Vielfach liegt der Grund auch darin, daß die Glüherei nicht mitkommt und sich im Preßwerk von Zeit zu Zeit ein Stapel Schmiedestücke ansammelt. Ein Teil der Schmiedestücke (wie z. B. Ruder, Steven, Wellenböcke) wird nach dem Pressenschmieden noch gebogen, nachgerichtet u. dgl. Das Anwärmen geschieht zu diesem Zweck meistens auf dem Rundfeuer oder durch ortsbewegliche Gasbrenner. Für solche Arbeiten muß genügend Raum innerhalb der Pressenschmiede vorhanden sein. Dann ist es notwendig, Platz für einen Aschen- und Sandhaufen zu lassen. Ein solcher Aschen- oder Sandhaufen, so unsauber er auch sein mag, ist für Schmiedebetriebe, die härtere oder legierte Stähle herstellen, etwas Unentbehrliches. Nicht allein die fertigen Schmiedestücke lassen sich unter Asche langsam abkühlen, sondern bei plötzlich eintretenden Stillständen lassen sich auch die in Arbeit befindlichen Schmiedestücke mit geringen Kosten unter Asche warmhalten.

Für die Ofenanordnung gilt das beim Grundriß der Hammerschmiede Gesagte. Es ist nicht erforderlich, daß die Pressen ausschließlich aus den ihnen zugewiesenen Öfen arbeiten. Es wird bei dieser Ofenanordnung vielmehr möglich sein, in jedem Fall die passende Ofengröße zu wählen, zu welchem Zweck die Öfen verschiedene Querschnittsmaße und Längen haben. Daß sämtliche Öfen mit ausfahrbarem Herd ausgerüstet sind, erübrigt sich eigentlich zu sagen.

Zum Wärmen von Kesselenden muß sich ein Ofen auf eine sehr geringe Ofenlänge verkleinern lassen und eine Vorrichtung besitzen, durch die die Kessel sich fortwährend um ihre Längsachse drehen lassen, um eine gleichmäßige Anwärmung zu erzielen.

Fußböden der Schmiede. Über die Fußböden ist schon viel geschrieben worden. Heute hat sich allgemein durchgesetzt, die Wege, besonders Fahrwege, dann die allernächste Umgebung der Öfen und Pressen mit Stahlgußplatten zu belegen, während der übrige Teil mit zerkleinertem Hammerschlag und Schlacke gestampft wird.

WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE U. FACHARBEITER
HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON, BERLIN

Bisher sind erschienen: (Fortsetzung):

- | | |
|---|---|
| <p>Heft 35: Der Vorrichtungsbau.
II: Bearbeitungsbeispiele mit Reihenplanmäßig konstruierter Vorrichtungen. Typische Einzelvorrichtungen.
Von Fritz Grünhagen.</p> <p>Heft 36: Das Einrichten von Halbautomaten.
Von J. van Himbergen, A. Bleckmann, A. Waßmuth.</p> <p>Heft 37: Modell- und Modellplattenherstellung für die Maschinenformerei.
Von Fr. und Fe. Brobeck.</p> <p>Heft 38: Das Vorzeichnen im Kessel- und Apparatebau. Von Ing. Arno Dorl.</p> <p>Heft 39: Die Herstellung roher Schrauben. I: Austauschen der Köpfe.
Von Ing. Jos. Berger.</p> <p>Heft 40: Das Sägen der Metalle.
Von Dipl.-Ing. H. Hollaender.</p> <p>Heft 41: Das Pressen der Metalle (Nichteisenmetalle). Von Dr.-Ing. A. Peter.</p> <p>Heft 42: Der Vorrichtungsbau.
III: Wirtschaftliche Herstellung und Ausnutzung der Vorrichtungen.
Von Fritz Grünhagen.</p> <p>Heft 43: Das Lichtbogenschweißen.
Von Dipl.-Ing. Ernst Klosse.</p> <p>Heft 44: Stanztechnik. I: Schnitttechnik.
Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.</p> <p>Heft 45: Nichteisenmetalle. I: Kupfer, Messing, Bronze, Rotguß.
Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.</p> | <p>Heft 46: Feilen.
Von Dr.-Ing. Bertold Buxbaum.</p> <p>Heft 47: Zahnräder.
I: Aufzeichnen und Berechnen. Von Dr.-Ing. Georg Karrass.</p> <p>Heft 48: Öl im Betrieb.
Von Dr.-Ing. Karl Krekeler.</p> <p>Heft 49: Farbspritzen.
Von Obering. Rud. Klose.</p> <p>Heft 50: Die Werkzeugstähle.
Von Ing.-Chem. Hugo Herbers.</p> <p>Heft 51: Spannen im Maschinenbau.
Von Ing. A. Klautke.</p> <p>Heft 52: Technisches Rechnen.
Von Dr. phil. V. Happach.</p> <p>Heft 53: Nichteisenmetalle. II: Leichtmetalle. Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.</p> <p>Heft 54: Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine.
Von Dipl.-Ing. Otto Weidling.</p> <p>Heft 55: Die Getriebe der Werkzeugmaschinen.
1. Teil: Aufbau der Getriebe für Drehbewegungen.
Von Dipl.-Ing. Hans Rögnitz.</p> <p>Heft 56: Freiformschmiede.
3. Teil: Einrichtungen und Werkzeuge der Schmiede. 2. Aufl. (7.—12. Tsd.)
Von H. Stodt.</p> |
|---|---|

In Vorbereitung bzw. unter der Presse befinden sich:

- Zahnräder II. Von G. Olah.
- Gesenkschmiede II und III. Von Ing. Kaessberg.
- Stanztechnik II und III. Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.
- Zerspanbarkeit der Werkstoffe. Von Dr.-Ing. K. Krekeler.

Freiformschmiede. I. Teil: Grundlagen, Werkstoff der Schmiede, Technologie des Schmiedens. Von Dr.-Ing. F. W. Duesing und Ing. A. Stodt. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage des zuerst von P. H. Schweißguth† bearbeiteten Heftes. Mit 161 Abbildungen im Text und 3 Tabellen. 60 Seiten. 1934. RM 2.—

II. Teil: Schmiedebeispiele. Von Ing. B. Preuß und Ing. A. Stodt. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage des früher von P. H. Schweißguth† bearbeiteten Heftes. Mit 21 Fertigungsplänen und 29 Abbildungen im Text. 38 Seiten. 1934. RM 2.—

(Werkstattbücher, Heft 11 und 12.)