Die neue Freiformschmiede der Firma Gebrüder Sulzer AG in Oberwinterthur. III. Die Fabrikationseinrichtungen der neuen Freiformschmiede

Autor(en): **Meier, Bruno**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **84 (1966)**

Heft 28

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-68945

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Die neue Freiformschmiede der Firma Gebrüder Sulzer AG in Oberwinterthur

III. Die Fabrikationseinrichtungen der neuen Freiformschmiede

Von **Bruno Meier**, Ing., Winterthur

DK 621.733

A. Die Schmiedepresse

Das wichtigste Objekt der neuen Freiformschmiede in Oberwinterthur ist die Schmiedepresse, die für eine grösste Presskraft von 2000 t bemessen ist. Sie soll eine rationelle Verarbeitung grosser Schmiedestücke nach modernen Grundsätzen ermöglichen.

1. Grundsätzliche Entscheidungen

a) Unterflurbauart

Eine erste Entscheidung betraf die Frage, ob die neue Presse in Überflur- oder Unterflurbauart ausgeführt werden soll. Die beiden Bauarten sind in Bild 1 dargestellt. Die Überflurpresse, Bild 1a, besteht im wesentlichen aus einem unteren und einem oberen Querhaupt U bzw. O sowie aus zwei oder vier Säulen, welche diese Teile miteinander verbinden. Dazwischen bewegt sich der Mittelholm M, der durch einen mit Druckflüssigkeit betätigten Kolben K nach unten gedrückt wird und so das Schmiedestück zwischen den beiden Sätteln zusammenpresst. Demgegenüber zeigt Bild 1b eine Unterflurpresse, die eigentlich nichts anderes ist als eine auf den Kopf gestellte Überflurpresse. Bei ihr ist der Mittelholm fest mit dem Fundament verankert und der ganze Rahmen, bestehend aus unterem und oberem Querhaupt und den Säulen, bewegt sich auf und ab.

Da die Unterflurpresse wesentliche Vorteile bietet, fiel die Wahl auf diese Bauart. Ausschlaggebend waren die folgenden Gesichtspunkte:

— Das obere Querhaupt weist keinen Zylinder auf und kann daher sehr schmal gehalten werden, was die Zugänglichkeit von beiden Seiten mit dem Kran wesentlich verbessert.

— Die Höhe der Presse über Hüttenflur ist bedeutend geringer, was eine entsprechend niedrigere Kranhakenhöhe zulassen würde. Dies ist zwar im vorliegenden Fall bedeutungslos, weil aus andern Gründen die Kranhakenhöhe ohnehin auch hoch genug für eine Überflurpresse festgelegt werden musste. Die niedrige Bauart der Presse ist aber trotzdem ein Vorteil, indem der gesamte Kranverkehr über die Presse hinweg bedeutend leichter vor sich geht.

— Der Schwerpunkt der bewegten Teile liegt sehr günstig, was die Neigung zum Schaukeln der Presse beim Schnellschmieden bedeutend verringert.

— Der Antriebszylinder befindet sich an einem fest im Fundament verankerten Teil der Presse. Er macht somit keinerlei elastische Verformungen der Presse mit, weshalb auch die Rohrleitungen, die zu ihm führen, nicht elastisch auszuführen sind, sondern sehr kurz gehalten und gut befestigt werden können.

— Alle wichtigen beweglichen Teile sowie die Rohrleitungen befinden sich unter Flur und sind deshalb gegen Beschädigungen weitgehend geschützt.

— Dadurch, dass der Presszylinder unter Flur liegt, ist sowohl Wasser- als auch Ölantrieb möglich, während bei Überflurpressen mit einem über dem glühenden Stück liegenden Zylinder Ölantrieb mit Recht unbeliebt ist.

— Die Anwendung eines Führungsschaftes, von dem später noch die Rede sein wird, ist möglich.

b) Drucköl als Betriebsmittel

Eine zweite Entscheidung galt der Wahl des Betriebsmittels. In Frage kamen Druckwasser oder Drucköl. Mit Rücksicht auf die folgenden Vorteile gab man dem Drucköl den Vorzug:

— Bei Drucköl ist ein direkter Antrieb der Presse ohne Zwischenschaltung eines Akkumulators möglich, der stets aufwendig ist. Weiter lassen sich schnellaufende Pumpen verwenden, die verhältnismässig kleine Abmessungen aufweisen.

Wasserpumpen, die mit Akkumulatoren zusammenarbeiten, können für eine mittlere Förderleistung bemessen werden, müssen aber stets gegen den höchsten Betriebsdruck fördern. Demgegenüber arbeiten Pumpen mit Direktantrieb, also ohne Akkumulator, stets nur mit dem in jedem Augenblick von der Presse benötigten Druck, sind aber für die höchste Förderleistung zu bemessen. Trotzdem erweisen sich die schnellaufenden Ölpumpen raumsparender als die langsamlaufenden Wasserpumpen. Sie benötigen jedoch einen höheren elektrischen Anschlusswert und ergeben bedeutend grössere Schwankungen der Netzbelastung.

— Der Verbrauch an Antriebsenergie ist bei direktem Antrieb geringer als bei Akkumulierbetrieb, weil bei diesem grosse Drosselverluste auftreten. Allerdings fällt dieser Unterschied bei Verwendung mehrstufiger, mit Druckwasser betätigter Pressen nicht mehr stark ins Gewicht, weil hier der Druckwasserverbrauch dem jeweiligen Bedarf der Presse besser angepasst werden kann.

— Öl ist steuerungsmässig besser zu beherrschen; es können wegen des Fehlens von Kavitationserscheinungen Schieberventile an Stelle der bei Wasserantrieb üblichen Kegelsitzventile angewendet werden.

— Da alle bewegten Teile bestens geschmiert sind, fallen die Unterhaltsarbeiten kleiner aus. Reparaturen sind seltener durchzuführen, stellen jedoch an das betreffende Personal höhere Ansprüche als bei Wasserantrieb mit seinen etwas weniger heiklen Ventilen. Alles in allem dürfte hier kein wesentlicher Unterschied zwischen Öl- und Wasserantrieb bestehen.

Mit der Wahl einer mit Drucköl betätigten Unterflurpresse müssen auch gewisse Nachteile in Kauf genommen werden; davon sind zu nennen:

— Bei einer Unterflurpresse sind die zu bewegenden Massen und damit auch die Massenkräfte bei Bewegungsumkehrungen bedeutend grösser als bei einer Überflurpresse.

— Das Fundament für eine Unterflurpresse fällt sehr kostspielig aus. Im vorliegenden Fall war die Grube von Anfang an vorhanden, musste also nicht ausgegraben werden, was die Kosten verminderte. Günstig war ausserdem der Umstand, dass nun das Fundament auf gewachsenem Boden ruht, während es bei einer Überflurpresse auf aufgefülltem Grund zu stehen gekommen wäre.

— Bei Ölantrieb ist die Geschwindigkeit streng begrenzt. Eine Erhöhung der Geschwindigkeit würde eine Erhöhung der Antriebsleistung bedingen, es müssten zusätzliche Pumpen installiert werden. Im Gegensatz dazu lässt der Akkumulator-Antrieb in gewissen Grenzen beliebig hohe Geschwindigkeiten zu, ohne dass das einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Pumpen hätte.

— Öl ist ein viel teureres Betriebsmittel als Wasser. Ausserdem erweist sich bei Undichtheiten und Reparaturen Öl viel unangenehmer als Wasser.

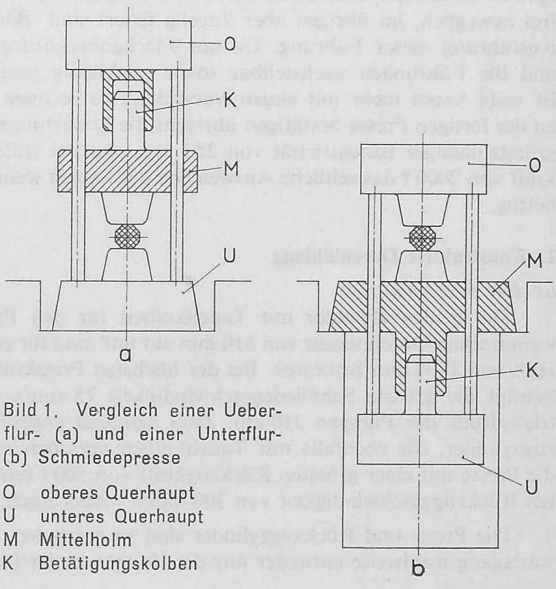


Bild 1. Vergleich einer Ueberflur- (a) und einer Unterflur- (b) Schmiedepresse

O oberes Querhaupt
U unteres Querhaupt
M Mittelholm
K Betätigungskolben

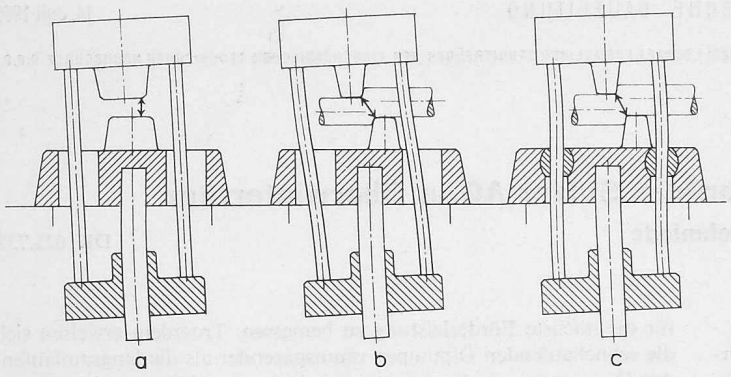


Bild 2. Deformationen einer Schmiedepresse mit Führungsschaft bei exzentrisch angreifenden Schmiedekräften

c) Die Führung der Presse

Ein besonderes Problem betrifft die Führung der Presse bei exzentrischem Schmieden. Hier bieten Unterflurpressen mit zentralem Führungsschaft, wie sie von der Firma Hydraulik GmbH. in Duisburg gebaut werden, grosse Vorteile, namentlich bei Ausführungen mit vier Säulen, da dann die Säulen beim exzentrischen Schmieden von Biegebeanspruchungen fast völlig frei sind und nur reine Zugkräfte zu übertragen haben. In Verbindung mit diesem Führungsschaft bieten vier Säulen eine ganz bedeutend grössere Starrheit gegenüber zwei Säulen, dafür hat man als Nachteil allerdings die etwas geringere Zugänglichkeit und eine leicht behinderte Sicht im Arbeitsbereich der Presse in Kauf zu nehmen.

Der Führungsschaft sitzt fest im Mittelholm. An Stelle eines zentralen Druckzylinders sind deren zwei, beidseitig des Führungsschaftes angeordnet. Bild 2 zeigt schematisch verschiedene Ausführungsmöglichkeiten. So ist aus Bild 2a ersichtlich, dass exzentrische Schmiedekräfte eine Durchbiegung des Führungsschaftes hervorrufen. Über die langen Säulen teilt sich diese Deformation übersetzt dem oberen Querhaupt mit, welches sich erstens leicht schräg stellt und sich zweitens ziemlich stark seitlich verschiebt. In Bild 2b ist gezeigt, dass bei horizontalen Kraftkomponenten, wie sie etwa beim Absetzen vorkommen können, sich zusätzlich eine parallelogrammartige Deformation des ganzen Rahmens überlagert, was eine weitere seitliche Verschiebung des oberen Querhauptes bedeutet. Um solche Deformationen zu verringern, ist eine zusätzliche Führung der Säulen im Mittelholm angebracht worden, und zwar unmittelbar bevor diese in den freien Raum über Flur austreten. Es werden zwar dadurch wieder Biegebeanspruchungen in die Säulen gebracht, die sich aber in geringen Grenzen bewegen, wie die recht komplizierte Berechnung zeigt, die mit Hilfe elektronischer Rechenmaschinen durchgeführt wurde. Weiter hat man die Säulenführungen in axialer Richtung kurz und mit nur wenig Spiel ausgeführt, so dass keine Kantenpressungen vorkommen können. Infolge von Wärmedehnungen im oberen Querhaupt sowie im Mittelholm muss aber mit Veränderungen der Axabstände der Säulen gerechnet werden. Die Führungen wurden deshalb so ausgeführt, dass die Säulen in der Diagonalrichtung der Presse frei beweglich, im übrigen aber kugelig fixiert sind. Bild 3 zeigt die Ausführung dieser Führung. Da nur Flächenberührungen auftreten und die Führungen nachstellbar sowie erstklassig geschmiert sind, ist wohl kaum mehr mit einem Verschleiss zu rechnen. Messungen an der fertigen Presse bestätigen übrigens die Erwartungen, indem bei grösstzulässiger Exzentrizität von 250 mm und bei voller Schmiedekraft von 2000 t das seitliche Ausweichen der Säulen weniger als 1 mm betrug.

2. Konstruktive Durchbildung

a) Der Pressenantrieb

Die beiden Zylinder mit Tauchkolben für den Pressenantrieb weisen einen Durchmesser von 610 mm auf und sind für einen grössten Hub von 1800 mm bemessen. Bei der höchsten Presskraft von 2000 t beträgt die grösste Schmiedegeschwindigkeit 75 mm/s und der Betriebsdruck der Pumpen 350 atü. Zwei diagonal angeordnete Rückzugzylinder, die ebenfalls mit Tauchkolben versehen sind, drücken die Presse mit einer grössten Rückzugkraft von 500 t und einer grössten Rückzuggeschwindigkeit von 300 mm/s wieder hoch.

Die Press- und Rückzugzylinder sind so geschaltet, dass im Abwärtsgang wahlweise entweder nur die Hauptzylinder Drucköl erhalten, dann beträgt die Presskraft wie erwähnt 2000 t, oder aber sowohl Press- als auch Rückzugzylinder sind gleichzeitig mit Drucköl beaufschlagt, dann beträgt die Presskraft nur noch 1500 t; in diesem Fall steigt aber die Geschwindigkeit auf 100 mm/s. Es ist also ein etwas schnelleres Arbeiten möglich, wenn nicht die volle Presskraft benötigt wird.

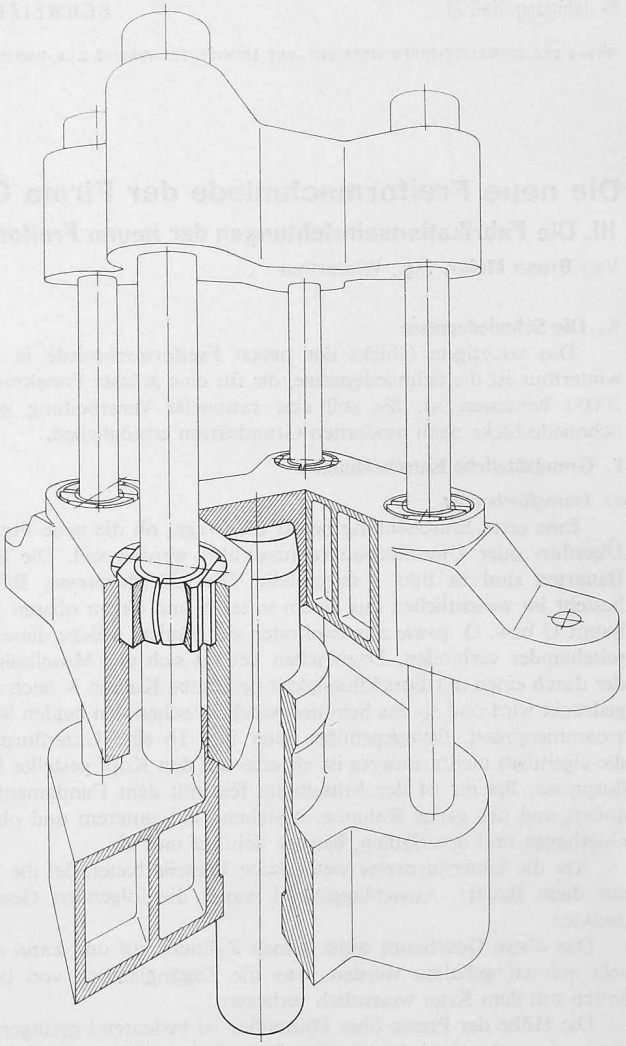


Bild 3. Führung einer Viersäulen-Schmiedepresse mit zentralem Führungsschaft

Die beiden Hauptkolben, die sich in den im Zwischenholm eingesetzten Zylindern verschieben, übertragen die Presskraft über Kugelkalotten auf den Unterholm, dann über die Säulen auf das obere Querhaupt und somit auf den oberen Sattel. Der untere Sattel steht auf einem Tisch, der in seiner Längsrichtung verschoben werden kann, und zwar um $\pm$ 1400 mm aus seiner Mittellage. Der Tisch ist in der Mittel- sowie in einigen weiteren Stellungen hydraulisch arretierbar. Er gleitet auf einer mit auswechselbaren Verschleissplatten versehenen Führungsbahn. Auch hier wurde der Schmierung besondere Beachtung geschenkt. Die Führungsbahnen sind absolut glatt; der Tisch ist mit Abstreifern versehen, und die Fettzufuhr erfolgt aus dem Innern des Tisches heraus. Es wurde dasselbe Prinzip angewendet, wie es bei guten Werkzeugmaschinen üblich ist, das grosse Lebensdauer fast ohne Verschleiss gewährleistet. Bei andern Schmiedepressen ist es durchaus normal, von Zeit zu Zeit die Tischführungsbahn zu ersetzen.

Eine hydraulische Sattelquerverschiebung gestattet, zwei Sättel gleichzeitig bereit zu halten und abwechslungsweise in Einsatz zu bringen. Sowohl Tisch- als auch Sattelverschiebungszylinder weisen wiederum nur Tauchkolben auf; es sind also an der ganzen Presse keine Innenmanschetten vorhanden.

Der obere Sattel ist am oberen Querhaupt durch federbelastete Zugstangen mit Querkeil befestigt. Diese Zugstangen können mittels einer Schnellöse-Einrichtung hydraulisch leicht entlastet werden, worauf sich die Keile entfernen lassen. Diese Einrichtung erleichtert beträchtlich das Auswechseln des Obersattels.

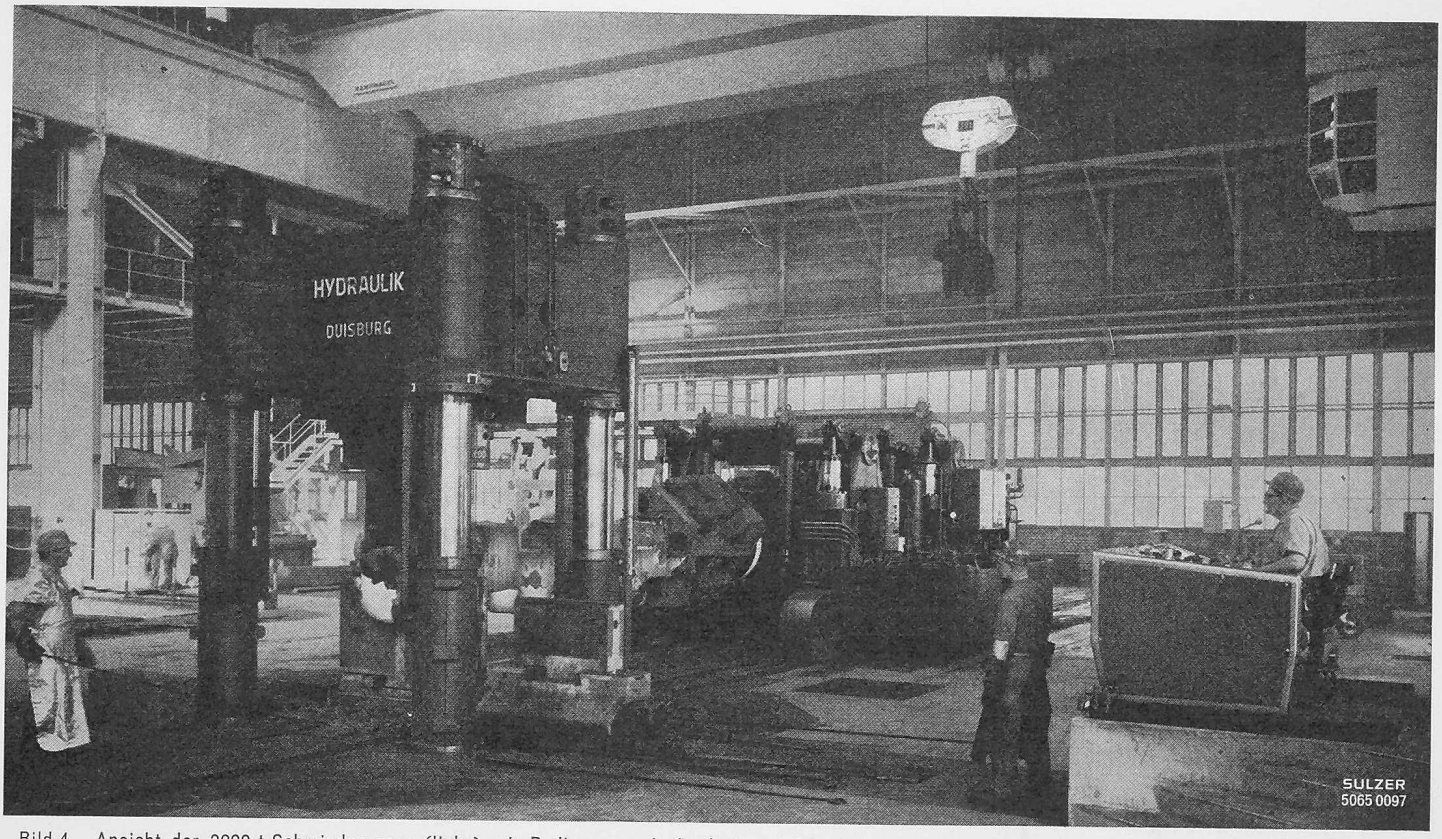


Bild 4. Ansicht der 2000-t-Schmiedepresse (links) mit Bedienungspult (rechts) und Schmiedemanipulator (Mitte, hinten)

b) Allgemeine Anordnung

Bild 4 zeigt die in der Schmiedehalle sichtbaren Teile der Pressenanlage, Bild 5 die gesamte Anlage, die sehr tief in den Untergrund hinabreicht. Der sich über Flur befindliche Teil der Presse ist gegen unten mit einem starken Blechboden abgedeckt. Im darunterliegenden Zwischenraum befindet sich im wesentlichen der Mittelholm. Auf der Höhe von dessen Unterkante ist eine weitere begehbare Abdeckung angebracht, unter der der eigentliche Maschinenraum angeordnet wurde. Dieser ist nach oben durch eine Art Schleuse recht gut gegen das Eindringen von Zunder abgedichtet. In diesem Raum herrscht stets ein leichter Überdruck, so dass von aussen kein Staub eindringt und der Raum folgedessen recht sauber gehalten werden kann.

Es wurde Wert darauf gelegt, möglichst alle Zylinder in diesem Maschinenraum anzuordnen. Dies betrifft vor allem auch die Rückzugzylinder, die sonst vielfach über Flur verlegt werden, dann aber auch die Tischverschiebungszylinder, die sich sonst meistens in Gruben unmittelbar unter Flur befinden und dort im allgemeinen ziemlicher Verschmutzung ausgesetzt sind. Im vorliegenden Fall hängen die Tischverschiebungszylinder senkrecht nach unten und treiben den Tisch über Ketten an. Dadurch, dass auch an den Kolben Umlenkrollen angebracht sind und deshalb die Zylinder für doppelte Kraft und halben Weg entworfen werden mussten, ergaben sich ungewöhnlich kurze Zylinder. Alle Zylinderstopfbüchsen sind leicht zu kontrollieren. Ein auf geeigneter Höhe rund um die Presse angeordneter Laufsteg gestattet, die ganze Presse jederzeit bei vollem Betrieb zu beobachten.

Sämtliche bewegten Teile, vorab die Schlepplattengleitbahnen der Tische, die Säulenführung, der Führungsschaft, die Kettenrollen usw. sind an einer in Gruppen unterteilten automatischen Zentralschmierung angeschlossen, die jederzeit von Hand oder aber auch automatisch in gewissen Zeitintervallen eingeschaltet werden kann. Die Schmierpumpen sind im Maschinenraumkeller gut zugänglich untergebracht, was zwar etwas längere Schmierleitungen ergab, anderseits aber für deren Bedienung sehr wertvoll ist.

Zwischen Mittelholm und oberem Querhaupt sind Schutzhülsen angebracht, die die Säulen vor Beschädigungen und Wärmestrahlung schützen und ausserdem zur Hubbegrenzung dienen. Diese Hülsen können im Bedarfsfall weggenommen werden; die Presse kann dann so weit abgesenkt werden, dass sich Kolben, Zylinder usw. nach unten ausbauen lassen. Die Grube unter der Presse ist so tief, dass jeder Teil – beispielsweise auch das untere Querhaupt – abgesenkt und nach der Seite ausgefahren werden kann. Seitlich der Presse ist ein Schacht mit oben abgedeckter Montageöffnung angebracht.

3. Die Pumpenanlage

a) Hauptpumpen

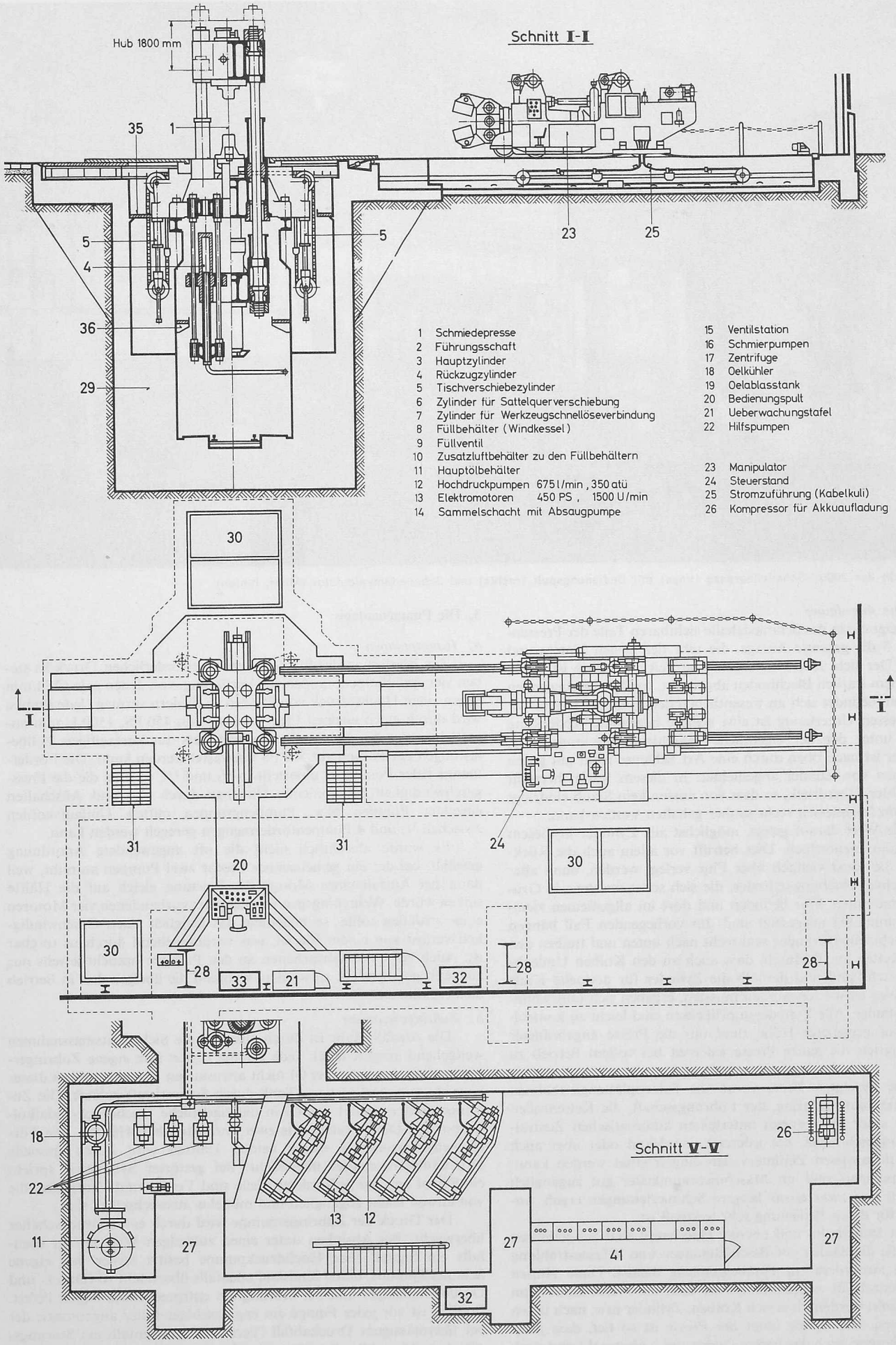
Zur Förderung des für den Antrieb erforderlichen Drucköls stehen vier Axialkolbenpumpen zur Verfügung, von denen jede 675 l/min gegen einen Höchstdruck von 350 atü zu fördern vermag. Jede Pumpe wird durch einen eigenen Elektromotor von 450 PS, 1500 U/min angetrieben, der bei den im allgemeinen stets nur kurzzeitigen Vollbelastungen der Pumpe auf 570 PS überlastet werden kann. Die Fördermenge jeder Pumpe ist unterteilt in $^1/_3$ und $^2/_3$, so dass die die Pressgeschwindigkeit bestimmende Ölmenge durch Zu- und Abschalten einzelner Pumpen bzw. Pumpengruppen mittels Umlaufventilen zwischen $^1/_3$ und 4 Pumpenfördermengen geregelt werden kann.

Es wurde absichtlich nicht die oft angewendete Anordnung gewählt, bei der ein gemeinsamer Motor zwei Pumpen antreibt, weil dann bei Ausfall eines Motors die Leistung gleich auf die Hälfte sinken würde. Wenn hingegen von den jetzt vorhandenen vier Motoren einer ausfallen sollte, so bedeutete das lediglich einen Geschwindigkeitsverlust von einem Viertel, was vorübergehend durchaus tragbar ist. Auch bei Unterhaltsarbeiten an den Pumpen braucht jeweils nur eine einzige abgestellt zu werden, während die übrigen drei in Betrieb bleiben können.

b) Zubringerpumpen

Die Ausfallgefahr ist durch ausgedehnte Sicherheitsmassnahmen weitgehend ausgeschaltet. Jede Pumpe besitzt ihre eigene Zubringerpumpe, die ihrerseits das Öl nicht anzusaugen braucht, weil es dieser vom etwas höherliegenden Tank durch Schwerkraft zuläuft. Die Zubringerpumpe drückt das Öl in die eigentliche Hochdruck-Axialkolbenpumpe. Diese besteht aus zwei symmetrischen Hälften. Die Fördermengensymmetrie dieser beiden Hälften wird durch spezielle Druckdifferenzschalter überwacht. Bei gestörter Symmetrie spricht ein Signal an. Die gefährdeten Teile sind Ventile und Ventilsitze, die von aussen leicht zugänglich und mühelos auswechselbar sind.

Der Druck der Zubringerpumpe wird durch einen Druckschalter überwacht. Bei Absinken unter einen zulässigen Wert erfolgt ebenfalls ein Signal. Jede Hochdruckpumpe besitzt ferner ihre eigene Schmierölpumpe, deren Kreislauf ebenfalls überwacht ist (Druck- und Durchflussmenge) und bei Störung ein entsprechendes Signal liefert. Endlich ist vor jeder Pumpe ein engmaschiger Filter angeordnet, der bei übermässigem Druckabfall (Verstopfung) ebenfalls ein Störungssignal auslöst. Alle diese Störungssignale werden auf einem Tableau mittels Blinklicht signalisiert, so dass die Art Störung sofort erkannt werden kann.



1 Schmiedepresse
2 Führungsschaft
3 Hauptzylinder
4 Rückzugzylinder
5 Tischverschiebezylinder
6 Zylinder für Sattelquerverschiebung
7 Zylinder für Werkzeugschnellöseverbindung
8 Füllbehälter (Windkessel)
9 Füllventil
10 Zusatzluftbehälter zu den Füllbehältern
11 Hauptölbehälter
12 Hochdruckpumpen 675 l/min, 350 atü
13 Elektromotoren 450 PS, 1500 U/min
14 Sammelschacht mit Absaugpumpe
15 Ventilstation
16 Schmierpumpen
17 Zentrifuge
18 Oelkühler
19 Oelablasstank
20 Bedienungspult
21 Ueberwachungstafel
22 Hilfspumpen
23 Manipulator
24 Steuerstand
25 Stromzuführung (Kabelkuli)
26 Kompressor für Akkuaufladung

Bild 5a. Anordnung der 2000-t-Schmiedepressen-Anlage, 1:200

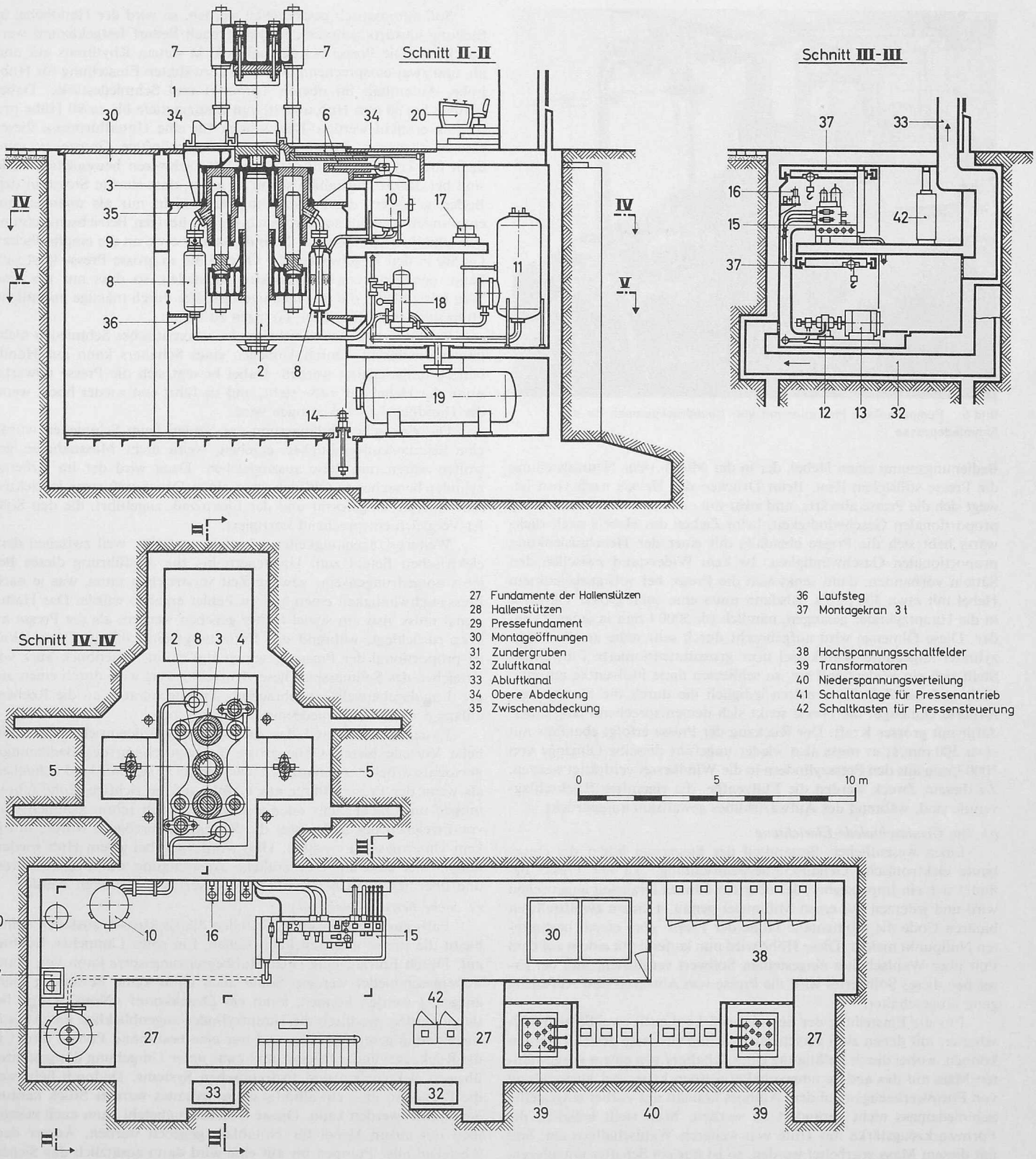


Bild 5b. Schnitte II, III und IV zu Bild 5a, 1:200

c) Hilfseinrichtungen und Zubehör

Ausser den Hauptpumpen sind noch kleinere Hochdruckpumpen für die Hilfsbewegungen (Tischverschiebung, Sattelquerverschiebung, Ausstosser) vorgesehen, ferner eine Steuerölpumpe für 40 atü. Sämtliche Pumpen sind im zweiten Kellergeschoss untergebracht, Bild 6.

Von den Hochdruckpumpen gelangt das Öl in eine Ventilstation, wo alle nötigen Ventile in übersichtlicher Weise in Blockmontage angeordnet sind. Jedes einzelne Ventil kann in kürzester Zeit geöffnet oder ganz entfernt werden, ohne dass das Öl abgelassen werden muss. Von der Ventilstation wird das Drucköl den verschiedenen Zylindern zugeteilt. Es bestehen nur wenige kurze Hochdruckleitungen; alle Verbindungen zwischen den Ventilen selbst sind in Blöcken gebohrt. Die Ventilstation befindet sich im ersten Kellergeschoss.

Als Zubehör sind zu nennen: der Hauptölbehälter, dessen Niveau wenig über den Pumpen liegt, so dass die Saugleitungen stets unter einem kleinen Überdruck stehen, also nie Luft angesaugt werden kann; weiter ein Sammelbehälter, der sich im tiefsten Punkt des Kellers befindet und in welchen im Notfall alles Öl abgelassen werden kann. Weiter sind einige Umwälzpumpen und eine Zentrifuge vorhanden. Das Schnellablassventil, über welches im Notfall das ganze System in den Ablasstank entleert werden kann, besitzt äusserst grossen Querschnitt und kann rein mechanisch vom Pult aus betätigt werden.

4. Das Bedienungspult

a) Die Pressensteuerung

Die Bedienung der Presse erfolgt von einem leicht erhöht aufgestellten Bedienungspult aus, Bild 7. Mit der linken Hand betätigt der

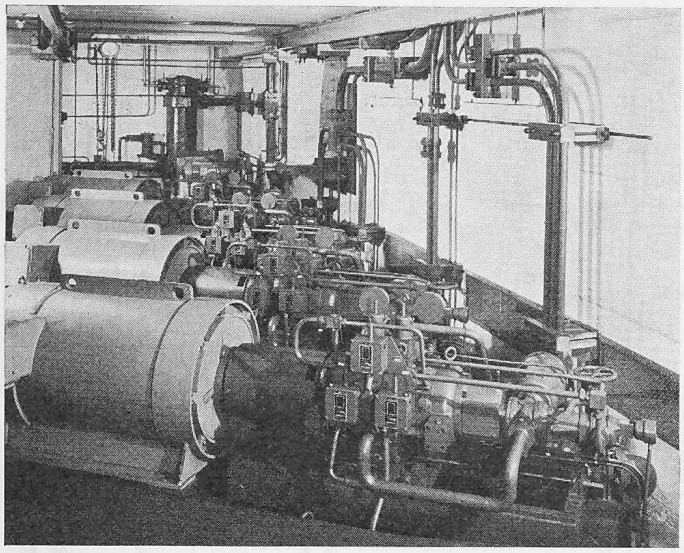


Bild 6. Pumpenanlage im Keller mit vier Hochdruckpumpen für die Schmiedepresse

Bedienungsmann einen Hebel, der in der Mittel- oder Neutralstellung die Presse stillstehen lässt. Beim Drücken des Hebels nach vorn bewegt sich die Presse abwärts, und zwar mit einer der Hebelauslenkung proportionalen Geschwindigkeit, beim Ziehen des Hebels nach rückwärts hebt sich die Presse ebenfalls mit einer der Hebelauslenkung proportionalen Geschwindigkeit. Ist kein Widerstand zwischen den Sätteln vorhanden, dann senkt sich die Presse bei voll ausgelenktem Hebel mit etwa 300 mm/s. Alsdann muss eine sehr grosse Ölmenge in die Hauptzylinder gelangen, nämlich rd. 5000 l/min in jeden Zylinder. Diese Ölmenge wird aufgebracht durch sehr nahe an die Presszylinder angebaute Windkessel über grossdimensionierte Füllventile. Stellt sich ein Widerstand ein, so schliessen diese Füllventile automatisch und die Zylinder erhalten lediglich die durch die Pumpen geförderte Ölmenge; die Presse senkt sich dementsprechend langsamer, dafür mit grosser Kraft. Der Rückzug der Presse erfolgt ebenfalls mit etwa 300 mm/s; es muss also wieder ungefähr dieselbe Ölmenge von 5000 l/min aus den Presszylindern in die Windkessel verdrängt werden. Zu diesem Zweck werden die Füllventile, die eigentlich Rückschlagventile sind, während des Aufwärtshubes gewaltsam aufgedrückt.

b) Die Genauschmiede-Einrichtung

Einen wesentlichen Bestandteil der Steuerung bildet die eingebaute elektronische Genauschmiedeeinrichtung. An der Presse befindet sich ein Impulsgeber, der über ein dünnes Drahtseil angetrieben wird und jederzeit auf einen Millimeter genau in einem zwölfstelligen binären Code die momentane Höhe der Presse über einem bestimmten Nullpunkt meldet. Diese Höhe wird nun laufend mit einem auf dem Pult über Wahlschalter eingestellten Sollwert verglichen, und bei Erreichen dieses Sollwertes wird die Presse von Abwärts- und Aufwärtsgang umgeschaltet.

Für die Einstellung der Schmiedestärke dienen zwei Sätze Wahlschalter, mit denen zwei verschiedene Schmiedemasse gewählt werden können, wobei durch Betätigung eines Schalters von einem vorgewählten Mass auf das andere umgeschaltet werden kann. Bei Verwendung von Formwerkzeugen auf dem Amboss braucht das vorher eingestellte Schmiedemass nicht verändert zu werden. Man stellt lediglich die Formwerkzeugstärke mit Hilfe von weiteren Wahlschaltern ein. Soll mit diesem Mass gearbeitet werden, so ist nur ein Schalter umzulegen, wodurch die Werkzeughöhe den vorherigen Einstellungen überlagert wird. Alle Einstellungen bestehen aus je drei Wahlschaltern, um bei einem bestimmten Schmiedemass die Einer, Zehner und Hunderter einstellen zu können. Weitere Drehschalter dienen der Festlegung der oberen Hubbegrenzung, der Aufenthaltszeit im oberen Totpunkt zwischen 0 und 5 Sekunden, und der Einstellung des Masses, bei dem die Presse vor Berührung des Blockes von der Vorfahrgeschwindigkeit auf die eigentliche Schmiedegeschwindigkeit umgeschaltet werden soll.

Vor Beginn der Arbeit muss allerdings die Einrichtung auf die entsprechende Sattelhöhe eingestellt werden. Dies geschieht sehr einfach dadurch, dass die Presse Sattel gegen Sattel gefahren wird, worauf eine Reihe von kleinen Kontrollämpchen anzeigen, welche Schalter umgelegt werden müssen, um die Presse auf ihre Nulleinstellung zu bringen. Sämtliche Positionsmessungen der Elektronik gehen nun von diesem gespeicherten Nullwert aus.

Soll automatisch geschmiedet werden, so wird der Handhebel in Stellung abwärts gebracht, in der er nach Bedarf festgeklemmt werden kann. Die Presse bewegt sich nun in stetem Rhythmus auf und ab, und zwar entsprechend der vorhin erwähnten Einstellung für Hubhöhe, Aufenthalt im oberen Totpunkt und Schmiedestärke. Dabei können bei 30 mm Hub und 10 mm Eindringtiefe bis zu 90 Hübe pro Minute erreicht werden. Dies scheint für eine Unterflurpresse dieser Grösse allerdings die absolut oberste vernünftige Grenze zu sein, denn die Trägheitskräfte der über 100 t schweren beweglichen Teile sind bei diesen Hubzahlen schon so gross, dass starkte Stösse in den Boden gelangen, die in der Umgebung nicht nur als unangenehm empfunden werden, sondern auch für die übrigen Betriebseinrichtungen schädlich sein können. Man denke nur etwa an die empfindlichen Geräte in den Regelwarten der Öfen. Eine so grosse Presse lässt sich kaum genügend erschütterungsfrei aufstellen, so dass nur der eine Weg übrig bleibt, die Beschleunigungskräfte durch mässige minutliche Hubzahlen in vernünftigen Grenzen zu halten.

Bei Freiformschmiedearbeiten ist automatisches Schmieden nicht immer erwünscht. Durch Umlegen eines Schalters kann auf Handbetrieb umgeschaltet werden. Dabei bewegt sich die Presse abwärts, wenn der Hebel auf «ab» steht, und sie fährt erst wieder hoch, wenn der Handhebel zurückgezogen wird.

Die elastische Verlängerung der Säulen beim Schmieden würde eine Schmiedeungenauigkeit ergeben, wenn nicht Massnahmen getroffen wären, um diese auszugleichen. Dazu wird der im Arbeitszylinder herrschende Öldruck über einen Druckumformer in elektrische Energie umgeformt und der Elektronik zugeführt, die den Soll-Ist-Vergleich entsprechend korrigiert.

Weitere Ungenauigkeiten könnten entstehen, weil zwischen dem elektrischen Befehl zum Umsteuern bis zur Ausführung dieses Befehls notgedrungen eine gewisse Zeit verstreichen muss, was je nach Pressgeschwindigkeit einen andern Fehler ergeben würde. Das Haltesignal muss also um soviel früher gegeben werden, als die Presse an Weg zurücklegt, während das Entlastungsventil öffnet. Dieser Weg ist proportional der Pressengeschwindigkeit im Augenblick kurz vor Erreichen des Sollmasses. Dieser Korrekturwert wird durch einen auf der Impulsgeberwelle angebrachten Tachogenerator an die Rechenanlage der Genauschmiedeeinrichtung gegeben.

Es liegt auf der Hand, dass die Genauschmiedeeinrichtung wesentliche Vorteile bietet. Ohne grosse Beanspruchung des Bedienungspersonals arbeitet sie natürlich viel genauer, sicherer und schneller, als wenn der Pressenführer mit Gefühl auf die richtige Höhe fahren müsste und dabei mehr oder weniger ängstlich schon ziemlich früh vor Erreichen des Sollmasses die Bewegung verzögern würde, um ja kein Untermass zu erhalten. Dies würde sich bei jedem Hub wiederholen, was eine ausserordentliche Anstrengung des Pressenführers und überdies einen beträchtlichen Zeitverlust bedeuteten würde.

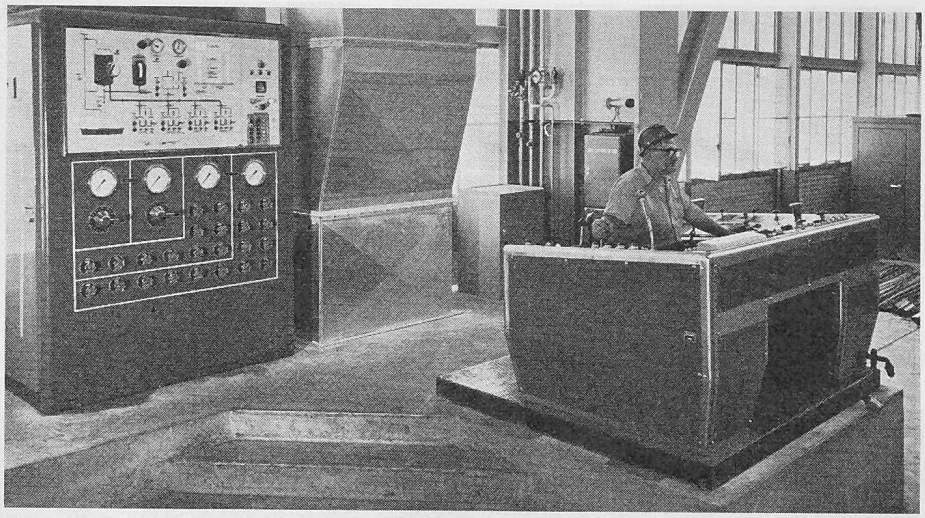
c) Sicherheitsmassnahmen

Falls aus irgendwelchen Gründen die Elektronik ausfallen sollte, bleibt die Presse augenblicklich stehen. Ein rotes Lämpchen leuchtet auf. Durch Entriegelung einer Hubbegrenzungssprre kann von Hand weitergeschmiedet werden. Sollte auch dann keine Bewegung mehr ausgelöst werden können, kann ein Druckknopf «Notrückzug» betätigt werden, wodurch die Hauptzylinder augenblicklich mit Aböl in Verbindung gesetzt werden und nur eine bestimmte Pumpe direkt in die Rückzugzylinder fördert, und zwar unter Umgehung des gesamten übrigen elektrischen und hydraulischen Systems. Dadurch hebt sich die Presse, so dass ein allfällig eingeklemmtes warmes Stück herausgenommen werden kann. Dieser Notrückzugbefehl kann auch zusammen mit einem Hebel für Notablass gegeben werden. Ausser dem Abstellen aller Pumpen bis auf eine wird dann zusätzlich das Sicherheitsventil am Druckluftbehälter für die Windkessel geöffnet und auch das gesamte Öl im System durch das bereits erwähnte Schnellablassventil in den Sammeltank abgelassen. Wenn die Presse oben angelangt ist oder wenn alles Öl aus dem Behälter abgelassen wurde, stellt auch die letzte Pumpe automatisch ab.

Besondere Beachtung verdient das in die Pressenanlage eingebaute Überwachungssystem. Das hydraulische Hochdruck- sowie Steuerdrucksystem ist an allen wichtigen Stellen (über 70) mit Kapillarrohrleitungen angezapft, die zu einem Schaltschrank, Bild 7, geführt sind, von wo aus man mittels verschiedener Wahldrehschalter die einzelnen Messtellen im System mit entsprechenden Manometern verbinden kann, um im Notfalle Fehler schnell finden zu können.

Die Stirnwand dieses Schaltschrankes ist ausserdem mit einem stark vereinfachten Leuchtschema des Hydrauliksystems ausgestattet. Falls der Druck an gewissen Stellen zu tief oder zu hoch ist, die

Bild 7. Bedienungspult und Ueberwachungstafel zu 2000-t-Schnellschmiedepresse



Schmierölmenge in den Pumpen zu klein sein sollte, die Fördermengensymmetrie in den Pumpen nicht gewährleistet ist, der Ölstand im Füll- oder im Hauptöltank sich unter oder über den zulässigen Werten bewegen sollten usw., wird dies durch Aufleuchten von entsprechenden Signallampen an den betreffenden Stellen im System angezeigt. Im weiteren werden Informationen wie Steuerspannung, Luftdruck, Steueröldruck, Bedingungen im Sammelschacht und an den Zentrifugen, Pumpen und Motoren und vieles andere mehr in diesem Schema mittels Signallampen und sonstigen Anzeigegeräten angegeben.

Auch für den elektronischen Teil, also die Genauschmiedeeinrichtung, ist eine ähnliche Überwachungseinrichtung wie für die Hydraulik eingebaut. An wichtigen Punkten des Elektroniksystems sind vielpolige Überwachungssteckdosen fest angeschlossen. Ein Kontrollstecker, der dort eingeführt werden kann, gibt dem Eingeweihten auf 12 Lämpchen den Schaltzustand an jeder Stelle an, so dass auch hier allfällige Fehler rasch lokalisiert werden können. Da diese Überwachungstafel nur bei Störungen beobachtet werden muss, ist sie im Rücken des Bedienungsmannes aufgestellt, so dass dieser normalerweise nicht durch die vielen Lämpchen und Instrumente auf dieser Tafel gestört wird.

5. Allgemeine Anordnung

Der ganze Antrieb der Presse mit der Steuerung wurde von der Firma Towler in Rodley, Leeds, England, geliefert, die schon eine grosse Anzahl ähnlicher Steuerungen mit Erfolg gebaut hat. Tatsächlich erfolgte die Inbetriebnahme ohne Überraschungen. Dies ist auch der engen und verständnisvollen Zusammenarbeit zwischen der genannten Firma, der Lieferfirma der Presse (Hydraulik Duisburg) und den Fachleuten von Gebrüder Sulzer zu verdanken.

Die Anordnung der einzelnen Anlageteile mit Hilfsbetrieben und Zubehör geht aus Bild 5 hervor. Da in den verschiedenen Kellerräumen beträchtliche Verlustwärmen anfallen, wurde eine ausreichende künstliche Lüftung (Frischluftmenge 60 000 m^3/h) vorgesehen. Sie erzeugt im Keller einen leichten Überdruck und verhindert so das Eindringen von Staub. Dank strenger räumlicher Trennung des Arbeitsraumes der Presse mit den glühenden Stücken von den Räumlichkeiten, in denen die Hydraulik untergebracht ist, besteht kaum mehr Brandgefahr. Trotzdem wurden in den verschiedenen Kellergeschossen eine ganze Anzahl von automatischen Feuermeldern mit entsprechender Alarmanlage eingebaut. Im übrigen sind aber lediglich Handfeuerlöscher vorhanden. Auf eine fest eingebaute CO_2-Löschanlage wurde verzichtet.

6. Hauptdaten

Presskraft beim normalen Schmieden und Stauchen	2000 t
Grösste zulässige Exzentrizität der Presskraft	250 mm
Rückzugkraft	500 t
Grösste Rückzuggeschwindigkeit	300 mm/s
Grösste Schmiedegeschwindigkeiten	
bei 2000 t	75 mm/s
bei 1500 t	100 mm/s
Grösste Vorfahrgeschwindigkeit	300 mm/s
Pressenhub	1800 mm
Lichte Einbauhöhe zwischen Presstisch und oberer Schonplatte	3200 mm
Mittlere Säulenentfernung	2000/2600 mm
Verschiebehub des Schiebetisches nach beiden Seiten	je 1400 mm
Verschiebekraft	50 t
Verschiebegeschwindigkeit	55/390 mm/s
Sattelquerverschiebungshub	1800 mm
Verschiebekraft	15 t
Verschiebegeschwindigkeit	40/290 mm/s
Ausstosserhub	950 mm
Kraft	90 t
Geschwindigkeit	24/171 mm/s
Gewicht d. Presse ohne Abdeckungen, Werkzeuge usw.	rd. 260 t
Betriebsdruck der Pumpen	350 atü
Förderleistungen	4×675 l/min
und	$2 \times$ 18 l/min
Leistungsbedarf	4×450 PS
und	$2 \times$ 20 PS
Steuerölpumpe	60 l/min
Druck	50 atü
Ölfüllung der Anlage rd.	8000 l

B. Der Manipulator

Mit diesem Ausdruck wird die Einrichtung bezeichnet, welche das glühende Werkstück hält und mit ihm die zum Schmieden nötigen Bewegungen ausführt. Das grösste Einspannmoment der Zange beträgt 40 mt; ein 10 t schweres Werkstück kann somit einen Schwerpunktsabstand von der Zange von 4 m aufweisen. Die Zange ist allseitig nachgiebig, so dass sie durch die beim Pressen auftretenden Kräfte nicht beschädigt werden kann. Die Bewegungen sind: Heben, Drehen, Senken, axiales Verschieben. Die Geschwindigkeiten dieser Bewegungen ist fein regelbar.

1. Hauptdaten

Der von der Hydraulik GmbH. in Duisburg gebaute Manipulator wiegt rd. 100 t und entspricht der schon vielfach verwendeten Normalausführung. Seine Hauptdaten sind:

Maximales Lastmoment	40 mt
Blockgewicht	bis zu 15 t
Grösste Zangenöffnung rd.	850 mm
Mittlere Zangenhöhe über Flur	1300 mm
Höhenverstellung der Zange	600 mm
Drehzahl	0 bis 15 U/min
Fahrgeschwindigkeit	0 bis 50 m/min
Grösster Betriebsdruck	100 atü
Pendelvolumen des Druckluftakkumulators	92 Liter
2 Dreiplungerpresspumpen, Förderleistung je	90 l/min
2 Elektromotoren 1500 U/min, Leistung je	28 PS

2. Antrieb

Der Antrieb erfolgt durch Druckwasser von 100 atü, das von zwei auf dem Manipulator aufgebauten Drillingskolbenpumpen geliefert wird. Ein luftgekühlter, elektrisch gesteuerter Akkumulator speichert das Druckwasser. Von dort gelangt es über hydraulische Steuerungen zu den einzelnen Zylindern, deren Kolben die verschiedenen Bewegungen bewirken. Da ein Akkumulator kurzzeitig recht grosse Druckwassermengen abgeben kann, können praktisch auch alle Bewegungen gleichzeitig ausgeführt werden, sofern anschliessend eine Pause folgt, die das Wiederaufladen des Akkumulators gestattet.

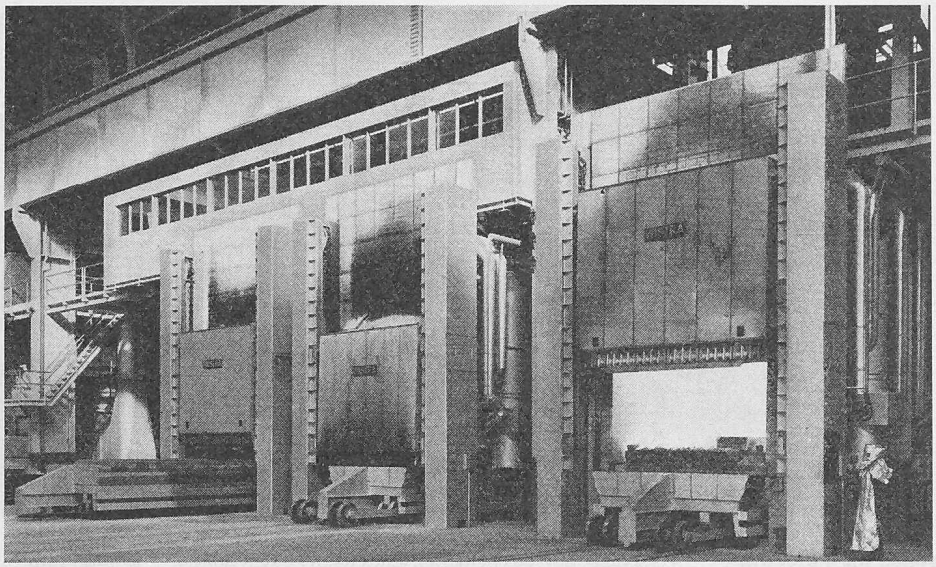


Bild 8. Die drei ölgeheizten Schmiedeöfen mit Herdwagen

3. Bedienung

Normalerweise werden solche Manipulatoren von einem seitlich angebrachten Steuerstand aus bedient. Der Bedienungsmann sitzt darauf und fährt mit. Im vorliegenden Fall ist zusätzlich auch eine Fernsteuerung vom Pressenbedienungspult aus über elektrohydraulische Einrichtungen möglich.

Die Befehlsübertragung erfolgt über vieladrige Kabel schleifringlos über einen sogenannten Kabelkuli, wie er auf Bild 5 angedeutet ist. Die ursprünglich von verschiedenen Seiten gehegten Befürchtungen, der Bedienungsmann sei überlastet, wenn er gleichzeitig Presse und Manipulator zu bedienen habe, haben sich als unbegründet herausgestellt. Man hat vom Pressensteuerpult aus eine viel bessere Übersicht; auch gibt es keine Verständigungsschwierigkeiten zwischen Pressen- und Manipulatorführer, und es sind sofortige Reaktionen möglich. Natürlich ist der Mann etwas höher beansprucht, die Bedienung beider Aggregate gleichzeitig lässt sich aber lernen wie etwa das Autofahren. Besonders bei einfachen Schmiedearbeiten, wie etwa beim Ausschmieden von Stangen, läuft die Presse automatisch, der Hauptbedienungshebel steht still und kann sogar arretiert werden.

Der Hebel für die Drehbewegung des Manipulators kann ebenfalls in einer bestimmten Stellung stehengelassen werden, die Zange dreht sich dann kontinuierlich. Der Bedienungsmann hat in diesem Fall also recht wenig zu tun, er muss etwa eine neue Dicke einstellen und mit dem Manipulator längsfahren und vielleicht hin und wieder die Höhe korrigieren.

Aber auch bei schwierigeren Freiformschmiedearbeiten hat sich diese kombinierte Bedienung von Manipulator und Presse recht gut bewährt.

C. Die Schmiedeöfen

1. Die Bauweise

Die auf der Schmiedepresse verarbeiteten Blöcke werden in Schmiedeöfen auf die nötige Temperatur von etwa 1250 °C gebracht. Zur Verfügung stehen drei sogenannte Herdwagenöfen, die sich im wesentlichen nur in der Grösse unterscheiden, Bild 8. Sie bestehen aus einem tunnelartigen Ofengefäss, in welches ein Plattformwagen so eingefahren wird, dass der entstehende Hohlraum nach unten fast ganz abgeschlossen ist. Hinten befindet sich eine feste Stirnwand und vorne wird die Öffnung mit einem Hebetor verschlossen. Ein Ofen weist vorne und hinten je ein Tor auf, und der Herdwagen kann nach beiden Seiten ausgefahren werden. Es bildet sich so ein geschlossener Ofenraum, der durch Sandrinnen am Wagen und durch besondere Dichtleisten an der Türe möglichst dicht nach aussen abgeschlossen ist.

Die Ofenwände bestehen aus einer mit Profileisen verstärkten Blechkonstruktion, die inwendig durchschnittlich 630 mm dick ausgemauert ist. Das Mauerwerk besteht innen aus einer 250 mm dicken Schicht hochfeuerfesten Schamottesteinen, anschliessend aus 250 mm Feuerleichtsteinen und aussen aus 125 mm Isoliersteinen. Bei einem Ofen ist die innerste Schicht nicht aus Steinen ausgeführt, sondern versuchsweise mit einer feuerfesten Baumasse ausgestampft. Es ist dies eine keramisch abbindende, also durch Sinterung erhärtende Masse, Fabrikat Plibrico, Düsseldorf. Diese Ausführungsart ist teurer, soll aber eine wesentlich längere Haltbarkeit aufweisen.

Der Herdwagen für 60 t Tragkraft beim grossen und für je 40 t Tragkraft bei den kleineren Öfen besteht ebenfalls aus Eisenkonstruktion, die mit feuerfesten Steinen ausgemauert und zuoberst mit einer Schicht Stampfmasse versehen ist. Beim Verfahren des Herdwagens wälzt sich dieser auf Stahlgussrollen ab. Bei diesem Verfahren sind keine Traglager nötig, die schwierig zu schmieren wären, weil sie hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Der Herdwagen wird über eine unter Flur angeordnete elektrische Winde und über eine am Herdwagen angeschraubte Zahnstange angetrieben.

Die Tore werden mittels elektrischen Hebewinden betätigt. Für den Gewichtsausgleich sind Gegengewichte vorgesehen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Hauptdaten der drei Öfen. Diese wurden von der Firma Koppers-Wistra-Ofenbau GmbH, Düsseldorf, erstellt, die auch die zugehörige Regelanlage geliefert hat. Als Brennstoff dient Heizöl extra leicht mit einem untern Heizwert von 10 100 kcal/kg.

Tabelle 1. Hauptdaten der Schmiedeöfen

Ofen Nr.		1	2	3
Nutzraum-Länge	mm	8500	6500	6500
Nutzraum-Breite	mm	3000	2500	2500
Nutzraum-Höhe	mm	2500	2250	2250
Herdwagenbelastung	t	60	40	40
Ofenraumtemperatur max.	°C	1300	1300	1300
Max. Brennerleistung	kg/h	540	420	480
Anzahl Brenner		18	14	16

2. Die Feuerung

Als Brennstoff für den Betrieb dieser Öfen kam aus preislichen Überlegungen nur Öl in Frage. Knapp über der Herdwagensohle sind in Abständen von rd. 1,2 m beidseitig Brenner eingebaut, dazu zusätzlich noch Brenner auf halber Höhe bei den Türen, um die dort etwas erhöhte Abkühlung auszugleichen. Beim grössten Ofen sind 18, bei den kleinen 16 bzw. 14 Brenner eingebaut, und zwar Niederdruckölbrenner Fabrikat Osmund (Schweden). Diese Brenner lassen sich im Verhältnis 1:8 regeln. Das Öl tritt durch nicht allzu kleine Düsen mit niedrigem Druck aus und wird durch einen scharfen Zerstäuberluftstrom mitgerissen. Durch einen weiteren Kanal kommt noch die erforderliche Verbrennungsluft dazu.

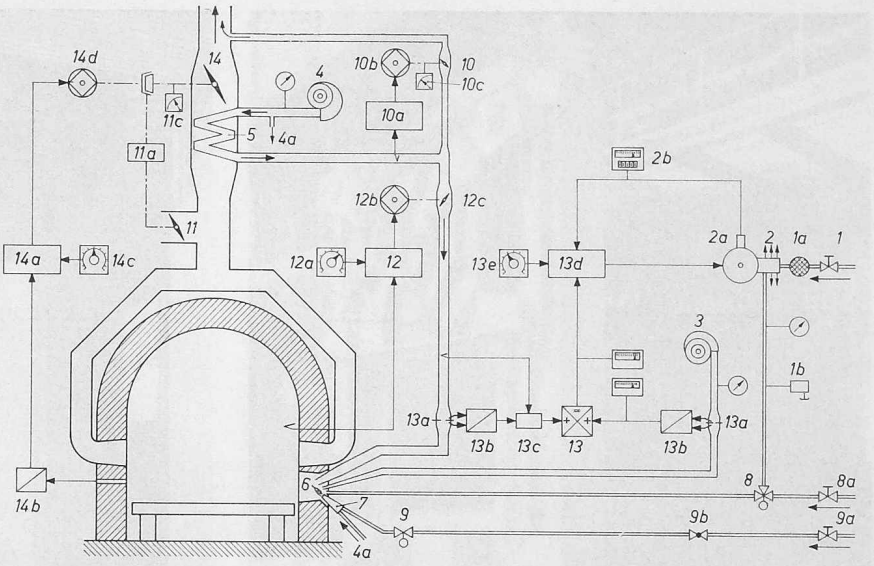
Die heissen Abgase werden über vier regelbare Kanäle zu einem über dem Ofen angeordneten Abgassammelkanal und von dort über einen Rekuperator in den Kamin geleitet. Im Rekuperator wird die für den Betrieb nötige Verbrennungsluft auf 350 bis 400 °C vorgewärmt.

Die Steuerung und Regelung soll in den wesentlichsten Punkten an Hand von Bild 9 beschrieben werden. Das Heizöl gelangt aus dem allgemeinen Ölnetz 1 über einen Filter 1a zur Dosierpumpe 2, die jedem Brenner genau dieselbe Ölmenge zumisst. Diese kann durch Veränderung der Pumpendrehzahl dem Bedarf angepasst werden.

Zwei Ventilatoren 3 und 4 liefern die notwendige Verbrennungsluft. Der eine fördert eine konstante Menge Luft (etwa 10% des Maximalbedarfes) mit dem relativ hohen Druck von 1000 mm Wassersäule, die zur Zerstäubung des Öles dient, dabei aber natürlich auch einen Anteil der benötigten Verbrennungsluft darstellt. Der zweite Ventilator 4 liefert den Rest der benötigten Luft (also bis 90% bei Volleistung), und zwar wird diese Luft im Rekuperator 5 vorgewärmt.

Bild 9. Prinzipschema der Steuerung eines ölgeheizten Schmiedeofens

1 Oelzufuhr
1a Oelfilter
1b Ueberströmventil
2 Dosierpumpe
2a Tachodynamo
2b Mengenanzeiger und Zähler
3 Hochdruckventilator
4 Niederdruckventilator
4a Luft für Zündflamme
5 Rekuperator
6 Brenner
7 Zündbrenner
8 Magnetventil in Oelleitung
8a Druckluftzufuhr
9 Magnetventil in Propanleitung
9a Propanzufuhr
9b Druckreduzierventil
10 Warmluft-Ausblasklappe
10a Temperaturregler
10b Verstellmotor zu 10
10c Stellungsanzeiger zu 10
11 Kühlluftklappe
11a Stromausfall-Sicherung
11c Stellungsanzeiger zu 11
12 Elektronischer Temperaturregler
12a Sollwert-Einstellung zu 12
12b Verstellmotor zu 12c
12c Luft-Regelklappe
13 Addierer
13a Messblenden
13b Tauchglocken-Messumformer
13c Temperatur-Kompensator
13d Gemischregler
13e Luftüberschusszahl-Einsteller
14 Druckregelklappe
14a Druckregler
14b Tauchglocken-Umformer zu 14a
14c Sollwerteinstellung zu 14a
14d Verstellmotor zu 14



Jeder Brenner 6 besitzt einen eigenen, mit Propangas betriebenen kleinen Zündbrenner 7. Bei der Inbetriebnahme werden zuerst die Ventilatoren eingeschaltet, dann die Zündbrenner elektrisch gezündet. Deren Flamme ist thermisch überwacht. Erst wenn alle Zündbrenner brennen, öffnen die Magnetventile 8, die in die zu den Brennern führenden Ölleitungen eingebaut sind.

Während des Betriebes bleiben auch die Zündbrenner dauernd eingeschaltet. Sollte ein Zündbrenner ausfallen, so werden Propan- und Ölzufuhr durch je ein Magnetventil unterbrochen und es wird Alarm gegeben. Die übrigen Brenner bleiben in Betrieb. Die Magnetventile zu den Hauptbrennern sind als Gabelventile ausgebildet. Sobald die Ölzufuhr unterbrochen wird, tritt Pressluft mit geringem Druck (etwa 1 atü) zur Düse und bläst das sich noch in der Düse befindliche Öl aus, so dass es nicht verkoken und die Düse verstopfen kann.

3. Die Regelung

Die Temperatur der Verbrennungsluft (rd. 350 °C) wird mittels eines Reglers 10a in der Weise konstant gehalten, dass bei steigender Lufttemperatur eine nach dem Rekuperator in die Luftleitung eingebaute Warmluftausblasklappe 10 öffnet, wodurch mehr Luft durch den Rekuperator strömt und sich dadurch deren Temperatur verringert.

Bei Stromausfall fallen die Ventilatoren aus. Die sich im heissen Kamin befindlichen Wärmeaustauschrohre würden dabei von innen nicht mehr gekühlt und könnten Schaden leiden. Es ist deshalb eine Stromausfall-Sicherung 11a eingebaut, die bei Stromausfall eine Klappe 11 im Kamin unterhalb des Rekuperators öffnet, durch die kalte Luft nachgesaugt wird. Dadurch sinkt die Rauchgastemperatur im Innern des Kamins.

Die Ofentemperatur wird über ein Thermoelement gemessen und einem elektronischen Regler 12 mit Rückführung zugeführt, der sie mit einem von Hand eingegebenen Temperatur-Sollwert vergleicht. Bei Nichtübereinstimmen von Soll- und Ist-Temperatur beeinflusst der Regler eine Luftklappe 12c, welche die den Brennern zugeführte Verbrennungsluft steuert.

Die in den Ofen eingeblasene Luft wird mittels Blenden 13a sowohl in der Zerstäuber- als auch in der Verbrennungsluftleitung gemessen. Die Druckdifferenzen werden über Tauchglocken-Messumformer 13b in der Durchflussmenge proportionale elektrische Ströme umgewandelt, wobei bei der heissen Verbrennungsluft erst noch die Temperatur durch eine besondere Schaltung 13c mitberücksichtigt wird. Zerstäuber- und Verbrennungsluftmenge werden bei 13 elektrisch addiert und dieser Wert einem weiteren Regler 13d zugeführt. Dieser vergleicht die momentan geförderte Luftmenge mit der momentan geförderten Ölmenge, die ihm ein von der Welle der Öldosierpumpe angetriebener Tachodynamo 2a meldet. Zu jeder Luftmenge gehört eine entsprechende Ölmenge. Ändert sich die Luftmenge, so stellt der Regler ein Nichtübereinstimmen zwischen Luft- und Ölmenge fest und beeinflusst die Drehzahl der Öldosierpumpe so, dass die Ölmenge wieder im selben Verhältnis zur Luftmenge steht wie vorher.

Die Luftüberschusszahl λ kann bei 13e zwischen 0,7 und 1,3 eingestellt werden. Stellt man λ auf Werte grösser als 1 ein, so herrscht Sauerstoffüberschuss, der eine Oxydation, d.h. Zunderbildung an den Werkstücken hervorruft. Man spricht auch von einer oxydierenden Ofenatmosphäre im Gegensatz zur reduzierenden, wenn der Wert λ kleiner als 1 ist. Im allgemeinen strebt man ein Gemischverhältnis von 1,0 an, was neutrale Verbrennung bedeutet. In die Temperaturregelung ist selbstverständlich eine Thermoelement-Bruchsicherung eingebaut, die verhindert, dass der Ofen «durchbrennt».

Wesentlich ist auch der Druck, der im geschlossenen Ofenraum herrscht. Überdruck ist zu vermeiden, weil dann heisse Abgase zu allen Fugen herausgepresst würden. Noch ungünstiger wäre ein Unterdruck im Ofen, weil dann kalte Luft eingesaugt und der Ofen unnötigerweise abgekühlt würde, was einen erhöhten Brennstoffverbrauch bedeuteten und überdies den Sauerstoffgehalt im Ofen erhöhen und damit die Zunderbildung an den Werkstücken fördern würde. Man trachtet deshalb danach, den Druck auf Herdwagenhöhe auf 0 zu halten.

Zur Druckregelung wird der gemessene Ofendruck über einen Tauchglockenmessumformer 14b in einen elektrischen Strom umgewandelt und dieser einem Regler 14a zugeführt, der den tatsächlich vorhandenen Druck mit einem von Hand bei 14c eingestellten Solldruck – zum Beispiel 0 mm Wassersäule – vergleicht und je nach Abweichung die Stellung einer sich im Kamin befindlichen Abgasklappe 14 beeinflusst. Ist der Druck im Ofen zu hoch, wird die Klappe mehr geöffnet, so dass sich durch den Kaminzug der Druck vermindert. Bei zu kleinem Druck wird umgekehrt die Klappe gedrosselt und es entsteht ein Staudruck im Kamin. Diese Druckmessung und Regelung erfolgt sehr genau, sie spricht auf etwa 0,1 mm Wassersäule an.

Ventilatoren, Öldosiereinrichtung, Rekuperatoren usw. sind übersichtlich und gut zugänglich auf der Bühne über den Öfen angeordnet. Dort befinden sich auch in einem abgeschlossenen Raum die Mess- und Regelwarten für die Öfen, wo alle erwähnten Regel-, Einstell- und Messapparate untergebracht sind. In dieser Messwarte ist ferner für jeden Ofen ein Schreiber eingebaut, der 12 Messwerte gleichzeitig registriert. An ihm können wahlweise die Regeltemperatur und die Temperatur an sechs Stellen im Ofen registriert werden. Weitere Messwerte, die aufgezeichnet werden können, sind: die Abgastemperatur vor und nach Rekuperator, die Warmlufttemperatur, die gesamte Verbrennungsluftmenge, die Ölmenge, der Ofendruck, die Stellung von Abgasklappe oder Warmluftausblasklappe. Natürlich sind für den normalen Betrieb nicht alle diese Registrierungen nötig. Sie können aber dem Überwachungs- und Unterhaltpersonal wertvolle Dienste leisten bei der Kontrolle und Einstellung der verschiedenen Apparate. Der Schreiber ist vollkommen unabhängig vom eigentlichen Temperaturregler; er weist einen einstellbaren Übertemperatur-Warnkontakt auf, der bei Versagen des Temperaturreglers anspricht.

D. Die Glühöfen

1. Die Bauweise der Herdwagenöfen

Ausser den Schmiedeöfen wurden in der neuen Schmiede auch Glühöfen aufgestellt, die hauptsächlich zur Wärmebehandlung von Schmiedestücken und Schweisskonstruktionen, aber auch von Guss-

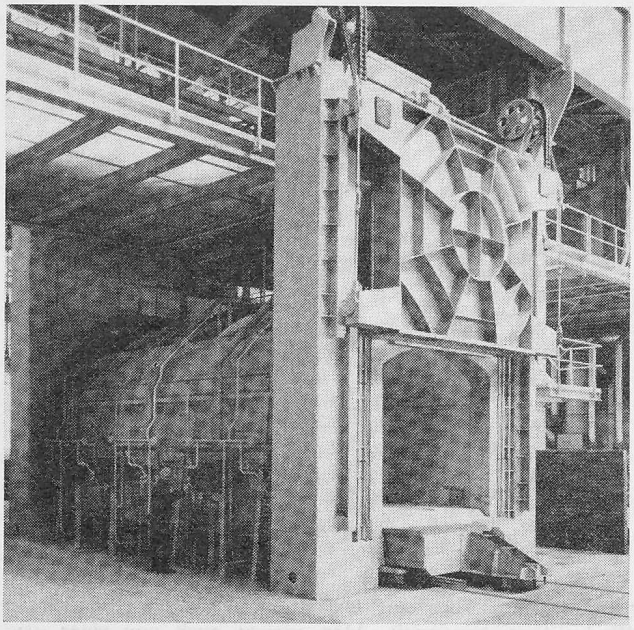


Bild 10. Gasgeheizter Glühofen für Stücke bis 60 t

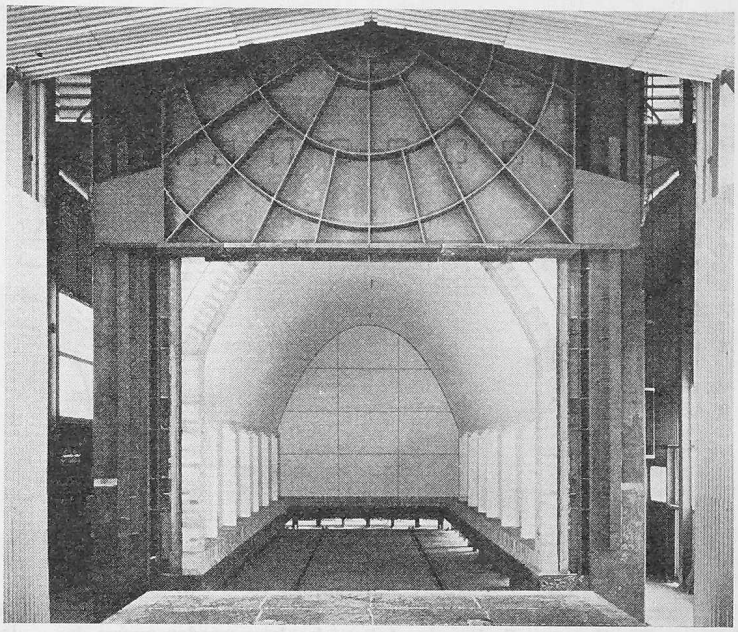


Bild 11. Blick in den grossen gasgeheizten Glühofen

stücken dienen. Für viele dieser Glüharbeiten muss die Ofenatmosphäre absolut schwefelfrei sein, weshalb eine Beheizung mit Öl nicht in Frage kommen kann. Da weder Erd- noch Stadtgas in genügender Menge vorhanden sind, hat man sich zur Verwendung des Flüssiggases «Propan» entschlossen. Es wurde eine spezielle Tankanlage mit Verdampfer aufgestellt und in der Schmiede eine Ringleitung gebaut, aus der an jeder Stelle Propan abgezapft werden kann.

Die Glühvorgänge erfordern eine gute Temperaturgleichmässigkeit im Ofen. Bei Temperaturen über etwa 800 °C ist diese Bedingung verhältnismässig leicht zu erfüllen, weil dann die Wärmeübertragung hauptsächlich durch Strahlung erfolgt, was von selbst eine gute Temperaturgleichmässigkeit ergibt. Bei niedrigeren Temperaturen herrscht die Wärmeleitung vor, was meistens Umwälzung der Verbrennungsgase im Ofen bedingt. Bei Gasfeuerung ist nun die Anwendung von Umwälz- oder Impulsbrennern möglich. Dabei erfolgt die Verbrennung fast vollständig in einer Vorkammer, die eine verhältnismässig kleine Öffnung zum Ofen hin besitzt. Durch diese schiessen die verbrannten Abgase mit einer Geschwindigkeit von über 100 m/s in das Ofeninnere. Dabei reissen sie Verbrennungsgase aus dem Ofen mit und bewirken so eine gute Zirkulation, so dass auf eigentliche Umwälzung mittels Ventilatoren verzichtet werden kann.

Glühöfen müssen nach einem einige Stunden oder gar Tage dauernden, genau vorgeschriebenen Temperatur-Programm gefahren werden können. Zum Beispiel wird ein kontrolliertes langsames Aufheizen mit vielleicht etwa 20 °C pro Stunde verlangt, dann während einiger Zeit das Halten auf Temperatur und schliesslich wieder ein ebenso langsames, kontrolliertes Abkühlen. Bei solchen Öfen wird also die Charge meistens kalt in den kalten Ofen eingefahren, dann der Ofen mit dem Glühgut aufgeheizt, auf Temperatur gehalten und wieder abgekühlt, so dass das Gut schliesslich wieder den kalten Ofen verlässt. Der Ofen selbst muss also genau wie das Glühgut aufgeheizt und wieder abgekühlt werden, das Mauerwerk soll deshalb möglichst leicht sein und möglichst geringe Speicherwärme aufweisen, damit nicht viel Energie für das Heizen des Mauerwerkes verloren geht. Es wurden deshalb für die Ausmauerung dieser Glühöfen extrem leichte Steine verwendet im Gegensatz zu den Schmiedeöfen, die dauernd heiss laufen und deshalb schweres Mauerwerk aufweisen dürfen.

Eine Vorwärmung der Verbrennungsluft mittels Rekuperatoren ist bei solchen Öfen nicht üblich. Die grösste Brennerleistung wird zum Aufheizen benötigt; dabei ist aber die Temperatur im Ofen noch nicht hoch, und die Abgase sind deshalb nur mässig warm, so dass die Luft nur in geringem Masse vorgewärmt würde. Ist der Ofen warm, dann genügt zum Halten eine geringe Brennerleistung, so dass die jetzt gute Luftvorwärmung wiederum keinen grossen Nutzen bringen würde.

Zwei Glühöfen sind gleich den Schmiedeöfen als Herdwagenöfen ausgebildet. Der kleinere davon (Bild 10), ist für 60 t Glühgut gebaut, weist eine Nutzlänge von 8,5 m und eine Breite und Höhe von je 2,5 m auf. Der grössere Ofen (Bild 11) kann 100 t und mehr Glühgut aufnehmen, bei einer Länge von 12 m und einer Breite und Höhe von je 4,5 m, ist also schon ein ausserordentlich grosser Ofen. Der kleine Ofen besitzt beidseitig Türen und zwei Herdwagenverfahrmaschinen, die wahlweise mit der sich unter dem Herdwagen befindlichen Zahnstange in Eingriff gebracht werden können. Der Wagen kann also auf beide Seiten ausgefahren werden. Demgegenüber weist der grosse Ofen nur eine Tür auf; der Herdwagen kann nur nach einer Seite jedoch um über 50 m ausfahren, wodurch er unter den Kranhakenbereich gelangt. Diese Distanz ergab sich aus der Aufstellung des Ofens, die so getroffen wurde, dass dieser bei einem späteren Ausbau des Werkes bereits an der richtigen Stelle steht. Bei diesem Ofen ist die Herdwagenverfahrmaschine am Herdwagen selbst befestigt, während im Boden eine Zahnstange (Triebstock) angebracht ist. Der Herdwagen wird also bewegt wie etwa eine Zahnradlokomotive. Die Stromzuführung erfolgt über ein Kabel und eine Kabeltrommel.

2. Die Feuerung und Regelung

Im kleinen Ofen sind 18, im grossen 30, genau gleiche Propan-Impulsbrenner eingebaut, die abwechslungsweise horizontal, knapp über Herdwagensohle und vertikal unmittelbar neben dem Herdwagen brennen. Auf diese Weise wird eine gute Umwirbelung der Ofenatmosphäre erreicht.

Gas- und Verbrennungsluft treten durch Düsen in die Verbrennungskammer ein, wobei die Menge und damit die Brennerleistung abhängig sind vom Druck vor den Düsen. Durch Veränderung dieser Drücke etwa im Verhältnis 1:100 lässt sich die Heizleistung dieser Brenner ungefähr im Verhältnis 1:10 regeln.

Da auf Temperaturgleichmässigkeit innerhalb des Ofens grosser Wert gelegt wird, sind die Öfen durch zwei senkrechte, gedachte Ebenen in drei Zonen unterteilt (vorn, Mitte, hinten), die jede für sich mit einer eigenen Temperaturregelung ausgerüstet ist. Die im folgenden beschriebene Temperaturregelung ist also pro Ofen dreimal vorhanden.

Wie bei den Schmiedeöfen weist auch hier jeder Brenner 5, Bild 12, seinen eigenen, ebenfalls mit Propan betriebenen, kleinen Zündbrenner 6 auf. Bei der Inbetriebnahme wird zuerst der für die Lieferung der nötigen Verbrennungsluft vorgesehene Ventilator 3 eingeschaltet, dann können die Zündbrenner elektrisch gezündet werden, deren Flamme thermisch überwacht ist. Erst wenn alle Zündbrenner brennen, öffnen die Magnetventile 7, die in die zu den einzelnen Brennern führenden Gasleitungen eingebaut sind.

Während des Betriebes bleiben auch die Zündbrenner dauernd eingeschaltet. Sollte ein Zündbrenner ausfallen, so wird die Propanzufuhr zum betreffenden Zündbrenner sowie zum Hauptbrenner über je ein Magnetventil 7 bzw. 8 unterbrochen und Alarm gegeben. Die übrigen Brenner bleiben in Betrieb.

Die Regelung erfolgt grundsätzlich in ähnlicher Weise wie bei den Schmiedeöfen. Bild 12 zeigt das prinzipielle Regelschema. Ein Regelthermoelement misst die Ofentemperatur und führt den Mess-

1 Propanzufuhr
1a Reduzierventil
1b Sicherheitsabsperr-ventil
2a Messblende
2b Tauchglockenumformer zu 2a
2c Mengenanzeiger und Zähler
2d Manometer
3 Ventilator
3a Luft für Zündflamme
4 Gleichdruck-Regler
5 Brenner
6 Zündbrenner
7 Magnetventil in Propan-leitung
8 Magnetventil in Zündgas-leitung
9 Drosselklappe für Verbrennungsluft
9a Elektronischer Tempe-raturregler
9b Programmgeber
9c Verstellmotor zu 9
9d Stellungsanzeiger zu 9
10 Gemischverstellung
10a Regelklappe in Propan-leitung
10b Regelklappe in Luft-leitung
10c Manometer
11 Druckregelklappe
11a Tauchglockenumformer für Ofendruck
11b Ofendruckregler
11c Sollwerteinstellung
11d Verstellmotor zu 11
11e Stellungsanzeiger zu 11
12 Kamin
12a Luftöffnung
13 Sicherheits-Absaug-ventilator
13a Kiesvorlage
13b Gasflamme
13c Magnetventil zu 13b

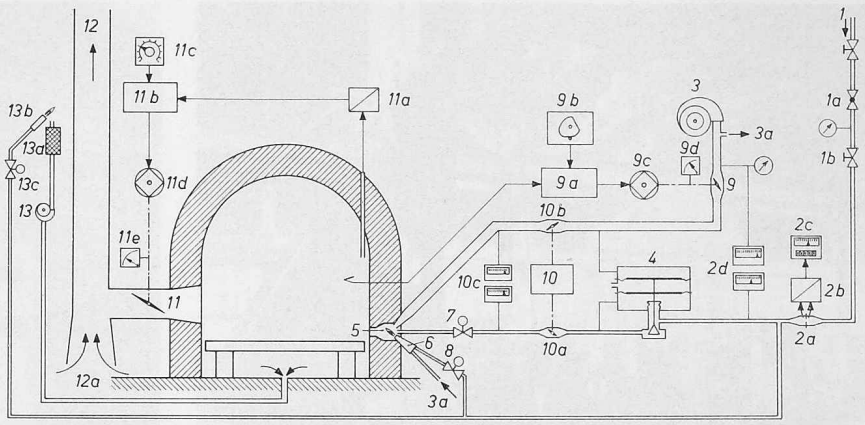


Bild 12. Prinzipschema der Steuerung eines gasgeheizten Glühofens

wert einem elektronischen Regler mit Rückführung 9a zu, der sie mit einer Soll-Temperatur vergleicht. Dieser Sollwert ist entsprechend dem Programm zeitlich veränderlich und wird von einem Programmgeber 9b geliefert, der das verlangte Programm auf einer rotierenden Kunststoffscheibe eingeschnitten enthält. Die Laufzeit dieser Scheibe und damit die Dauer eines vollständigen Zyklus kann zwischen 30 Minuten und 36 Tagen eingestellt werden.

Bei Nichtübereinstimmung von Soll- und Ist-Temperatur verstellt der Regler eine Drosselklappe 9 für die Luftzufuhr zu den Brennern. Dadurch ändern sich die Luftmenge und der Druck in der Luftleitung. Ein Gleichdruckregler 4 stellt unverzüglich den Druck in der Propanleitung gleich dem Luftdruck ein, so dass sich die Brennerleistung bei gleichbleibendem Gemischverhältnis dem Bedarf anpasst. Dieses Gemischverhältnis kann auch hier wieder in den praktisch interessierenden Grenzen eingestellt werden. Dies wird durch Verstellen zweier miteinander gekuppelter Klappen 10a und 10b in der Gas- und der Luftleitung kurz vor den Brennern erreicht. Vor diesen Klappen sind dank der Wirkung des Gleichdruckreglers Gas- und Luftdruck stets gleich, was eine neutrale Verbrennung ergibt. Durch die Klappen kann das Druckverhältnis verändert und damit die Ofenatmosphäre beeinflusst werden. Es ist selbstverständlich eine Thermoelement-Bruchsicherung eingebaut, die verhindert, dass der Ofen «durchbrennt».

Aus den gleichen Gründen wie bei den Schmiedeöfen ist auch bei den Glühöfen der Druck im Ofen wichtig. Der einem Tauchglocken-messumformer 11a zugeführte und dort in eine elektrische Grösse umgewandelte Druck wird in einem Regler 11b wiederum mit einem eingestellten Sollwert verglichen, der je nach der Abweichung die Stellung eines Schiebers 11 beeinflusst, welcher die Abgase mehr oder weniger drosselt, die durch die einzige seitliche Öffnung im Ofen entweichen.

Unmittelbar nach diesem Schieber gelangen die Abgase in den Kamin 12. Dieser weist unten eine Öffnung 12a auf, durch welche infolge des Kaminzuges Luft angesaugt wird, welche sich mit den heissen Abgasen vermischt und diese abkühlt. Die Kaminwandung ist dadurch nur mässig thermisch beansprucht und der Kaminzug so weit verringert, dass keine Gefahr eines Unterdruckes im Ofen besteht.

Auch bei diesen Öfen ist in der Messwarte ein Zwölffachschreiber eingebaut, der ausser den Temperaturen im Ofen und im Kamin weitere Werte wie Ofendruck, Gasmenge, die verschiedenen Klappenstellungen usw. registrieren kann. Insgesamt können über fest im Ofen eingebaute Thermoelemente die Temperaturen an 9 verschiedenen Stellen im Ofen gleichzeitig gemessen und registriert werden. Dazu kommen noch 6 Thermoelemente auf dem Herdwagen, die nach Bedarf am Glühgut direkt angeschweisst werden, um die wirklichen Temperaturen der Werkstücke kontrollieren zu können. Diese Thermoelemente lassen sich bei eingefahrenem Herdwagen über Steckkontakte am Herdwagen und eine feste Installation direkt mit dem Schreiber verbinden. Der vom eigentlichen Temperaturregler vollkommen unabhängige Schreiber weist einen einstellbaren Übertemperatur-Warnkontakt auf.

Reduzierventil und Gleichdruckregler für Propan sind mit Membranen versehen. Obwohl ein Undichtwerden nicht wahrscheinlich ist, ist ein Membranbruch-Überwachungsgerät eingebaut, das über Tauchglocke und Feindruckschalter allfällige Undichtheiten feststellt und Alarm gibt.

3. Die Tieföfen

Ausser den beiden beschriebenen Glühöfen wurden auch noch zwei Glühgruben (Tieföfen) von je 8 m Länge, 3 m Tiefe und 3 m Breite aufgestellt, Bild 13. Wie der Name sagt, handelt es sich lediglich um Gruben, die mit dem Kran beschickt werden müssen und mit Deckeln verschlossen werden. Zum Hochheben und Verschieben dieser Deckel ist eine eigene Deckelverfahrmaschine eingebaut und zwar in Form eines Konsolkranes mit fester Auslegerlänge. Zur Feuerung dienen die gleichen Propanumwälzbrenner, wie sie oben für die Glühöfen beschrieben wurden, allerdings von etwas grösserer Ausführung. Pro Ofen sind 6 Brenner eingebaut.

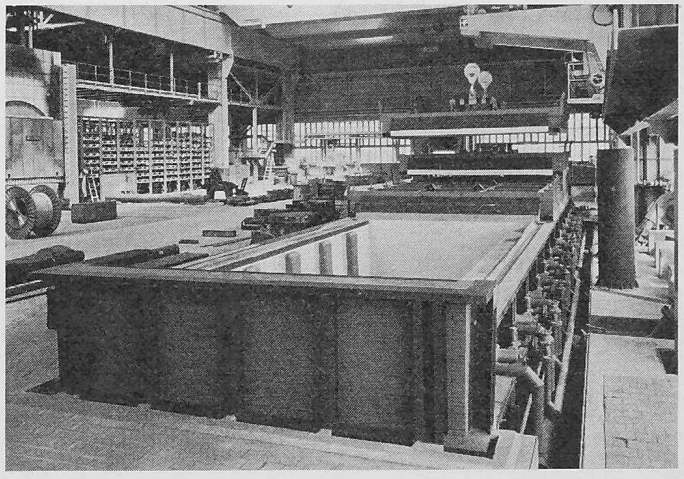
Gegenüber andern Brenngasen hat Propan die unangenehme Eigenschaft, schwerer als Luft zu sein. Bei Undichtheiten verflüchtigt sich also dieses Gas nicht, sondern sammelt sich im tiefsten Punkt. Dies könnte bei den Tieföfen recht gefährlich sein. Es ist deshalb ein Absaugventilator 13 eingebaut, der die Luft vom tiefsten Punkt der Grube absaugt und sie durch ein Rohr auf einige Meter Höhe fördert. Vor der Mündung dieses Rohres befindet sich ein weiterer Zündbrenner 13b, der brennen muss, bevor der Absaugventilator eingeschaltet werden kann. Sollte sich Propan oder ein Propanluftgemisch in der Grube befinden, so wird dieses beim Austreten aus der Absaugleitung verbrannt. Als Rückschlagsicherung ist eine Sieb- und Kiesvorlage 13a in die Absaugleitung eingebaut. Erst nachdem diese Absaugeinrichtung während einer einstellbaren Zeit (z. B. 5 Minuten) gelaufen ist, kann der Ofen selbst in Betrieb gesetzt werden.

Bei den Herdwagenöfen ist die Gefahr von Propanansammlungen natürlich weniger gross. Da aber auch bei diesen Öfen einige kleine Gruben vorhanden sind, ist die gleiche Sicherheits-Einrichtung auch eingebaut.

*

Man wird bemerken, dass Schmiede-, Glüh- und Tieföfen, obwohl grundsätzlich sehr verschieden, doch im Aufbau der Mess-, Regel-, Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen in sehr vielen Punkten übereinstimmen. Um das zu erreichen, wurden an die verschiedenen Lieferanten entsprechende Forderungen gestellt. Die verwendeten Apparate sind soweit möglich bei allen Öfen dieselben, was nicht nur die

Bild 13. Gasgeheizte Tieföfen



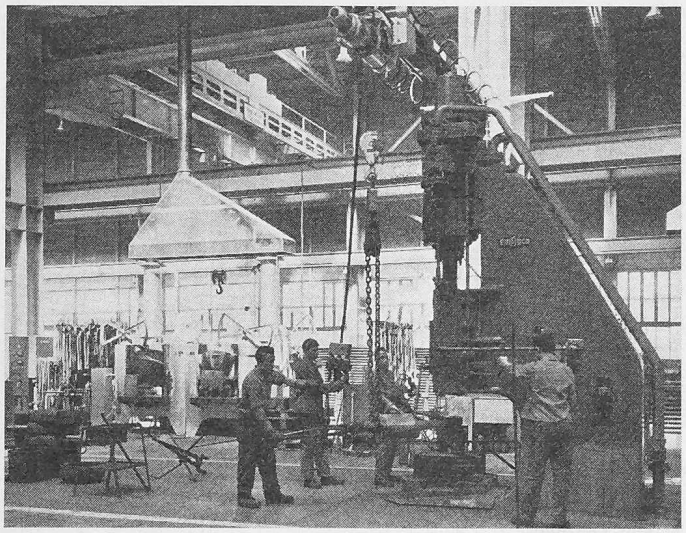


Bild 14. Schmiedehammer von 1000 kg mit Stecköfen (hinten links)

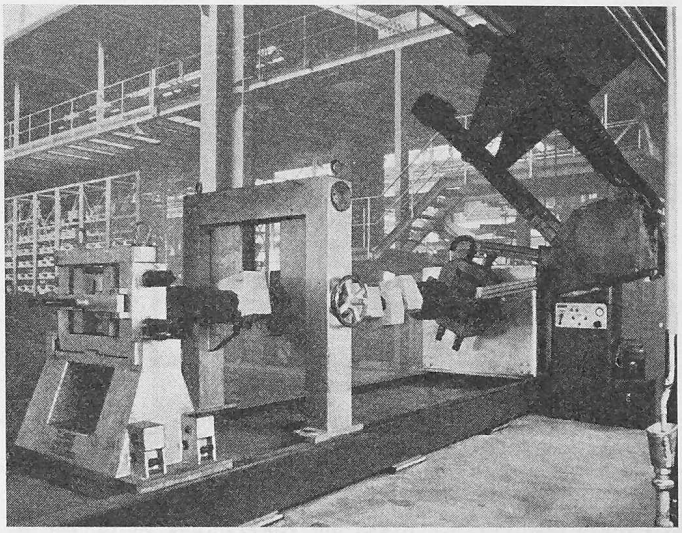


Bild 16. Kurbelwellen-Verdreheinrichtung mit Brennerwagen

Ersatzteilhaltung, sondern auch die Betreuung durch das Bedienungs- und Unterhaltspersonal wesentlich erleichtert.

Die hauptsächlichsten Daten der beschriebenen Glühöfen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Das zur Feuerung verwendete Propan weist einen unteren Heizwert von 11 000 kcal/kg auf. Lieferant der Herdwagenöfen war die Firma Brockmann & Bundt, Düsseldorf; die Tieföfen lieferte die Ofag, Zürich, die Regelanlagen die Firma Theo Hellingrath, Mülheim-Ruhr.

Tabelle 2. Hauptdaten der Glühöfen

Typ		Herdwagenöfen		Tieföfen
Nutzraum-Länge	mm	8500	13 000	8000
Nutzraum-Breite	mm	2600	4 600	3000
Nutzraum-Höhe	mm	2500	5 000	3000
Herdwagenbelastung	t	60	100	100
Ofenraumtemperatur max.	°C	1100	1 100	1100
Max. Brennerleistung	kg/h	200	330	240
Anzahl Brenner		18	30	6

E. Weitere Einrichtungen

1. Schmiedehämmer

Die Schmiedehämmer sind mit einer Ausnahme normale Oberdruckhämmer, die mit Pressluft von 8 atü arbeiten. Auf die vielfach übliche Vorwärmung der Pressluft wurde verzichtet, weil sie wegen dem geringen Luftverbrauch dieser Hämmer keine wirtschaftlichen Vorteile gebracht hätte. Aufgestellt wurden zwei Hämmer zu je 600 kg, einer mit 1000 kg und einer mit 1250 kg sowie ein Doppelständerhammer mit 1350 kg Fallgewicht. Davon wurde lediglich der 1000-kg-Hammer von Eumuco, Leverkusen, neu angeschafft, die andern konnten von der alten Schmiede übernommen werden. Vergleicht man diese zum Teil über 50 Jahre alten Hämmer mit den neuen, so zeigt sich kein wesentlicher Unterschied; die Entwicklung scheint hier praktisch abgeschlossen zu sein.

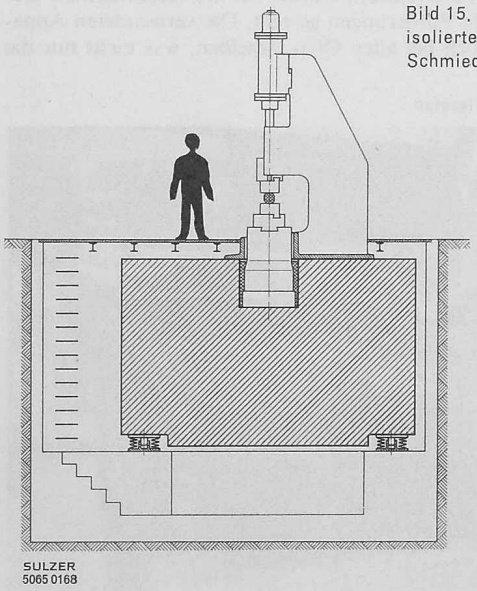


Bild 15. Gegen Erschütterungen isoliertes Fundament eines Schmiedehammers

Neben diesen Oberdruckhämmern steht noch ein Beché-Normal-Lufthammer mit 200 kg Bärgewicht. Dieser arbeitet mit Motorantrieb und eigenem Kompressor zur Erzeugung der Druckluft für die Hammerbewegung. Der Bär bewegt sich im gleichen Rhytmus wie der Kompressorkolben auf und ab.

Da derartige Schmiedehämmer starke Erschütterungen im Boden verursachen würden, sind sie, wie Bild 15 zeigt, isoliert aufgestellt: Sowohl das Hammergestell wie auch der unabhängig davon aufgestellte Ambossklotz, die sogenannte Schabotte, ruhen auf einem grossen Betonklotz von bis zu 200 t Gewicht (je nach Hammergrösse), der seinerseits auf Feder- und Dämpfungselementen aufliegt. Die Schlagenergie wird vom Betonklotz aufgenommen, der dadurch etwas ins Schwingen gerät, gelangt aber fast gar nicht mehr in den Boden.

2. Stecköfen

Die auf den Hämmern zu bearbeitenden Stücke werden in acht kleineren Stecköfen auf die notwendige Schmiedetemperatur gebracht. Dies sind ölgeheizte Kammern mit einer oder teilweise auch zwei Beschickungstüren. Die Herdgrösse beträgt 800 × 1000 mm bzw. 1000 × 1000 mm bei zwei Öfen. Lieferant dieser Öfen ist die Firma FAG, Zürich.

Wie erwähnt, werden auch diese Öfen mit Leichtöl geheizt. Ein auf dem Ofen aufgebauter Ventilator liefert die erforderliche Verbrennungsluft, die zunächst einen ebenfalls auf dem Ofen angeordneten Rekuperator durchströmt und dort auf etwa 300 °C vorgewärmt wird.

Die Ofentemperatur, die normalerweise 1250 °C beträgt, wird über ein Thermoelement gemessen und einem elektronischen Regler zugeführt. Dieser schaltet den Ofen auf Voll- oder auf Grundlast, je nachdem, ob die eingestellte Solltemperatur unter- oder überschritten ist. Dabei wird über einen gemeinsamen Stellmotor die Luft- und die Ölmenge im gleichen Verhältnis verstellt, so dass dauernd mit dem richtigen Verbrennungsgemisch gefahren werden kann. Unabhängig vom eigentlichen Regelsystem ist ein zweites Thermoelement mit einem zweiten elektronischen Regler eingebaut. Dieser dient lediglich als Übertemperaturschutz und schaltet bei Ansprechen den ganzen Ofen aus.

3. Kurbelwellen-Verdreheinrichtung

Um bei Kurbelwellen die einzelnen Hübe, die vielfach in einer Ebene geschmiedet werden, nach erfolgter Vorbearbeitung in die richtige Lage zueinander zu bringen, müssen diese Wellen verdreht werden. Eine Einrichtung für diese Arbeit ist nicht ohne weiteres erhältlich, weshalb sie von Fachleuten der Firma Gebrüder Sulzer konstruiert und gebaut wurde, Bild 16.

Die Maschine gleicht einer Drehbank mit Spindelstock, Reitstock und Lünette auf einem gemeinsamen Bett. Das maximale Drehmoment wurde zu 40 mt festgelegt. Es wird durch zwei hydraulische Zylinder erzeugt, die über eine Wippe und Kupplung die Bewegung auf die Spindel übertragen. Nach 30° Drehung wird jeweils automatisch ausgekuppelt und die Wippe beschleunigt zurückbewegt, worauf nach Wieder-Einkuppeln eine erneute Drehung um weitere 30° möglich wird.

Die Steuerung erfolgt von einem neben dem Spindelstock aufgestellten Kasten aus. Darin sind nicht nur alle elektrischen Bedienungs- und Schaltelemente untergebracht, sondern auch die Hydraulikelemente wie Pumpe, Ventile, Ölbehälter usw. Zu den Arbeits- und Kupplungszylindern im Spindelstock führen lediglich einige Hochdruckschläuche.

Kräftige Einspannbacken im Spindelstock und Reitstock fassen die Kurbelwelle an den beiden Enden. Federnde Spitzen erleichtern die Zentrierung. Dazwischen wird an einer Lagerstelle eine selbstzentrierende Lünette angesetzt, die ein Durchbiegen der Kurbelwelle verhindert, wenn man diese an der zu verdrehenden Stelle auf 1000 bis 1100 °erwärmt. Das kräftig gebaute Bett ist als geschlossener Kasten ausgebildet, der in der Lage ist, die Reaktion des vollen Drehmomentes aufzunehmen. Das Fundament, das nur noch das Gewicht übernehmen muss, konnte leicht gehalten werden.

An einer zur Maschinenaxe parallelen Fahrbahn läuft ein Brennerwagen, der je nach dem Durchmesser der zu erwärmenden Stelle auswechselbare Ring-Brenner trägt, die in der Art einer Zunge geöffnet und seitlich aus- und hochgeschwenkt werden können. Die Brenner arbeiten mit Propan (grösster Verbrauch 36 m³/h) und Pressluft. Um eine höhere Flammentemperatur zu erreichen, kann der Pressluft noch reiner Sauerstoff zugemischt werden. Soll die zu erhitzende Stelle der Kurbelwelle etwas grösser sein, d. h. ausser dem zu verdrehenden Zapfen auch noch die anschliessenden Wangen umfassen, dann gelangt an Stelle von Ringbrennern ein auf dem Bett fahrbarer Haubenofen zum Einsatz. Reduzierventile und Manometer für Gas, Luft und Sauerstoff sowie die Hahnen für das Kühlwasser sind übersichtlich auf dem Brennerwagen untergebracht. Die Einspeisung erfolgt durch grossdimensionierte Schläuche über eine Kabelschleppkette.

4. Die Brennschneidmaschine

Die von der Firma Messer in Frankfurt gelieferte Brennschneidmaschine, Bild 17, arbeitet mit Propan-Sauerstoff und ist in der Lage, Werkstücke von 3 bis 1000 mm Dicke zu schneiden; die grösste Arbeitsbreite beträgt 2000 mm und die grösste Länge 8250 mm. Der Brenner sitzt auf einem Kreuzwagen, der von einem über die ganze Länge fahrenden Längswagen und einem auf dessen Ausleger fahrenden Querwagen gebildet wird. Es kann also jeder beliebige Punkt der Arbeitsfläche in rechtwinkligen Koordinaten angefahren werden.

Die Bewegung des Schneidbrenners wird über eine photoelektrische Kopiereinrichtung gesteuert. Das photoelektrische «Auge» der elektronisch arbeitenden Abtastvorrichtung folgt – durch fremde Lichtquellen nicht beeinflussbar – einer normalerweise mit Tusche gezogenen Linie einer Zeichnung oder der Kontur einer Schablone im Masstab 1:1, ohne diese zu berühren. Ein elektrischer Komponentenzerleger erteilt getrennte «Fahrbefehle» für x- und y-Koordinaten, die den Antriebsmotoren für Längs- und Querbewegung gegeben werden. Dabei werden die Bewegungen so aufeinander abgestimmt, dass die Fahrgeschwindigkeit in Richtung der resultierenden Bewegung stets konstant auf einem (zwischen 50 und 750 mm/min) eingestellten Wert bleibt.

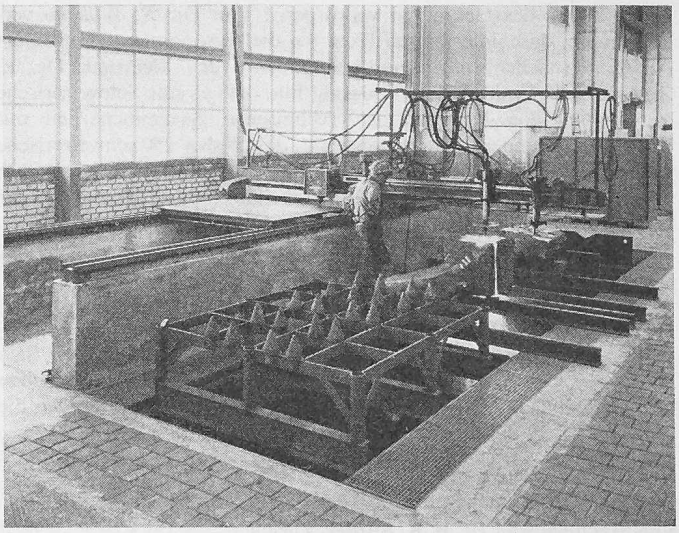


Bild 17. Koordinaten-Brennschneidmaschine mit photoelektrischer Kopiereinrichtung

5. Die Schruppdrehbank

Von den wenigen Maschinen für die spanabhebende Vorbearbeitung der Schmiedestücke soll als wichtigste lediglich die von der Firma Wagner, Dortmund, neu angeschaffte Schruppdrehbank erwähnt werden. Sie ist für einen grössten Drehdurchmesser von 1400 mm und eine grösste Länge von 8000 mm gebaut; das grösste Werkstückgewicht beträgt 25 t. Die Maschine ist mit Leonardantrieb für stufenlos veränderliche Antriebsgeschwindigkeiten ausgerüstet; in Verbindung mit vier Getriebestufen sind alle Drehzahlen zwischen 1 und 160 U/min möglich. Die grösste Antriebsleistung beträgt 100 kW.

Das Bett weist vier Führungsbahnen auf. Auf den beiden vorderen gleitet der vordere Support, auf den hinteren beiden der hintere Drehsupport sowie der Reitstock und die Setzstöcke. Der vordere Support kann somit unabhängig von der Stellung der Setzstöcke und des Reitstockes über die ganze Bettlänge verfahren werden. Beide Supporte sind mit elektromechanischen Kopiereinrichtungen zum Kopieren über die ganze Drehlänge hinweg versehen. Die Längs- und Planvorschübe sind über Drehstrom-Leitwelle vom Spindelantrieb abgeleitet und können deshalb auch ohne Leit- und Zugspindel in mm pro Umdrehung eingestellt werden, was für Drehmaschinen das einzig Richtige ist. Die Einstellung erfolgt stufenlos über PIV-Getriebe.

Die zahlreich anfallenden Späne können durch reichlich dimensionierte Öffnungen im Maschinenbett und im Fundament auf eine in einem Längskanal des Fundamentes angeordnete Schwingförderrinne fallen, die sie in einen am hinteren Maschinenende in einer Grube aufgestellten, leicht auswechselbaren Spänebehälter transportiert.

Ingenieur- und Architektur-Arbeiten im Ausland

DK 382.1:62:72

Wie hier angekündigt (s. SBZ 1966, H. 14, S. 270, mit ausführlicher Angabe der Redner und Themen) hat der S.I.A. am 29. April d. J. in Bern ein Symposium über diesen Aufgabenkreis durchgeführt. Es ist höchst glücklich verlaufen; über 150 bis zum Schluss aufmerksame Zuhörer folgten den 15 Vorträgen, ohne Ermüdung zu zeigen. Den Rednern muss aber auch hohes Lob dafür gezollt werden, dass sie die vorgeschriebenen Redezeiten nie überschritten, und die Organisatoren sind dazu zu beglückwünschen, dass es ihnen gelungen ist, trotz der grossen Anzahl von Referenten Wiederholungen zu vermeiden. Auch waren die Referenten sehr geschickt ausgewählt, sodass die grosse Vielfalt der Gesichtspunkte voll zur Geltung kam.

Die Frage der Zusammenarbeit zwischen dem selbständigen Ingenieur oder Architekten und den staatlichen Stellen, deren es auch auf diesen Gebieten bereits viele gibt, kam oftmals zur Sprache, und man hatte den Eindruck, dass noch vieles reibungsloser spielen sollte. Die Exportrisikogarantie des Bundes, gesetzlich verankert seit 1939, hat anfänglich 10 Mio Franken jährlich beansprucht, und heute sind es 1,5 Milliarden. Ähnlich dieser Institution befindet sich die Schaffung einer Investitionsrisikogarantie für Ingenieurarbeiten im Studium. Auch können schweizerische Kredite an Entwicklungsländer oft mit Sicherung von Arbeitsgelegenheiten für Ingenieurbüros verknüpft werden. Ein unerfreuliches Kapitel stellt immer noch die gegenseitige Konkurrenzierung schweizerischer Firmen im Ausland dar; Voraussetzung der Bundeshilfe wäre, dass diese Kämpfe in der Schweiz bereinigt würden, so dass im Ausland nur *eine* Schweizerofferte vorliegt (Dr. *E. Moser*).

Mit echtem Basler Humor gewürzt waren die Ausführungen von Ing. *Ed. Gruner*, welcher den auch von andern Rednern verlangten Mut zu kühnen Projekten in den Vordergrund stellte, da niemand Interesse hat, alltägliche Ingenieuraufgaben schweizerischen Büros zu übertragen. Hinsichtlich der Honorierung stimmte er mit Arch. *H. R. Suter* darin überein, dass die Anwendung des Tarifs B zu empfehlen ist, wenn es nicht möglich wird, ein Pauschalhonorar zu vereinbaren, was die weitaus beste Lösung darstellt. H. R. Suter wie auch Ing. *A. Spaeni* konnten beide aus sehr umfangreicher, konstanter und nicht nur vereinzelter Auslandspraxis wertvolle Schlüsse ziehen. Zur Frage der Poolarbeiten empfahl Ing. *K. Weissmann* die Heranziehung auch anderer Berufe (Masch.-Ing., El.-Ing. usw.).

Den Gesichtspunkt der öffentlichen Hand vertrat *R. Jeanneret*, der sich eine stärkere Teilnahme der Architekten und Ingenieure an den Bestrebungen der internationalen Hilfe wünschte. Die etwa 60 schweizerischen Experten, die jährlich hinausziehen, sollten einen