

# WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE U. FACHARBEITER  
HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. H. HAAKE VDI

Jedes Heft 50—70 Seiten stark, mit zahlreichen Textabbildungen  
Preis: RM 2.— oder, wenn vor dem 1. Juli 1931 erschienen, RM 1.80 (10% Notnachlaß)  
Bei Bezug von wenigstens 25 beliebigen Heften je RM 1.50

Die Werkstattbücher behandeln das Gesamtgebiet der Werkstattstechnik in kurzen selbständigen Einzeldarstellungen; anerkannte Fachleute und tüchtige Praktiker bieten hier das Beste aus ihrem Arbeitsfeld, um ihre Fachgenossen schnell und gründlich in die Betriebspraxis einzuführen. Die Werkstattbücher stehen wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe, sind dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich, so daß alle im Betrieb und auch im Büro Tätigen, vom vorwärtsstrebenden Facharbeiter bis zum leitenden Ingenieur, Nutzen aus ihnen ziehen können. Indem die Sammlung so den einzelnen zu fördern sucht, wird sie dem Betrieb als Ganzem nutzen und damit auch der deutschen technischen Arbeit im Wettbewerb der Völker.

## Einteilung der bisher erschienenen Hefte nach Fachgebieten

### I. Werkstoffe, Hilfsstoffe, Hilfsverfahren

	Heft
Das Gußeisen. 2. Aufl. Von Chr. Gilles . . . . .	19
Einwandfreier Formguß. 2. Aufl. Von E. Kothny . . . . .	30
Stahl- und Temperguß. 2. Aufl. Von E. Kothny . . . . .	24
Die Baustähle für den Maschinen- und Fahrzeugbau. Von K. Krekeler . . . . .	75
Die Werkzeugstähle. Von H. Herbers . . . . .	50
Nichteisenmetalle I (Kupfer, Messing, Bronze, Rotguß). Von R. Hinzmann . . . . .	45
Nichteisenmetalle II (Leichtmetalle). Von R. Hinzmann . . . . .	53
Härten und Vergüten des Stahles. 4. Aufl. Von H. Herbers . . . . .	7
Die Praxis der Warmbehandlung des Stahles. 4. Aufl. Von P. Klostermann . . . . .	8
Elektrowärme in der Eisen- und Metallindustrie. Von O. Wundram . . . . .	69
Die Brennstoffe. Von E. Kothny . . . . .	32
Öl im Betrieb. Von K. Krekeler . . . . .	48
Farbspritzen. Von R. Klöse . . . . .	49
Rezepte für die Werkstatt. 3. Aufl. Von F. Spitzer . . . . .	9
Furniere — Sperrholz — Schichtholz I. Von J. Bittner . . . . .	76
Furniere — Sperrholz — Schichtholz II. Von L. Klotz . . . . .	77

### II. Spangebende Formung

Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe. Von K. Krekeler . . . . .	61
Hartmetalle in der Werkstatt. Von F. W. Leier . . . . .	62
Gewindeschneiden. 3. Aufl. Von O. M. Müller . . . . .	1
Wechselräderberechnung für Drehbänke. 4. Aufl. Von G. Knappe . . . . .	4
Bohren. 2. Aufl. Von J. Dinnebieer und H. J. Stoewer . . . . .	15
Senken und Reiben. 2. Aufl. Von J. Dinnebieer . . . . .	16
Räumen. Von L. Knoll . . . . .	26
Außenräumen. Von A. Schatz . . . . .	80
Das Sägen der Metalle. Von H. Hollaender . . . . .	40
Die Fräser. 2. Aufl. Von P. Zieting und E. Brödner . . . . .	22
Das Einrichten von Automaten I (Die Automaten System Spencer und Brown & Sharpe). Von K. Sachse . . . . .	21
Das Einrichten von Automaten II (Die Automaten System Gridley [Einspindel] und Cleveland und die Offenbacher Automaten). Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil . . . . .	23
Das Einrichten von Automaten III (Die Mehrspindel-Automaten, Schnittgeschwindig- keiten und Vorschübe). Von E. Gothe, Ph. Kelle, A. Kreil . . . . .	27
Das Einrichten von Halbautomaten. Von J. v. Himbergen, A. Bleckmann, A. Wassmuth . . . . .	36
Die wirtschaftliche Verwendung von Einspindelautomaten. Von H. H. Finkelnburg . . . . .	81
Die wirtschaftliche Verwendung von Mehrspindelautomaten. Von H. H. Finkelnburg . . . . .	71
Werkzeugeinrichtungen auf Einspindelautomaten. Von F. Petzoldt. (Im Druck) . . . . .	83
Maschinen und Werkzeuge für die spangebende Holzbearbeitung. Von H. Wichmann . . . . .	78

(Fortsetzung 3. Umschlagseite)

# WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE UND FACH-  
ARBEITER. HERAUSGEBER DR.-ING. H. HAAKE VDI

---

---

HEFT 82

---

---

## Hydraulische Preßanlagen für die Kunstharzverarbeitung

Von

Ing. H. Lindner

Neustadt a. d. Weinstraße

Mit 38 Abbildungen im Text



**Berlin**

Verlag von Julius Springer

1940

ISBN-13: 978-3-642-89023-9 e-ISBN-13: 978-3-642-90879-8

DOI: 10.1007/978-3-642-90879-8

Reprint of the original edition 1940

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Grundsätzliches über Kunstharzpreßstoffe und ihre Verarbeitung . . .	3
1. Die wichtigsten Kunststoffe für die Herstellung von Preßstücken S. 3. —	
2. Preßdrücke und Preßtemperaturen S. 3. — 3. Das Schwinden der Kunst-	
harzpreßteile S. 5. — 4. Die Preßform S. 6. — 5. Die Berechnung des erforder-	
lichen Pressendruckes S. 7. — 6. Die Beheizung der Preßwerkzeuge S. 8. —	
7. Wärmeschutz zwischen Preßform und Presse S. 9. — 8. Allgemeines über	
Kunstharzpressen S. 10.	
II. Hydraulische Pressen . . . . .	10
A. Aufbau der hydraulischen Oberkolbenpresse . . . . .	10
9. Der Pressenkörper S. 10. — 10. Der Rückzug- oder Hubzylinder mit Querhaupt	
und Rückzugankern S. 13. — 11. Der Preß- und der Hubkolben S. 13. — 12. Die	
Kolbenhubbegrenzung S. 13. — 13. Die Auswerfvorrichtung S. 13.	
B. Drücke und Abdichtungen an hydraulischen Pressen . . . . .	16
14. Betriebsdruck und Druckvermögen der hydraulischen Presse S. 16. —	
15. Allgemeines über Dichtungen an Pressen S. 17. — 16. Berechnung der Kolben-	
reibung S. 17. — 17. Nutringstulpen (Nutringmanschetten) S. 18. — 18. Der	
richtige Einbau von Nutringstulpen S. 19. — 19. Sonstige Dichtungsarten S. 22.	
C. Steuerungen für hydraulische Pressen . . . . .	23
20. Allgemeines über die hydraulische Schnellsteuerung S. 23. — 21. Der Steuer-	
stock S. 23. — 22. Entlastete Steuerventile S. 25. — 23. Steuerungsarten S. 27. —	
24. Die Vorfüllung S. 29. — 25. Das Hubdrosselventil S. 31. — 26. Das Druck-	
drosselventil S. 32. — 27. Das Druckminderventil S. 33. — 28. Das Absperr- und	
Rückschlagventil S. 34. — 29. Die Rohrleitung S. 35. — 30. Das Druckmeß-	
gerät S. 35.	
D. Bewährte Bauarten von hydraulischen Pressen in der Preßstoffindustrie . . .	36
31. Die Reihenpresse S. 36. — 32. Die Drehtischpresse S. 37. — 33. Etagenpressen	
S. 37. — 34. Die Rundlauf- oder Karussellpresse S. 37. — 35. Spritzpresse und	
Spritzgußpresse S. 38.	
III. Druckerzeugung, -speicherung und -verteilung . . . . .	42
A. Die Preßpumpe . . . . .	42
36. Allgemeines S. 42. — 37. Die liegende Maschinenpreßpumpe S. 43. —	
38. Die selbsttätige Druckregelung S. 45. — 39. Wartung der Preßpumpe,	
Störungen S. 46.	
B. Aus der Praxis des Einzel- und Gruppenantriebes . . . . .	47
40. Einzelantrieb S. 47. — 41. Gruppenantrieb mit einer Preßpumpe S. 47. —	
42. Gruppenantrieb durch Speicher S. 48.	
C. Die Zentralanlage (Speicheranlage) . . . . .	49
43. Aufbau und Betrieb der Speicherflasche S. 49. — 44. Die Luftmenge in der	
Speicherflasche S. 51. — 45. Die Größe einer Zentralanlage S. 52. — 46. Die	
Wartung einer Zentralanlage S. 53. — 47. Die geeignete Preßflüssigkeit S. 53.	
IV. Praktische Winke für die Erzielung einwandfreier Preßteile . . . . .	54
48. Beseitigung von Preßfehlern S. 54. — 49. Vorwärmen der Preßmasse S. 56. —	
50. Lagerung von Kunstharzpreßmassen und fertiggepreßten Gegenständen	
S. 57. — 51. Das Kitten von Kunstharzpreßteilen S. 58. — 52. Ausrichten von ge-	
preßten Kunstharzgegenständen S. 58. — 53. Bearbeitung von Kunstharzpreß-	
teilen S. 59.	
V. Zur Systematik der Verarbeitungsverfahren für Kunstharzpreßstoffe . . . . .	61

# I. Grundsätzliches über Kunstharzpreßstoffe und ihre Verarbeitung<sup>1</sup>.

1. Die wichtigsten Kunststoffe für die Herstellung von Preßstücken. Preßmassen sind Rohstoffe, die im warmen Zustande bildsam sind und unter Druck jede gewünschte Form annehmen. Die ersten Preßstoffe enthielten zur Bindung ihrer mineralischen Füllstoffe ein Naturharz. In gewissen Hinsichten sind die neuen Kunstharze den Naturharzen ähnlich. Man unterscheidet zwei Hauptgruppen von Kunstharzen — die härtbaren und die nicht härtbaren. Erstere unterscheiden sich von den Naturharzen dadurch, daß man die Durchhärtung in kürzester Zeit vornehmen kann.

a) Preßmassen, welche unter der Hitzeeinwirkung bildsam bleiben, sind z. B.: Nitrozellulose-Preßmassen, Azetylzellulose-Preßmassen, Preßmassen aus Vinylpolymeren und -mischpolymeren sowie Benzylzellulose-Preßmassen. Die deutschen Rohstoffhandelsnamen für genannte Preßmassen sind der Reihenfolge nach: Trolit F, Trolit W, Mipolam, Trolit BC.

Die Verwendung als Preßmassen ist selten, bis auf Mipolam, während Trolit F vornehmlich in Stäben, Röhren, Platten usw. im Handel ist.

Die nicht härtbaren Preßmassen, z. B. Trolit F und Trolit W, werden durch Verknüpfung von Nitrozellulose und Azetylzellulose mit Weichmachern auf Mischwalzen oder Knetmaschinen verarbeitet. Bei Trolit F werden mineralische Stoffe beigemischt; diese mindern die Brennbarkeit der Nitrozellulose. Abfälle der nichthärtbaren Preßmassen können jeweils wieder verarbeitet werden.

b) Das weit wichtigere Preßgebiet haben sich die Preßmassen erobert, die unter der Hitzeeinwirkung härten, und deren Abfälle (bis auf wenige Ausnahmen) nicht mehr verwendbar sind, die Phenoplaste und Aminoplaste. Erstere sind Verbindungen von Phenolen (Karbolsäure) und Formaldehyd (Formalin), die meist mit Faserfüllstoffen vermengt werden. Phenol ist ein Bestandteil des Steinkohlenteers und bildet rein farblose Kristalle. Alle Phenolharzpreßstoffe sind sehr beständig gegen [Alkohol], Benzin, Benzol, Mineralöl, [Äther], Öle und Fette tierischen oder pflanzlichen Ursprunges. Phenoplaste können aus Phenol wie auch aus Kresol hergestellt werden. Aminoplaste, unter dem deutschen Handelsrohstoffnamen Pollopas bekannt, sind Verbindungen von Harnstoff (Carbamid) oder Thioharnstoff mit Formaldehyd (Formalin), die man erhält als eine wässrige Harzlösung. Mit dieser Lösung werden die Festigkeitsstoffe getränkt und in Mischmaschinen verarbeitet. Dann trocknet man das feuchte Gemisch. Nach dem Trocknen kann man der Masse durch Mahlen jede gewünschte Körnung geben. Als Festigungsmittel kann man Holzmehl, Baumwolle, kurz alle Faserstoffe verwenden.

2. Preßdrücke und Preßtemperaturen. Die verschiedenen Preßgegenstände erfordern verschiedene Preßbedingungen. Eine allgemein gültige Formel gibt es nicht, sondern der Presser hat sehr oft manchen Versuch zu machen, bis für die einzelnen Preßgegenstände die günstigsten Preßbedingungen gefunden sind. Die als Pulver oder Tabletten angelieferten Preßmassen haben die Eigenschaft, durch Hitzeeinwirkung bildsam zu werden; bei weiterer Hitzeeinwirkung tritt eine chemische Veränderung ein, die Masse härtet, wobei die Bindemittel in den unlöslichen

<sup>1</sup> Für die kritische Durchsicht dieses Werkstattbuches spricht der Verfasser Herrn Professor Dr. W. Röhrs seinen besonderen Dank aus.

Zustand übergehen. Der gleichzeitig angewendete Druck bewirkt die Formgebung der bildsamen Masse (ist aber ohne Einfluß auf die Härtung). Bei mittelgroßen Preßgegenständen mit möglichst gleichmäßigen Wandstärken rechnet man mit einer Preßzeit (Härtezeit) von etwa 20 bis 30 Sekunden für 1 mm Wandstärke.

Tabelle 1. Typenliste der Isolierpreßstoffe<sup>1</sup>.

Typ	Zusammensetzung	Zusammensetzung						Verarbeitungsart	
		mechanisch		thermisch			elektrisch		
		Biegefestigkeit kg/cm <sup>2</sup>	Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm <sup>2</sup>	Kerbzähigkeit cmkg/cm <sup>2</sup>	Wärmebeständigkeit nach MARTENS °C	Glutfestigkeit <sup>2</sup> Gütegrad	Oberflächenwiderstand nach 24h Liegen in Wasser <sup>3</sup>		
mind.	mind.	mind.	mind.	mind.	mind.				
11	Phenolharz	500	3,5	1,0	150	4	3	härbar	Warmpressung desgl.
12	mit anorganischem Füllstoff	500	3,5	2,0	150	4	3		
M	desgl.	700	15,0	15,0	150	4	3		desgl.
0	Phenolharz	600	5,0	1,5	100	2	3		desgl.
S	mit Holzmehl	700	6,0	1,5	125	3	3		desgl.
T 1	Phenolharz	600	6,0	6,0	125	2	3		desgl.
T 2	mit Textilfasern	600	12,0	12,0	125	2	3		desgl.
T 3		800	25,0	—	125	2	3		desgl.
Z 1	Phenolharz	600	5,0	3,5	125	3	3		desgl.
Z 2	mit Zellstoff	800	8,0	5,5	125	3	3		desgl.
Z 3		1200	15,0	10,0	125	3	3		desgl.
K	Harnstoffharz mit organischem Füllstoff	600	5,0	1,2	100	3	4		desgl.
2	Kunstharz mit Asbest und anderem anorgan. Füllstoff	350	2,0	—	150	4	3		Kaltpressung desgl.
3		200	1,7	—	150	4	3		
6	Naturharz, natürlich oder künstlich. Bitumen mit organ. Füllern	350	3,5	—	65	2	3	Warmpressung desgl.	
7		250	1,5	—	65	1	3		
8	Bitumen mit organischen Füllern	150	1,0	—	45	3	4	desgl.	
A	Azetylzellulose mit oder ohne Füller	300	15,0	—	40	1	3	desgl.	
4	Bitumen mit Asbest und anderen anorgan. Füllern	150	1,2	—	150	4	3	Kaltpressung	
Y	Bleiborat mit Glimmer	1000	5,0	—	400	5	4	Warmpressung	
X	Zement od. Wasserglas mit Asbest und anderen anorgan. Füllern	150	1,5	—	250	5	—	Kaltpressung	

<sup>1</sup> Vgl. DIN 7701, neueste Ausgabe.<sup>2</sup> Gütegrad 0 = sehr leicht brennbar, Gütegrad 5 = unbrennbar.<sup>3</sup> Vergleichszahlen entsprechen Sonderdruck VDE 0302, B 1.

Die dabei erforderliche Preßformtemperatur liegt zwischen 160 und 180° C. Schon bei etwa 120° C macht sich eine chemische Veränderung bemerkbar. Die spezifischen Preßdrücke liegen für kleinere und mittlere Preßstücke in den Grenzen von 150 bis 350 kg/cm<sup>2</sup>; für flachere Gegenstände bis zu 250 kg/cm<sup>2</sup>, solche mit Steigwänden bis 350 kg/cm<sup>2</sup>; große Kunstharzpreßstücke, z. B. Radiokästen mit hohen Steighöhen der Seitenwände usw., erfordern sogar spezifische Drücke bis zu 800 kg/cm<sup>2</sup>. Hier muß man besonders gut fließende Massen verwenden.

Nicht immer ist bei richtiger Wahl des Druckes und der Temperatur ein richtiges Preßergebnis zu verzeichnen. Auch die Körnung der Masse, ob gries- oder mehlförmig, und die richtige Verteilung der Masse in der Form beeinflussen die Beschaffenheit der Preßstücke.

Die Elektrotechnik war der erste Bedarfsträger für Phenolharzpreßstoffe. Die WEI (Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie) hat die Preßstoffe nach ihrer Zusammensetzung und Eignung in Typen geordnet. Tabelle 1 stellt einen Überblick über die meistverwendeten Preßstoffe dar mit Angabe ihrer Widerstandsfähigkeit gegen mechanische, thermische, chemische und elektrische Beanspruchungen. Die in der Tabelle genannten Werte sind Mindestwerte und können mit folgenden Füllern ohne weiteres erreicht werden:

Typ 11 mit Schamotte (Gesteinsmehl),	Typ T1 mit losen Textilfasern,
Typ 12 mit Asbestfasern,	Typ T2 mit Gewebeschnitzeln,
Typ M mit Asbestschnurabschnitten,	Typ T3 mit Textilgewebeklebern,
Typ 0 mit Holzmehl	Typ Z1 mit Papierflocken,
Typ S mit Holzmehl	Typ Z2 mit Papierschnitzel,
Typ K mit Zellstoff oder Holzmehl	Typ Z3 mit Papierbahnen.

Die Typen 0, S und K sind besonders für elektrische Werte geschaffen.

**3. Das Schwinden der Kunstharzpreßteile.** Die Preßstoffe haben die Eigenschaft, beim Erkalten zu schwinden. Dieses Schwinden ist von dem eigentlichen Härteprozeß, dem die Preßmasse unterworfen wird, abhängig. Es beträgt je nach dem Fließvermögen der Masse sowie der Formtemperatur 0,5···0,9% und muß in der Presserei wie auch beim Konstruieren der Preßformen sorgfältig beachtet werden.

Der Preßgegenstand wird je nach seiner Größe und Form im Unterteil der Preßform verbleiben, oder er bleibt an der Oberform hängen. Selbstverständlich ist dies schon bei der Konstruktion der Preßform festgelegt, wie eben der oder jener Gegenstand am zweckmäßigsten verpreßt werden kann. Nun kommt in manchen Fällen und fast ausschließlich dort, wo der Preßling im Formenunterteil verbleibt, die vorerwähnte Schwindung für ein schnelles Ausheben des Preßgegenstandes zu Hilfe. Durch das Zusammenziehen oder Schwinden lösen sich die Preßlinge sehr leicht von den Formenwänden und können von Hand herausgenommen werden. Diesem Umstand ist es zu verdanken, daß man in vielen Fällen eine besondere Auswerfvorrichtung an der Preßform wie auch an der Presse nicht vorzusehen braucht. Anders natürlich verhält sich die Sache, wenn der Preßling aus form- oder fertigungstechnischen Gründen am Formenoberteil haften soll. Hier ist dann eine Abstreif- oder Abziehvorrichtung anzuordnen, die sehr rasch bedient werden muß, da sich ja die Preßstücke zusammenziehen und, wenn man nicht rasch zur Hand ist, sehr fest am Formenoberteil haften, so daß sie dann schwer zu entfernen sind.

Das Zusammenziehen der Preßstücke kann man übrigens durch Anwendung von Druckluft beschleunigen, da diese etwas kühlt. Tritt ferner die Preßluft zwischen Form und Preßgegenstand, so löst sich der Gegenstand aus der Form, ja er wird sogar herausgehoben, und man braucht ihn dann nur noch in eine

Sammelkiste zu legen. Die Schwindungsfähigkeit der Kunstharzpreßstücke spielt einmal bei der Gestaltung der Preßform und außerdem für den Pressereibetrieb bei Festlegung der Arbeitszeiten eine wesentliche Rolle.

**4. Die Preßform.** Beim Verpressen von Kunstharzen stehen Pressen und Preßformen ständig unter hohen Beanspruchungen. Bei dem immer mehr ansteigenden Bedarf an Preßstoffteilen aus Kunstharz ist es notwendig, hochwertige Preßformen zu fertigen, deren Lebensdauer für die Wirtschaftlichkeit des Pressereibetriebes besonders wichtig ist.

Bei der Verschiedenheit der Preßgegenstände sind auch verschiedene Preßwerkzeuge erforderlich. Während die Presse selbst eine einmalige Anschaffung bedeutet, braucht man für jeden neuen Gegenstand auch eine neue Preßform.

a) Zunächst sei einmal kurz der Werkstoff einer solch hoch beanspruchten Preßform, sei es eine Einzel- oder Mehrfachpreßform, betrachtet. Meistens wünscht man, daß die Preßteile mit Hochglanz aus der Preßform kommen, damit keinerlei Nacharbeit mehr erforderlich ist. Der Werkstoff der Preßform muß demnach polierbar sein. Ein einwandfrei durchgeschmiedeter Stahl mit feiner Körnung ist Bedingung. Um weiterhin eine Preßform mit großer Lebensdauer zu erhalten, muß die Oberfläche der Form hart sein. Dies ist dadurch zu erreichen, daß die Preßwerkzeuge gehärtet werden. Das Härten selbst richtet sich naturgemäß ganz nach den Eigenschaften des Stahles. Bei der Auswahl der Baustoffe für Preßformen muß größte Aufmerksamkeit walten, da die Güte der Preßstoff-erzeugnisse auch davon abhängig ist. Die Anforderungen an den Preßformenwerkstoff sind:

- a) gut bearbeitbar,
- b) sehr harte Oberfläche, jedoch
- c) im Kern noch zäh,
- d) die Oberfläche muß polierbar sein und
- e) für bestimmte Preßmassen säurebeständig.

Die verwendeten Stahlgruppen lassen sich in folgende Hauptgruppen einteilen:

1. Vergütungsstähle: Festigkeit und Zähigkeit dieser Stähle sind groß, die Glashärte fehlt hier. Die Vergütung des Stahles kann vor oder nach der Bearbeitung erfolgen. Durch das Vergüten besteht nicht die Gefahr wie bei Härtungen, daß sich die Form verzieht.

2. Luft- und Ölhärter: Dieser Stahl wird in der Hauptsache für kleinere Formenteile gewählt, die man ihrerseits wieder in großen Matrizen als sogenannte Einsätze unterbringt.

3. Einsatzstähle: Zumeist Chromnickelstähle mit Kernfestigkeiten von 130 bis 150 kg/mm<sup>2</sup>.

4. Säurefeste Stähle: Einige harnstoffhaltige Preßmassen greifen die vorgenannten Stähle an, so daß säurefeste legierte Stähle verwendet werden müssen. Der säurefeste Stahl ist nicht glashart, muß jedoch auch verschleißfest und vor allen Dingen polierbar sein.

5. Sonderstähle für Kaltprägungen (sog. Pfaffenverfahren): Zum Kaltprägen von Preßformenunterteilen benötigt man Stahlarten verschiedener Güte, je nach Größe und Form der zu prägenden Preßform.

b) Beim Bau der Form<sup>1</sup> ist vor allem darauf zu achten, daß das zu pressende Formstück die für einen guten Preßgang geeignete Lage erhält, und daß es nach vollendetem Preßgang auf einfachste Art zu entfernen ist. Man kann eine Preßform praktisch, aber auch sehr unpraktisch ausführen. Der Werkzeugbau hat

<sup>1</sup> Für die Herstellung der Preßformen gelten vielfach ähnliche Gesichtspunkte wie bei Schmiedegesenken. Vgl. die Werkstattbücher Heft 31 und 58, „Gesenkschmiede“ I. und II. Teil.

in den letzten Jahren große Erfahrungen gesammelt, so daß meistens schon ähnliche Formen vorliegen.

In der Hauptsache unterscheidet man zwei Bauarten von Preßformen, und zwar erstens die Quetschform, zweitens die geschlossene Form. Die Quetschform ist mit besonderen Führungsbolzen versehen und arbeitet mit einem geringen Überschuß der Preßmasse. Dieser Überschuß wird an einer besonderen Spalte oder Öffnung des Preßwerkzeuges herausgequetscht, daher auch der Name Quetschform. Die geschlossene Form ist beim Zusammendrücken der Preßmasse bereits völlig abgeschlossen, der Oberteil der Preßform führt sich unmittelbar im Unterteil. Bei dieser Formenbauart ist eine genaue Dosierung der Füllmasse nötig. Man muß die zu füllende Preßmasse genau abwägen oder, was noch besser ist, sie in Tablettenform verwenden.

Die Werkzeuge werden in der Regel auf spanabhebenden Werkzeugmaschinen bearbeitet. In neuerer Zeit gibt es auch einen Arbeitsgang, bei dem ein Teil der Preßform durch Kaltpressen (Pffaffenverfahren) hergestellt wird. Das Kaltprägen oder Kaltsenkverfahren ermöglicht es, den einen Teil einer Preßform (die Preßform besteht aus Ober- und Unterteil) auf spanlosem Wege herzustellen. Den Oberteil einer Preßform, also den Vollkörper, die sog. Patrize, fertigt man auf Bearbeitungsmaschinen an, wobei auf besonders harte und polierte Oberfläche zu achten ist. Dieser Stempel, „Pffaffen“ genannt, wird dann mit einer hydraulischen Presse in einen Stahlblock aus Sondereinsatzstahl gedrückt, und man erhält so eine genaue und saubere Matrize.

**5. Die Berechnung des erforderlichen Pressendruckes.** Obwohl schon des öfteren in Fachschriften Anregungen gegeben wurden, wie stark man eine Presse im Bedarfsfalle wählen soll, kommt es immer wieder vor, daß Preßanlagen nicht den geforderten Ansprüchen gerecht werden, weil die Maschinen in ihrer Druckkraft zu klein genommen wurden. In Fachkreisen ist es zwar bekannt, daß man beim Verpressen von Kunstharzmassen mit einem spezifischen Druck von 150 bis 500 kg je cm<sup>2</sup> Preßfläche rechnen muß, je nach Größe und Beschaffenheit des Preßgegenstandes. Aber man geht gar gerne von dem Standpunkt aus, ein Mittelwert der genannten Zahlen würde genügen, und muß dann zur großen Enttäuschung erleben, daß man den erforderlichen Gesamtdruck nicht richtig bestimmt hat. Wenn nun die Presse in ihrer Druckleistung zu schwach gewählt wurde, dann gehören schon ganz umfassende Kenntnisse in der Preßtechnik dazu, um aus der Maschine bei Anwendung der höchstzulässigen Überlastung noch einigermaßen saubere Preßstücke zu erhalten. Es ist ganz falsch, eine Pressengröße genau nach dem errechneten Mittelwert zu wählen, sondern die Presse soll in ihrer Druckkraft unbedingt etwa 40·50% stärker sein, als man theoretisch errechnet hat.

Viele Pressereien lassen sich von der Preßformenfabrik Angaben machen, welchen Druck die bestellte Preßform, sei es eine Einfach- oder Mehrfachpreßform<sup>1</sup>, benötigt. Heute sind ja durchweg alle Formenfabriken mit sog. Prüfpressen eingerichtet, auf denen die Preßformen ausprobiert werden, bevor sie zur Ablieferung kommen. Das eigene Prüfen läßt sich dadurch nicht voll ersetzen.

Stellt ein Preßwerk die Formen selbst her, dann gibt das nachstehende Zahlenbeispiel einen kurzen Anhalt, wie man zur rechnerischen Bestimmung der erforderlichen Druckkraft vorgeht. Liegt dann die rechnerisch ermittelte Druckkraft vor, so mache man den obenerwähnten prozentualen Zuschlag, und man ist dann sicher, auf keinen Fall eine zu kleine Maschine zu erhalten.

<sup>1</sup> Bei Mehrfachpreßformen (Abb. 1) befinden sich in dem Werkzeug mehrere gleiche oder auch verschiedene Formen, so daß mit jedem Pressenhub mehrere Stücke fertig werden.

Eine starre, den eigenartigen Erfordernissen beim Verpressen von Kunstharz angepaßte Pressenkonstruktion vorausgesetzt, ebenso saubere, einwandfreie Formen, ein guter Rohstoff und die richtige Anwendung der erforderlichen Temperatur, lassen sich die Druckkräfte für einzelne Gegenstände wie folgt er rechnen:

1. Der einfachste Preßgegenstand ist z. B. ein flacher Gegenstand, eine Platte. Eine quadratische Platte von 150 mm Seitenlänge hat eine Gesamtfläche von 225 cm<sup>2</sup>. Für die meisten Preßstoffmischungen kann man einen spezifischen Druck von 250 kg/cm<sup>2</sup> als Mittelwert einsetzen. Somit würde die Platte mit 225 cm<sup>2</sup> Fläche einen Gesamtdruck von  $225 \cdot 250 = 56250$  kg erfordern. Man wählt dann mit etwa 40% Zuschlag eine Presse, welche mindestens eine Druckkraft von rd. 80000 kg besitzt. Der Zuschlag kann natürlich auch bei der Annahme des spezifischen Druckes gemacht werden, also  $250 + 40\% = 350$  kg cm<sup>2</sup>.

2. Denkt man sich nun rings um die Platte einen Rand von 7,5 cm Höhe, so daß eine Schüssel entsteht, dann hat diese Schüssel wohl keine größere Bodenfläche in cm<sup>2</sup>, jedoch kommt hier die sog. Steighöhe hinzu. Diese Steighöhe erfordert einen hohen Druck. Im Zahlenbeispiel handelt es sich um eine Steighöhe von etwa 50% der Seitenlänge, so daß auch die Druckfläche entsprechend zunimmt und man auch die Presse mit einer Druckerhöhung von 50%, also mit  $56250 + 28125 = 84375$  kg Druck wählen muß. Hinzu kommt dann noch der Sicherheitszuschlag von 40...50%, wie vorher.

**6. Die Beheizung der Preßwerkzeuge** kann man auf verschiedene Art durchführen. Grundbedingung einer Formenbeheizung ist: „Gleichmäßige Erwärmung der Form in allen Teilen, auf den Grad einstellbar.“

a) Dampfbeheizte Werkzeuge ermöglichen einen billigen Betrieb, aber durch Versagen der Kondenseinrichtungen kommen hier Störungen vor. Der erforderliche Dampfdruck für eine einwandfreie Beheizung schwankt zwischen 10 und 12 atü. Bei größeren Formen wird der Dampf in Metallschläuchen der Form zugeführt, bei kleineren Formen durch Kupferrohre. Gegen Wärmeverlust sind die Rohre mit einer Schutzummantelung (Asbest, Glaswolle, Kieselgur) zu versehen. Weiterhin werden die Formen sowie auch Zuleitungen gegen Wärmeabstrahlungen bzw. Abstrahlung zweckmäßig mit einer Aluminiumbronze bestrichen.

b) Gasbeheizte Werkzeuge sollte man heute überhaupt nicht mehr zulassen. Die Gasheizung birgt neben der Feuergefahr die Möglichkeit von Vergiftungen in sich. Die Luft in den Arbeitsräumen wird sehr schlecht, da neben dem eigentlichen Gasgeruch noch der Preßmassestaub in der offenen Flamme verbrennt und einen zusätzlichen Gestank auslöst. Außerdem ist die Temperaturregelung von Gasbeheizungen nicht einwandfrei möglich, da ja der Gasdruck ständig Schwankungen unterliegt. Den einen Vorteil hat die Gasbeheizung, daß sie billig ist, und wohl auch aus diesem Grunde findet man ab und zu noch Beheizungen von Preßwerkzeugen durch Gas. Wie eingangs erwähnt, wird jedoch empfohlen, diese den Presser belästigende Beheizungsform abzuschaffen. Will man dennoch von dem billigen Gas Gebrauch machen, so kann man ja gasbeheizte Heißwasserkessel aufstellen und damit dann die Preßformen auf Temperatur bringen. Allerdings wird die Anlage dann wieder teurer.

c) Als am besten geeignet hat sich die elektrische Beheizung erwiesen, die neben Einfachheit und Sauberkeit die beste Regelmöglichkeit ergibt. Die Elektroheizung (Abb. 1 u. 2) ist an jeder Preßform, auch solchen mit verwickelten Außenformen, unterzubringen, und mit dem elektrischen Strom kann man jede gewünschte Temperatur erzeugen und diese in jeder Grenze regeln. Meistens liegen um die Preßwerkzeuge sog. Heizbänder, die, durch Strom erhitzt, die Wärme

auf die Form übertragen. Auch werden „Heizpatronen“ verwendet, die man in Bohrungen der Form unterbringt (vgl. S. 40). Die Heizkörper sind als Einheitssätze mit verschiedenen Nennleistungen für die übliche Spannung der Ortsnetze erhältlich.

Um die Temperatur der Preßform zu messen, wird sie mit Bohrungen versehen, in die man Quecksilberthermometer einschraubt. Diese Thermometer haben einen einstellbaren Höchst- und Niedrigstand (einstellbare Regelthermometer). In die Stromzufuhr sind Schütze (Relais) eingebaut, die vom Quecksilberfaden des Thermometers geschaltet werden. Bei Höchsttemperatur unterbrechen sie die Stromzufuhr, schalten sie aber selbsttätig wieder ein, sobald die Temperatur der Preßform um einige Grade sinkt. Ein solches Thermometer mit Schütz wird sowohl für die Ober- als auch für die Unterform benötigt. Es ist daher ein leichtes, die Temperaturen von Ober- und Unterwerkzeugen auf beliebige Grade einzustellen, was für die Preßtechnik sehr oft erforderlich ist. Es gibt nun auf dem Gebiet der Temperaturregelung noch andere verschiedenartig ausgeführte und verschieden arbeitende Geräte, über die die Unterlagen der Lieferfirmen genaueren Aufschluß geben.

**7. Wärmeschutz zwischen Preßform und Presse.** Häufig trifft man in den Pressereien noch auf einen großen Fehler beim Aufspannen der Preßwerkzeuge: Die Preßformen werden ohne eine Zwischenlage unmittelbar auf die

Preßflächen der Presse gespannt. Es liegt auf der Hand, daß dann die Wärme der Preßform sich auf die berührten Pressenteile überträgt, und zwar in einem solchen Maße, daß sich die Kosten der Formenbeheizung stark erhöhen.

Bei einer mechanisch betriebenen Kunstharzpresse bleibt es bei den so entstehenden Wärmeverlusten. Wird aber eine Preßform ohne schützende Zwischenlage auf die Preßflächen einer hydraulischen Presse gespannt, so überträgt sich die Wärme auch auf den Preßkolben der Presse und damit auf die Betriebsflüssigkeit. Nun ist der Kolben mit einem besonderen Lederstulp (vgl. Fußnote S. 17) oder einer Hydraulikpackung abgedichtet, die nur bis zu einer bestimmten Temperatur widerstandsfähig bleiben. Durch die ständige Wärmeabgabe auf die Preßplatte und somit auf den Kolben wird dieser stark erwärmt und die Abdichtung leidet Not. Man will doch nach Möglichkeit das baldige Erneuern von Dichtungen vermeiden, und deshalb ist es wichtig, die Wärmeableitung der Form auf die Presse möglichst zu vermindern. Neben Luftisolierung ist das bekannteste Verfahren, daß man zwischen Preßwerkzeugen und Aufspanflächen der Presse sog. Wärmeschutzplatten einlegt. Die größte dann noch verbleibende Wärmeableitung geht durch die Befestigungsschrauben, mit denen die Formen in der Presse eingespannt sind. Sie ist aber verhältnismäßig klein. Eine vollkommene Isolierung ist unmöglich, da letzten Endes jeder Körper wärmeleitend ist. Immerhin kann man sich von der Wirksamkeit solcher Wärmeschutzplatten ein Bild machen, wenn man erfährt, daß z. B. Eisen rund 350 mal soviel Wärme ableitet wie eine gute Wärmeschutzplatte. (Die Wärmeleitzahl von Eisen beträgt 56, während die Wärmeleitzahl einer Schutzplatte zwischen 0,13 und 0,19 schwankt).

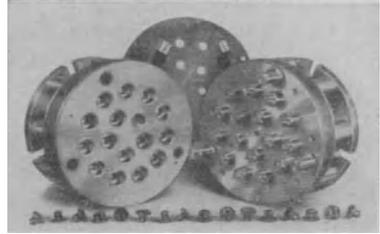


Abb. 1. Runde Preßform, elektrisch beheizt. Beispiel für eine „geschlossene“ Form. (Werkfoto der Fa. Star, Schweinfurt.)

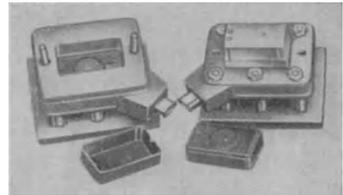


Abb. 2. Eckige Preßform, elektrisch beheizt (geschlossene Form).

Nun taucht die wichtigste Frage auf, nämlich, welches ist eine geeignete Wärmeschutzplatte? Häufig sind Asbestplatten in Verwendung; sie sind aber nachgiebig, und zwar ungleichmäßig nachgiebig, was eine Gefahr für die Preßwerkzeuge bedeutet. Ist einmal ein Werkzeug richtig eingespannt, d. h. die Asbestplatte auf ihr Mindestmaß gleichmäßig zusammengedrückt, so hat man ohne Zweifel eine gute Isolierungswirkung erzielt. Werden jetzt aber Werkzeuge des öfteren gewechselt, so lösen sich beim Umspannen der Preßformen Asbestschichten ab und erschweren das genaue Aufspannen weiterer Preßwerkzeuge. Auf dem Markt befinden sich jedoch sehr gute Wärmeschutzplatten, die sich mit Recht in den Pressereien Eingang verschafft haben. Diese Isolierplatte besteht aus Schichten von Hartpapier und Asbesteinlagen, sie hat eine sehr niedrige Wärmeleitzahl und ist außerordentlich hart, so daß die oben angeführten Mängel der reinen Asbestplatten hier nicht zu befürchten sind. Derartige Platten werden mit Rücksicht auf die verschiedenen Druckbelastungen der Pressen in verschiedenen Stärken hergestellt.

**8. Allgemeines über Kunstharzpressen.** Mit dem Siegeszuge der Verarbeitung von Kunstharzpreßmassen als Werkstoff haben sich auch die zur Verarbeitung dieser Massen erforderlichen Pressen schnell entwickelt. Neben hydraulischen Pressen mit Druckwirkung von oben oder unten (sog. Ober- und Unterkolbenpressen), mit Anordnung der Druckkammern im Etagen- und Reihensystem, findet man auf dem Markt hydraulisch-mechanische, Motor-, Räder- und Handhebelpressen. Sämtliche Pressentypen passen sich in ihrer Arbeitsweise den Erfordernissen der Preßstoffe an. Wesentlich sind die Bedingungen, die eine Presse zu erfüllen hat, um einwandfreie Preßlinge zu liefern. Das vorliegende Heft beschränkt sich daher auf die Darstellung einer einzigen Pressenart, schon um nicht zu umfangreich zu werden, und zwar auf die eingehende Behandlung der hydraulischen Oberkolbenpresse, die von allen Pressenarten auf dem Gebiete der Kunstharzverarbeitung wohl am meisten verwendet wird. Das Pressen auf der hydraulischen Presse hat den großen Vorteil, daß der Preßdruck auf die zu pressende Masse ständig wirksam ist, und daß der Preßstempel dem unter Druck und Hitze bildsam (plastisch) werdenden Werkstoff stetig nachrückt. Mechanische Hebel- oder Räderpressen dagegen sind an einen starren Endhub gebunden, sie können deshalb nie in dem Maße wie die hydraulische Presse hohe Preßgegenstände gestalten. Die dem Preßstoff angepaßten Arbeitsbewegungen einer hydraulischen Presse, verbunden mit rascher Überwindung der Leerhübe, ermöglichen die wirtschaftliche Herstellung von Preßgegenständen aller Art. Als Nachteil könnte die Wartung der hydraulischen Anlage angegeben werden. Sie fällt aber nicht ins Gewicht gegenüber den großen Vorteilen in der Arbeitsweise und den Arbeitserfolgen, sofern von Anfang an die Bedienungsvorschriften der Lieferfirma beachtet werden.

## II. Hydraulische Pressen.

### A. Aufbau der hydraulischen Oberkolbenpresse.

**9. Der Pressenkörper.** Die beliebteste Presse ist die Oberkolbenpresse in Vier-säulenbauart (Abb. 3 u. 4). Es gibt außerdem noch Pressen, bei denen der Pressenkörper als solcher in geschweißter Rahmen- oder Trägerkonstruktion oder in geschlossener Stahlformgußbügelkonstruktion ausgeführt ist. Die Säulenpresse hat jedoch den Vorteil, daß die Preßfläche, auch Tischfläche genannt, von allen Seiten zugänglich ist (z. B. für Seitenschieber bei Preßformen!). Die Presse

- a = Fußteil der Presse.
- b = Ausstoßholm oder Auswerferquerhaupt.
- c = Auswerferstift. Stift im Auswerferholm verstellbar. Zwischen Auswerferstift und Bohrung im Unterholm ein Spiel von 5 - 10 mm, um etwaige Masseabfälle durchfallen zu lassen.
- d = Auswerferholm-Zugstangen verbinden Auswerferholm mit Preßplatte und heben Auswerferholm u. Stift beim Hochgang d. Preßplatte an.
- e = Unterholm der Presse, zugleich untere Tischfläche.
- f = Hubbegrenzung für Kolbenhub, entweder an den Säulen angebracht oder bei großen Pressen zweiteilige Hülsen.
- g = Preßplatte, auch Preßbär genannt, an den 4 Säulen geführt.
- h = Führungsbüchse aus Rotguß, auswechselbar.
- i = Preßsäulen der Presse, aus gutem SM-Stahl, kräftig bemessen, um nicht nur die erforderliche Zugkraft, sondern auch Verwindungen aufzunehmen.
- j = Preßkolbenabdichtung.
- k = Stopfbüchsenring, mit Stiftschrauben an den Zylinder angeschraubt.
- l = Stiftschrauben.
- m = Oberholm od. Zylinderholm.
- n = Säulenmuttern.
- o = Preßkolben, zweckmäßig aus Hartguß. Gleitfläche sauber geschliffen.
- p = Dichtung, die den Hubzylinder gegen den Preßzylinder bei versenkt angeordneten Hubzylindern abdichtet. Bei Hubzylindern, die auf den Hauptzylinder aufgestellt werden, fällt diese Dichtung fort. Die Dichtung selbst kann ein geglähter Kupferring oder aber ein Nutringstulp sein.
- q = Verschraubung des Hubzylinders gegen den Preßzylinder bei versenkt angeordneten Hubzylindern. Da der in den Zylinder ragende Hubzylinderteil vom Betriebsdruck beaufschlagt wird, haben die Befestigungsschrauben eine erhebliche Kraft aufzunehmen.
- r = Hubzylinder, auch Rückzugzylinder genannt.
- s = Stulpdichtung für den Hubzylinderkolben.
- t = Verschlussmutter und Gewindemutter bei kleineren Kolbendurchmessern der Hubzylinder. Bei großen Hubkolbendurchmessern wird der Stulp durch einen Stopfbüchsenring gehalten.
- u = Rückzugstangen. Die Stangen haben die volle Rückzugkraft aufzunehmen und sind in der Preßplatte verschraubt. Gegen ein Lockern sind diese Stangen auf der Preßplattenauflage mit Gegenmuttern zu sichern.
- v = Hubkolben.
- w = Hubholm oder Rückzugquerhaupt. Man achte darauf, daß dieses Querhaupt genau waagrecht auf dem Hubkolben aufliegt und daß die Zugstangen nicht einseitig angezogen werden, da sonst der Hubkolben klemmt und seine Dichtung einseitig beansprucht.
- x = Hochwasserbehälter der Presse (vgl. Abb. 25 u. 26).
- y = Absperrhahn.
- z = Vorfüllrückschlagventil.
- rp = Preßrohr von Steuerung zum Preßzylinder.
- rm = Manometeranschluß.
- rh = Preßrohr von der Steuerung zum Hubzylinder.
- rr = Abableitung vom Steuerapparat.
- st = Steuerung der Presse, in möglichst bequem greifbarer Höhe an der Presse angebaut.
- ar = Ausrückgestänge der Steuerung. Beim Hoch-

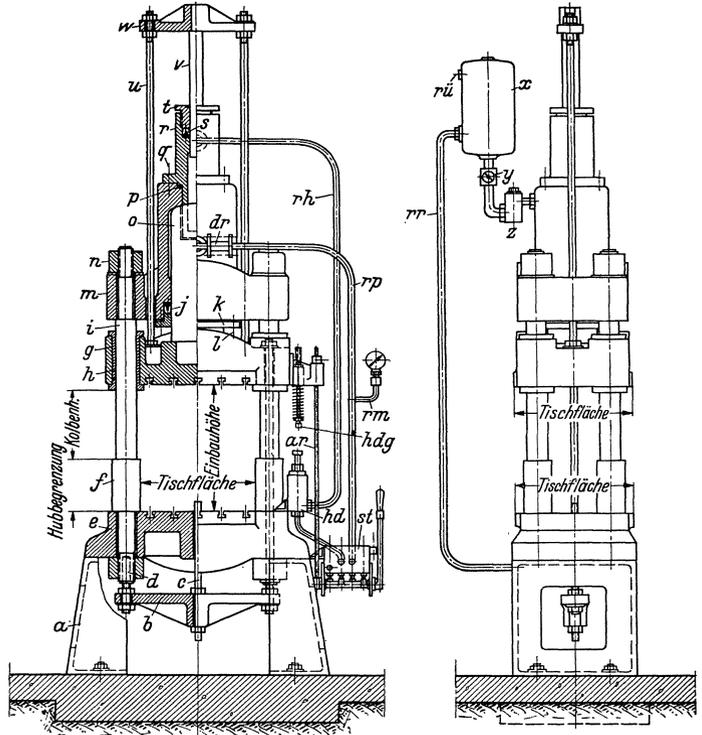


Abb. 3 und 4. Hydraulische Viersäulen-Kunstharz-Oberkolbenpresse.

gang der Preßplatte kann der Rückzughub selbsttätig begrenzt werden, wenn man Wert darauf legt, daß der Preßkolben nicht ganz in seine Anfangsstellung zurückgehen soll. Auf der Steuerwelle ist ein kleiner Hebel aufgekeilt, der mit dem Gestänge verbunden ist. An der Preßplatte ist das Gestänge in einem Bock geführt. Ein verschiebbarer Stelling ermöglicht, die gewünschte Höhe des Ausrückens einzustellen. Das Gestänge zieht über den kleinen Hebel die Steuerwelle in Mittelstellung, sobald die Preßplatte mit dem Gestängeführungsbock den Stelling des Gestänges anhebt.

hd = Hubdrosselventil (vgl. Abb. 27).  
hdg = Gegengestänge der Hubdrosselung. Soll der Abgang der Preßplatte in einer bestimmten Höhe gedrosselt werden; so muß der Durchflußquerschnitt für die aus dem Hubzylinder kommende Flüssigkeit verringert werden. Ein Federgestänge hdg drückt auf den Verschußstift der Hubdrosselung, und da die Preßplatte auch bei gedrosseltem Querschnitt noch einen gewissen Hub zurücklegt, ist das Gegengestänge der Drosselung gefedert. Das Federgestänge muß kräftig an der Preßplatte befestigt sein. Der Nachteil bei Federgestängen ist der, daß man bei verschiedenen Drosselwegen unter Umständen verschiedene lange Federn und Federgestänge benötigt.

Man hat daher auch Drosselungen geschaffen mit einer in der Höhe verstellbaren Leiste, die über eine Rolle einen Stift zudrückt und damit den Querschnitt des Hubzylinderabflusses verringert. Oder aber ein Drehschieber verringert beim Preßgang den Querschnitt der Hubzylinderleitung, und beim Hubgang wird der Schieber wieder selbsttätig geöffnet. Es gibt hier verschiedene Möglichkeiten.

besteht aus dem Oberholm = Zylinderholm, dem Unterholm und der Verbindung von Unter- und Oberholm, den Preßsäulen mit Säulenmutter. Ein weiterer Teil des Pressenkörpers ist die Preßplatte, auch Preßbär genannt, welche mit dem in den Zylinderholm hineinragenden Kolben verbunden ist und sich zwischen Ober- und Unterholm auf und ab bewegt.

Der Zylinderholm dient zur Aufnahme des Preßkolbens, der den Preßdruck auf die bewegliche Preßplatte ausübt. Als Werkstoff für den Zylinderholm wählt man Stahlformguß, da der Zylinderholm außer durch Innendruck auch noch auf Biegung beansprucht ist. Ebenso wie der Zylinderholm hat auch der Unterholm Biegungskräfte aufzunehmen. Auch hier nimmt man Stahlformguß, nur bei kleineren Pressengrößen Gußeisen. Bei Gußeisen besteht die Gefahr, daß der Holm bei Überbeanspruchung bricht. Der Unterholm ruht auf Füßen aus Guß oder Stahl, die so ausgebildet sind, daß die Presse eine gute Standfestigkeit hat.

Die 4 Säulen, die den vom Preßkolben auf die Preßplatte ausgeübten Preßdruck aufnehmen, müssen für den höchsten Druck mit genügend Sicherheit bemessen sein. In der Praxis vernachlässigt man bei der Berechnung 1 Säule und legt 3 Säulen der Berechnung zugrunde. Die Säulen sind auf Zug beansprucht. Die Säulenmutter legen den Oberholm nach oben und den Unterholm nach unten fest. Gegen Lockern ist die Mutter zu sichern, denn wenn sich 2 Mutter lockern würden, was im Laufe der Betriebsdauer vorkommen kann, so ruht die Gesamtzuglast nur auf 2 Säulen, und die Möglichkeit des Bruches, zumindest einer Dehnung, ist gegeben. Eine einfache Stellschraube, vorn mit einer Messingkappe versehen, wird gegen das Gewinde der Säule gepreßt, sobald die Mutter festgezogen ist. Jeder Presserei kann nur dringend empfohlen werden, von Zeit zu Zeit die Mutter der Säulen, auch wenn diese gesichert sind, nachzuprüfen. Die Preßplatte, „Preßbär“ genannt, aus Guß oder Stahlguß gefertigt, wird möglichst hoch an den Säulen geführt. Zu diesem Zweck müssen die Säulen genau zylindrisch, sauber geschliffen und möglichst geschliffen sein. In der Regel wird die Säule von der Führung ganz umschlossen. Zum Schutz gegen Fressen werden Führungsbüchsen aus Rotguß in die Preßplatte eingesetzt. Eine Schmierung ist nicht erforderlich, ja schädlich, da das Preßmassepulver sich mit dem Öl oder Fett zu einer schmirgelnden Masse vermengen würde. Der Preßkolben wird im Zylinderholm geführt und ist außerdem in die Preßplatte eingepaßt; folglich ist die Preßplatte außer an den Säulen nochmals geführt, und dies ist für das Pressen von Bedeutung, da eine sorgfältige Preßbärführung die eingespannten Werkzeuge schont.

Pressenholme, Zylinder- und Unterholm, müssen gegenüber den auftretenden Biegungsbeanspruchungen möglichst starr sein, die Verbindung von Ober- und Unterholm, die Säulen, müssen in ihrer Länge zwischen Ober- und Unterholm genau gleich sein. Die Säulen dürfen sich nicht dehnen, damit der Pressenkörper als solcher ein starres Ganzes bildet, denn nur so können die Werkzeuge, die in der Presse eingespannt sind, geschont werden. Es versteht sich außerdem, daß die Tischfläche des Preßbären parallel zur Tischfläche des Unterholmes liegt. Die in die Tischflächen eingehobelten Aufspannuten für Werkzeuge werden als Diagonal- oder Längsnuten ausgeführt.

Erwähnt sei in diesem Zusammenhang eine Pressenausführung, bei der nicht wie oben der Kolben mit Preßplatte beweglich ist, sondern bei der der Preßkolben fest am Oberholm angebaut ist, während der Zylinder mit der Preßplatte verbunden ist, also Pressen mit festem Kolben und gleitendem Zylinder. Diese Bauart beansprucht große Raumhöhen, dafür kann jedoch die Führung an jeder Säule doppelt ausgeführt werden.

**10. Der Rückzug- oder Hubzylinder mit Querhaupt und Rückzugankern.** Die Preßplatte bewegt sich beim Pressen nach unten. Diese Bewegung ist der Kolbenhub, der je nach Größe der Presse zwischen 150 und 1000 mm liegt. Um nun die Preßplatte aus der Tiefstlage in die Anfangsstellung zurückzubringen, ist auf dem Zylinderholm oder teils im Zylinder versenkt der Hubzylinder angeordnet. Im Zylinderholm teils versenkte Hubzylinder haben den Vorteil, daß die Bauhöhe der Presse niedriger wird, jedoch ist eine Dichtung erforderlich, um den Hubzylinder gegen den Preßzylinder abzudichten. Zeigt sich daher zwischen eingelassenem Hub- und Preßzylinder Preßflüssigkeit, so ist diese Dichtung zu erneuern. Der Hubkolben ist mit seiner Verlängerung an dem Querhaupt befestigt, er ist im Hubzylinder geführt und abgedichtet. Das Querhaupt wiederum hält 2 Zuganker, die in der Preßplatte befestigt sind. Sobald Druckflüssigkeit in den Hubzylinder eintritt, geht der Hubkolben nach oben, und die Preßplatte wird durch die Zuganker in die Anfangsstellung zurückgezogen. Bei hydraulischen Kunstharzpressen ist nun zu beachten, daß die Kraft des Rückzugkolbens nicht zu gering ist, damit das geschlossene Werkzeug nach beendeter Pressung auch geöffnet werden kann. Man rechnet mit 10 bis 20% des Gesamtdruckvermögens einer Presse als Rückzugskraft. Werkstoff der Hubzylinder ist Stahl.

**11. Der Preß- und der Hubkolben.** Beide Kolben sind aus hartem Werkstoff herzustellen und sauber zylindrisch zu schleifen. Ist der Werkstoff zu weich, dann treten bald Ausarbeitungen und Riefen auf, und die Abdichtungen verschleifen sehr rasch. Die vollkommene Glätte und zugleich Härte der Kolben ist eine Grundbedingung bei hydraulischen Kunstharzpressen. Wenn nämlich die Kolben obige Bedingung erfüllen, dann können Monate, ja Jahre vergehen, bis eine Kolbendichtung ausgewechselt werden muß, vorausgesetzt, daß auch die Betriebsflüssigkeit keine Verunreinigungen mit sich führt.

**12. Die Kolbenhubbegrenzung.** Der Abstand von Oberkante Unterholm bis Unterkante Preßplatte ist die Einbauhöhe einer Presse. Geht nun die Preßplatte um den Hub des Preß- und Hubkolbens nach unten, dann ergibt das Maß der „Einbauhöhe, vermindert um den Kolbenhub“, die Hubbegrenzung. Diese ist erforderlich, um ein Aufsetzen des Hubholmes bei Kolbenhubüberschreitung auf den Hubzylinder zu vermeiden. In solchen Fällen würde sich der Gesamtpreßdruck der Presse auf den Hubholm mit den Zugankern übertragen, und ein Biegen oder Brechen des Hubholmes oder ein Bruch der Hubstangen wäre die Folge. Dann wiederum muß für den Fall, daß kein Werkzeug unter der Presse ist und die Maschine unbeabsichtigt geschlossen wird, eine Begrenzung des Kolbenhubes vorhanden sein. Die einfachste Form der Hubbegrenzung ist die, daß man die Preßsäulen bei der Bearbeitung auf die Länge des Hubbegrenzungsmaßes stärker läßt oder aber um die Säulen eine zweiteilige Hülse legt. Dies soll nun aber nicht für den Presser bedeuten, daß er die Preßplatte einfach mit vollem Druck auf die Begrenzung auffahren läßt. Nein, dies ist nicht der Sinn der Sache, sondern der Aufspanner von Werkzeugen hat in jedem Fall die Gesamtbauhöhe der Form (geschlossene Ober- und Unterform) etwas höher als das Maß der Hubbegrenzung einzurichten. Ist die Form an und für sich niedriger, dann muß man sauber gearbeitete Unterlagen unterbauen.

**13. Die Auswerfvorrichtung.** Für das Kalt- und Warmpreßverfahren ist je nach Art der verwendeten Preßformen eine Auswerfvorrichtung nötig. Der fertiggepreßte Gegenstand muß aus der Form gehoben oder aber bei oberen Abstreifern an der Form selbst abgestreift werden. Am häufigsten ist das Ausheben der Preßlinge an der Unterform. In jedem Fall wird man gut daran tun, gerade die Aus-

werferfrage mit der Formenbaufirma eingehend zu besprechen. Vielfach kann schon innerhalb der Preßform eine zweckentsprechende Auswerfvorrichtung geschaffen werden. In Verbindung mit der Presse selbst kennt die Praxis drei wichtige Auswerfarten.

a) Der hydraulisch-mechanische Auswerfer. Im Unterteil der Presse (Abb. 3) ist der Auswerferholm *b* untergebracht und durch 2 Zuganker mit der Preßplatte verbunden. Sobald die Preßplatte bei der Rückzugbewegung nach oben geht, nehmen die beiden Auswerferstangen das Auswerferquerhaupt mit hoch. In der Mitte dieses Auswerferholmes ist der Auswerferdorn befestigt, der

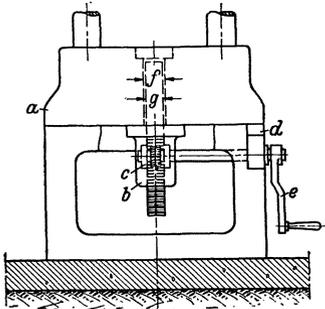


Abb. 5.

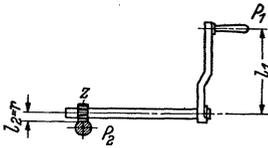


Abb. 6.

- Abb. 5 und 6. Zahnstangenauswerfer.  
*a* = Unterholm der Presse.  
*b* = Führungsbock der Auswerferstange, am Unterholm angeschraubt.  
*c* = zwei am Führungsbock angegosene Lagerungen für die Ritzelwelle.  
*d* = Gegenlagerung für die Ritzelwelle, ebenfalls am Unterholm befestigt.  
*e* = Auswerferhebel.  
*f* = Bohrung im Unterholm.  
*g* = Zahnstange, vom Ritzel *z* betätigt.  
*P*<sub>1</sub> = Armkraft des Bedienungsmannes.  
*l*<sub>1</sub> = Länge des Auswerferhebels.  
*l*<sub>2</sub> = Halbmesser des Ritzels *z*.  
*P*<sub>2</sub> = Ausstoßkraft der Zahnstange:  
 $P_2 = P_1 l_1 / l_2$ .

Übersetzungen von Auswerferhebel, Auswerferritzeln und Zahnstange kann man erreichen, daß der Presser ohne großen Kraftaufwand rasch und sicher die Preßform entleert. Eine Skizze (Abb. 5 u. 6) zeigt den einfachen Anbau eines Zahnstangenauswerfers, wie er an jeder Presse angebracht werden kann, falls er von der Fabrik aus nicht vorgesehen war.

Der Unterholm der Presse hat in der Mitte der Preßfläche eine Bohrung, die etwa 5...10 mm größer ist als der Durchmesser der Zahnstange. Etwaige Masseabfälle und sonstige Verunreinigungen können dann die Zahnstange nicht im Unterholm klemmen. Unter der Holmbohrung ist ein kräftiger Gußbock angeschraubt. Dieser Bock ist als Führung der Zahnstange und Lagerung der

beim Hochgang in die Preßform eintritt und dadurch das Auswerfen bewerkstelligt. Die Ausführung dieses Auswerferstiftes ist ganz der Eigenart der Preßform angepaßt. Man unterscheidet einen starren Dorn und den Rückfalldorn. Der starre Dorn wird im Auswerferholm auf eine bestimmte Höhe eingestellt und so befestigt. Nach erfolgtem Ausheben muß man die Preßplatte um das Maß des Auswerferhubes wieder nach unten fahren, damit der Auswerfer wieder unterhalb der Form zu stehen kommt. Für manche Preßteile ist dies ein untragbarer Zeitverlust. Hier kann dann dadurch abgeholfen werden, daß der Dorn wohl im Auswerferquerhaupt geführt wird, jedoch auf diesem aufsitzt. Der Auswerferholm bekommt eine größere Bohrung als der Schaft des Dornes mißt. Eine federbelastete Schiebeplatte verdeckt diese größere Bohrung. Nach erfolgtem Ausstoß wird durch einen Zughebel die Schiebeplatte zur Seite gezogen, und der Auswerferdorn fällt sofort in seine Anfangsstellung zurück. Zweckmäßig ist der Dorn noch durch einen Kopfansatz im Unterholm der Presse in seiner tiefsten Lage gehalten. Die Auswerferkraft entspricht im Höchstfalle der Rückzugkraft der Presse, da ja der Auswerferholm durch die 2 Auswerferstangen mit der Preßplatte fest verbunden ist.

b) Der Zahnstangenauswerfer stellt eine weiter sehr verbreitete Auswerferart dar. Einfache Hebelauswerfer kennt man nur bei kleineren Handpressen; sie seien hier übergangen. Der Zahnstangenauswerfer hat den Vorteil einer gefühlsmäßigen, leichten Bedienung. Durch geeignete

Auswerferwelle ausgebildet. Die Ritzelwelle ist ferner auf der Vorderseite des Unterholmes gegengelagert. Auf der Auswerferwelle ist das Auswerferritzel aufgekellt. Der Auswerferhebel ist auf einen Vierkant der Auswerferwelle aufgesteckt, damit man bequem die Höhe der Zahnstange zur Unterform einstellen und ohne irgendwelche Schrauberei den Hebel sofort aufstecken kann. Die Größe der Ausstoßkraft durch die Zahnstange in kg läßt sich sehr leicht errechnen. Es gilt mit den Bezeichnungen der Abb. 6 nach dem Hebelgesetz:

$$P_1 l_1 = P_2 l_2 \quad \text{und damit} \quad P_2 = P_1 l_1 / l_2.$$

Die Armkraft  $P_1$  des Pressers kann man mit etwa 30...40 kg annehmen. Die Hebellänge des Auswerferhebels soll zwecks guter Bedienung 500 mm nicht übersteigen.

Nimmt man ferner für das Ritzel einen Halbmesser  $l_2 = 30$  mm an, so ergibt sich:

$$P_2 = 35 \text{ kg} \cdot 500 \text{ mm} / 30 \text{ mm} = 583 \text{ kg}.$$

Die mit der Zahnstange auszuübenden Kräfte betragen zwischen 300 und 1000 kg, je nach gewählten Hebellängen und Durchmessern des Ritzels. Die Presser sollten davon absehen, unmäßige Verlängerungsrohre über die Auswerferhebel zu stecken, um so die Auswerferkraft zu erhöhen. Der Zahnstangenauswerfer wird für eine bestimmte Ausstoßkraft festgelegt und angebaut, und jede Überbeanspruchung wirkt sich durch raschen Verschleiß oder einen Bruch der Zähne von Ritzel und Zahnstange aus.

e) Der rein hydraulische Auswerfer (Abb. 7) besteht aus einem hydraulischen Preßzylinder mit Auswerferkolben und dem Hubzylinder mit dem Auswerferrückzugkolben.

Der Auswerferkolben trägt ein Querhaupt, das durch 2 Zugstangen mit dem Querhaupt des Auswerferrückzugkolbens fest verbunden ist. Diese in sich vollständige Einrichtung besteht aus dem Auswerfer- und dem Auswerferrückzugzylinder und ist mit 2...4 kräftigen Zugankern am Unterholm der Presse angeordnet. Der Auswerferkolben hat seinen Hubanschlag am Unterholm. Auf dem Auswerferkolben ist der Hubstift eingeschraubt, der im Unterholm geführt ist. Die Auswerferhübe schwanken zwischen 150 und 300 mm. Die Auswerferdrücke betragen etwa 20 bis 40% des Gesamtdruckes der Presse. Die Auswerfervorrichtung wird über eine eigene hydraulische Steuerung betätigt, sie ist also eine kleine Presse für sich. Der Vorteil des rein hydraulischen Auswerfers liegt darin, daß man sehr feinfühlig hohe Auswerferdrücke beanspruchende Preßteile unbeschädigt auswerfen kann. Sehr empfindliche Preßteile werden zweckmäßig mit dem Zahnstangenauswerfer oder mit hydraulischem Auswerfer aus der Form ausgehoben. Falls nun die Bauhöhe einer Auswerfervorrichtung mit auf dem Auswerferzylinder aufgesetzten Rückzug sich im Preßraum nicht unterbringen läßt, weil immerhin eine entsprechend große Grube erforderlich wird, so kann man den Auswerferzylinder auch als Scheibenkolbenzylinder ausbilden (Abb. 8). Bei dieser Ausführung ist der Kolben des Auswerfers als Kopf

- a = Auswerferhubzylinder.
- b = Auswerfersenkzylinder (Rückzug).
- c = Rückzugquerhaupt, zusammen mit d genau waagrecht einzustellen, da sonst die Kolben einseitig angezogen werden, klemmen und die Dichtungen einseitig beanspruchen!
- d = Auswerferkolbenquerhaupt.
- e = Tragplatte von Auswerfer- und Auswerferrückzugzylinder.
- f = 2 bis 4 Zugstangen zur Verbindung von e mit dem Unterholm der Presse.
- g = 2 Zugstangen, die c und d verbinden.
- h = möglicher Kolbenhub des Auswerferkolbens.

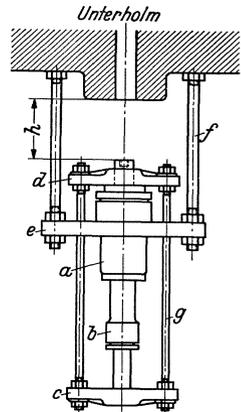


Abb. 7. Rein hydraulischer Auswerfer.

ausgebildet, und die Unterseite des Kopfes ist die Fläche, an der der Auswerferdruck angreift. Die Fläche zwischen Auswerferkopf und Auswerferstange ist

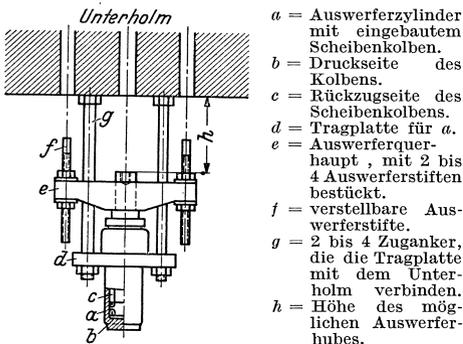


Abb. 8. Rein hydraulischer Auswerfer.

- a = Auswerferzylinder mit eingebautem Scheibenkolben.
- b = Drucksseite des Kolbens.
- c = Rückzugseite des Scheibenkolbens.
- d = Tragplatte für a.
- e = Auswerferquerhaupt, mit 2 bis 4 Auswerferstiften bestückt.
- f = verstellbare Auswerferstifte.
- g = 2 bis 4 Zuganker, die die Tragplatte mit dem Unterholm verbinden.
- h = Höhe des möglichen Auswerferhubes.

die Rückzugseite des Auswerfers. Die Auswerferrückzüge beider Konstruktionen genügen mit 10% der Auswerferdruckkraft. Bei der ersten Auswerferart genügen 2 Abdichtungen, einmal für den Auswerferkolben und dann für den Auswerferrückzugkolben. Bei der Scheibenkolbenanordnung sind hingegen 3 Abdichtungen erforderlich. Wenn räumlich möglich, wählt man die erste Ausführung, denn mit je weniger Dichtungen man an einer hydraulischen Anlage auskommen kann, desto betriebssicherer wird sie.

## B. Drücke und Abdichtungen an hydraulischen Pressen.

Besonders wichtig für die hydraulische Anlage sind die Abdichtungen der Preß- und Hubkolben, sonstiger Hilfskolben und der Armaturen. Ohne gute und zweckmäßig eingebaute Dichtungen ist ein Arbeiten mit der hydraulischen Presse undenkbar. Die Abdichtungsfrage ist das A und O der hydraulischen Presse. Zunächst sei etwas über die Druckverhältnisse gesagt.

**14. Betriebsdruck und Druckvermögen der hydraulischen Presse.** Betriebsdruck und Druckvermögen sind zwei getrennte Begriffe bei einer hydraulischen Preßanlage. Beide Begriffe jedoch stehen im Zusammenhang mit dem Preßkolben der Presse. Wie oft hört man in Betrieben den Ausspruch: „Unsere Presse drückt mit 300 atü, Ihre jedoch nur mit 250 atü!“ Dabei denkt der Laie natürlich sofort, daß die Presse mit 300 atü eine größere Leistung vollbringe als die Presse mit 250 atü. Diese Ansicht ist natürlich falsch.

Der Betriebsdruck bei einer hydraulischen Presse wird erzeugt entweder unmittelbar durch eine Preßpumpe (unmittelbarer Preßpumpenantrieb) oder über eine Speicher- oder Akkumulatorenanlage<sup>1</sup> (Speicherantrieb). Im letzteren Falle ist natürlich ebenso wie im ersten Falle eine Preßpumpe die Erzeugerin des Betriebsdruckes. Dieser von der Pumpe geleistete Druck wird gemessen in kg/cm<sup>2</sup> oder atü (Atmosphärenüberdruck). Arbeitet eine Pumpe z. B. mit 300 atü, so drückt sie das angesaugte Preßwasser mit 300 kg/cm<sup>2</sup> in die Druckleitung zur Presse oder zum Speicher. Die Druckleitung ist an den Preßzylinder der Presse angeschlossen, in welchem dann der Preßkolben bewegt werden soll. Der Preßkolben als solcher hat einen bestimmten Durchmesser und somit auch eine bestimmte Fläche, gemessen in cm<sup>2</sup>. Der Betriebsdruck von z. B. 300 kg/cm<sup>2</sup> lastet nun auf der Kolbenfläche. Nehmen wir an, die Presse habe z. B. einen Kolbendurchmesser von 200 mm, so ergibt dies eine Fläche von 314 cm<sup>2</sup>. Man muß also die Zahl 300 kg/cm<sup>2</sup> mit der Anzahl cm<sup>2</sup> Preßkolbenfläche malnehmen, auf welche der Betriebsdruck wirken kann. Im Beispiel demnach: 300 kg/cm<sup>2</sup> mal 314 cm<sup>2</sup> = 94000 kg. Das Produkt ergibt kg, d. h. der Preßkolben ist mit 94000 kg belastet und übt nun z. B. bei der Kunstharzpresse auf die Preßform diesen Druck aus. Das Eigengewicht des Kolbens und der Preßplatte soll unberücksichtigt

<sup>1</sup> Wir wollen möglichst deutsche Ausdrücke verwenden, also statt „Preßwasserakkumulator“ besser „Preßwasserspeicher“ oder kurz „Speicher“.

sein. Diese 94000 kg sind das Druckvermögen der Presse und als die Leistung der Presse hinsichtlich der Preßkraft anzusehen. Wenn demnach der Sprecher in Fall 1 an seiner Presse mit 300 atü und einem Kolben von 200 mm Durchmesser ein Druckvermögen von 94000 kg erzielt, so ist nicht gesagt, daß dann eine Presse, bei der die Preßpumpe nur mit 250 atü arbeitet, eine geringere Leistung hat. Es kommt ganz darauf an, wie groß der Kolben dieser Presse ist. Hat z. B. der Kolben einen Durchmesser von 220 mm entsprechend rund 380 cm<sup>2</sup> Fläche, so hat diese Presse genau die gleiche Leistung wie die erste, nämlich 250 kg/cm<sup>2</sup> mal 380 cm<sup>2</sup> = rund 94000 kg. Wir haben es also zu tun mit Betriebsdruck, Kolbenfläche und Druckvermögen. Letzteres ist von den beiden anderen abhängig.

**15. Allgemeines über Dichtungen an Pressen.** Viele Firmen konnten sich noch vor wenigen Jahren nur sehr schwer zur Anschaffung hydraulischer Pressen entschließen, weil sie befürchteten, daß ständig unliebsame Störungen durch undichte Kolbenabdichtungen auftreten würden. Es ist ja selbstverständlich, daß eine Kolbenabdichtung einer Kunstharzpresse eines Tages erneuert werden muß, wenn man bedenkt, daß die Dichtung (der Stulp<sup>1</sup>) Tag und Nacht unter einem Betriebsdruck von bis zu 400 atü arbeiten muß, d. h. ständig mit jedem Kolbenhub durch Reibung beansprucht wird.

Der Konstrukteur einer Presse wird stets gut daran tun, sich in Abdichtungsfragen mit den Fachkreisen der Dichtungslieferfirmen zu beraten. Je nach Beanspruchungsart der Dichtung, dem Durchmesser des zu dichtenden Kolbens, der auftretenden Temperatur und der Art der Betriebsflüssigkeit wird Form und Art der Dichtung festgelegt. Der Stulpenhersteller hat bei Anfertigung der Dichtung nicht nur auf die vom Konstrukteur festgelegten oder gewünschten Maße oder auf die äußeren Einwirkungen durch das Arbeiten der Presse zu achten, sondern er muß auch über die Beschaffenheit des Leders und das Verhalten des Leders während des Arbeitsvorganges im klaren sein. Dazu tritt die Bedeutung der Oberflächengüte des Kolbens. Je vollkommener die zylindrische Form und Glätte des Kolbens, desto geringer die Reibung an dem Stulp. Wenn heute in den Pressereien die hydraulische Presse die Oberhand hat, dann nur deshalb, weil man in kürzester Zeit die Erfahrungen der Praxis verwertete und hochwertige Abdichtungen für die Kolben geschaffen hat, die voll den auftretenden Beanspruchungen entsprechen. Hier gehen Stulpenhersteller und Maschinenbauer Hand in Hand.

Bei Kunstharzpressen werden die Dichtungen noch dadurch zusätzlich beansprucht, daß die beheizten Preßformen trotz untergelegter Wärmeschutzplatten ihre Wärme auf die Preßplatte und damit auf den Preßkolben und zuletzt dann auf die Betriebsflüssigkeit übertragen. Zu rascher Verschleiß der Dichtungen und der damit verbundene, mehr oder weniger zeitraubende Ausbau verbrauchter und Einbau neuer Dichtungen wird in jedem Fall als sehr störend empfunden. Durch richtige Wahl, richtige Behandlung und richtigen Einbau einer Dichtung kann man eine günstige Lebensdauer erzielen.

**16. Berechnung der Kolbenreibung.** Die Dichtung wird durch den Flüssigkeitsdruck an die Wandung des Kolbens angepreßt, so daß bei Bewegung des Kolbens Reibung, sog. Stulpreibung, entsteht. Es lohnt sich, einmal ein Zahlenbeispiel durchzugehen, wie hoch denn eigentlich eine solche Reibung ist. Die Formel lautet:

$$R = D \pi h p \mu \text{ [kg].}$$

<sup>1</sup> Statt des in der Fachwelt meist noch üblichen Fremdwortes „Manschette“ wird in diesem Buch das deutsche Wort „Stulp“ (der Stulp) verwendet.

Darin bedeuten:

$R$  = auftretende Reibung in kg, die der Kolbenbewegung entgegenwirkt,

$D$  = Durchmesser des zu dichtenden Kolbens in cm,

$\pi = 3,14$

$h$  = Höhe der Dichtung,

$p$  = Flüssigkeitsdruck in atü ( $\text{kg/cm}^2$ ),

$\mu$  = Reibungszahl, die für weiches Leder mit 0,07, für lohbares Leder mit 0,1, bei schmutziger Betriebsflüssigkeit und nicht mehr einwandfreien Kolbenflächen mit 0,2 angenommen werden kann.

Beispiel: Für einen Kolbendurchmesser von 200 mm ( $D = 20$  cm), eine Stulphöhe von 25 mm ( $h = 2,5$  cm),  $\mu = 0,1$  und den Flüssigkeitsdruck  $p = 200$  atü, ist:

$$R = 20 \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot 200 \cdot 0,1 = 3140 \text{ kg.}$$

Diese Reibung des Kolbens geht von dem Gesamtdruckvermögen der Presse ab. Es ist demnach wohl zu beachten, daß die Kolben der Pressen sauber und glatt, die Stulphöhen nicht zu groß gewählt werden und außerdem das Wichtigste: der Stulp darf beim Einbau nicht noch zusätzlich an den Kolben gepreßt werden (Abschn. 17).

**17. Nutringstulpen (Nutringmanschetten).** Auf dem Markt trifft man die verschiedensten Stulptypen, die aus den verschiedensten Werkstoffen gefertigt sind. Man kennt Dichtungen aus verschiedenen Lederarten, solche aus Kunststoffen, aus Kautschuk, Dichtungen mit Metall- oder Fasereinlagen usw. Über die Formen und Größen ist keine Norm festgelegt. Praktische Erwägungen

Tabelle 2. Bewährte Abmessungen von Nutringstulpen.

Kolbendurchmesser = innerer Stulp- durchmesser in mm	Stulphöhe in mm	Lederstärke in mm
von 5 bis 50	10 bis 12	3
„ 51 „ 100	15 „ 20	3,5 bis 4
„ 101 „ 150	20 „ 25	4
„ 151 „ 200	25 „ 30	4,5 „ 5
„ 201 „ 450	35 „ 40	5
„ 451 „ 700	40 „ 45	5,5 „ 6
über 700	45 „ 50	6 „ 7

und das Zusammenarbeiten mit Dichtungslieferanten erlauben jedoch für den am meisten in Anwendung befindliche Nutringstulp (U-Formstulp, Abb. 9) die Tabelle 2 aufzustellen.

Es soll nun aber nicht vergessen werden, daß es noch andere Stulpenformen gibt, die ebenfalls, richtigen Einbau vorausgesetzt, vollkommen ihren Zweck erfüllen. Die Nutringstulpen werden vorwiegend aus lohbarem oder chrombarem Leder gepreßt. Die lohbare Dichtung ist dort in Anwendung, wo keine höheren Temperaturen der Betriebsflüssigkeit zu erwarten sind. Treten höhere Temperaturen auf, dann eignen sich die chrombaren Stulpen besser. Chromleder ist auch besonders widerstandsfähig gegen chemische Einwirkungen. Im Hinblick auf Kunstharzpreßwerke kann man die verschiedenen Gerbarten wie folgt zusammenstellen:

a) Lederstulpen lohgar (aus bestem Kernleder gefertigt): Nur geeignet, wenn das Betriebsmittel nicht über  $20^{\circ}\text{C}$  erwärmt wird, da sonst das Leder in Kürze verschleißt. Diese Gerbart eignet sich somit wenig für Kunstharzpressen.

b) Guttaperchastulpen, aus Guttaperchamasse gefertigt, für nicht außerordentlich hoch beanspruchte Pressenkolben eine gute Abdichtung. Kommt jedoch ebenfalls für Kunstharzpressen, bei denen mit starker Erwärmung der Betriebsflüssigkeit zu rechnen ist, nicht in Frage.

c) Lederstulpen chromgar, mit einer Sondertränkung. Diese Dichtung eignet sich für Kunstharzpressen sehr gut, wenn das Betriebsmittel Wasser mit

einem Preßwasserzusatz ist (vgl. Abschn. 47). Die Temperatur kann ohne nachteilige Folgen für die Stulpen auf etwa 60° C ansteigen.

d) Lederstulpen lohgar, mit Sondertränkung, sog. Öleritmanschetten. Diese Dichtung findet mit gutem Erfolg dort Anwendung, wo Öl als Betriebsmittel verwendet wird, nicht aber reines Preßwasser. Das verwendete Öl muß jedoch auf alle Fälle säure-, asphalt- und harzfrei sein.

Die Lederstulpen haben sich bis zu Drücken von bis zu über 800 atü bestens bewährt. Der Nutringstulp wird derart eingebaut, daß der Flüssigkeitsdruck in das offene U eintritt und so die Zungen des U an die Dichtungsflächen andrücken kann. Besonders ist darauf zu achten, daß nicht wahllos eine Stulphöhe festgelegt wird, in der Ansicht, daß, je höher die Dichtung, desto besser die Abdichtung. Ganz im Gegenteil, denn durch den zu hohen Stulp ist die Gefahr gegeben, daß die Flüssigkeit zwischen Wandung und Stulpzunge tritt. Dann preßt der Flüssigkeitsdruck die Stulpzungen nicht nach außen an die Dichtungsflächen, sondern der umgekehrte Fall wird eintreten, die Stulpzungen werden nach innen umgestülpt. Eine Abdichtung kann dann allerdings nie zustande kommen.



Abb. 9. Nutringstulp mit Einlage.

- a* = lichter Durchmesser (etwa 1 mm enger als der zugehörige äußere Durchmesser des Kolbens).
- b* = äußerer Durchmesser.
- c* = innere Höhe, etwa 2 mm niedriger als *d*.
- d* = äußere Höhe.
- e* = Maß des Überstandes der Dichtungseinlage, etwa 2...3 mm.
- f* = Dichtungseinlage, dort, wo sie auf dem Boden des Stulpes aufsitzt, gut gerundet.

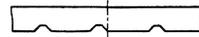


Abb. 10. Einlage zu Abb. 7, am unteren Rande mit Einkerbungen, damit die Betriebsflüssigkeit gut in das Innere der Dichtung eindringen kann.

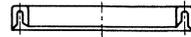


Abb. 11. Schlechte Form eines Nutringstulps. Abgerundete Böden (Abb. 7) sind für die Lederverarbeitung günstiger als die eckige Form

Man führt die Nutringstulpen möglichst mit rundem Boden (Abb. 9) aus, da Winkelkanten (Abb. 11) für die Fertigung der Stulpen wegen der ungünstigen Faserverlegung des Leders nicht ratsam sind. Das offene U des Nutringstulps wird von einem Stulpenring ausgefüllt. Dieser Ring muß leicht in den Stulp passen und darf am Boden keinesfalls den Stulp schneiden. Dies kann allerdings nur bei Metallringen vorkommen, wenn sie am Boden zu scharfkantig ausgeführt sind. Im unteren Teil bekommt der Stulpenring Aussparungen (Abb. 10), damit die Flüssigkeit in das Innere der Dichtung eindringen kann. Weiter macht man den inneren Umfang des Stulpes gegenüber dem äußeren Umfang in der Höhe etwa 2 mm niedriger, was auch einen besseren Zutritt der Preßflüssigkeit in den Stulp gewährleistet. Die Stulpeneinlagen soll man möglichst in Metall oder hartem Leder ausführen, das nicht mehr wachsen kann. Viel Ärger kann man bei Einlagen aus Gummi erleben. Gummi wächst und drückt die Dichtung zu stark auseinander, so daß der Kolben klemmt! (Abschn. 15). Besser als aus Gummi oder Leder kann man dann die Einlage aus sog. Packungsschnur herstellen. Getalgte Schnur wird in das U der Manschette eingelegt bis das U ausgefüllt ist. Die getalgte Packungsschnur hat den Vorteil, daß die Dichtung innen immer unter Einwirkung des Fettgehaltes der Packungsschnur ist. Ein solcher Stulp wird nie spröde.

18. Der richtige Einbau von Nutringstulpen. a) Mit Stopfbüchsenring. Der Nutringstulp wird, wie in Abb. 12 angegeben, durch einen sog. Stopfbüchsenring gehalten. Der Stulp soll, um richtig dichten zu können, vor allen Dingen gegenüber dem Preßkolben ein Minusmaß aufweisen, das jedoch nicht mehr als

1 mm betragen darf, um gerade bei den Oberkolbenpressen das drucklose Niedergehen des Preßkolbens nicht zu behindern. Das Außenmaß der Dichtung soll genau in die Stulpaussparung des Zylinders passen. Der Stulp muß, wie man sagt, „satt sitzen“. Die Einlage der Dichtung hat nicht nur die Aufgabe, den U-Raum des Stulps auszufüllen, sondern die Einlage läßt auch die Dichtung etwas vom Stulpraumboden abstehen, so daß auch hier das Betriebsmittel ungehindert in den Stulp eindringen kann, um die Zungen der Dichtung einmal an die Zylinderwand und dann an den Kolben anzudrücken. Damit der Stulp nicht durch den im Zylinder herrschenden Flüssigkeitsdruck aus seiner Einbaulage herausgedrückt werden kann, ist der Stopfbüchsenring vorgesehen. Der

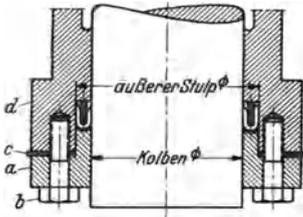


Abb. 12. Einbau eines Nutringstulps.

- a = Stopfbüchsenring, bei kleinen Kolbendurchmessern aus Guß, bei größeren aus Stahlguß oder Stahl, da hohen Beanspruchungen ausgesetzt.  
 b = Befestigungsschrauben für die Stopfbüchse. Stiftschrauben besser als Kopschrauben, weil rascheres Auswechseln der Stopfbüchse möglich.  
 c = Einlegebleche oder Abstandsbleche, an 4 Stellen des Umfanges verteilt.  
 d = Zylinderkopfteil mit Ausdrehung zur Aufnahme der Dichtung.

Stopfbüchsenring hat einen erheblichen Gesamtdruck auszuhalten, weshalb er je nach Kolbendurchmesser von 8 bis 12 oder noch mehr Stiftschrauben mit dem Zylinder verschraubt ist. Zweckmäßig unterlegt man die Stopfbüchse an 4 gleichmäßig verteilten Stellen des Umfanges mit Unterlegblechen von 3 bis 5 mm Stärke. Dann wird die Stopfbüchse allseitig an den Zylinder angezogen. Der Stulp soll nun bei angezogener Stopfbüchse keinesfalls von dieser irgendwie gedrückt werden, sondern die Dichtung muß auch jetzt wieder satt sitzen, sie darf keine Möglichkeit des Auf- und Abwanderns haben. Ein so eingesetzter Stulp wird dem Presser wie Betriebsmann nie zur Last fallen.

Nun fragt man mit Recht, weshalb sind denn die 4 gleichmäßig verteilten und gleichmäßig starken Blechstücke von etwa 20 mm Breite und 3···5 mm Stärke untergelegt? Die Beantwortung ist einfach! Es handelt sich hier um einen Kunstkniff der Praxis, der aber im gegebenen Falle gute Dienste leistet. Wie

bereits früher erwähnt, können Monate, ja Jahre vergehen, bis ein guter Stulp, richtig eingesetzt, so abgenutzt ist, daß sich am Preß- oder Hubkolben Tropfwasser zeigt. Nun ist nicht gesagt, daß jetzt der Stulp restlos unbrauchbar ist. Durch das ständige Auf und Ab des Preß- oder Hubkolbens wird auch bei geschliffenen Kolben die Anpreßung der Dichtung nach langer Zeit etwas abgenutzt, und die Anpressung der Zunge ist nicht mehr 100 prozentig. Jetzt kann der Kniff zur Anwendung kommen. Man entfernt die 4 Unterlegbleche und zieht die Stopfbüchse um das Maß der Unterlagblechstärke nach. Dadurch wird allerdings der Stulp in der Höhe etwas gedrückt. Man erreicht jedoch, daß die Dichtung erneut auf Wochen und Monate hinaus gute Dienste leistet. Ohne diese Unterlagen müßte man den Stulp bei ständigem Tropfen der Flüssigkeit ausbauen und sofort erneuern. Durch den Kunstkniff hat man sich auf diese Art und Weise die Arbeit noch hinausgeschoben, was für die Fertigung sehr wichtig sein kann. Es ist dann allerdings Zeit, sich sofort nach der Ersatzdichtung umzusehen, denn nun ist das erste Zeichen gegeben, daß der Stulp abgenutzt ist. Durch das Nachdrücken mit der Stopfbüchse werden die Wandungen des Nutringstulps nochmals fester an die zu dichtenden Flächen angedrückt, doch, wie bereits erwähnt, sollte man einen Nutringstulp nicht drücken — und so dient der Kniff aus der Praxis nur dazu, im Augenblick einen Ausbau und eine Erneuerung der Dichtung zu vermeiden. Man kann nun den Tag der Erneuerung festlegen, wie er am besten in die Fertigung paßt.

Die Abdichtung von kleineren Kolben, z. B. Hubkolben und sonstigen kleinen Hilfskolben, ist grundsätzlich die gleiche wie vorherbeschrieben. Auch hier ist der Nutringstulp so mit seiner Einlage eingelegt (Abb. 13), daß der Flüssigkeitsdruck die Zungen der Dichtung einmal an die Zylinderwand und dann an den Kolben anpreßt. Allerdings kann man bei kleineren Kolbendurchmessern schlecht Stopfbüchsenringe anbringen und ordnet daher als Stulpenhalter eine Gewindemutter über der Dichtung an. Es versteht sich, daß die Länge und Art des Gewindes entsprechend der auftretenden Belastung errechnet ist. Die Dichtung darf nicht wandern, und der Stulpenhalter, also die Gewindemutter, darf auch keinen Anpressungsdruck auf die Dichtung ausüben. Es gehört zur richtigen Einstellung der Gewindemutter etwas Fingerspitzengefühl, denn man darf nicht einfach die Mutter mit Gewalt auf den Stulp aufsetzen. Ist bei dieser Anordnung der Stulp verbraucht, dann kann man die Verschlußmutter etwas nachziehen.

Wesentlich ist, daß die Verschlußmutter die Dichtung im Stulpenraum hält, ohne zu drücken, und daß ferner die Verlängerung der Mutter etwas mit in den Dichtungsraum ragt, damit die Dichtung keine Möglichkeit hat, sich irgendwie seitlich herausquetschen zu können.

Was für den Einbau von Dichtungen noch sehr von Bedeutung ist, ist das Einfetten der Stulpen vor dem Einlegen in den Dichtungsraum. Nie soll man den Stulp trocken einlegen, sondern man durchknetete vor Einlegen die Dichtung mit einem säurefreien Fett oder Glycerin. Der Stulp wird dann sofort bei erster Unterdrucksetzung dicht halten, während eine trocken eingelegte Dichtung Mi-

b) Ohne Stopfbüchsenring. Häufig trifft man Pressenkonstruktionen, bei denen aus irgendwelchen Konstruktionsgründen eine Stopfbüchse nicht vorgesehen wurde. In die Zylinderwand ist einfach eine Nute eingestochen (Abb. 14),

in die der Stulp einzulegen ist. Da der äußere Durchmesser des Stulps größer ist als die Bohrung des Zylinders, so kann die Dichtung nur eingelegt werden, wenn sie herzförmig nach innen eingezogen wird (Abb. 15), um so der Stulpkammer zugeführt zu werden. Zweckmäßig erweicht man die einzubiegende Stelle des Stulps auf etwa ein Drittel des Umfanges, ohne die übrigen Teile der Dichtung mit zu erweichen. Würde man nämlich die Erweichung auf den ganzen Stulp ausdehnen, so würde der Stulp, wie man sagt, „wachsen“, und man ist nicht mehr in der Lage, die Dichtung in die vorgesehene Nute einlegen zu können. Außerdem muß dieser Einbau wegen der Gefahr des „Wachsens“, auch wenn nur ein Bogenteil eingeweicht wird, sehr rasch vor sich gehen, und man muß vor allen Dingen darauf achten, daß die an der Zylinderwand

- $\alpha$  = Stulpmutter. Die Absetzung vor dem Gewinde muß etwa 2...4 mm in den Stulpraum hineinragen. Dichtung daher immer etwas niedriger als  $c$ .
- $b$  = Zylinderkopf.
- $c$  = Höhe des Stulpenraumes.

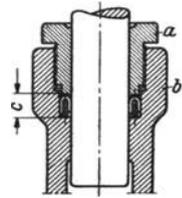


Abb. 13. Einbau eines Nutringstulps bei kleinen Kolbendurchmessern, wenn Stopfbüchsenringe nicht mehr möglich ist.

- $\alpha$  = Höhe der in den Zylinder eingedrehten Stulpenkammer. Beim Einlegen der Füllinlage hebt man die innere Lippe der Dichtung hoch.
- $b$  = Maß (etwa 2 mm), um welches die innere Stulpenhöhe oder Lippe gegenüber der äußeren niedriger ist.
- $c$  = Zylinderkopf, in den die Nute zur Aufnahme der Dichtung eingedreht ist.

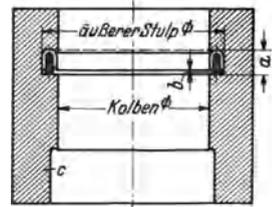


Abb. 14. Einbau eines Nutringstulps ohne Stopfbüchse.

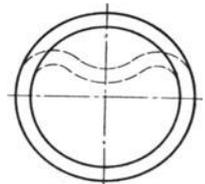


Abb. 15. Nutringstulp zum Einbau laut Abb. 13 herzförmig eingezogen.

liegende Zunge der Dichtung auch ohne Falten glatt anliegt. Um die Dichtung zu erweichen, genügt ein kurzes Eintauchen in lauwarmes Wasser.

Dies waren die beiden gebräuchlichsten Einbauarten von Dichtungen. Zur Pflege der Dichtungen selbst ist nur zu sagen, daß die Stulpen nicht in trockenen und nicht in kühlen Räumen aufzubewahren sind. Man lege Dichtungen in mäßig warmen Räumen auf Lager. Ferner schadet es dem Stulp im Betrieb nichts, wenn man von Zeit zu Zeit den auf- und abgehenden Kolben etwas mit Vaseline einfettet. Die Einfettung nur dünn vornehmen und sogleich die Kolben bewegen lassen, damit das Fett der Dichtung zugeführt wird. Starke Auftragungen haben keinen Zweck bei hydraulischen Kunstharzpressen, da immer die Gefahr besteht, daß der Preßmassestaub sich auf das Fett setzt.

**19. Sonstige Dichtungsarten.** Bei dieser Gelegenheit müssen auch kurz die Hydraulikpackungen Erwähnung finden, die neben Nutringstulpen sehr häufig an kleineren Kolben und Armaturenabdichtungen Verwendung finden. Jede Packung kommt als Stopfbüchsenpackung zur Anwendung und muß, um ihren Zweck zu erfüllen, elastisch sein. Außerdem darf die Zusammensetzung der Packung nicht so beschaffen sein, daß die Kolbenstangen angegriffen werden.

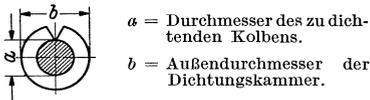


Abb. 16. Packungsring falsch zugeschnitten.

$a$  = Durchmesser des zu dichtenden Kolbens.  
 $b$  = Außendurchmesser der Dichtungskammer.

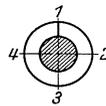


Abb. 17. Richtiger Zuschnitt der Packung.

1, 2, 3, 4 = aufeinanderfolgende Stoßfugen.



Abb. 18. Ebenfalls richtiger Zuschnitt der Packung.

Es ist daher ratsam, hydraulische Pressen und Preßpumpen wie auch Armaturen nur mit den besten Stoffen zu verpacken, die sich dann bald durch lange Lebensdauer und Schonung der zu dichtenden Kolben bezahlt machen. Die üblichsten Stopfbüchsenpackungen sind aus Lederstreifen, Hanf- oder Jutefäden hergestellt. Die Fäden oder Streifen werden mit Bleidraht durchflochten und mit einer Graphitmasse getränkt. Hauptsache einer guten Packung ist nun, daß die Tränkung nicht zu schnell trocknet, die Packung hart wird und dann die Kolben angreift. Bei sog. Weichmetallpackungsringen sind die Ringe zumeist geteilt und innen hohl. Der Hohlraum ist mit Fett ausgefüllt. Beim Anziehen der Packung quillt dann das Fett heraus und schmiert die Kolben. Auch hier ist Grundbedingung, daß die Kolben und sonstwie zu dichtenden Teile vollkommen glatt sind.

Man könnte eine Menge verschiedener Packungsausführungen und Zusammensetzungen hier anführen, doch unterrichten hierüber jeweils ausgiebig die Fachblätter der Herstellerfirmen. Die Packungen werden stets als Stopfbüchsenpackungen, wie bereits erwähnt, eingebaut, da man stets eine Möglichkeit des Nachziehens haben muß. Ist das Endmaß des Nachziehens erreicht, dann muß die alte Packung restlos entfernt und durch eine neue ersetzt werden.

Beim Einbau von Packungen ist zu beachten, daß die Ringe genau um die zu dichtenden Kolben passen. Bei Packungen, die vom laufenden Meter abgeschnitten werden müssen, ist darauf zu achten, daß die Stoßfuge des Schnittes genau aufeinanderpaßt (Abb. 17 u. 18). Gewöhnlich werden mehrere Lagen von zugeschnittenen Packungsschnüren übereinandergelegt; dabei ist zu beachten, daß die Stoßfugen der einzelnen Lagen fortlaufend um  $90^\circ$  versetzt sind.

### C. Steuerungen für hydraulische Pressen.

Damit sich die hydraulische Presse den Eigenschaften der Preßstoffe anpassen kann, sind die verschiedensten Ventile und Armaturen erforderlich, die einer näheren Beschreibung bedürfen. Gleichzeitig werden die möglichen Störungen an Ventilen und Armaturen mitangeführt und Winke aus der Praxis gegeben, um solche Störungen sofort zu erkennen und zu beheben.

**20. Allgemeines über die hydraulische Schnellsteuerung.** Die Steuerung soll von dem Bedienungsmann bequem erreichbar am Ober- oder Unterteil der Presse angebaut sein.

Der Leerhub der Presse ist schnell zurückzulegen, um dann die Preßwerkzeuge sachte aufsetzen zu lassen. Erst jetzt setzt der eigentliche Preßdruck ein. Nach beendigter Pressung ist der Preßdruck aufzuheben oder der Rückzug zwecks Öffnens der Preßform zu betätigen. Der Rückzug der beweglichen Preßplatte hat schnell zu erfolgen. Demnach ist an der hydraulischen Presse eine Steuerung zu verwenden, die eine abwechselnde, rasche Schaltung des Preßwasserzulaufs auf Preß- bzw. Hubzylinder gestattet. Man unterscheidet in der Hauptsache folgende Steuerungsarten:

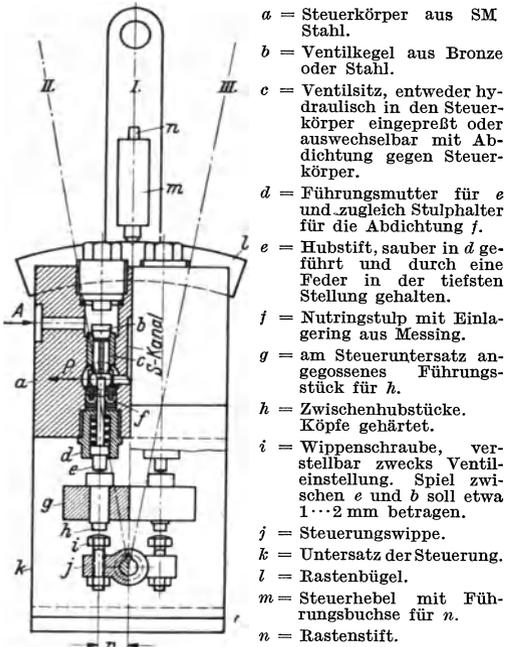
1. Spindelsteuerung,
2. Schiebersteuerung,
3. Ventilsteuerung.

Für Kunstharzpressereien, in denen heute bei den Bedienungszeiten der Pressen mit Senkungen gerechnet werden muß, ist die Spindelsteuerung nicht sehr geeignet, obwohl man in der Lage ist, Spindelapparate derart zu bauen, das mittels Drehen eines Handrades je zwei Ventile auf einmal betätigt werden, genau wie man bei dem Vierventil-Kegelsteuerapparat bei jeder Schaltung je zwei Ventile anhebt. Immerhin erfordert das Drehen des Handrades eine gewisse Zeitdauer, die eben für einen neuzeitlichen Betrieb zu lang wird. Aus diesem Grunde sei an dieser Stelle nicht weiter auf die Spindelsteuerung eingegangen.

Ebenso soll die Schiebersteuerung als solche nur erwähnt werden. Schiebersteuerungen sind ohne Zweifel für rasche Schaltung des Preß- oder Hubzylinders einer hydraulischen Presse sehr geeignet, vorausgesetzt, daß reines Öl als Preßflüssigkeit zur Verwendung kommt. Derartige Schiebersteuerungen werden mit eingeschlifften Kolbenschiebern ohne irgendeine Lederdichtung ausgeführt und bewähren sich bis zu Drücken von 300 atü bestens, jedoch nur, wie gesagt, bei Verwendung von ganz reinem Öl als Preßmittel.

Für neuzeitliche hydraulische Kunstharzpressen kommen vorwiegend Ventilsteuerungen in Frage.

**21. Der Steuerstock.** Die bekannteste Steuerung ist die mit einem Ventil-Kegelsteuerapparat, kurz Steuerstock genannt. Der Aufbau eines solchen Steuerstockes ist aus der Abb. 19 ersichtlich. Diese Wippensteuerung wird bei Kunstharzpressen, bei denen der Hubzylinder unter ständigem Rückzugdruck steht, also unmittelbar an die Druckanlage angeschlossen ist, als Zweiventilsteuerung ausgeführt. Bei Mittelstellung des Steuerhebels *I* sind beide Ventile im Steuerkörper auf ihren Sitzen, die Presse führt keine Bewegung aus. Von *A* kommend, drückt die Flüssigkeit auf den Kopf des Ventiles *b*. Soll die Presse geschlossen werden, dann muß man den Steuerhebel nach Stellung *III* bringen. Über die Wippe *j*, ferner *i*, *h* und *e* wird das Ventil *b* von seinem Sitz gehoben, und die Flüssigkeit geht bei *P* in den Preßzylinder. Gleichzeitig drückt dann aber auch die Flüssigkeit durch einen S-Kanal auf das zweite Ventil der Steuerung, das Ablassventil. Dieses Ventil muß nun ganz dicht sein, sonst ginge die Betriebsflüssigkeit



- a = Steuerkörper aus SM Stahl.
- b = Ventilkegel aus Bronze oder Stahl.
- c = Ventil Sitz, entweder hydraulisch in den Steuerkörper eingepreßt oder auswechselbar mit Abdichtung gegen Steuerkörper.
- d = Führungsmutter für e und zugleich Stulphalter für die Abdichtung j.
- e = Hubstift, sauber in d geführt und durch eine Feder in der tiefsten Stellung gehalten.
- f = Nutringstulp mit Einlagerung aus Messing.
- g = am Steueruntersatz angelegtes Führungsstück für h.
- h = Zwischenhubstücke. Köpfe gehärtet.
- i = Wippenschraube, verstellbar zwecks Ventileinstellung. Spiel zwischen e und b soll etwa 1...2 mm betragen.
- j = Steuerungswippe.
- k = Untersatz der Steuerung.
- l = Rastenbügel.
- m = Steuerhebel mit Führungsbuchse für n.
- n = Rastenstift.

Abb. 19. Aufbauschema einer Wippensteuerung.

statt über P in den Zylinder durch das zweite Ventil in den Abfluß. Schaltet man nun den Hebel nach Stellung II, dann setzt sich der Kegel b auf seinen Sitz, der andere Kegel hingegen wird angehoben. Der im Preßzylinder befindliche Druck entweicht dann durch dieses angehobene Ventil in den Abfluß. Dies ist das Schema einer Steuerung bei Kunstharzpressen, bei denen, wie erwähnt, nur 1 Zylinder, und zwar der Preßzylinder, gesteuert wird. Sind 2 Zylinder, also Preß- und Hubzylinder zu steuern, dann kann dies auch mit einer Wippensteuerung geschehen, man braucht sich statt der 2 gezeichneten Ventile nur neben jedem Ventil noch je ein Ventil vorzustellen, und bei der Steuerbewegung werden dann statt je 1 Kegel immer 2 auf jeder Seite angehoben. Der eine Kegel ist stets Druckeinlaß für einen Zylinder, während das zweite angehobene Ventil stets der Abfluß für den anderen Zylinder ist. Besser erklärlich ist die Vierventilsteuerung aus dem Schema Abb. 20.

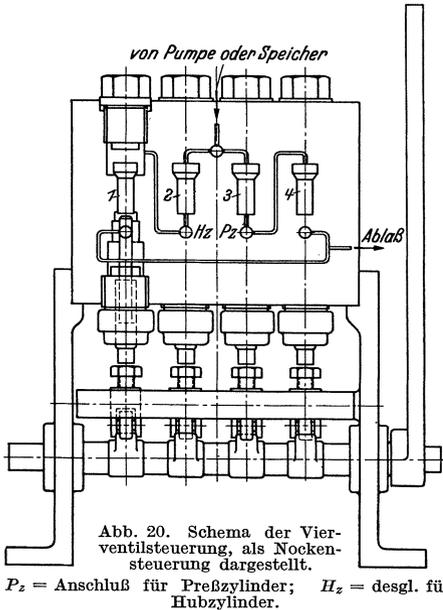


Abb. 20. Schema der Vierventilsteuerung, als Nockensteuerung dargestellt.

Pz = Anschluß für Preßzylinder; Hz = desgl. für Hubzylinder.

Die Steuerapparate können als Wippen- oder Nockensteuerungen ausgebildet sein. Bei einer Wippensteuerung (Abb. 19) liegen die Ventile im Quadrat und bei der Nockensteuerung (Abb. 20) nebeneinander angeordnet. Die Steuerübertragung erfolgt durch einen Steuerhebel, der, wie schon bei Abb. 19 dargestellt, grundsätzlich drei Hauptstellungen hat, und zwar:

- I. Mittelstellung = Halt der Presse, sämtliche Ventile sind geschlossen.
- II. Stellung des Hebels nach links = Anheben je eines Druckein- und Druckabflußventiles.
- III. Stellung des Hebels nach rechts = Senken der unter II angehobenen Ventile und Anheben der anderen beiden Ventile.

Hierzu kommt dann noch eine vierte Stellung, die „Vorfüllstellung“ (siehe Abschn. 23). Sie gehört nicht zu den drei Hauptstellungen des Steuerhebels.

Die Schaltstellungen des Steuerhebels werden auf einem an der Steuerung befestigten Rastenbügel festgelegt, der ebenso wie der Rastenstift gehärtet sein

muß. Ob die Steuerung nun als Wippen- oder Nockensteuerung ausgeführt ist, hat keinen Einfluß auf das Wesen des Steuerschemas. Ein solches Schema zeigt Abb. 20. Statt einer Wippe ist hier eine Nockenwelle angeordnet, und die 4 Steuerventile liegen nebeneinander in einer Reihe. Die Arbeitsweise ist jedoch bei beiden Ausführungen die gleiche.

Der Flüssigkeitsdruck von der Pumpe oder dem Speicher tritt in den Steuerkörper und liegt auf den Ventilen 2 und 3. In Mittelstellung des Steuerhebels sind alle Ventile auf ihren Sitzen, die Flüssigkeit kann nicht weiter, der Druck bleibt auf den Ventilen 2 und 3 stehen. Unter dem Ventil 2 ist der Hubzylinder und unter Ventil 3 der Preßzylinder einer Presse angeschlossen. (Es kann natürlich auch umgekehrt angeschlossen werden.) Soll die Presse auf Druck gesetzt werden, dann wird Ventil 3 angehoben, der Flüssigkeitsdruck geht in den Preßzylinder und liegt auf dem Ventil 4 durch einen S-Kanal. Gleichzeitig muß nun aber auch das im Hubzylinder befindliche Preßmittel abgeleitet werden. Der Hubzylinder ist unter 2 angeschlossen, somit muß beim Anheben von Ventil 3 gleichzeitig das Ventil 1 angehoben werden, damit das vom Hubzylinder über den S-Kanal kommende Betriebsmittel in die Abableitung fließen kann. Bei der Vorfüllstellung einer Steuerung wird durch entsprechende Einstellung des Hubstiftes der Steuerung zuerst das Ventil 1 vor dem Ventil 3 angehoben. Dadurch kann die Flüssigkeit unter dem Hubkolben abströmen, die Preßplatte mit Kolben geht infolge des Eigengewichtes nach unten, und die Vorfüllung kann wirken. Beim Anheben von Ventil 1 wurde der Steuerhebel nur etwas aus der Mittelstellung gebracht. Ist die Vorfüllung erledigt, dann schaltet man den Hebel bis zur Endstellung und hebt dabei dann Ventil 3, der Hochdruck geht in den Zylinder. Beim Preßgangschalten ist es wesentlich, daß Ventil 4 dicht ist. Ist Ventil 4 undicht, dann geht der Flüssigkeitsdruck statt bei  $P_z$  in den Preßzylinder durch Ventil 4 in den Abfluß. Schaltet man nun den Steuerhebel in entgegengesetzter Richtung als bei der vorerwähnten Schaltung, dann werden gleichzeitig Ventil 2 und Ventil 4 angehoben. Unter Ventil 2 ist der Hubzylinder angeschlossen, der Preßkolben geht also nach oben, wobei das im Preßzylinder befindliche Betriebsmittel durch den S-Kanal über Ventil 4 in den Abfluß gelangt. Auch hier ist es wichtig, daß Ventil 1 bei der Schaltung dicht ist, denn hierauf liegt der Druck von Pumpe oder Speicher. Auf die Dichtigkeit der Ventile muß also sorgfältig geachtet werden (Abableitungen beobachten!)

Dann achte man immer sehr darauf, daß sich die Hubstifte nach erfolgten Schaltungen bei den Ventilen, die auf ihre Sitze zu kommen haben, auch ganz nach unten begeben. Gegebenenfalls sind die Federn in der Führungsmutter zu verstärken. Sollte bei einer Schaltbewegung, z. B. beim Preßgang, der Steuerhebel nicht in seiner Raststellung verbleiben, sondern in die Mittelstellung zurückschnellen, dann liegt dies daran, daß bei angehobenem Druckeinlaßventil der Betriebsdruck auch auf dem Hubstift der Steuerung liegt, dieser drückt auf die Wippe oder Nocke, und wenn nun der Hebel auf dem Rastbügel nicht genügend festgehalten wird, dann geht er in die Mittelstellung. Je höher die Betriebsdrücke, desto näher liegt diese Gefahr.

**22. Entlastete Steuerventile.** Die Ventile der Steuerung sind bei neuzeitlichen Pressen durchweg mit Entlastung als Doppelventile (Abb. 21) ausgebildet. Man konnte früher des öfteren in Preßwerken feststellen, wie der Bedienungsmann der Anlage mit aller Gewalt sich am Steuerhebel der Steuerung zu schaffen machte, um dann ruckartig die gewünschte Stellung des Steuerhebels zu erreichen. Ein plötzlicher Schlag in der Steuerung und angeschlossenen Leitung kennzeichnete eine derartige Schaltung. Diese Rohrleitungsschläge wirken sich äußerst ungünstig auf die Dichtungen von Rohrleitungen aus.

Beim Verarbeiten von Kunstharzpreßmassen muß der Bedienungsmann seine Presse gefühlvoll schließen, eventuell entlüften, wiederverschließen und öffnen können. Eine derartig feinfühlig Schaltung der Steuerungsventile ist nur dann möglich, wenn in die eigentlichen Steuerventile kleine Entlastungsventile eingesetzt sind (Abb. 21). Man bedenke, daß sich auf dem Steuerventil eine ganz beträchtliche Drucklast ansammelt, dieser Druck schießt beim Anheben des Ventiles plötzlich in die Kanäle der Steuerung und von da in die angeschlossene Rohrleitung. Ein Zahlenbeispiel soll einen Überblick geben, wie wichtig es ist, die Ventile der Steuerung nicht als Vollventile, sondern als Ventile mit eingebauten kleinen Entlastungsventilen auszuführen.

Eine übliche Steuerung für  $\frac{3}{4}$ " Rohranschluß wird in der Regel mit einem lichten Durchgang des Ventiles von 14 mm ausgebildet. Gibt man dem Ventil nun ringsum eine Sitzfläche von 2,5 mm, dann beträgt der Durchmesser des Ventilkopfes 19 mm. Der am häufigsten angewandte Betriebsdruck einer hydraulischen Anlage ist 250 atü. Besser ist ein noch niedrigerer Betriebsdruck, weil dadurch die Gesamtanlage geschont wird.

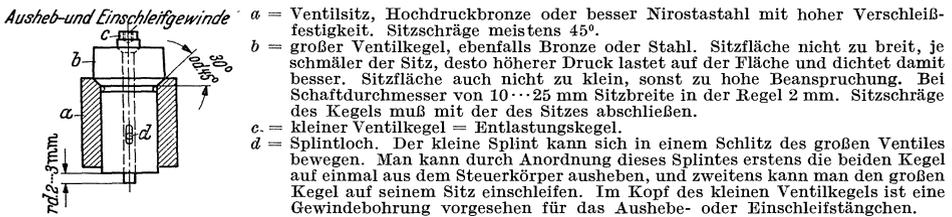


Abb. 21. Entlasteter Ventilkegel.

Auf dem Ventilkopf mit 19 mm Durchmesser lastet ein Druck von

$$P_2 = 250 \cdot 1,9^2 \pi / 4 = 625 \text{ kg.}$$

Die Länge des Steuerhebels von Mitte Steuerwelle bis Angriffspunkt der Hand sei mit  $l_1 = 500$  mm angenommen. Der Wippshebel ( $j$  in Abb. 19) mißt von Mitte Steuerwelle bis Mitte Ventilkegel in der Regel bei Steuerungen mit obigem lichten Durchgang  $l_2 = 30$  mm. (Nocken haben ähnliches Maß.) Nun gilt mit  $P_1$  als Armkraft des Pressers nach dem Hebelgesetz:  $P_1 l_1 = P_2 l_2$ , also ist die aufzuwendende Armkraft des Pressers

$$P_1 = P_2 \frac{l_2}{l_1} = 625 \frac{30}{500} = 37,5 \text{ kg.}$$

Der Presser müßte demnach mit einer Kraft von rd. 40 kg den Hebel der Steuerung betätigen, um das vom Flüssigkeitsdruck belastete Ventil anzuheben. Gewöhnlich rechnet man, daß ein Mensch beim Bewegen von Hebeln eine Armkraft von  $25 \cdots 30$  kg leisten kann. Ein Presser kann also bei 40 kg keinesfalls gefühlsmäßig die Steuerung betätigen.

Baut man nun in den oben angenommenem Ventilkegel ein kleines Entlastungsventil mit einem Schaft von 3 mm Durchmesser ein, so entspricht dies bei einer Sitzbreite von 1,5 mm einem Kopfdurchmesser des kleinen Ventiles von 6,0 mm. Dies entspricht einer Fläche von rd.  $0,4 \text{ cm}^2$ . Bei einem Druck von 250 atü ergibt sich somit eine Belastung von rd. 100 kg auf den kleinen Ventilkopf, also nur  $\frac{1}{6}$  der gesamten Ventilbelastung.

Der Schaft des kleinen Entlastungskegels steht unterhalb des Schaftes des großen Kegels um  $2 \cdots 3$  mm vor, so daß beim Bewegen des Nockens oder der

Wippe zuerst das kleine Ventil angehoben wird. Setzt man nun die Zahlenwerte des kleinen Kegels in obige Formel ein, dann ergibt sich:

$$P_1 = 100 \cdot 30 / 500 = 6 \text{ kg.}$$

Der Bedienungsmann kann nunmehr mit einer sehr kleinen Armkraft den Preßdruck steuern. Durch das leichte Anheben des kleinen Ventilkegels wird der auf dem Kegel ruhende Preßdruck abgeblasen, und das weitere Anheben des großen Kegels erfordert keine Kraftaufwendung, außer Reibungsüberwindung, mehr.

Es ist dringend zu empfehlen, das Hauptventil sowie auch Entlastungsventil aus bestem nichtrostendem Stahl mit hoher Festigkeit auszuführen. Denn gerade dadurch, daß zuerst das kleine Ventil angehoben wird, muß der hohe Betriebsdruck durch den kleinen Querschnitt abblasen, bevor das große Ventil ohne wesentliche Drucküberwindung den Weg zum weiteren Durchfluß der Betriebsflüssigkeit freigibt. Der Sitz des kleinen Ventiles ist somit einer großen Durchflußgeschwindigkeit unterworfen und muß dieser Beanspruchung gewachsen sein. Bei hartem Ventilwerkstoff tritt ein Einschlag nicht so schnell ein, und meistens wird eine unter den Ventilsitz geratene Verunreinigung bei nochmaliger Schaltbewegung weggespült. Ist durch natürlichen Verschleiß der Sitz vom Kegel und Ventilsitz verbraucht, dann müssen die Sitze mit einem Fräs Werkzeug wieder instand gesetzt werden.

Abb. 22 zeigt ein Fräs Werkzeug, wie es zur Herstellung von Ventilsitzen in Steuerungen mit eingepreßten Sitzen Verwendung finden muß. Abb. 23 zeigt den Fräser, mit dem die Sitzfläche eines Kegels nachgearbeitet wird.

Bei Steuerungen mit auswechselbaren Ventilsitzen werden am besten Sitze wie Kegelsitze auf der Drehbank nachgearbeitet. Wenn nun Ventilsitz und Ventilkegel nachgearbeitet sind, hat man an der Höhe des Werkstoffes etwas abgenommen. Beim Einsetzen des Kegels in den Steuerapparat ist dann darauf zu achten, daß nicht etwa der Ventilkegel früher auf dem Hubstift der Steuerung aufsitzt als auf seinem Ventilsitz. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, den Schaft des Ventilkegels um dasselbe Maß zu kürzen, das man an der Sitzschräge abgenommen hat.

**23. Steuerungsarten.** a) Der Zweiventilsteuerapparat (mit Wippe oder Nocken) wurde bereits im Abschn. 20 (Abb. 19) behandelt. Er kommt statt einer Vierventilsteuerung in Frage, wenn ein genügend großer Speicher als Antriebsanlage für die Presse vorhanden ist. Der Hubzylinder der Presse ist unmittelbar mit dem Speicher verbunden. Man nennt dies den „kontinuierlichen (ständigen) Rückzug“. Ein Absperrventil zwischen Hubzylinder und Speicheranschluß ermöglicht, daß man bei Störungen den Hubzylinder jederzeit von der Speicheranlage trennen kann. Bei dieser Anordnung hat man, wie schon dargestellt wurde, nur den Preßwasserein- und ablauf für den Hauptzylinder zu schalten.

- a = Fräskopf aus Werkzeugstahl, gehärtet.
- b = Führungsstange des Fräskopfes, muß sehr sauber in c geführt sein und genau mittig über dem Ventilsitz.
- c = Führungsstopfen.
- d = Ventilsitz.
- e = Nach dem Fräsvorgang kleiner Ansatz am Umfang des Ventilsitzes, am einfachsten mit einem Flachfräser, der den Durchmesser der Sitzbüchse hat, zu entfernen.

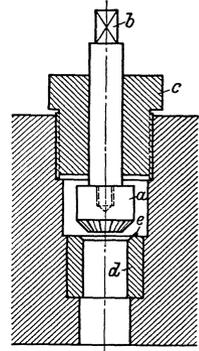


Abb. 22. Fräs Werkzeug für die Ventilsitze.

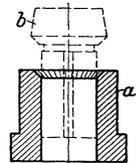


Abb. 23. Kegelsitzfräser.  
a = Fräskopf mit Innenzähnen; b = Ventilkegel.

b) Der Fünfventilsteuerapparat mit eingebautem Rückschlag. Wird die Presse im Einzelantrieb durch eine hydraulische Preßpumpe betätigt, dann muß die Förderflüssigkeit der Pumpe einmal auf den Preßzylinder, dann auf den Hubzylinder geleitet werden. Hierzu ist gewöhnlich eine Vierventilsteuerung erforderlich. Bei der Vierventilsteuerung ist in Mittelstellung des Hebels der Steuerapparat geschlossen, d. h. die fördernde Pumpe hat nun keine Möglichkeit, ihre Flüssigkeit weiter als bis zur Steuerung zu bringen. Diese Steuerungsart würde in kurzer Zeit die Auslösevorrichtung einer Preßpumpe derart beanspruchen, daß ständig mit Störungen zu rechnen wäre. Um dies zu vermeiden, wählt man für Einzelantrieb einer Presse mit Preßpumpe den Fünfventilsteuerapparat (Abb. 24).

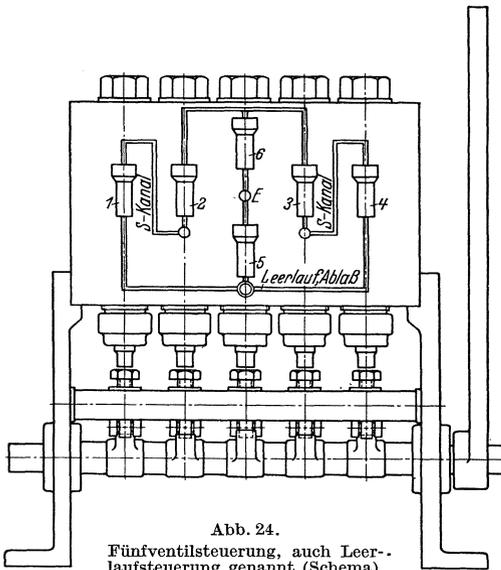


Abb. 24.

Fünfventilsteuerung, auch Leerlaufsteuerung genannt (Schema).

1 bis 4 = eigentliche Steuerventile (vgl. Abb. 20); 5 = Leerlaufventil (für die Pumpe), in Mittelstellung des Steuerhebels geöffnet; 6 = Rückschlagventil (für die Preßzylinder); E = Eintritt der Preßflüssigkeit von Preßpumpe.

In Mittelstellung des Steuerhebels ist ein fünfter Ventilkegel, über dem die Pumpe angeschlossen ist, angehoben und somit hat die Pumpe die Möglichkeit, bei Mittelstellung ihre Flüssigkeit unter diesem Kegel hindurch in den Wasserkasten zurückzuführen. Man nennt dies den Leerlauf einer Pumpe. Ordnet man über diesem sog. Leerlaufventil einen weiteren Kegel an, den bei Außerstellung des Schalthebels die Pumpenflüssigkeit anheben muß, um auf die eigentlichen Druckventile für Preß- und Hubzylinder zu kommen, dann ist dieser Kegel der Rückschlag in der Steuerung. Ist z. B. im Preßzylinder Druck und der Hebel der Steuerung in Mittelstellung, dann fördert die Pumpe ja keine Flüssigkeit in den Preßzylinder mehr, und der im Preßzylinder befindliche Druck hätte das Bestreben, ebenfalls durch den Leerlaufkegel der Steuerung in den Wasserkasten der Pumpe nach-

zuweichen, wenn eben nicht das eingebaute Rückschlagventil den Weg versperren würde. Dieser Rückschlagkegel ist demnach sehr von Bedeutung, da er Druckabfälle von Preß- und Hubzylinder verhütet. Eine Skizze (Abb. 24) zeigt schematisch den Aufbau dieser Steuerung.

c) Neben diesen zwei einfachsten, jedoch gebräuchlichsten Steuerungen, die der Eigenart des Antriebes angepaßt sind, gibt es Ventilkegelsteuerungen, die in getrennter Folge Niederdruck- und dann Hochdruckflüssigkeit einlassen. Hierbei muß zwischen Nieder- und Hochdruck wiederum ein Rückschlag eingebaut sein, damit nicht etwa der Hochdruck in die Niederdruckanlage eindringen kann. Bei jeder Steuerung ist den eingebauten Rückschlagventilen besondere Aufmerksamkeit zu widmen, denn ein Versagen der Rückschlagventile könnte unerfreuliche Folgen haben.

d) Auch bei den hydraulischen Steuerungen kennt man wie bei den motorbetätigten Steuerungen von Motorpressen eine Vollautomatik. Statt des Steuerhebels ist dabei auf der Steuerwelle ein Zahnrad oder Zahnsegment angeordnet, das von einem Triebmotor angetrieben wird. Ein Druck auf einen

Knopf genügt, um den Getriebemotor in Tätigkeit zu bringen. Die Steuerung wird entweder auf Preß- oder Hubgang geschaltet, um bei erreichter Schaltbewegung über einen Endkontakt den Antriebsmotor auszuschalten. Ist bei einer solchen Schaltbewegung z. B. die Presse auf Preßgang heruntergefahren, dann folgt ja bekanntlich die sog. Backzeit.

Eine elektrische Zeituhr löst nach Ablauf dieser Backzeit einen Kontakt für den Motor aus, die Steuerbewegung wird selbsttätig umgekehrt geschaltet, und die Presse öffnet sich. Dieses Schaltspiel kann also ganz selbsttätig erfolgen, ja man kann sogar Entlüftungszwischenstufen einschalten, d. h. nach dem Schließen wird die Presse zum Zweck der Entlüftung der Preßform kurz um einige Zentimeter angehoben, die Presse schließt wieder, um dann, wie vorerwähnt, selbsttätig zu öffnen. Dann wiederholt sich das Spiel durch abermalige Betätigung des Druckknopfes.

Was sich der Betriebsmann von einer Steuerung, gleich welcher Anordnung diese ist, zu merken hat, ist dies: Wenn Störungen in der Steuerung auftreten, so sind sie nur an denjenigen Ventilen zu suchen, die bei der betreffenden Schaltbewegung, unter welcher eine Störung auftritt, geschlossen waren. An den in diesem Augenblick geöffneten Ventilen kann ja wirksam keine Störung sein.

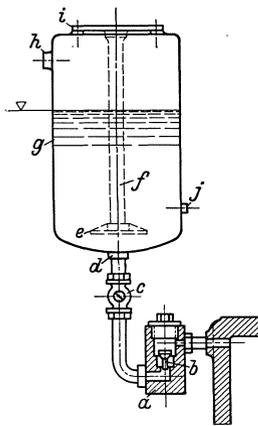
Im übrigen sind die skizzierten Schaltschemen ohne weiteres dazu geeignet, für Störungen an Steuerungen eine Handhabe zu sein, um rasch den Verlauf der Flüssigkeit zu überprüfen und damit Störungsstellen zu finden.

**24. Die Vorfüllung.** Bei der hydraulischen Oberkolbenpresse bewegt sich beim Arbeitsgang der Preßkolben von oben nach unten. Die Preßpumpe oder Speicheranlage muß die beim Kolbenhub benötigte Flüssigkeitsmenge, die sich aus Kolbenfläche mal Kohlenhub ergibt, aufbringen. Bis zum Aufsetzen der Werkzeuge hat der Kolben einen Leerweg zurückzulegen. Diesen Leerweg mit Hochdruckflüssigkeit auszufüllen, wäre unwirtschaftlich. Man füllt daher beim Preßgang den beim Niedergang des Kolbens frei werdenden Zylinderraum mit druckloser Flüssigkeit oder auch mit niedergespannter Flüssigkeit.

**a) Drucklose Flüssigkeit.** Ein mit Flüssigkeit gefüllter Behälter, der höher als der Zylinder der Presse angeordnet ist, füllt beim Niedergang des Preßkolbens den Zylinder vor, und zwar erstens infolge des natürlichen Druckgefälles, und zweitens infolge Saugwirkung des niedergehenden Preßkolbens. Der Preßbar der Presse fällt infolge des Eigengewichtes von Kolben, Preßplatte und oberer Preßform frei nach unten, und es bedarf keines Flüssigkeitsnachdruckes. Um ein Niedergehen der Preßplatte zu erreichen, muß bekanntlich (Abschn. 20) das Ablaufventil für den Hubzylinder angehoben werden. Da die Steuerung bei der Preßgangschaltung das Druckeinlaßventil für den Preßzylinder gewöhnlich zusammen mit dem Ablaufventil für den Hubzylinder anhebt, so muß man nun bei Vorfülleinrichtung einer Presse an der Steuerung eine Zwischenstufe einschalten. Wenn der Steuerhebel etwas aus Mittelstellung nach der Preßgangseite gebracht ist, stellt man den Hubstift der Steuerung derart ein, daß bei dieser Hebelsteuerung zuerst das Ablaufventil des Hubzylinders angehoben wird. Den Steuerhebel läßt man in dieser Stellung ruhen, bis sich die obere Preßform auf die untere aufgesetzt hat. Dies ist die sog. Vorfüllstellung der Steuerung. Der Zylinderraum wird nun mit der drucklosen Flüssigkeit vorgefüllt, und erst dann schaltet man durch Weiterbewegung des Steuerhebels und Anheben des Preßzylinder-Druckeinlaßventiles den Hochdruck zu. Das Vorfüllwasser gelangt aus einem Hochbehälter (Abb. 25) in den Zylinderraum. Der Wasserspiegel des Hochbehälters sinkt entsprechend dem Flüssigkeitsbedarf.

Bei der hydraulischen Preßanlage bewegt sich die Betriebsflüssigkeit ständig im Kreislauf. Wenn man deshalb in den Hochbehälter ein genügend großes Sieb einbaut, und zwar an der Einlauföffnung zum Preßzylinder, dann hat man so die Möglichkeit, etwaige in der Betriebsflüssigkeit mitgeführte Verunreinigungen aufzufangen. Man kann außerdem vor den Einlauf in den Saugekasten der Preßpumpe ebenfalls ein Sieb einschalten, so daß die Pumpe überhaupt nicht in der Lage ist, Verunreinigungen in die Preßleitungen zu fördern.

Wichtig ist, daß das Rückschlagventil der Vorfüllung aus bestem Werkstoff besteht, um einwandfrei dicht zu halten. Sollte in der Presse beim Preßgang kein Hochdruck zustande kommen, und sind sämtliche Ventile der Steuerung



- a* = Vorfüllrückschlagventil, aus SM-Stahl, an den obersten Punkt des Preßzylinderhohlraumes angeschlossen.  
*b* = Rückschlagkegel, Dichtigkeit wichtig.  
*c* = Absperrhahn, zumeist sog. Reiberhähne, um den Hochbehälter von der Presse absperrn zu können. Man baut zwecks Kontrolle der Kegeldichtigkeit am besten diesem Hahn einen kleinen Prüfhahn vor.  
*d* = Anschlußstutzen zum Preßzylinderzulauf. Dieser Anschluß kann auch etwas über dem Behälterboden erfolgen, denn dann können sich Schmutzteilechen am Boden ablagern, ohne in den Zylinder der Presse zu kommen.  
*e* = Strudelverhinderungsdeckel, um die ausfließende Flüssigkeit luftfrei zu halten.  
*f* = Haltestange für den Deckel *e*.  
*g* = Hochbehälter, möglichst groß, damit infolge hohen Flüssigkeitsstandes (mit Dreieck gekennzeichnet) keine Strudelbildung auftreten kann.  
*h* = Überlaufstützen.  
*i* = Abnehmbarer Deckel.  
*j* = Rücklaufanschluß der Ableitung des Steuerapparates (*r* in Abb. 4).

Abb. 25. Drucklose Vorfüllung (Schema).

selbst einwandfrei in Ordnung, so kann der Druckverlust nur an diesem Vorfüllrückschlagventil liegen (s. Abb. 25).

Weiter ist sehr wichtig, daß der Vorfüllbehälter genügend groß gewählt wird. Nach erfolgtem Niedergang des Preßkolbens ist der Wasserspiegel des Vorfüllbehälters gesunken. Er muß dann aber immer noch so hoch über dem Auslaufanschluß stehen, daß sich beim Absaugen in den Preßzylinder kein

Strudel bilden kann. Jede Strudelbildung würde Miteinsaugen von Luft in den Preßzylinder bedeuten, und eine der unangenehmsten Störungen ist die Folge. In den Preßzylinder eingesaugte Luft verhindert einen geregelten Druckanstieg im Zylinder, da die eintretende Hochdruckflüssigkeit zuerst das Luftpolster zusammendrücken müßte, um zum Enddruck zu kommen. Dieser Druckanstieg ist beim Verarbeiten von Kunstharz unbrauchbar, da inzwischen die Preßmasse vorzeitig erhärtet, ohne daß der Preßling ausgedrückt werden kann.

Die Zuflußleitung zum Preßzylinder ist entsprechend der Geschwindigkeit des niedergehenden Preßkolbens zu bemessen. Beim Niedergang des Preßbaren entsteht im Zylinderraum ein Unterdruck, der von der nacheilenden Hochbehälterflüssigkeit ausgeglichen werden muß. Ist aber die Zuflußöffnung zu klein, so kann die Flüssigkeit des Hochbehälters nicht rasch genug nacheilen, im Zylinderraum bleibt der Unterdruck bestehen, und es dringt von außen Luft über den Stulp in den Zylinderraum, zumal wenn die Preßkolbendichtung nicht mehr vollkommen einwandfrei oder schon stark abgenutzt ist.

Um einen im Zylinderraum entstandenen Luftsack zu beseitigen, kann man den Zylinder am oberen Ende anbohren und eine Entlüftungsschraube anbringen. Ist keine Schraube vorhanden, dann läßt man die Preßplatte in ihre tiefste Lage niedergehen, sperrt den Hochbehälter von der Presse ab und öffnet das Rückschlagventil der Vorfüllung. Nun füllt man von Hand so lange Flüssigkeit durch das Rückschlagventil nach, bis die Luft verdrängt ist. Ein großer Vorfüllbehälter sowie richtiger Einbau und gute Pflege der Dichtungen schützen vor Störungen durch Luftsäcke im Preßzylinder.

b) **Niederdruckvorfüllung.** Eingangs ist erwähnt, daß man die Vorfüllung einer Presse auch mit niedergespannter Flüssigkeit vornehmen kann. Diese Vorfüllung ist im Aufbau genau das gleiche wie die drucklose Vorfüllung. Der einzige Unterschied ist der, daß im Vorfüllbehälter (Abb. 26) der Raum über dem Wasserspiegel mit Preßluft von etwa  $2 \cdots 5$  atü aufgefüllt wird. Die Flüssigkeit steht dann unter dem Druck der Preßluft, und sobald die Steuerung auf Vorfüllstellung gebracht ist, dringt die Flüssigkeit mit Druck in den Zylinderraum. Der Wasserspiegel des Vorfüllbehälters sinkt, das Luftpolster dehnt sich um dieses Maß aus. Die Abableitung der Steuerung führt wiederum in den Vorfüllbehälter, der Wasserspiegel steigt, und das Luftpolster verdichtet sich wieder. Sollte nun der Wasserspiegel aus irgendwelchen Undichtigkeitsgründen zu hoch steigen, dann erhöht sich der Druck des Luftpolsters, und in diesem Augenblick öffnet sich ein Sicherheitsventil, über das die überschüssige Flüssigkeit in den Flüssigkeitsbehälter der Preßpumpe zurückgeführt wird.

Für den Vorvorgang beim Verarbeiten von Kunstharzpreßmassen hat die Niederdruckvorfüllung den Vorteil, daß sie erstens den Zylinderraum der Presse

Diese Vorfüllung arbeitet mit einem geringen Druck, der zwischen 3 und 8 bis höchstens 12 atü schwankt. Über dem Wasserspiegel befindet sich das Luftpolster. Zur Kontrolle des Wasser- und Luftstandes ist ein Kontrollglas  $h$  vorgesehen oder aber 2 Prüfschrauben. Den jeweiligen Druck kann man an dem Manometer  $f$  ablesen. Dem Manometer ist eine Absperrung  $g$  vorgebaut. Die Zuleitung zu den Pressen erfolgt bei  $c$ . Der Rücklauf von den Steuerungen kommt bei  $e$  in den Anschlußstutzen  $i$ . Sobald nun durch das rückfließende Preßwasser aus den Pressen der Wasserspiegel steigt und dadurch das Luftpolster mehr zusammengedrückt wird, öffnet sich ein federbelasteter Kegel in dem Ventil  $a$ , und die überschüssige Flüssigkeitsmenge geht bei  $d$  zurück in den Flüssigkeitsbehälter der Pumpe. Absperrung  $b$  ermöglicht, daß der Hochbehälter von den Pressen abgeschaltet werden kann. Ebenso ist in der Leitung des Anschlusses  $i$  eine Absperrung. Die Füllung dieser Vorfülleinrichtung mit Luft ist denkbar einfach. Die Absperrung in Anschlußleitung  $i$  und die Absperrung  $b$  werden geschlossen, der Behälter bis zu einer errechneten Höhe mit Flüssigkeit gefüllt, und dann läßt man vom Ausblaskompressor für die Preßformen durch einen Luftanschluß mit Absperrung Preßluft in den Behälter, bis am Manometer  $f$  der gewünschte Vorfülldruck ersichtlich ist. Alle  $6 \cdots 8$  Wochen füllt man etwas Luft nach, da sich diese mit der Zeit im Wasser löst, genau wie bei einem Speicher mit Druckluftbelastung.

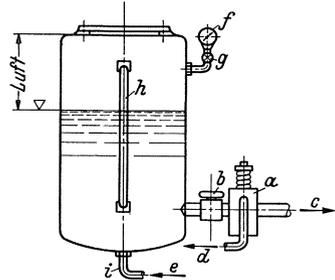


Abb. 26. Niederdruckvorfüllung.

restlos vorfüllt, so daß nur noch wenig Hochdruckflüssigkeit benötigt wird. Zweitens bewirkt der Vorfülldruck von etwa 6 atü, daß die in der Preßform befindliche Preßmasse beim Füllen des Druckzylinders etwas vorgepreßt wird.

**25. Das Hubdrosselventil.** Wie schon unter Abschnitt „Steuerung“ gesagt, muß der Presser seine Maschine gefühlsmäßig schließen können. Dies ist schon deshalb erforderlich, weil ein zu rascher Formenschluß die in die Preßform eingefüllte Preßmasse herausschleudern würde. Die Leerbewegung der Preßplatte vor dem Schließen der Form kann rasch, jedoch auch mäßig schnell erfolgen. Würde man beim Preßgang ohne Zwischenschaltung einer sog. „Drossel“ den Ventilkegel der Steuerung für die Preßbewegung öffnen, d. h. das Abfließventil für das unter dem Hubkolben befindliche Preßwasser anheben, dann hätte die Platte mit Kolben infolge des Eigengewichtes dieser Teile das Bestreben, in freiem Fall nach unten zu sausen, gegebenenfalls infolge der auftretenden Reibung auch in ruckartigen Stufungen. Um dem vor allen Dingen vorzubeugen, wird in die Rohrleitung zwischen Hubzylinder und Steuerung ein Ventil (Abb. 27) eingebaut und so der lichte Rohrquerschnitt derart verengt, daß die Preßplatte nur mäßig schnell absinkt. Das Gewicht von Preßplatte und Kolben drückt die unter dem Hubkolben befindliche Flüssigkeit in gleichmäßigem Strahl durch die Verengung des Drosselventiles. Dieser kleine Querschnitt im Kegel des Drosselventiles kann nun zusätzlich vor Aufsetzen der Ober- auf die Unterform nochmals verkleinert werden,

damit der Formenschluß ganz sachte erfolgt. Eine einfache Anordnung zeigt das Schema in Abb. 27. Der Kegel des Drosselventiles hat eine der gewünschten Fallgeschwindigkeit der Platte angemessene Bohrung, durch die beim Abgang des Preßbaren die Flüssigkeit über den Steuerapparat entweichen kann. Ist der Preßbar in bestimmte Tiefe niedergegangen, in der man die zusätzliche „Sanftdrosselung“ wünscht, dann trifft ein an dem Preßbar befestigter, in der Höhe beliebig verstellbarer federnder Anschlag (siehe *hdg* in Abb. 3) auf einen Drosselstift. Dieser Stift verengt nochmals den Durchflußquerschnitt im Drosselkegel, indem die Bohrung des Drosselkegels verdeckt wird und der Flüssigkeit nur durch am Umfang des Drosselstiftes eingerauhte Kerben ein Abfluß gestattet ist.

Der Drosselstift kann beim Schließen der Preßform statt durch ein Federgestänge auch durch eine verstellbare Leiste mit Hebelübersetzung und Rolle zugeedrückt

werden. Diese Drosselung erfordert außer den notwendigen Höheneinstellungen keine weitere Wartung. Nach längerer Betriebsdauer kann es vorkommen, daß die Querschnitte der Drosselverengung infolge des ständig durchfließenden Abflawwassers etwas aufgerieben sind. Beistimmen der Bohrung gibt dann dem Drosselventil seine beabsichtigte Wirkung wieder. Sollte der zusätzliche Drosselstift für den Sanftschluß seine Durchlässe zugeschlagen haben, was man an einem zu langsamen Formenschluß erkennen würde, so genügt es, wenn man die Kerben oder sonstigen Feinfließkanäle auf den ursprünglichen Zustand bringt.

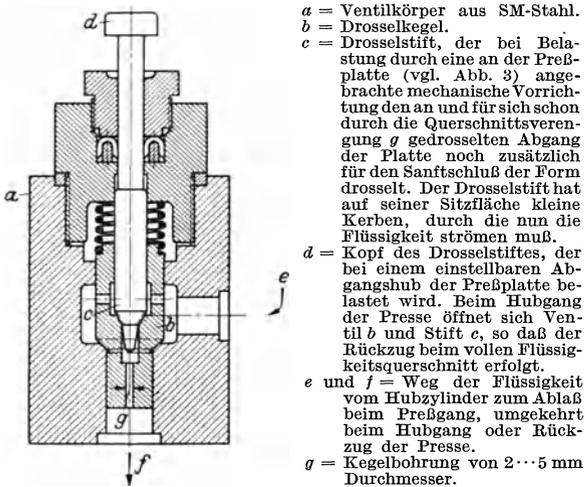


Abb. 27. Hubdrosselventil.

Erwähnt sei noch, daß man selbstredend den sanften Formenschluß auch durch feinfühliges Steuern mit der Steuerung erreichen kann. Man ist dabei jedoch auf die Achtsamkeit und Geschicklichkeit des Bedienungsmannes angewiesen. Ein sanfter Formenschluß kann nämlich auch dadurch erreicht werden, daß man den Abflawkegel des Hubzylinders nur eine Kleinigkeit von seinem Sitz abhebt. Die aus dem Hubzylinder entweichende Flüssigkeit wird dann in der Steuerung gedrosselt. Dieses Verfahren ist jedoch kaum in Anwendung, da heute der Presser seine Presse nach gefüllter Preßform auf Preßgang steuert und meist, ohne den Formenschluß abzuwarten, bereits eine zweite Presse bedient. Eine Geschwindigkeitsdrosselung mit der Steuerung ist also wohl sehr gut möglich, doch praktisch zu zeitraubend.

**26. Das Druckdrosselventil.** Beim gewöhnlichen Preßvorgang wird an jeder hydraulischen Oberkolbenpresse nach Füllen der Preßform der Steuerhebel auf Vorfüllung gestellt, die Preßplatte geht nach unten, der Zylinder füllt sich mit drucklosem oder niedergespanntem Druck vor, und dann schaltet man den Hochdruck zu. Bestimmte Preßmassen vertragen nun keinesfalls einen zu raschen Druckanstieg, erfordern vielmehr, daß der Druck im richtigen Verhältnis zur Bildsamkeit der Masse allmählich ansteigt. In einem solchen Falle ist der Presser

gezwungen, gefühlsmäßig mit der Steuerung zu arbeiten und nur wenig Druckflüssigkeit aus der Antriebsanlage durch das Steuerventil in den Preßzylinder gelangen zu lassen. Diese gefühlsmäßige Betätigung der Steuerung, die den Presser sehr in Anspruch nimmt, die Bedienungszeit verlängert und das Preßstück verteuert, ist zu vermeiden, wenn an der Stelle des Druckanschlusses am Preßzylinder ein Drosselventil vorgeschaltet wird. Der von der Steuerung in den Zylinder tretende Flüssigkeitsstrom drückt den Ventilkegel auf seinen Sitz (Abb. 28). Durch den Kopf dieses Ventilkegels ist ein kleines Loch gebohrt, dessen Durchmesser den praktischen Erfahrungen entspricht. Die von der Steuerung kommende Flüssigkeit kann nur durch diese kleine Bohrung, also in feinem Strahl, in den Druckzylinder gelangen, braucht also viel mehr Zeit, bis eine gewisse Menge hineingeströmt ist. Dementsprechend drückt der Preßkolben auch nur langsam auf die Preßmasse nach. Der gewünschte Erfolg ist vollkommen erreicht. Dieser mit einer Bohrung versehene Ventilkegel wird beim Umschalten der Presse auf Rückgang durch das aus dem Zylinder über die Steuerung zurückfließende Wasser von seinem Sitz abgehoben und läßt dieses ungehemmt im vollen Rohrquerschnitt ausströmen<sup>1</sup>.

Diese einfache Vorrichtung kann an jeder hydraulischen Presse zusätzlich angebracht werden und erfordert keinerlei Wartung. Für Fälle, wo langsamer Druckanstieg nicht erforderlich oder nicht statthaft ist, hebt man den Ventilkegel aus dem Gehäuse, und die Presse hat gewöhnlichen, raschen Formenschluß im Hochdruck. Es ist bei obiger Vorrichtung also nicht erforderlich, daß der Presser an der Steuerung verbleibt und gefühlsmäßig arbeitet; er kann sogar die Vorfüllstellung übergehen und die Steuerung gleich auf Hochdruck stellen, weil die Druckflüssigkeit ja nur in feinem Strahl fließt und deshalb der Vorfüllung keinen Widerstand entgegengesetzt. Mit wenig Kosten ist so eine selbsttätig arbeitende Hochdruckdrosselung erreicht, die sehr oft bei empfindlichen Preßmassen erforderlich ist.

**27. Das Druckminderventil.** Wird eine hydraulische Presse für sich durch eine Preßpumpe betrieben, so stellt man den höchsten Betriebsdruck an der Pumpe ein (s. Abschn. 38). Ist die Presse dagegen an eine Speicheranlage angeschlossen, so steht der Preßzylinder beim Preßgang unter dem Betriebsdruck dieser Anlage. Wenn nun aus preßtechnischen Gründen die volle Wirkung des vorhandenen Betriebsdruckes nicht erwünscht ist, so schaltet man in die Rohrleitung zwischen Steuerung und Preßzylinder ein Druckminderventil ein.

Wie der Name besagt, kann man durch ein derartiges Ventil den Betriebsdruck der Speicheranlage, der z. B. 250 atü als Höchstdruck beträgt, in beliebigen Stufen verkleinern, ohne daß an der Antriebsanlage eine Änderung vorgenommen werden muß. Der in den Preßzylinder eintretende Flüssigkeitsstrom darf eine gewünschte Druckhöhe nicht überschreiten, man drosselt ihn deshalb mit dem

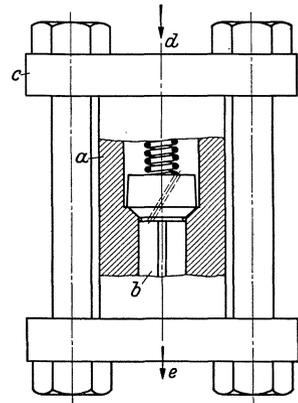


Abb. 28. Druckdrosselventil.

- a* = Körper des Drosselventiles, zweckmäßig Stahlzylinder.  
*b* = Drosselkegel mit einer kleinen Bohrung von etwa 1 bis 2,5 mm Durchmesser.  
*c* = Rundflanschen.  
*d* und *e* = Fließrichtung der Druckflüssigkeit beim Preßhub.

<sup>1</sup> Es gibt auch Anordnungen, bei denen das beim Hubgang aus dem Preßzylinder verdrängte Betriebsmittel unmittelbar über die Vorfüllung in den Hochwasserbehälter geht, sofern eine Dreiventilsteuerung vorgesehen ist, die keinen Abfluß für den Preßzylinder hat. In diesem Fall öffnet der beim Hochschalten der Presse in der Rückzugleitung auftretende Druck ein Sonderventil der Vorfüllrückschlaganlage und läßt hier die Flüssigkeit durch.

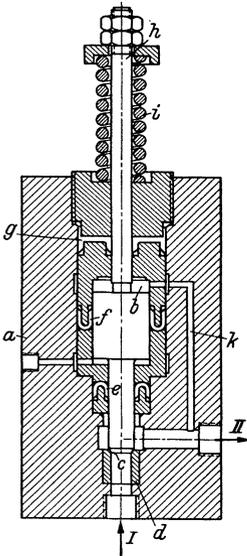


Abb. 29. Druckminderventil.

- a = Körper aus SM-Stahl.
- b = Obere Fläche des Stufenkolbens. Hub des Kolbens höchstens 5 ··· 7 mm.
- c = Untere Fläche des Stufenkolbens mit Kegelfläche zum Dichten.
- d = Ventilsitz.
- e und f = Abdichtungen des Stufenkolbens, das offene U der Dichtung jeweils gegen den Druck gerichtet.
- g = Abdichtung der Ventilschraube und des oberen Gehäuseteiles.
- h = Ventilschraube.
- i = Einstellbare Feder.
- k = Verbindungskanal.

Druckminderventil ab, dessen einfachste Ausführung aus Abb. 29 zu ersehen ist. Ein Stufenkolben wird durch eine Feder, die nachgestellt werden kann, nach oben gehalten. Dadurch wird der Kolben bei c vom Ventilsitz abgehoben, und die bei I von der Steuerung kommende Flüssigkeit kann ungehindert nach II in den Zylinder eintreten. Diese zum Preßzylinder führende Leitung steht durch den Kanal k mit dem Raum oberhalb des Stufenkolbens in Verbindung, sei es durch einen innerhalb des Ventiles gebohrten Kanal oder durch ein außenher verlegtes Verbindungsrohr. Sobald nun im Zylinder ein bestimmter Druck erreicht ist, wirkt dieser Druck bei b auf den Stufenkolben und drückt ihn nach unten, so daß das Ventil bei c geschlossen wird. Dabei wird erstens der auf dem kleinen Kolben c lastende Druck und zweitens die eingestellte Federkraft überwunden. Mit Absicht ist geschrieben „die eingestellte Federkraft“, denn gerade dadurch, daß man die Feder mehr oder weniger stark anspannt, wird die Flüssigkeit später oder früher abgedrosselt. Bei dem Druckminderventil muß die untere Kolbenstufe mit ihrer Kegelfläche c und ebenso der Ventilsitz d aus ganz hartem, unverwüßlichem Werkstoff bestehen. Nur so hat man die Gewähr, daß die Herabsetzung des Druckes auf die Dauer einwandfrei stattfindet.

**28. Das Absperr- und Rückschlagventil.** Sind mehrere Pressen an eine Pumpe oder Speichereinrichtung angeschlossen, dann wird zum Beispiel der Fall eintreten, daß Presse 1 unter Druck steht, während Presse 2 geöffnet werden soll. Die Betriebsflüssigkeit wird demnach zum Öffnen der Presse 2 benötigt, und Presse 1 muß gegen Druckabfall geschützt werden. Der in Presse 1 befindliche Preßdruck hat nämlich sonst das Bestreben, sobald die Flüssigkeitssäule bei Presse 2 benötigt wird, auch mit nach dort abzuwandern.

Um dies zu vermeiden, wird an der Steuerung ein Rückschlagventil in die Rohrleitung eingebaut. Unter dem Rückschlagkegel dieses Ventiles ist die Zuleitung von der Pumpe oder dem Speicher angeschlossen und über dem Kegel die Steuerung. Wenn daher vom Speicher Betriebsflüssigkeit in die andere Presse gesteuert wird, dann kann der Druck in Presse 1 nicht abfallen, da das Rückschlagventil ein Abströmen der Flüssigkeit verhindert. Erst durch Schalten innerhalb der Steuerung kann dann der in Presse 1 befindliche Druck über das Ablaßventil abgelassen werden.

Die Abb. 30 zeigt einen von der Speichereinrichtung kommenden Hauptstrang und davon abzweigend die einzelnen Leitungen zu den Pressen. Vor dem Rückschlagventil b wird zweckmäßig ein Hochdruckabsperrventil a eingebaut, damit man in der Lage

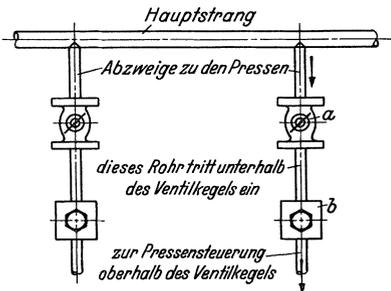


Abb. 30. Anschlußschema.

- a = Absperrventil;      b = Rückschlagventil.
- Man führt zweckmäßig am oder im Boden versenkt in einem eigens geschaffenen Kanal den Hauptstrang der Preßleitung von der Pumpe oder dem Speicher zu den Pressen.

abgezweigt die einzelnen Leitungen zu den Pressen. Vor dem Rückschlagventil b wird zweckmäßig ein Hochdruckabsperrventil a eingebaut, damit man in der Lage

ist, undicht gewordene Rückschlagkegel ausbauen und nacharbeiten zu können. Ist der Rückschlagkegel und der dazugehörige Sitz aus einem Stahl hoher Festigkeit gefertigt, dann kann man auch ein sog. vereinigttes Absperr- und Rückschlagventil vorsehen. Bei dieser Anordnung ist vor dem Rückschlagventil nicht eigens ein Absperrventil eingebaut, sondern im eigentlichen Rückschlagventil ist über dem Ventilkegel eine verstellbare Spindel, die es gestattet, den Kegel des Ventiles auf seinem Sitz festzuhalten und so eine Absperrung der an den Hauptstrang angeschlossenen Presse zu bewirken.

**29. Die Rohrleitung.** Preßrohre sind starkwandige Stahlrohre, deren lichte Durchmesser je nach Größe der angeschlossenen Presse gewählt werden. Am meisten ist das Preßrohr  $\frac{3}{4}$ " mit einem äußeren Durchmesser von 27 mm und einer Wandstärke von  $4 \cdot 5$  mm in Anwendung. Das Rohr ist auf das 2- bis 3fache des gewöhnlichen Betriebsdruckes abgepreßt und geprüft. Beim Verlegen der Rohre ist darauf zu achten, daß keine scharfen Ecken entstehen, da sich dort die Flüssigkeit stößt. Daher möglichst gut gerundete Bogen anwenden. Dann sehe man zu, daß die Rohre so nahe wie nur möglich an die Pressenkörper gelegt werden, damit man Befestigungsschellen anbringen kann. Frei liegende Preßrohre kommen beim Schalten der Presse durch die damit verbundenen Flüssigkeitsstöße mehr oder weniger in Schwingungen, was sich sehr ungünstig auf die Flanschverbindungen und sonstigen Dichtungsstellen auswirkt.

Zur Abdichtung der Rohre gegen Zylinder oder Rohr gegen Rohr ist es am einfachsten und sichersten, das Rohr unmittelbar gegen eine Kupfer- oder Weich-eisenscheibe anzupressen (s. Abb. 31). Stets, wenn man ein Preßrohr verlegt, entsteht an den Stellen, die zwecks Herstellung einer Krümmung erwärmt werden mußten, auch im Innern sog. Abbrand: dieser muß sofort durch Einblasen hoch gespannter Preßluft entfernt werden. Außerdem sei den Monteuren gesagt, daß Rohrenden, die mit einem Gewinde zu versehen sind, zuvor zweckmäßig mit Putzwolle verstopft werden, damit das beim Gewindeschneiden aufgetragene Öl nicht in das Rohrinne einläuft. Sollte dies vorkommen, dann setzen sich die beim Gewindeschneiden anfallenden Späne und feinen Grießteilchen in dem Öl fest, und diese Verunreinigungen sind kaum durch das Einblasen von Preßluft oder Durchspülen von Preßwasser zu entfernen. Es lohnt sich in jedem Falle, hier größte Sorgfalt walten zu lassen.

**30. Druckmeßgerät.** Jede hydraulische Presse in der Preßstoffindustrie benötigt ein Manometer oder allgemein ausgedrückt ein Gerät, das den jeweiligen Betriebsdruck der Presse anzeigt. Diesem Instrument ist besondere Sorgfalt zu widmen, da es von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Von der Preßpumpe oder dem Speicher wird der Betriebsdruck der Anlage zur Presse gesteuert. Pumpe oder Speicher können in beträchtlicher Entfernung von der Presse aufgestellt sein, und nun ist das Manometer das einzige Mittel, um prüfen zu können, ob Pumpe und Speicher richtig arbeiten oder nicht. Druckübersteigungen und Druckabfälle kann der Presser an dem Druckmeßgerät ablesen, das zweckmäßig an der Bedienungsseite der Presse in das zum Preßzylinder führende Druckrohr eingebaut wird (Abb. 3). Es könnte vorkommen, daß beim Fehlen eines Manometers eine Druckübersteigung des Antriebes an der Presse

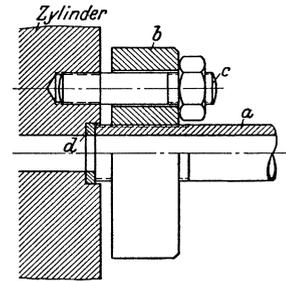


Abb. 31. Rohranschluß.

- a = Rohrleitung.  
 b = aufgeschraubter Flansch.  
 c = Flanschbefestigungsschrauben.  
 d = Dichtungsring aus Kupfer oder Weich Eisen.  
 Bei der Verbindung zweier Rohrenden bekommt der Gegenflansch Innengewinde und eine Vertiefung für den Dichtungsring.

nicht beachtet wird, ja nicht beachtet werden kann, und schon ist ein unter Umständen folgenschweres Unglück geschehen. Die Presse wird über die Sicherheitsgrenze beansprucht, Bruch des Preßkolbens oder der Preßsäulen, wenn nicht des Pressenkörpers überhaupt, ist die Folge. Deshalb sei die Parole: „In das Druckrohr eines jeden Preßzylinders ein Druckmeßgerät besten Fabrikates eingebaut, das den auftretenden Beanspruchungen gewachsen ist.“ Nicht unabsichtlich heißt es hier „ein Instrument, das den Beanspruchungen gewachsen ist“. Gerade in der Preßstoffindustrie arbeiten die hydraulischen Pressen in Tag- und Nachtschichten, mit anderen Worten, bei jedem Pressehub wird auch das Manometer beansprucht. Das Betriebsmittel dringt mit einer großen Fließgeschwindigkeit in das Instrument ein, um über ein im Innern des Manometers eingebautes Druckröhrchen den Mechanismus und damit den Zeiger des Manometers zu bewegen. Durch rasche Betriebsflüssigkeitsumschaltung wird nun dieses innere Manometerrohr oft stoßweise beansprucht, und der Instrumentenzeiger schnell ruckartig in die Höhe. Dies muß vermieden werden, denn erstens erlahmt das Druckrohr des Manometers sehr rasch, und zweitens kann sich der Manometerzeiger auf seiner Achse verdrehen. Das Instrument zeigt dann falsch an, wiederum eine große Gefahr. Wie beugt man Manometerschäden und Beschädigungen vor?

Vorstehend ist bereits erwähnt, „man verwende ein Manometerinstrument besten Fabrikates“. Billige Ware hat keinen Zweck. Der heutige Stand der Manometerfabrikation hat Instrumente auf den Markt gebracht, die mit verstärkten Innenwerken, sog. Turbinenwerken, den Druckstößen an und für sich lange Widerstand leisten. Aber auch diese Instrumente lasse man nicht ständig unter den ungünstigen Druckstößen arbeiten, sondern man schalte in allen Fällen jedem Manometer einen sog. Stoßdämpfer vor. Der Stoßdämpfer ist eine Vorrichtung, durch die das Betriebsmittel beim Druckanstieg nur in allerfeinstem Strahl in das Manometerinnere eindringen kann. Nur so wird das Instrument geschont. Jedes Preßwerk kaufe daher nur: Manometer mit verstärktem Innenwerk und einer dem Instrument vorgebauten Druckdrosselvorrichtung, Stoßdämpfer genannt.

#### **D. Bewährte Bauarten von hydraulischen Pressen in der Preßstoffindustrie.**

**31. Die Reihenpresse, Mehrfachpresse oder Kammerpresse** genannt (Abb. 32), wurde vom Verfasser im Jahre 1932/33 wohl als erste Presse dieser Art für die Verarbeitung von Kunstharzen gebaut, auf Grund von Erfahrungen im Bau von Zelluloid-Unterkolbenpressen, die man schon lange im Unterkolbensystem bis zu 8 nebeneinander liegenden Preßräumen baute. Die Bautype der Reihenpresse wird von vielen bedeutenden Firmen in besten Ausführungen auf den Markt gebracht. Zumeist baut man die Reihenpresse mit 4 Stück nebeneinander liegenden Preßkammern oder mit 4 Preßkammern und 3 zwischengeschalteten Leerkammern, zur Aufnahme der Steuerorgane im Oberteil dieser Leerkammern und der Preßmasse im Unterteil. Jede dieser Druckkammern ist als eine Presse für sich anzusprechen, jede Kammer ist mit ihrer eigenen Steuerung versehen und gegen Druckverluste gegen die übrigen Kammern mit Rückschlagventilen gesichert. Diese 4 Kammern und etwaigen 3 Leerkammern sind in einem gemeinsamen Rahmen aus SM-Stahlblechen oder Flußstahlträgerkonstruktion untergebracht, und diese Pressengruppe wird entweder durch eine gemeinsame Pumpe betrieben oder besser an eine Speicheranlage angeschlossen. In der Regel baut man derartige Reihenpressen bis zu 4 Kammern und 80 t Druck je Kammer. Soll für höhere Drücke eine Reihenpresse gebaut werden, dann beschränkt man die Anfertigung

auf 2 Kammern, da sonst der Pressenrahmen einer Anlage zu große Ausmaße annehmen würde. Am praktischsten sind die Reihenpressen mit zwischengeschalteten Leerkammern. Zuerst kommt Druckkammer 1, dann nebenan eine Leerkammer, dann folgt Druckkammer 2, eine Leerkammer, Druckkammer 3, eine Leerkammer und dann die vierte Druckkammer. Die Reihenpressen eignen sich sehr für Massenartikel aller Art. Der Presser kann bequem sämtliche 4 Kammern bedienen, wenn man die Werkzeuge entsprechend den erforderlichen Backzeiten richtig unterteilt. Da gleich neben der Druckkammer die Leerkammer liegt, braucht der Bedienungsmann keinen unnötigen Schritt zu tun, die Bedienzeiten können auf ein Mindestmaß gesenkt werden.

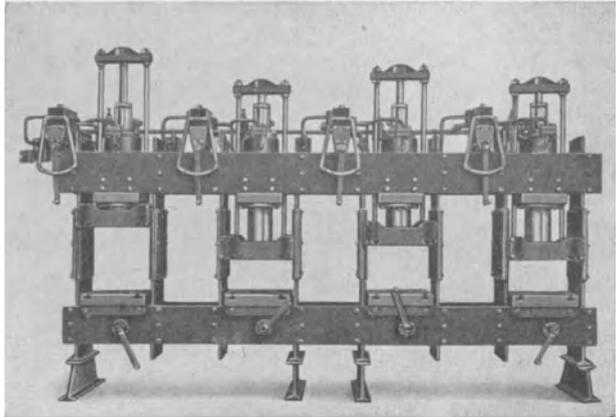


Abb. 32. Reihenpresse mit 4 Druckkammern von je 60 t Druckvermögen und 3 Leerkammern zum Unterbringen von Preßmasse oder Wärmeschränken.

**32. Die Drehtischpresse** ermöglicht eine weit größere Leistung als eine gewöhnliche Oberkolbenpresse. Wie der Name besagt, arbeitet die Presse mit einem drehbaren Tisch. Auf diesem Drehtisch sind zwei gleichartige Formen untergebracht, von denen jeweils eine unter Druck steht, während die andere entleert, gereinigt und wieder gefüllt wird. Das Werkzeugoberteil ist am Preßkolben befestigt. Nach Beendigung des jeweiligen Preßvorganges wird der Tisch gedreht, die andere Form somit unter den Preßstempel geschwenkt. Eine weitere Erhöhung der Preßleistungen an einer Drehtischpresse wird durch eine Konstruktion erreicht, bei der mit zwei verschiedenartigen Werkzeugen gearbeitet werden kann. In diesem Fall bewegen sich die Oberteile der Form mit dem Drehtisch.

**33. Etagenpressen** (Abb. 33) für die Verarbeitung von Kunstharzen trifft man in der Knopffabrikation. Mehrere Etagenräume sind in einer Presse übereinander angeordnet. Die Beschickung der einzelnen Etagen erfolgt von Hand durch Handpreßformen. Da man die Anzahl der Etagen unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Handformen beliebig festlegen kann, ist auch hier ein sehr wirtschaftliches Arbeiten möglich, wenn man die unter Druck gewesene Form herausnimmt, um sofort eine gefüllte vorgewärmte Form wieder einzuschieben.

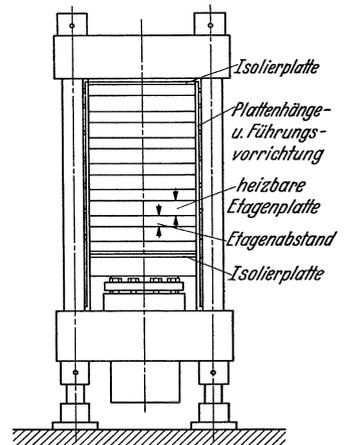


Abb. 33. Etagenpresse.

**34. Die Rundlauf- oder Karussellpresse** ist eine Bauart, die praktisch schon erprobt, aber erst sehr wenig in Fachkreisen bekannt ist. Die Zweckmäßigkeit der Verwendung von großen Vielfachwerkzeugen, d. h. von Werkzeugen, mit denen

mehrere oder viele Teile zugleich hergestellt werden, hat seine Grenzen. Es gibt Artikel, die zwangsläufig innerhalb kurzer Zeit Konstruktionsänderungen erfahren müssen. Hat man nun ein teures Vielfachwerkzeug gebaut, dann kostet eine Umänderung unter Umständen wiederum sehr viel Geld, wenn nicht gar das Werkzeug unbrauchbar wird. Es besteht daher das Bestreben, gerade solche Gegenstände nicht mehr in Vielfachwerkzeugen zu fertigen, sondern es ist unstreitig günstiger, kleine Einfachwerkzeuge oder Einzeleinsatzformen zu verwenden. Das große Vielfachwerkzeug beansprucht einen hohen Gesamtdruck, während der Einzelsatz nur einen Bruchteil hiervon benötigt. Es wäre nun aber auch verfehlt, ein Vielfachwerkzeug mit z. B. 32 Einsätzen so zu zerlegen, daß 32 Einzeleinsätze unter ebenso vielen kleinen Pressen mit je etwa 3...5 Tonnen Druck eingespannt würden. Hier hilft man sich anders. Man stelle sich einen runden Preßtisch vor, der auf einem Fuß ruht. Dieser Fuß ist in einer Grundplatte drehbar gelagert. Ein starres Zwischenstück ist auf der unteren Tischplatte aufgesetzt und trägt oberhalb die obere Platte, die zur Aufnahme der Preßzylinder dient. In diese Oberplatte werden auf den Umfang verteilt 10, 12 oder mehr hydraulische Preßzylinder mit Hubzylindern eingesetzt. An den Kolben dieser Zylinder sind die Oberformen befestigt, während auf der unteren Tischplatte die Unterwerkzeuge aufgespannt sind. Genau mittig über jedem Unterwerkzeug befindet sich der zugehörige Preßzylinder mit dem Oberwerkzeug am Kolben. Der Kolben wird gegen Verdrehen genau geführt. Diese ganze Pressengruppe wird nun mit einer der Backzeit der Preßlinge entsprechenden Geschwindigkeit gedreht, und zwar greift hierzu ein kleiner Getriebemotor in einen am Umfang des runden Pressenfußes befestigten Zahnkranz. Die Presse dreht sich demnach wie ein Karussell. Die von außen zugeführte Druckflüssigkeit kommt von der Mitte her in den Kreis der umfangverteilten Zylinder in einen sich mitdrehenden Rohrkranz und fließt von hier den einzelnen Zylindern zu. Die Flüssigkeitszufuhr erfolgt über Steuerungen, die ebenfalls auf der Oberplatte befestigt sind. Die Steuerungen machen also den Rundlauf auch mit. Die Steuergestänge laufen bei der Drehbewegung der Presse über eine Kurvenbahn, die eine bestimmte Länge hat, so daß nur z. B. jeweils 2 Steuergestänge durch die Kurve betätigt werden. Diese 2 Steuerungen werden im Augenblick des Auflaufens auf die Kurve geöffnet und bleiben es auch während des Laufes über die Kurve, das Werkzeug ist also offen, wird in dieser durch die Länge der Kurve bestimmten Zeit entleert, gereinigt und beschickt; Arbeitsvorgänge, die man noch teils vollautomatisch erreichen kann. Die Bedienungsperson sitzt an der Stelle der Presse, an der die Kurvenbahn vorgebaut ist. Die Drehgeschwindigkeit gestattet, daß bis zum Ablauf der Kurve alle erforderlichen Griffe getan werden können. An einer solchen Presse ist ein ununterbrochenes Arbeiten möglich, und außerdem ist diese Anlage vollhydraulisch, vereinigt also die Vorzüge der Hydraulik mit einem laufenden Anfall von Preßteilen.

**35. Spritzpresse und Spritzgußpresse.** Bisher wurden zur Verarbeitung von Kunststoffen zwei grundsätzlich verschiedene Maschinen verwandt: die Formpresse und die Spritzgußmaschine. Die Presse gestattet im allgemeinen nur die Ausübung des Druckes in einer Richtung. Es werden zwar auch sog. Winkeldruckpressen verwendet, bei denen der Druck von 2 Seiten, welche rechtwinkelig aufeinander stehen, ausgeübt werden kann. Solche Pressen sind aber verhältnismäßig teuer, und das Wichtigste, eine Preßform für eine Winkeldruckpresse ist außerordentlich teuer, so daß man Winkeldruckpressen nur in seltenen Fällen zur Herstellung von Kunststoffpreßteilen verwendet. Die Spritzgußpresse, welche zur Verarbeitung der bekannten Trolit- und Trolitul-Spritzgußmassen Verwendung

findet, arbeitet mit verhältnismäßig billigen Formen, da der Kunststoff in weichem, bildsamem Zustande in die Form eintritt und infolgedessen die Form ganz ausfüllen kann, trotzdem der Druck nur in einer Richtung ausgeübt wird.

a) In Wärme härtende Kunststoffe nach dem Spritzverfahren zu verarbeiten ist sehr wohl möglich, und es gibt hierfür in der Praxis verschiedene Verfahren. Allerdings ist die Bedeutung der Verarbeitung von härtbaren Kunststoffen nach dem Spritzpreßverfahren viel zu wenig bekannt<sup>1</sup>.

Bei einer gewöhnlichen Kunstharzpresse wird die Erwärmung des Stoffes erst in der Form selbst vorgenommen. Bei Ausübung des Druckes durch die noch nicht bildsam gewordene Masse findet ein starker Druck auf die Wandungen der Preßform statt, wodurch ein hoher Verschleiß der Preßform entsteht. Beim Spritzpressen dagegen wird die erwärmte Preßmasse aus dem Vorratsbehälter durch den Stempel in die geheizte Form gedrückt. Ein Verschleiß der Form findet hier nicht statt, weil der Werkstoff so bildsam ist, daß er durch eine enge Düse in Gestalt eines Stranges austritt, der in die Hohlräume der Form eintritt und Formen mit sehr stark wechselndem Querschnitt infolge seiner Bildsamkeit leicht ausfüllt.

Nach den bisherigen Veröffentlichungen über die Verarbeitung in der Wärme bildsamer Kunststoffe nach dem Spritzpreßverfahren sollte man annehmen, daß die Verkürzung der Preßzeit das Wesentliche dieses Verfahrens bildet. Es bringt nun zwar eine gewisse Verkürzung der Arbeitszeit, jedoch ist die Ersparnis durchaus nicht so bedeutend für die Kalkulation, wie allgemein angenommen wird. Von größerer Bedeutung ist, daß sehr ungleichwandige oder starkwandige Preßteile gleichmäßig gehärtet werden. Demnach können nach dem Spritzpreßverfahren Preßteile erzeugt werden, die nach dem gewöhnlichen Preßverfahren gar nicht herzustellen sind, z. B. Preßlinge mit vielseitigen Kernen oder Unterscheidungen, mit langen, dünnen Bohrungen. Auch Griffe aller Art, die an Gegenständen bereits befestigt sind, lassen sich nach dem Spritzpreßverfahren leicht umpressen. Nach dem alten Verfahren wären Behelfswerkzeuge erforderlich, die aber außerordentlich teuer werden. Damit kommen wir zum wichtigsten Punkt: Die Spritzpresse erlaubt eine wesentliche Vereinfachung und Verbilligung der Preßwerkzeuge. Mehr als die Hälfte aller Aufträge gehen heute noch durch zu hohe Werkzeugkosten verloren. Eine Verbilligung der Preßform ist bei den Spritzverfahren immer gegeben. Da die Masse in bildsamem Zustande in die eigentliche Preßform eintritt, wird diese sehr geschont. Sie hat auf jeden Fall eine größere Lebensdauer als beim Formpreßverfahren. Für kleinere Gegenstände kann die Spritzform auch aus Messing oder Bronze hergestellt werden. Durch Kälteinsenken, das bei Messing und Bronze mit verhältnismäßig geringem Druck geschieht, können auch kleinere Pressereien die Herstellung der Form verbilligen. Die Anschaffung von Heizkörpern, die beim Formpressen jeweils der einzelnen Preßform angepaßt werden müssen, fällt beim Spritzverfahren weg.

Eine senkrechte Presse, und zwar eine vollhydraulische Presse, die gestattet, Kunststoffe im Spritzpreßverfahren zu verarbeiten, zeigt das Schema in Abb. 34. Die Presse ist als Doppelpresse gebaut, hat einen oberen Preßzylinder *a* mit hydraulischem Rückzug und eine obere Preßplatte *e*, ferner einen unteren Preßzylinder *c* mit Preßkolben und aufgesetzter unterer Preßplatte *f*. Das Hauptmerkmal ist ein feststehendes Mitteljoch *g*, das man in der Höhe verstellen und festsetzen kann. An der oberen Preßplatte ist der Spritzstempel *i* befestigt, auf der unteren Preßplatte ist die Spritzform *k* aufgebaut. Diese Spritzform wird zuerst gegen das Mitteljoch angepreßt. Im Mitteljoch befindet sich die heizbare Aufnahmebüchse

<sup>1</sup> Vgl. hierzu Kap. V, S. 61: „Systematik der Verfahren“.

für die Spritzmasse. Die Größe der Büchse ist nach der zu verarbeitenden Stoffmenge bemessen, im übrigen sind die Büchsen auswechselbar. Durch Senken der oberen Platte wird die Masse durch eine Düse in die untere Spritzform (Backenform) eingepreßt. Die untere Form ist ebenfalls erhitzt. Die Presse eignet sich für große Spritzteile.

Diese doppelwirkende Presse läßt sich auch ohne weiteres für das gewöhnliche Preßverfahren verwenden, indem man das Mitteljoch jederzeit ausbauen kann.

Außer dieser Pressenkonstruktion zum Arbeiten nach dem Spritzpreßverfahren kennt man noch Oberkolbenpressen üblicher Bauart mit im Unterteil angeordneten, besonders starken hydraulischen Auswerfern, die als Spritzzylinder dienen können. Auf der unteren Tischfläche ist dann der Unterteil der Spritzform mit dem Füllraum aufgebaut. Durch Senken der oberen Preßplatte wird die Spritzform geschlossen, und nun tritt der Spritzzylinder von unten her in Tätigkeit. Die in den Füllraum eingefüllte Masse wird

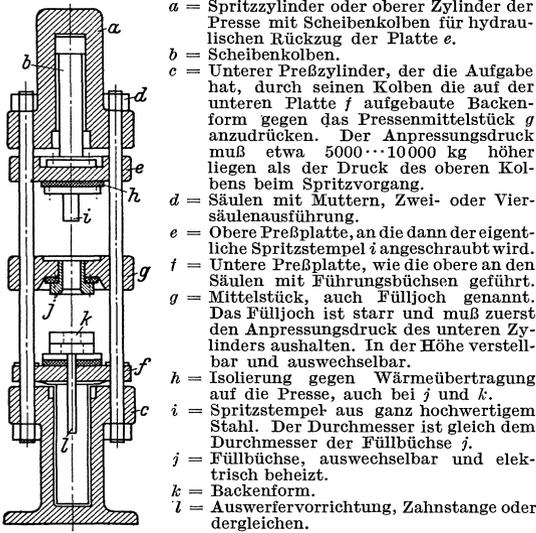


Abb. 34. Schema einer Spritzpresse (DRGM. Lindner).

durch den Kolben des Spritzzylinders oder dessen Verlängerung im Füllraum zusammengedrückt und im bildsamen Zustande durch Düsen in die Form gedrückt.

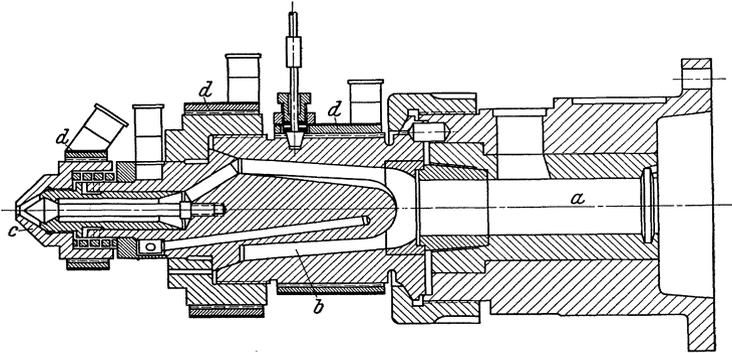


Abb. 35. Verdichter- und Heizzylinder zum Waagrecht-Spritzgußautomaten (Abb. 36).  
a = Verdichtierzylinder. b = Heizzylinder. c = Düse. d = Heizkörper.

**b)** Eine der schwierigsten Aufgaben beim Spritzgußvorgang ist die gleichmäßige und schnelle Verflüssigung im Heizzylinder. Die Spritzmasse fällt in abgewogener Menge in den Verdichtierzylinder (Abb. 35) und wird von dort aus durch den Kolben mit einem Druck von etwa  $1200 \text{ kg/cm}^2$  in den Heizzylinder hineingedrückt. Die gleiche Menge verflüssigte Spritzmasse fließt durch die Düse in die geschlossene Stahlform, in der sie durch Abkühlung in wenigen Sekunden zum maßhaltigen Spritzteil erstarrt. Auf dem Wege vom Kolben bis zur Spritz-

düse muß also die Masse durch den elektrisch beheizten Zylinder auf Spritztemperatur gebracht werden. In etwa 5 Minuten durchsetzt die in den Verdichterszylinder mit etwa  $50^{\circ}$  eingefallene Spritzmasse den Heizzylinder und wird mit etwa  $180^{\circ}$  durch die Düse in die Form gepreßt. In dieser Zeit muß also der Masse, die die Wärme  $600 \cdots 800$  mal schlechter als Stahl leitet, eine erhebliche Wärmemenge zugeführt werden.

Erschwert wird die Verflüssigung durch die große Empfindlichkeit thermoplastischer Massen gegen Überhitzung. Wärmeleitung, die allein eine Temperaturerhöhung herbeiführen kann, setzt ein Temperaturgefälle voraus, also eine gewisse Übertemperatur der Randzonen gegenüber der Mitte, die ja in der kurzen Zeit ebenfalls auf die gewünschte Temperatur gebracht werden soll. Auch enge Strangquerschnitte helfen nichts. Zwar würde der Wärmeübergang hierdurch erheblich verbessert, aber

die noch harte Spritzmasse würde in engen Kanälen sehr große Reibung verursachen. Der Heizzylinder des Isoma-Spritzautomaten (Abb. 36)<sup>1</sup> ergibt bei geringen inneren Reibungsverlusten eine hohe Verflüssigungsleistung. Der zusammengeballte Werkstoff, den der Kolben in den Zylinder hineinschiebt, wird durch einen in den Zylinder eingesetzten Stahleinsatz in einen ringförmigen Querschnitt  $b$  übergeleitet, dem nun von außen

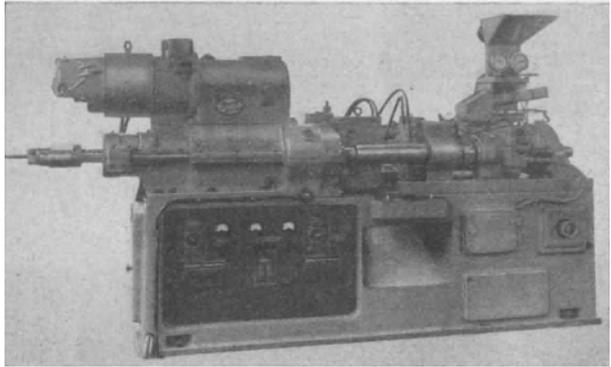


Abb. 36. Automat zum Spritzgießen thermoplastischer Massen  
(Franz Braun A.-G., Zerbst).

durch ein um den Zylinder herumgelegtes Heizband und innen durch Heizpatronen, die tief in den Stahleinsatz eingeschoben sind, Wärme zugeführt wird.

Die Reibungsverluste beim Vorschieben der zunächst noch harten Masse sind dadurch verringert, daß der Gesamttringquerschnitt in Richtung auf die Düse sich ständig vergrößert. Diese Erweiterung des Querschnittes bewirkt außerdem eine gewisse Durchmischung, so daß die inneren Teile des ringförmigen Stranges nach außen gebracht werden und dadurch leichter Wärme von den beheizten Stahlflächen aufnehmen. Die Reibungsverluste werden außerdem durch Vorwärmung innerhalb des Vorratstrichters herabgesetzt, da die Masse hierdurch bereits eine gewisse Bildsamkeit erhält. Weiterhin braucht die im Vorratstrichter zugeführte Wärmemenge nicht mehr im Heizzylinder zugeführt zu werden. Die Übertemperatur der Heizzylinderwandungen kann also herabgesetzt werden, um die empfindliche Spritzmasse zu schonen.

Die im vorderen Ende des Heizzylinderringraumes erweichte Spritzmasse wird durch mehrere Bohrungen einem Sammelraum zugeführt, wodurch noch einmal eine innige Durchmischung erfolgt. Die Düse des Heizzylinders ist durch ein Ventil geschlossen, das sich nur dann öffnet, wenn die Form gegen die Düse gepreßt wird. Hierdurch wird vermieden, daß Spritzmasse unter dem Innendruck des Zylinders ausfließen kann, wenn die Form sich von der Düse entfernt hat.

<sup>1</sup> Vgl. Rdsch. Dtsch. Techn. 1940 Nr. 14 S. 3.

### III. Druckerzeugung, -speicherung und -verteilung.

#### A. Die Preßpumpe.

36. Allgemeines. In den Kunstharzpressereien werden die Pressen entweder unmittelbar von einer Pumpe bedient oder mittelbar, indem eine Speicheranlage zwischengeschaltet ist. Ohne nähere Kenntnisse über den Aufbau und die Behandlung einer Preßpumpe können einem Pressereibetrieb gar zu leicht Unkosten oder Zeitverluste entstehen, da das Bedienungspersonal nicht in der Lage ist, auch bei geringen Störungen sich zu helfen. Zum besseren Verständnis der

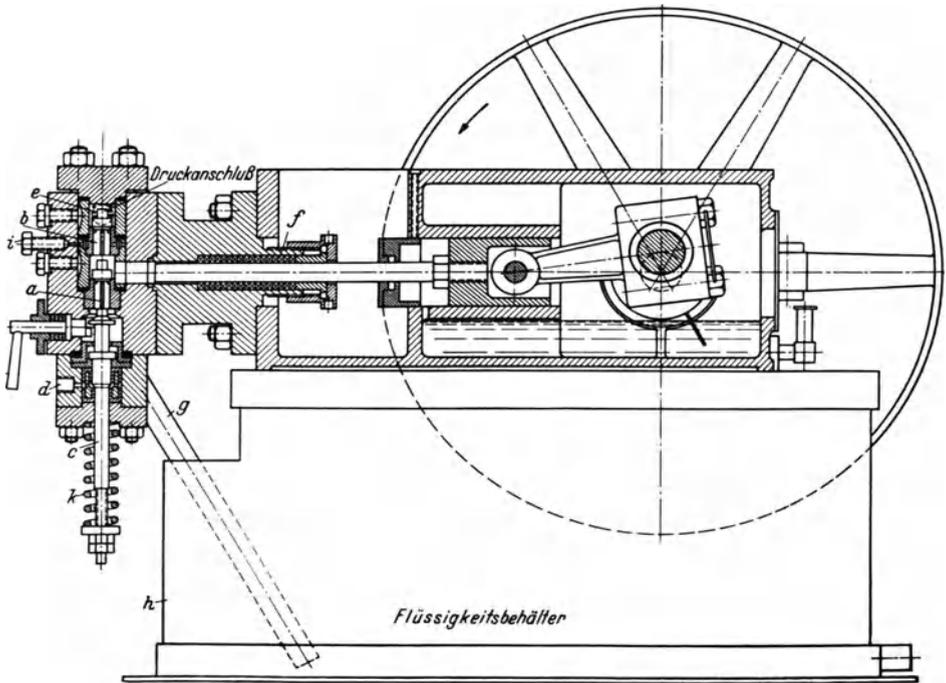


Abb. 37. Hydraulische Preßpumpe.

*a* = Saugkegel, darf nie auf dem Gestänge der Auslösung *c* aufsitzen, wenn die Pumpe arbeiten soll.  
*b* = Druckkegel. Über dem Druckkegel befindet sich der Anschluß der Preßleitung. Dieser Anschluß steht in Verbindung mit *d*.  
*c* = Stufenkolben zum Anheben des Saugventils (selbsttätige Ventilauslösung).  
*d* = Anschluß der Preßleitung zur Auslösestufe. Die

Auslösestufe wird durch eine doppelte Stulpdichtung abgedichtet, der kleine Stufendurchmesser nach unten, der große nach oben.

*e* = Anschluß der Druckleitung.  
*f* = Pumpenkolbendichtung.  
*g* = Saugrohr; *h* = Flüssigkeitsbehälter;  
*i* = Entlüftungsschraube; *j* = Handanhebung;  
*k* = Feder zu *c*, einstellbar.

folgenden Ausführungen zeigt die Abb. 37 einen Schnitt durch eine neuere Preßpumpe, und zwar eine Kolbenpreßpumpe. Gerade die Kolbenpreßpumpen sind für die geforderten hohen Betriebsdrücke bei hydraulischen Anlagen die verbreitetste und bewährteste Pumpentype. Es gibt nun eine Reihe von Pumpenarten, die Vereinigungen von Niederdruck-Zahnradpumpen oder Schieberpumpen mit Kolbenpumpen darstellen und den Zweck haben, die an einer Kunstharzpresse geforderten schnellen Arbeitsbewegungen des Preßbaren eben durch diese Niederdruckeinrichtung zu bewältigen, da diese Pumpenstufe in der Minute eine

sehr große Flüssigkeitsmenge fördert. Die Hochdruckpressung erfolgt dann durch die Kolbenpumpe. Sehen wir nun von einer derartigen Pumpenkonstruktion ab und behandeln die Kolbenpreßpumpe. Bei Pressen mit Vorfülleinrichtung ist es ohnehin nicht nötig, eine Mehrdruckpumpe aufzustellen, da hier der Niederdruck einer Pumpe zwecks rascher Leerbewegungen der Presse und raschen Auffüllens des Zylinderraumes eben durch die Vorfüllung ersetzt ist. Die hydraulischen Preßpumpen kann man in 3 Hauptgruppen unterteilen, und zwar:

- a) Kleine liegende Preßpumpen,
- b) mittlere stehende Pumpen,
- c) große liegende Preßpumpen.

a) Die kleinen liegenden Preßpumpen werden nicht ihrer Leistung wegen als klein bezeichnet, denn man baut sie bis zu 20 PS. Vielmehr gab die Frage ihrer Grundfläche Veranlassung, sie nicht in stehender, sondern liegender Bauart auf den Markt zu bringen. In stehender Ausführung würde die Unterstützungsfläche der Pumpe zu gering werden, so daß kein ruhiger Gang gesichert wäre.

b) Mittlere Preßpumpen werden oft in stehender Bauart ausgeführt, wobei man unter mittleren Pumpen solche mit einem Kraftbedarf von 20 bis 200 PS versteht. Die Pumpen erhalten eine genügend große Unterstützungsfläche und sind sehr häufig beim Arbeiten auf große Speicher in Anwendung.

c) Für unmittelbaren Pressenantrieb ist das Gegebene eine neuzeitliche liegende Preßpumpe. Man darf nun nicht glauben, daß es eine Norm sei, Pumpen bis 20 PS liegend, von 20 bis 200 PS stehend und über 200 PS wieder liegend zu bauen. Dies ist lediglich eine Unterteilung, wie sie von den Pumpenfirmen im Hinblick auf die konstruktiven Eigenheiten vorgenommen wird.

Für die Kunstharzpresserei interessiert vor allen Dingen die liegende Pumpe für unmittelbaren Pressenantrieb von 2...13 PS, für Speicherbetrieb von 10...80 PS. Mittlere Speicheranlagen benötigen im Durchschnitt 10...25 PS. Je nach der an den Pressen benötigten Flüssigkeitsmenge wird man eine Pumpe mit 2 oder 3 Kolben mit entsprechender Förderleistung je Minute festlegen. Das gleiche gilt auch bei Speicherbetrieb, da auch in diesem Fall die benötigte Flüssigkeit von der Pumpe geschafft werden muß. Bei unmittelbarem Betrieb auf eine Presse erhalten die Druckstufen der Pumpe selbsttätige Auslösungen, damit bei erreichtem Höchstdruck die Förderleistung der Pumpe unterbunden wird. Die Pumpe wird dann selbsttätig auf Leerlauf geschaltet. Arbeitet die Pumpe auf einen Speicher mit Gewichtsbelastung, so öffnet der nach oben angehobene Körper bei seinem Höchsthub ein Ventil, durch das dann die Pumpe im Leerlauf drucklos in ihren Saugebehälter zurückarbeiten kann, während ein Rückschlag in eben diesem Ventil das Nacheilen der unter dem Speicherkolben befindlichen Hochdruckflüssigkeit verhindert. Bei neuen Speichern mit Preßluftbelastung wird bei erreichtem Höchstdruck in der Speicherflasche auf elektrischem Wege ein Leerlaufventil geöffnet, das ebenso selbsttätig beim Absinken des Druckes in der Flasche infolge Preßwasserentnahme (s. Abschn. 43) wieder geschlossen wird. Sobald die Pumpe auf Speicher beider Bauarten arbeitet, ist es nicht nötig, daß die Druckstufen mit selbsttätigen Auslösungen versehen sind, ein Sicherheitsventil genügt, um gegen etwaige Überdrücke, bei nicht rechtzeitigem Umschalten der Pumpenflüssigkeit auf Leerlauf, in der angeschlossenen Presse oder dem Speicher gesichert zu sein.

**37. Die liegende Maschinenpreßpumpe** wird heute durchweg als vollständig geschlossene, sog. Kapselpreßpumpe auf den Markt gebracht. Sie wird entweder

von der Transmission mit Voll- und Leerlaufscheibe oder unmittelbar von einem Motor mittels Ritzel und Zahnrad oder, was unbedingt vorzuziehen ist, durch Keilriemen angetrieben. Letztere Antriebsart der Pumpe ist vollkommen geräuschlos. Bei kleineren Pumpen sitzt der Motor auf dem Kurbelgehäuse, während er bei größeren Abmessungen auf den verlängerten Flüssigkeitsbehälter aufgesetzt wird. Bei ganz großen Pumpen erhält der Motor hinter der Pumpe ein besonderes Fundament.

Das Kurbelgehäuse ist bei neueren Pumpen allseitig geschlossen und bis zu einer gewissen Höhe mit Maschinenöl gefüllt. Je nach der Pumpenkolbenanzahl hat die Kurbelwelle 1 bis 3 Kröpfungen und ist in kräftigen Rollenlagern gelagert; ein hinterer Deckel ermöglicht den Zugang zu den Pleuellagern. Eine Filzdichtung (Filzring) verhindert, daß beim Durchgang der Kurbelwelle durch die Gehäusewand Öl austreten kann. Die Kurbelwelle läuft im Ölbad, Schleuderstifte sorgen für Verteilung des Öles auch auf die Pleuelstange und deren Lagerung. Der Ölstand ist an einem Ölstandsglas zu erkennen. Die Pleuelstange aus SM-Stahl, Temperguß oder Bronze ist kräftig bemessen und überträgt die Bewegung der Kurbelwelle auf den Kreuzkopf. Der Kreuzkopf aus Sonderguß muß in der Kreuzkopfführung, die mit dem Kurbelgehäuse zusammen einen geschlossenen Gußkörper bildet, genau geführt sein. Auch der Kreuzkopf erhält seine Schmierung aus dem Ölbad des Kurbelgehäuses. Die Kolben der Pumpe sind aus rostfreiem Stahl hergestellt, gehärtet und sauber geschliffen, damit die Reibung gering ist und die Kolbendichtung bei der großen Hubzahl eines Kolbens nicht zu rasch verschleißt. Gegen Eindringen von Leckflüssigkeiten in das Kurbelgehäuse sind die Kolben nochmal besonders abgedichtet. Die Drehrichtung der Pumpe ist stets in Richtung vom Kurbelgehäuse gegen den Pumpenkörper zu wählen, damit der auftretende Gestängedruck sich auf die untere Kreuzkopfbahn auswirkt. Der Pumpenkörper selbst ist am Kurbelgehäuse angeflanscht; man ordnet zweckmäßig zwischen Kurbelgehäuse und Pumpenkörper, auch Ventilstock genannt, einen Zwischenraum an, damit die Leckflüssigkeit bei undichten Kolbenpackungen in diesem Zwischenraum aufgefangen und abgeführt werden kann. Ebenso können hier die aus dem Kurbelgehäuse durch den Kreuzkopf mitgenommenen Ölteile aufgefangen werden. Der Werkstoff des Ventilstockes ist SM-Stahl, Ventile und Ventilsitze sind aus Nirostastahl mit hoher Festigkeit oder einer hochwertigen Bronze zu fertigen, denn die Ventile unterliegen hohen Beanspruchungen. Im Pumpenkörper ist auch die Abdichtung der Pumpenkolben untergebracht. Am besten haben sich hier die selbstschmierenden Metallpackungen (Abschn. 19) bewährt. Packungen müssen stets angezogen werden. Bei den neueren Preßpumpen sind diese Kolbenpackungen zweiteilig ausgeführt, damit man beim Erneuern der Dichtungen an der Pumpe selbst nichts abzubauen braucht. Es empfiehlt sich, täglich die Kolbendichtungen der Pumpe etwas nachzuziehen, denn gerade die Kolbendichtungen der Pumpe werden bei Tag- und Nachtschicht ungeheuer beansprucht, wenn man bedenkt, daß die Pumpen eine Drehzahl von 120 bis zu 300 und mehr je Minute haben. Wenn die Stopfbüchsenmutter bis zu ihrer Endstellung nachgezogen ist, legt man einen neuen Metallring ein. Das Auswechseln der Packungen, falls einmal eine Grundüberholung der Pumpe erfolgen soll, ist ebenso einfach. Man schraubt die Stopfbüchsenmutter von ihrem Gewinde herunter, schiebt sie auf dem Kolben etwas zurück und läßt nun von Hand die Pumpe einige Hübe arbeiten. Dadurch entsteht ja bekanntlich im Ansaugraum über dem Saugkegel Druck, und dieser Druck lastet auch auf der Kolbendichtung. Da diese nun nach hinten keinen Gehalt mehr hat, wird sich Ring um Ring herauschieben. Beim Einlegen neuer

Packungen werden die Stöße der Packungsringe um etwa  $90^\circ$  versetzt (Abb. 17). Jede Packung muß sich einlaufen, weshalb man bei neu verpackter Pumpe diese in der ersten Stunde nicht gegen Volldruck arbeiten läßt, sondern die Packung sorgsam von Zeit zu Zeit nachzieht, bis man das Gefühl hat, daß sich nun die Ringe gut aufeinander gesetzt haben, ohne etwa den Pumpenkolben hart zu klemmen.

**38. Die selbsttätige Druckregelung** ist neben einem sorgfältigen und leicht zugänglichen Aufbau einer Pumpe mit das Wichtigste für die störungsfreie Arbeit der Preßanlage. Hat die Pumpe ihre Flüssigkeit in die Presse oder Speicheranlage gefördert und ist der gewünschte Höchstdruck erreicht, dann setzt die selbsttätige Ventilauslösung ein, um die Förderarbeit der Pumpe zu unterbinden. Im Pumpenkörper (Abb. 37) ist unter dem Saugventil *a* ein Stufenkolben *c* eingebaut. Dieser Stufenkolben steht bei *d* in Verbindung mit der über dem Druckventil befindlichen Flüssigkeit, deren Druck auf der Ringfläche des Stufenkolbens lastet und ihn anheben will. Durch eine Stahlfeder *k* wird er dagegen in seiner Tiefstlage gehalten. Die Feder ist einstellbar. Sobald der Flüssigkeitsdruck auf der Ringfläche die Federkraft überwindet, geht der Stufenkolben nach oben und hebt das Saugventil von seinem Sitz ab. Der Pumpenkolben schiebt nun beim Druckhub die Flüssigkeit in den Saugraum zurück, und die Pumpe fördert nicht mehr. Sobald der Druck in der Preßleitung nachläßt, zieht die Feder den Stufenkolben wieder nach unten, das Saugventil setzt sich auf seinen Sitz, und die Förderung beginnt wieder. Störungen können dadurch entstehen, daß sich z. B. der Stufenkolben in seinen Abdichtungen klemmt. Ein Nutringstulp dichtet den stärkeren Kolbenteil gegen den Saugraum der Pumpe ab, ein anderer den dünneren Kolbenteil gegen die Federseite. Diese Dichtungen dürfen nun keinesfalls zu stramm sitzen, sondern der Kolben muß bei abgenommener Feder leicht von Hand auf und ab zu bewegen sein. Ein Klemmen hätte zur Folge, daß unter Umständen die Feder die Stufe nicht in Tiefstlage zurückbringen kann, das Saugventil sich auf die obere Stufenseite statt auf den Ventil Sitz aufsetzt, und die Pumpe nicht fördern kann. Hier sei gleich eingefügt, daß überhaupt auf das gute Schließen des Saugventils zu achten ist. Wenn man es z. B. auf der Drehbank oder mit dem Fräser etwas nachgearbeitet hat, muß man den Schaft des Kegels um das an der Sitzfläche des Kegels wie auch des Sitzes abgenommene Maß kürzen, denn nur so kann vermieden werden, daß sich unter Umständen der Kegel auf das Oberteil der Auslösestufe aufsetzt und dann nicht schließt. Zwischen Saugventilschaft und Stufenkolben soll ein Spiel von 1 bis höchstens 2 mm vorhanden sein. Spannt man die Feder des Stufenkolbens stärker an, dann hebt dieser das Saugventil erst bei entsprechend höherem Druck und umgekehrt. Dies ist die sog. Druckregelung, man stellt also bei Einzelantrieb einer Presse den Betriebsdruck an der zugehörigen Pumpe durch Spannen oder Entspannen der Feder ein. Um jederzeit die Förderung der Pumpe unterbrechen zu können, hat man noch eine Handauslösung *j* angeordnet. Durch Umlegen des Hebels bei *j* kann das Saugventil angehoben werden. Dadurch hat man die Möglichkeit, den einen oder anderen Kolben der Pumpe sozusagen außer Betrieb zu setzen. Bei der Druckeinstellung von Mehrkolbenpumpen ist dies von großem Nutzen. Hat man z. B. eine Dreikolbenpreßpumpe und will sie mit drei verschiedenen Druckstufen arbeiten lassen, etwa Stufe 1 mit 50 atü, Stufe 2 mit 150 und Stufe 3 mit 300 atü, dann stellt man hier Stufe um Stufe an der Regelfeder ein. Stufe 2 und 3 wird außer Betrieb gesetzt, Stufe 1 stellt man durch Ent- oder Anspannen der Feder auf den gewünschten Druck ein. Dann setzt man Stufe 1 außer Betrieb und läßt von Stufe 2 den Kegel auf seinen Sitz zurück, um diese Stufe auf den erforderlichen

Druck einzustellen. Zum Schluß setzt man die Stufen 1 und 2 außer Tätigkeit, um dann die letzte, die dritte Stufe, auf den Höchstdruck zu regeln. Fehlt eine derartige Handanhebung, so muß man entweder in den Stufen 2 und 3 die Saugkegel herausnehmen oder die Federn der Auslösung ausbauen, damit diese Stufen schon beim geringsten Druck die Saugkegel von den Sitzen heben und praktisch dann auch nur Stufe 1 arbeiten kann, um auf den richtigen Druck eingestellt zu werden. In jedem Fall sind diese beiden letzten Verfahren umständlich und zeitraubend.

**39. Wartung der Preßpumpe, Störungen.** Wie überhaupt in der Hydraulik peinliche Reinheit des Betriebsmittels von ausschlaggebender Bedeutung ist, so darf die Pumpe als Seele der Anlage keine Verunreinigungen, etwa aus dem Flüssigkeitsbehälter, ansaugen. Andererseits sind sämtliche Rohrleitungen vor Inbetriebnahme einer Anlage gründlich zu reinigen und gegen Verschmutzungen durch Gußeinbrände usw., die man vorher nicht feststellen konnte, ist die Anordnung von Sieben in dem Flüssigkeitskreislauf unerlässlich. Setzen sich Verunreinigungen unter das Saugventil einer Pumpe, dann ist die Pumpe praktisch ausgelöst, sie wird keine Flüssigkeit fördern. Ebenso wird die Förderleistung der Pumpe unterbunden, wenn ein Fremdkörper unter dem Druckkegel eingeschlagen ist. Bei Ausbesserungen an Ventilen und Ventilsitzen arbeite man nie mit scharfen Eisengegenständen, sondern man reinige die Sitzräume mit einem stumpfen Holzgegenstand, der mit einem reinen, nicht fasernden Lappen umwickelt wird. Zum Ausheben der Ventile liefern die Pumpenfabriken außerdem praktische Ventilheber mit. Im Kopf des Ventilkegels ist Gewinde dafür eingeschnitten. Das Nachschleifen von Ventilsitzen nimmt man mit einer feinkörnigen Schleifpaste (Einschleifglas) vor.

Von Zeit zu Zeit zieht man die Kolbenpackungen nach, überprüft die Auslösevorrichtung, daß diese sich von Hand noch bewegen läßt, und sorgt für sauberes Preßwasser mit einem Schmierzusatz gegen Rosten der Rohre und aller sonst beaufschlagter Eisenteile. Dann achte man auf einen richtigen Ölstand im Kurbelgehäuse der Pumpe.

Die etwa möglichen Störungen an einer Preßpumpe sind teilweise schon erwähnt. Verunreinigte Ventile oder klemmende Auslösegestänge unterbinden eine einwandfreie Flüssigkeitsförderung. Nun kann es noch vorkommen, daß z. B. die Pumpe überhaupt keine Flüssigkeit fördert oder bei Mehrkolbenpumpen z. B. nur Kolben 1 oder 2 und der dritte Kolben nicht, obwohl die Ventile und auch die Druckregelung in Ordnung sind. Hier kann es sich dann um eine Störung durch Luftsäcke handeln, die hier genau wie bei der Presse sehr unangenehm sind. Hat sich beim Nachsehen der Ventile, durch undichte Stufenkolbendichtungen oder nicht einwandfrei abgedichtete und angeschlossene Rohre Außenluft in den Kolbensaugraum eingeschlichen, dann arbeitet natürlich die Pumpe nie. An der Pumpe ist daher zwischen Saug- und Druckkegel eine Entlüftungsschraube vorgesehen. An dieser Entlüftungsschraube lockt man die Luft aus dem Saugraum. Man öffnet während des Betriebes der Pumpe durch etwa eine halbe Umdrehung die Entlüftungsschraube. Die Bohrung der Schraube wird mit dem Finger verdeckt, wenn der Pumpenkolben zur Saugbewegung nach hinten geht. Dadurch kann er nicht noch weitere Luft einsaugen. Sobald nun der Kolben zur Druckbewegung nach vorne geht, hebt man den Finger von der Schraubenöffnung ab, der Kolben wird dann die im Saugraum befindliche Luft ausstoßen. Dieses Fingerspiel wiederholt man so lange, bis an der Entlüftungsschraube ein starker Wasserstrahl austritt. Die Pumpe ist dann richtig entlüftet und fördert einwandfrei.

## B. Aus der Praxis des Einzel- und Gruppenantriebes.

Man ist sich in den Pressereien vielfach über die Frage „Einzel- oder Gruppenantrieb von Pressen“ nicht im klaren. Der Verfasser kann auf Grund eigener praktischer Erfahrungen etwas zu ihrer Klärung beitragen.

**40. Einzelantrieb.** Wer eine Presserei genau kennt, der weiß, daß jeder Stillstand der Maschine sowohl den Unternehmer wie den Arbeiter Geld kostet. Das Wesentlichste bei einem Einzelantrieb durch eine Preßpumpe ist eine solche Konstruktion der Preßsteuerung, daß die Pumpe leer läuft, sobald die Preßplatte in Ruhestellung kommt. Dies gilt insbesondere beim Hochgehen des Preßbären und der plötzlichen Haltstellung, wenn die Steuerung der Presse durch ein Gestänge von der rückgehenden Preßplatte in Mittelstellung gebracht wird — der selbsttätig arbeitende Rückzughalt. Die Pumpe fördert ständig ihre Flüssigkeit, und in dem Augenblick, in welchem der Preßbär durch die Steuerung auf Halt gebracht wird, muß die Pumpe einen Ausweg für ihre Fördermenge bekommen, was durch den Fünfventilsteuerapparat (Abschn. 23 b) erreicht ist. Wäre dies nicht der Fall, dann kommt die Flüssigkeit der Pumpe nur bis zur Steuerung, staut sich hier, und nun geht eine Druckwelle stoßartig zur Druckregelung der Pumpe zurück. Die Dichtungen der Stufenkolben würden in Kürze verschleifen. Falls jedoch eine Steuerung mit Leerlauf der Presse vorhanden ist, dann ist der Einzelantrieb ein Ideal. Man kann für diese Presse ohne sonstige Hilfsventile ganz nach Belieben hohe und niedrigere Druckvermögen einstellen, und zwar an der Preßpumpe selbst. Ein anderer Punkt ist die Preisfrage! Wer genügend Geld anlegen kann, der macht bestimmt keinen Fehler, wenn er nur Pressen mit Einzelantrieben aufstellt. Ist jedoch die Preisfrage ausschlaggebend, dann kommt der Gruppenantrieb in Frage. Bei Einzelantrieb benötigt jede Pumpe einen bestimmten Kraftbedarf und muß für den Höchstbedarf der Presse gebaut sein. Bei Gruppenantrieb kann die Gesamtpumpenleistung geringer sein; ein gut durchkonstruierter Gruppenantrieb ergibt auch eine einwandfrei arbeitende Preßanlage.

**41. Gruppenantrieb mit einer Preßpumpe.** Vor diesem Antrieb sei gewarnt! Vielfach hört man die Aussage, an meine Preßpumpe können Sie bis zu 3 oder 4 Pressen anschließen. Gut, das stimmt, man kann sogar noch viel mehr Pressen an eine Pumpe anschließen. Die Arbeitsweise der Pumpe, an die mehrere Pressen angeschlossen sind, ist im Grunde nicht anders, als wenn nur eine Presse angeschlossen wäre. Die Pumpe kann nicht mehr als ihre Flüssigkeit fördern. Anders ist natürlich die Arbeitsweise der Presse selbst. Zuerst kann man Presse 1 unter Druck setzen, dann erst kann man Presse 2 öffnen oder schließen oder umgekehrt usw. Mit anderen Worten, man muß an den angeschlossenen Pressen im Wechselbetrieb arbeiten, da ja die Pumpe nicht eine Presse z. B. unter Druck setzen und halten kann, während sie auch gleichzeitig noch eine andere Presse öffnen soll. Die Pumpe kann ihre Aufmerksamkeit nur einer Presse zuwenden. Der große Nachteil dieses Gruppenantriebes ist der, daß die selbsttätige Auslösung dieser Pumpe überhaupt nie zur Ruhe kommen kann. Der Höchstdruck wechselt ständig mit Leerlauf. Da es außerdem bei dieser Art Gruppenantrieb nicht möglich ist, die einzelnen Pressen mit einer Leerlaufsteuerung zu versehen, so tritt noch der Nachteil hinzu, daß die Auslösungen der Pumpe nicht durch den üblichen, stetigen Druckanstieg zur Tätigkeit bewegt werden, sondern durch den in Abschn. 39 beschriebenen Rückstoß der Flüssigkeit.

Zwei Pressen an einer Pumpe sind noch zulässig, wenn man der Preßpumpe einen Stoßdämpfer verbaut, damit sich beim Schalten der Steuerung auf Halt kein Druckstoß auf die Auslösungen der Pumpe auswirken kann. Das ist ein

federbelastetes Ventil in der Druckleitung der Pumpe, welches sich bei plötzlichem Druckanstieg öffnet und so den Stoß von der Auslösung fern hält. Der schädliche Überdruck bläst ab, und nur der notwendige Auslösedruck wirkt auf das Regelventil. Ferner kennt man auch Druckwindkessel, die allerdings nicht zu groß bemessen sein dürfen. Der Druckwindkessel nimmt ebenfalls Stöße der Flüssigkeit auf, da er als ein Ausgleichpolster wirkt. Zu große Windkessel verlangsamen den Druckanstieg in der Presse.

**42. Gruppenantrieb durch Speicher.** Will man nicht für jede Presse einen eigenen Antrieb anlegen, sei es wegen der Höhe der Anschaffungskosten oder wegen des erhöhten Strombedarfes bei einer größeren Anzahl von Pressen, so muß man zum Gruppenantrieb durch Speicher übergehen.

Man kennt zwei Arten von Druckwasserspeichern (Akkumulatoren), den Speicher mit Gewichts- und den mit Preßluftbelastung.

Gewichtsbelastete Speicher werden immer seltener, da sie eine eigene Räumlichkeit benötigen. Es sind dies hohe Zylinder, deren Kolben durch die Pumpenförderung nach oben gepumpt werden. Die Kolben sind durch Gewichte belastet, so daß die unter den Kolben befindliche Flüssigkeit je nach Gewicht der Belastungen einen bestimmten Druck auf die Presse ausübt, die an den Zylinder der Speicheranlage angeschlossen ist. Dann arbeiten diese Speicher sehr hart, da die Wucht der in Bewegung gekommenen Gewichte von der Betriebsflüssigkeit aufgenommen werden muß.

In den meisten Pressereien findet man heute Speicher aus kolbenlosen Stahlflaschen mit Preßluftbelastung, Preßluftakkumulatoren oder besser preßluftbelastete Speicher genannt. Wenn man etwas an diesen Speichern als Nachteil bezeichnen will oder kann, so wäre dies nur ein Punkt, und zwar der entstehende Druckabfall nach einer gewissen Preßwasserentnahme aus dem Druckspeicher. Heute gibt es nun allerdings Steuerungen, die den Druckverlust bei der Preßwasserentnahme auf ein kleines des gewöhnlichen Betriebsdruckes beschränken. Hauptsache ist, daß der Druckwasserspeicher hinsichtlich seiner Größe und der erforderlichen Luftfüllung richtig bemessen und daß die Luftmenge genügend verdichtet ist (vgl. Abschn. 44). Daß für eine preßluftbelastete Speicheranlage unbedingt ein Kompressor zum Auffüllen der Speicherflaschen nötig ist, stimmt nicht. Man kann die Füllung der Speicherflaschen mit Preßluft auch durch Überschleusen von Luft aus handelsüblich zu beziehenden Leihflaschen erreichen. Allerdings müßten die Leihflaschen zumindest mit einem Druck von 150 atü aufgefüllt sein, damit man wenigstens etwa 125 atü praktisch in die größere Speicherflasche einfüllen kann. Je nach Größe der Speicherflasche werden mehrere Leihflaschen benötigt. Diese Flaschen kann man bei allen Sauerstofflieferfirmen beziehen, jedoch ist ausdrücklich zu verlangen, daß man Flaschen mit gepreßter Luft wünscht und nicht etwa Sauerstoff. Eine Verwechslung könnte sehr gefährlich werden.

Die Speicherflasche (Abb. 38) hat im Hals eine Öffnung, in die ein gebräuchliches, mit Handrad versehenes Preßlufteinlaßventil *g* eingedichtet ist. Von der Leihluftflasche, die ja ebenfalls mit einem Absperrventil versehen ist, wird ein Rohr zur Flasche verlegt und so dann von der kleinen Leihflasche die Luft in die große Speicherflasche übergeleitet. Die ersten Luftflaschen entleeren sich fast restlos, während mit steigendem Druck in der Speicherflasche natürlich der Luftinhalt aus den Leihflaschen nicht mehr restlos übergeschleust werden kann. In der Leihflasche wird immer höherer Druck zurückbleiben. Auf jeden Fall ist diese Füllung heute ohne weiteres möglich und in der Praxis überall dort, wo man keinen Kompressor zur Verfügung hat, in Anwendung. In Verlauf von etwa

2 Stunden ist eine Füllung durchgeführt, und wenn man bedenkt, daß eine Nachfüllung erst nach 4...5 Monaten vorgenommen zu werden braucht, so bedeutet auch dies keine große Ausgabe.

Falls ein Hochdruckkompressor vorhanden ist, der übrigens besonders zum Nachfüllen und Erstfüllen von Speicherflaschen in kleinerer Dreistufenausführung gebaut wird, so hat man den Vorteil, während des Preßbetriebes die Preßluft nachpumpen zu können. Außerdem fällt die Beschaffung von Leihflaschen, deren Mietgebühr usw. wie auch ihre Beförderung fort. Zum Schluß, was das Bedeutendste ist, kann man die Luft der Akkuflasche entsprechend höher als 150 atü verdichten, was für den Druckabfall sehr wichtig ist. Ein Hochdruckkompressor der genannten Art arbeitet in der Regel bis zu 300 atü.

Eine Speicheranlage mit Preßluftbelastung als Gruppenantriebsanlage ist unbedingt betriebssicher und erfordert kaum eine Wartung. Der Arbeitsvorgang ist ganz einfach. Die Preßpumpe fördert ihre Flüssigkeit in die Speicherflasche. Dort steigt der Druck an. Der Zufluß zur Flasche erfolgt über ein federbelastetes Rückschlagventil und eine Flaschenabspernung. Ein an der Flasche befindliches elektrisches Kontaktmanometer mit einem Steuerrelais schaltet bei erreichtem Höchstdruck über einen Ölschütz entweder den Antriebsmotor der Pumpe auf Stillstand oder aber das Kontaktmanometer wirkt auf einen Hubmagneten, der ein ihm vorgebautes Ventil anhebt und dadurch der Pumpe Leerlauf gibt. Beide Ausschaltarten bei erreichtem Höchstdruck arbeiten voll selbsttätig und bedürfen keiner weiteren Aufmerksamkeit. Durch das Arbeiten an den Pressen wird nun aus dem Druckwasserspeicher Flüssigkeit abgezapft, und dadurch entsteht ein Druckabfall, der durch den Minimalzeiger des elektrischen Kontaktmanometers festgelegt ist. Diesen Druckabfall kann man in Grenzen von etwa 5...10% des Betriebsdruckes halten. Ist im Manometer durch den Druckabfall die Minimalstellung erreicht, dann wird entweder der Motor der Pumpe angeworfen oder bei zwischengeschaltetem Magnet mit Hydraulikleerlaufventil der Magnet stromlos, das Leerlaufventil setzt sich auf seinen Sitz, und die Pumpe fördert erneut in den Speicher. Auch diese Schaltung erfolgt voll selbsttätig. Das Arbeitsspiel wiederholt sich je nach erfolgter Preßwasserentnahme in mehr oder weniger langen Zeitabständen. Alle Meß- und Schaltgeräte müssen erstklassig sein, damit man vor Störungen sicher ist. Sämtliche an diese Speicheranlage angeschlossenen Pressengruppen arbeiten unter dem im Speicher herrschenden Betriebsdruck abzüglich auftretendem Druckabfall. Letzterer ist derart gering, daß er für den Preßgang nicht ausschlaggebend werden kann. Will man nun eine Gruppe oder eine der angeschlossenen Pressen mit einem geringeren Druck auf eine schwächere Preßform arbeiten lassen, dann geht es nicht an, etwa das Kontaktmanometer der Speicheranlage einfach auf niedrigeren Druck einzustellen, was technisch an sich möglich wäre, denn Maximal- und Minimalzeiger des Manometers sind beliebig durch einen Schlüssel verstellbar. Aber dann würden sämtliche Gruppen von Pressen geringere Gesamtdrucke ausüben. In einem solchen Fall kann man nur vor jede Presse, die mit niedrigerem Druck arbeiten soll, ein Druckminderventil einbauen, wie dies bereits im Abschn. 27 beschrieben wurde.

### C. Die Speicheranlage.

**43. Aufbau und Betrieb der Speicherflasche.** Abb. 38 zeigt eine Zentralanlage, bestehend aus einer Speicherflasche. Je nach der erforderlichen Hochdruckflüssigkeit eines Preßwerkes kann man 2, 3, 4 und noch mehr solcher nahtlosen Stahlflaschen nebeneinander mittels Hängevorrichtungen an der Wand befestigen

oder auf gußeiserne Untersätze auf den Boden stellen. Diese Stahlflaschen sind amtlich geprüft. Zum Beispiel beträgt bei einem zulässigen Betriebsdruck von 250 atü der amtliche Probedruck 375 atü. Bei 300 atü zulässigem Betriebsdruck

ist der Probedruck 450 atü, also 50% mehr. Die Papiere sind stets bei den Lieferwerken zugleich mit den Flaschen anzufordern. Diese Stahlflasche wird nun zuerst mit Preßluft aufgefüllt (Abschn. 42). Ist in der Flasche ein gewisser Luftdruck erreicht, dann läßt man die angeschlossene Preßpumpe Flüssigkeit in die Flasche fördern. Dadurch wird die eingeschlossene Luft zusammengedrückt, und zwar wird das Zusammenschieben der Luft durch das eindringende Preßwasser so lange vorgenommen, bis der erforderliche Betriebsdruck in der Speicherflasche erreicht ist. Das von der Pumpe eingeförderte Preßwasser steht somit unter dem Druck der über der Wasserschicht stehenden verdichteten Preßluft. Das an der Speicherflasche befindliche Kontaktmanometer zeigt diesen Druck an. Dem Manometer muß unbedingt eine Absperrung vorgeschaltet sein, damit man es beim Auswechseln abschrauben kann, ohne daß die in der Speicherflasche befindliche Luft entweicht. Gegen Überdrücke ist die Speicherflasche durchweg auf 3 bis 4 Arten geschützt. Die auf die Flasche arbeitende Pumpe wird durch das Kontaktmanometer geschaltet. Das Manometer mit seinem Maximalkontakt ist demnach die erste Sicherung. Sollte diese versagen, dann ist in die Rohrleitung zwischen Pumpe und Speicher ein Sicherheitsventil eingebaut. Hat dann die Pumpe noch selbsttätige Ventilauslösungen, auf die man beim Arbeiten auf einen Speicher bekanntlich verzichten kann, dann sind diese Auslösungen auch eine Sicherung. Allerdings sind dann die jetzt erwähnten Sicherungen in folgender Reihenfolge einzurichten: Das Kontaktmanometer wird auf den Betriebsdruck eingestellt. Wenn Pumpenauslösungen vorhanden sind, stellt man sie etwa 20...30 atü höher ein als das Kontaktmanometer. Zum Schluß wird die Kegelbelastungsfeder des Sicherheitsventiles etwa 20 atü höher eingestellt als die Pumpenauslösung. Fehlt letz-

tere, dann stellt man das Sicherheitsventil etwa 30 atü höher ein als den zulässigen Betriebsdruck. Außer diesen Sicherungen gibt es an der Flasche selbst eingebaute Brechkappen, die bei starker Überschreitung des Höchstdruckes durchbrechen. Hier ist dann allerdings die Luft verloren, was jedoch immer noch

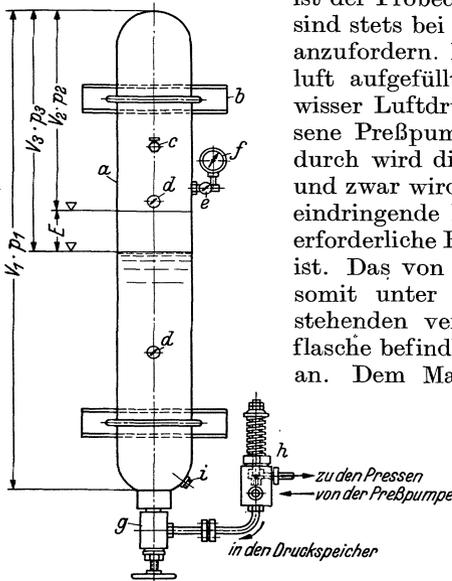


Abb. 38. Schema einer preßluftbelasteten Speicherflasche.

- a* = Speicherflasche. Durchmesser und Länge der Flaschen richten sich nach dem benötigten Rauminhalt und dann nach den Normen der Herstellfirmen von nahtlosen Hochdruckstahlflaschen.
- b* = Hängevorrichtung für die Flasche. Man kann die Flasche auch auf einen formschönen Guß- oder Stahluntersatz stellen.
- c* = Preßlufteinlaßventil mit Absperrung zum Anschluß eines Luftpumpens oder eines Überschleusrohres.
- d* = Wasserstandprüfschrauben.
- e* = Absperrventil für Manometer.
- f* = Manometer, bei elektrischer Schaltanlage Kontaktmanometer maximal- und Minimalkontakt. Man schaltet in der Regel noch ein zweites Manometer bei, um eine Sirenenanlage zu betätigen, dem auch eine Absperrung vorgeschaltet ist.
- g* = Flaschenabsperrenteil.
- h* = Rückschlagventil zur Flaschenabspernung. Von der Pumpe kommt die Flüssigkeit durch das Ventil *h* in die Flasche *a*. Sobald ein Druck in der Flasche ist, der die Federkraft des Ventiles *h* überwindet, öffnet sich der federbelastete Abschlußkegel im Ventil *h*, und der Zulauf in die zu den Pressen führende Leitung ist frei. Fällt der Druck an den Pressen durch Rohrbruch usw. plötzlich ab, dann schlägt die Feder den Kegel des Ventiles wieder bei einem bestimmten Minimaldruck zu (einstellbar durch An- oder Entspannen der Feder), und aus der Speicherflasche kann keine weitere Flüssigkeit oder gar Luft entweichen. Dieser Verschluß arbeitet also selbsttätig.
- i* = Entleerungsstopfen für die Flasche.

tere, dann stellt man das Sicherheitsventil etwa 30 atü höher ein als den zulässigen Betriebsdruck. Außer diesen Sicherungen gibt es an der Flasche selbst eingebaute Brechkappen, die bei starker Überschreitung des Höchstdruckes durchbrechen. Hier ist dann allerdings die Luft verloren, was jedoch immer noch

besser ist als sonst eine durch Flaschenbruch entstehende Beschädigung. Man bedenke immer, daß gute Sicherheiten an einer Anlage, bei der Preßluft eine Rolle spielt, vorhanden sein müssen.

Um den Wasserstand an der Flasche überwachen zu können, kann man Hochdruckwasserstandsgläser oder aber 2 bis 3 Prüfschrauben anbringen. Dadurch kann man jederzeit beobachten, ob das Verhältnis von Preßluft zu eingepumptem Preßwasser, worüber noch ein Zahlenbeispiel berichtet, im richtigen Verhältnis stehen. Wie eingangs erwähnt, kommt die Pumpenflüssigkeit über ein federbelastetes Rückschlagventil in die Flasche. Dieses Rückschlagventil sichert die Zentralanlage gegen zu starken Druckabfall. Man stelle sich vor, daß z. B. an einer Presse durch einen Rohrbruch oder durch Unachtsamkeit ein übermäßiger Preßwasserverbrauch auftreten würde. Der Wasserspiegel in der Speicherflasche sinkt schnell ab, und die Luft hat das Bestreben, ebenfalls aus der Flasche nach unten zu entweichen. Das Rückschlagventil wird in diesem Moment jedoch selbsttätig die Speicherflasche von den Pressen abschalten. Die über dem Rückschlagventil lastende Feder ist derart angespannt, daß der Betriebsdruck von z. B. 250 atü den Kegel im Ventil anhebt; auch beim Abfallen des Druckes um etwa 20% ist der Kegel noch geöffnet. Erst wenn der Druck weiter sinkt, überwiegt die Federkraft und schließt den Kegel. So wird verhindert, daß Preßluft in die Rohrleitungen gelangt oder etwa bei Rohrbrüchen entweicht. Ohne eine solche Sicherung ist nicht von betriebssicherem Arbeiten zu sprechen.

Dann sei noch die Flaschenabspernung erwähnt, ein Absperrventil, daß den Eintritt zur Flasche und somit auch den Austritt aus der Flasche verriegeln kann. Dieses Ventil ist handbetätigt und ebenso unerläßlich wie das selbsttätige Absperrventil. Ruht eine Presserei oder sind an mehreren Pressen zugleich oder auch an der Antriebspumpe Ausbesserungen nötig, dann sperrt man von Hand die Speicherflasche von der übrigen Anlage ab.

Je weniger Armaturen und Ventile in eine Speicheranlage eingebaut sind, desto übersichtlicher ist das Ganze.

**44. Die Luftmenge in der Speicherflasche.** Für das einwandfreie Arbeiten ist von ausschlaggebender Bedeutung, daß die Luftmenge im richtigen Verhältnis zum eingepumpten Preßwasser steht. Durch die verschiedenen Preßluftladungen kann man nämlich den Druckabfall des Betriebsdruckes bei einer bestimmten Preßwasserentnahme beeinflussen. Zwei willkürlich gewählte Zahlenbeispiele sollen dies im Zusammenhang mit der Abb. 38 veranschaulichen:

Fall I.  $V_1$  = Rauminhalt der Speicherflasche = 200 l,  
 $P_1$  = erreichter Luftdruck beim Überschleusen = 120 atü,  
 $P_2$  = erforderlicher Enddruck der Anlage = 250 atü.

Es ist nun:

$$V_1 P_1 = V_2 P_2.$$

$V_1$ ,  $P_1$  und  $P_2$  sind bekannt. Gesucht ist der Raum  $V_2$ , in den nach erfolgter Aufladung die Luft durch das Preßwasser zusammengedrückt ist. Setzt man die gewählten Zahlen ein, dann ist:

$$200 \text{ l} \cdot 120 \text{ atü} = ? \text{ l} \cdot 250 \text{ atü.}$$

$$200 \cdot 120 / 250 = V_2 = 96 \text{ l.}$$

Da  $V_1 = 200 \text{ l}$  ist, so müssen demnach 104 l Preßwasser eingepumpt werden, damit der Enddruck = 250 atü erreicht wird. Nun sei weiterhin angenommen, daß aus der Speicherflasche eine Preßwassermenge von 20 l/min entnommen wird. Die Preßwasserentnahme ist mit  $E$  bezeichnet. Bei jeder Preßwasserent-

nahme dehnt sich die zusammengedrückte Preßluft um das Maß der Flüssigkeitsentnahme aus. Demnach dehnt sich die Luft in der Flasche von  $V_2 = 96$  l um 20 l aus auf  $V_3 = 116$  l. Es ist nun:

$$V_2 P_2 = V_3 P_3.$$

$P_3$  ist in diesem Fall unbekannt und daher gesucht, da alle anderen Werte bekannt sind. In Zahlen:

$$96 \text{ l} \cdot 250 \text{ atü} = 116 \text{ l} \cdot ? \text{ atü.}$$

$$96 \cdot 250 / 116 = P_3 = 207 \text{ atü.}$$

Es hat also ein Druckabfall von 43 atü stattgefunden. Bei dem angenommenen Betriebsdruck von 250 atü sind das etwa 17%. Dieser Abfall ist entschieden zu hoch, und man muß daher entweder die Lufladespannung erhöhen oder keine 20 l Preßwasser entnehmen. Da die Entnahme in einer Minute erfolgte, müßte demnach die zur Zentralanlage gehörende Preßpumpe diese 20 l wieder ersetzen. Hat die Pumpe eine Förderleistung von 20 l/min, dann ist der Druckabfall in einer Minute ergänzt, hat die Pumpe höhere Förderleistung, dann erfolgt die Ergänzung rascher. Dann ist zu berücksichtigen, daß man mit 20 l Hochdruckflüssigkeit je Minute allerhand Pressungen ausführen kann.

Fall II. Untersuchen wir einmal den Fall, daß die Flasche statt mit 120 atü durch einen Kompressor mit 170 atü Preßluft aufgefüllt worden sei. Es ergibt sich dann:

$$\frac{200 \text{ l} \cdot 170 \text{ atü}}{250 \text{ atü}} = 136 \text{ l.}$$

Demnach müssen 64 l Preßwasser eingepumpt werden. Bei einer Entnahme von wiederum 20 l ergibt sich:

$$\frac{136 \text{ l} \cdot 250 \text{ atü}}{136 + 20 \text{ l}} = \text{rd. } 218 \text{ atü.}$$

Es hat nun ein Druckabfall von 32 atü stattgefunden, was etwa 15% des Betriebsdruckes entspricht. Das Beispiel zeigt eindeutig, daß mit erhöhter Preßluftfüllung die Druckabfälle günstiger werden.

**45. Die Größe einer Zentralanlage** läßt sich folgendermaßen berechnen: Man bestimmt den Hochdruckwasserverbrauch der einzelnen Presse, der sich aus Kolbenfläche in  $\text{cm}^2$  multipliziert mit dem zum Formenschluß erforderlichen Hochdruckhub ergibt. Unter Hochdruckhub versteht man das Maß, das der Preßbär nach erfolgter Vorfüllung zur restlosen Schließung der Preßform benötigt. Der Wasserverbrauch für den Hubgang an der gleichen Presse ist gleich der Hubkolbenfläche in  $\text{cm}^2$  multipliziert mit dem höchstens erforderlichen Rückzughub, da der Rückzug in den meisten Fällen ganz von der Hochdruckflüssigkeit betätigt wird. Man zählt ihn zu dem Preßwasserbedarf des Preßkolbens beim Formenschluß hinzu. Hat man sämtliche zur Aufstellung kommenden Pressen derart durchgerechnet, dann schlägt man noch etwa 10% für unvorhergesehene Flüssigkeitsverluste zu und bemißt hiernach die Zentralanlage. Man geht dabei von der Voraussetzung aus, daß der errechnete Preßwasserbedarf sämtlicher Pressen in einer Minute beansprucht würde und legt somit zuerst die Leistung der Pumpe fest, die eben in einer Minute diesen Bedarf erbringen soll. Berücksichtigt man weiter, daß etwa 10% des Rauminhaltes der Speicherflasche als Flüssigkeitsentnahme gewertet werden können, so ergibt sich auch die erforderliche Zahl von Flaschen.

Hat man so gerechnet, dann wird die Zentralanlage nie zu klein, denn praktisch kommen ja nicht alle Pressen in einer Minute zum Zuge. Die Pumpe hat

genügend Reserve, und wenn man ganz praktisch vorgehen will, dann unterteilt man die Pumpenleistung auf 2 Pumpen, statt nur eine anzuschließen, damit unter Umständen eine Pumpe bei Stillliegen der einen oder anderen Presse auch außer Betrieb gesetzt und in Reserve gehalten werden kann.

**46. Die Wartung einer Zentralanlage** erstreckt sich lediglich auf die richtige Pflege der Preßpumpen. Da die Pumpen stets gegen den Speicherdruck arbeiten, sind ihre Leistungen in Tag- und Nachtschichten ungeheuer. Was im Abschn. 39 über die „Preßpumpe“ gesagt wurde, ist bei Zentralanlagen bestens zu beachten. In der Speicherflasche selbst wird nach Ablauf einiger Wochen sich die Luft im Betriebsmittel lösen. Man rechnet damit, daß etwa alle 4·5 Monate eine Nachfüllung von Preßluft zu erfolgen hat. Zweckmäßig senkt man dabei den Flüssigkeitsspiegel soweit wie nur möglich, um durch das Überschleusen möglichst viel Luft einbringen zu können. Ist ein Kompressor an die Speicherflasche angeschlossen, dann ist dies nicht erforderlich, da man den Kompressor gegen den Höchstdruck arbeiten lassen kann. Der mit 120 atü z. B. eingeschleuste Luftdruck kann sich mit der Zeit auf etwa 80 atü oder weniger verringern. Erkennlich an der Zentralanlage wird dies erstens dadurch, daß die Druckabfälle schon bei ganz geringer Flüssigkeitsentnahme sehr rasch erfolgen, und zweitens kann man an der obersten Prüfschraube feststellen, ob sich dort Flüssigkeit statt Luft zeigt. Nach dem Berechnungsbeispiel kann man äußerlich an der Flasche den richtigen Stand von Preßwasser und Preßluft anzeigen und entsprechend die Prüfschrauben anbringen. Muß man zwecks Nachfüllung schleusen, dann genügen bei entsprechender Senkung des Preßwasserspiegels etwa die Hälfte der zur Erstschleusung benötigten Leihflaschen.

Zum Schluß noch etwas über eine weitere Sicherung an Preßluftakkumulatoren.

Wird neben dem Kontaktmanometer, welches den Motor der Pumpe oder den Magneten der Leerlaufvorrichtung für die Preßpumpe betätigt, ein zweites Manometer mit Relais angebracht, dann läßt man dieses zweite Gerät auf eine kleine Motorsirene arbeiten. Sobald der Maximaldruck überschritten wird, tritt die Sirene in Tätigkeit, ebenso bei Unterschreiten des Minimaldruckes. Diese elektrische Warnanlage ist äußerst praktisch und zuverlässig. Besonders praktisch schon deshalb, weil in der Regel die Zentralanlage in Entfernung von den Pressen oder in besonderen Räumen steht und die Kontrolle an den Pressen selbst nur an den dort angebrachten Manometern möglich ist. Tritt aber eine Sirene oder entsprechend starkes Klingelwerk in Tätigkeit, dann weiß der Betriebsschlosser sofort, wohin, um den Antriebsmotor der Pumpen abzuschalten.

**47. Die geeignete Preßflüssigkeit.** Sehr von Bedeutung für einen hydraulischen Pressereibetrieb ist die Wahl einer geeigneten Preßflüssigkeit, da hiervon auch das einwandfreie Arbeiten der Maschinen abhängig ist, abgesehen von der Bedeutung eines sparsamen, wirtschaftlichen Betriebes bei längstmöglicher Erhaltung der dem Verschleiß unterworfenen Maschinenteile.

Das billigste und jederzeit sofort zur Verfügung stehende Betriebsmittel ist gewöhnliches Wasser. Leider ist diese Preßflüssigkeit noch viel zu häufig anzutreffen, da man sich anscheinend nicht genügend Rechenschaft darüber gibt, welche Schädigungen einer Preßanlage bei Verwendung von gewöhnlichem Wasser zugefügt werden. Wasser greift in kurzer Zeit die Abdichtungen einer Presse oder Preßpumpe an und führt zu Rostansätzen an den berührten Maschinenteilen. Rostabfälle wiederum gefährden die Ventile und Kolben. Neben Maschinenschädigungen sind häufig Betriebsstörungen an der Tagesordnung.

Dem Verlust dieser Werte für einen hydraulischen Betrieb kann durch Verwendung eines Presswasserzusatzes abgeholfen werden.

Vorweg möge noch erwähnt sein, daß es selbstverständlich außer Preßwasserzusatz noch andere gute Preßflüssigkeiten gibt, die jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen in bezug auf die Dichtungsstoffe einer Anlage zu verwenden sind. Zum Beispiel kennt man als Preßflüssigkeit Glycerin oder Öl. Beide Betriebsmittel müssen in jeder Beziehung säure-, harz- und asphaltfrei sein, um eine Gefährdung der Preßanlage zu verhüten. Diese Preßflüssigkeiten finden weniger Anwendung, da sie teuer sind, stark schmieren und jeweils Sonderabdichtungen bedingen. Außerdem ist durch Einfuhrbeschränkung von Öl und Fetten die Verwendung genannter Preßflüssigkeiten zurückgegangen.

Man kennt in der Industrie sehr gute Preßwasserzusatzmittel. Diese Zusatzmittel sind unbedingt jedem Betrieb zu empfehlen, der noch heute mit gewöhnlichem Wasser oder aber mit teuren Ölen arbeitet. Der Preßwasserzusatz ist säure- und harzfrei, erfüllt also vorweg eine Bedingung, welche für Abdichtungen und Maschinenteile ein notwendiges Erfordernis ist. Sämtliche berührten Teile werden geschmiert und geölt und sind vor Rostungen sicher. Der Preßwasserzusatz wird mit 6% dem Wasser zugesetzt und ist daher im Betrieb sehr billig. Wenn man bedenkt, daß z. B. 100 l Öl rund 50 RM kosten, dagegen 100 l Wasser mit Zusatz nur etwa 8 RM, so ist es für den umsichtigen Betriebsleiter Selbstverständlichkeit, nur den Preßwasserzusatz zu verwenden. Das Wasser wird geschmeidig und ist vor Fäulnis und Zersetzung bewahrt. Eine Erneuerung ist selten nötig. Es entstehen keine Rostschädigungen, Verstopfungen usw., Ölansätze werden aufgelöst und neue Ansätze verhindert. Dies sind kurz einige Punkte, welche auf flotten und störungsfreien Betrieb einer Preßanlage einen denkbar günstigen Einfluß ausüben.

In diesem Zusammenhang sei auch noch eine weitere wichtige Betriebsfrage hinsichtlich der Preßflüssigkeit in kalter Jahreszeit kurz erwähnt. Wie verhüte ich im Winter das Frieren der Preßflüssigkeit, wenn im Betrieb bzw. dem Preßraum keine besondere Heizmöglichkeit vorhanden ist? Öl gefriert nicht, ist aber, wie eingangs erwähnt, zu teuer. Es gibt nun für Frostgefahr ein Frostschutzmittel unter dem Namen Glycerit, das auch für die Dichtungen der Presse denkbar günstig wirkt. Die Gefrierpunkte sind wie folgt:

Drei Gewichtsteile Glycerit mit einem Gewichtsteil Wasser gefriert bei minus 20° C. Ein Gewichtsteil Glycerit mit einem Gewichtsteil Wasser gefriert bei minus 10° C. Unverdünntes Glycerit, also ohne Wasserzusatz, gefriert überhaupt nicht, weshalb es bei sehr kalter Jahreszeit zu empfehlen ist.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß man, sollte kein Preßwasserzusatz zur Hand sein, auch für die erste Betriebszeit destilliertes Wasser (aber kein Regenwasser) verwenden kann.

#### IV. Praktische Winke für die Erzielung einwandfreier Preßteile.

**48. Beseitigung von Preßfehlern.** Ausschußstücke gibt es bei den ersten Preßversuchen wohl immer, da es nicht leicht ist, für einen bestimmten Gegenstand gleich die richtigen Preßbedingungen zu finden und anzuwenden. Aufgabe des Preßfachmannes ist es nun, an Hand der Preßlinge die Fehler zu erkennen und für deren Beseitigung Sorge zu tragen. Ohne im einzelnen auf die verschiedenen in der Praxis verwendeten Preßmassen und deren besondere Eigenschaften selbst einzugehen, seien in der Folge die am meisten auftretenden Preßfehler an Preßstücken in ihrer Ursache und der möglichen Beseitigung kurz beschrieben.

1. Unvollständige Preßlinge, indem z. B. das Bodenstück zu stark ist und die Seitenwände nicht ausgepreßt sind.
2. Der Preßling ist blasig.
3. Das Preßstück zeigt Poren und Risse oder hat auf der Oberseite sog. Adern.
4. Nicht erwünschte Verfärbungen der Preßstücke.
5. Der Preßling klebt an der Form.
6. Leichtes Lösen der Preßstücke, jedoch matte Oberflächen.

Zu 1. Druck, Temperatur und Preßzeit stehen hier nicht im richtigen Einklang. Eine schwerfließende Preßmasse benötigt einen entsprechend höheren Druck, sonst wird sie nicht in der ganzen Form verteilt. Die Folgen sind, daß der Boden stark bleibt und die Seitenwände unvollkommen sind. Eine andere Ursache: Die Form hat zu spät geschlossen, dadurch ist die Masse bereits erhärtet und läßt sich nicht mehr pressen (die Masse hat kein Fließvermögen mehr). Weiter kann die Temperatur der Preßform für das verwendete Kunstharz zu hoch sein, und dadurch entsteht ebenfalls eine zu frühe Erhärtung. Die Beseitigung dieser Erscheinungen wird ermöglicht durch die Erhöhung des Preßdruckes bei der schwerfließenden Preßmasse, oder man wärmt, wo keine andere Preßmasse verwendet werden soll, die Masse entsprechend vor. Um die Preßform rascher zu schließen, erhöht man das Arbeitstempo der Presse (Preßgang des Oberstempels). Ebenso kann die Beschickung der Preßform durch geeignete Hilfsvorrichtungen schneller erfolgen. Um die zu hohe Temperatur der Preßform herabzusetzen, stellt man die Temperaturregelung niedriger ein.

Zu 2. Eine häufige Erscheinung ist der blasige Preßling. Dies ist hauptsächlich auf die bei der Pressung entstehenden Gase zurückzuführen. Die Gase drücken die Wandungen ihrer Zellen, in denen sie eingeschlossen sind, nach außen, wenn der Preßling noch nicht genügend fest ist. Die Festigkeit hängt von der Temperatur und der Preßzeit ab. Im vorliegenden Fall ist die Preßzeit zu kurz oder die Temperatur zu niedrig. Beides im richtigen Verhältnis anwenden! Ist nämlich die Temperatur zu hoch, so nützt auch eine längere Preßzeit wenig, da dann die Gase derart gespannt sind, daß sie dennoch bei festen Preßlingen ihre Zellenwandungen ausbiegen. Eine weitere Ursache der Blasenbildung ist an der Presse bzw. deren Arbeitstempo und an der Preßform zu suchen. Bei richtigem Preßgang soll der Leerweg des Preßkolbens rasch erfolgen, um sich beim Eintauchen der Oberform in die Unterform stark zu verlangsamen. Ist dies nicht der Fall, dann kann die im Preßpulver enthaltene Luft nicht rasch genug entweichen. Eine ungünstig konstruierte Preßform wird ebenso den Austritt der Luft verhindern. Die Preßform soll nicht zu saugend schließen.

Zu 3. Risse und Poren bei Preßlingen sind durchweg darauf zurückzuführen, daß Unreinigkeiten oder Fettreste (Öltropfen) in der Preßform vorhanden sind. Preßform sauber halten und möglichst nicht einfetten! Bei Wiederinbetriebnahme einer Form nach Aufbewahrung im Werkzeuglager sind die Reste des rostverhütenden Fettes durch Ausblasen der heißen Form mit einem trockenen Preßluftstrahl zu beseitigen.

Adern an Preßstücken entstehen meistens durch zu raschen, heftigen Preßgang. Die Preßmasse erhält dabei außer der Formenwärme noch innere Reibungswärme, wodurch an verschiedenen Stellen vorzeitige Härtungen entstehen, die als Adern sichtbar bleiben. Um sie zu vermeiden, regelt man Preßdruck, Temperatur und Preßzeit entsprechend oder wärmt die Preßmasse vor, so daß diese die Möglichkeit hat, sich sofort gleichmäßig in der Preßform zu verteilen. Vorteilhaft ist es, die Temperatur niedriger zu wählen und dafür die Preßzeit länger, oder aber zu einer Preßmasse mit geringerem Fließvermögen überzugehen.

Zu 4. Die Ursache der Verfärbungen liegt zumeist in der ungleichmäßigen Erwärmung der Preßform. Diese muß unter allen Umständen gleichmäßig durchwärmt werden. Aber auch, wie unter 3 erwähnt, kann ein zu heftiger Preßvorgang, besonders bei Preßmassen mit hohem Fließvermögen, den Übelstand verursachen.

Zu 5. Eine der ärgerlichsten Erscheinungen ist das hartnäckige Kleben der Preßlinge an der Preßform. Setzen wir voraus, daß die Preßform nach jeder Pressung sauber ausgeblasen wird, und daß ferner die Form keine Beschädigungen hat (Risse, Poren usw.), so hat das Kleben der Preßstücke nur die eine Ursache, daß der betreffende Formenteil, an dem der Preßling haftet, nicht genügend erwärmt ist. Der Preßling hat das Bestreben, an dem kühleren Formenteil zu haften. Man muß also die Temperatur so einstellen, daß der Preßling nur ganz wenig haftet, damit er leicht abzunehmen ist.

Zu 6. Das Gegenteil von Nr. 5 ist, daß der Preßling beim Auseinanderziehen der Formentteile sofort abfällt, aber ein mattes Aussehen besitzt. Hier ist der Oberstempel zu heiß. Er drückt auf die Masse im Unterteil, diese fließt zu rasch, noch bevor die Form ganz geschlossen ist, am Oberteil hoch und aus der Form heraus. Auch durch zu heftiges Schließen der Form wird Preßmasse herausgeschleudert. In beiden Fällen ist dann für die Fertigpressung nicht genügend Masse vorhanden, die an die erwärmten Formenwände angepreßt werden könnte. Der Glanz der Form kann daher nicht auf den Preßling übertragen werden. Der Preßling kann wohl ausgepreßt sein, ist aber vollkommen glanzlos. In solchen Fällen wird auch die bestpolierte Preßform ungenügende Preßlinge abgeben. Vorsichtiges Pressen und eine gut durchkonstruierte Preßform, die ein Herausgeschleudern nicht zuläßt, sind die besten Mittel zur Behebung des Fehlers.

Diese in der Hauptsache auftretenden Preßfehler können bei richtigem Erkennen sofort behoben werden. Ratsam ist es aber, sich beim Einkauf von Preßstoffen über ihre preßtechnischen Eigenschaften eine genügend klare Auskunft geben zu lassen. Dadurch kann man sich einen Teil eigener langwieriger Versuche ersparen.

**49. Vorwärmen der Preßmasse.** Noch viel zu wenig findet man in den Preßwerken einen wirklich rationellen Helfer für die Preßtechnik — einen Wärmeschrank zum Vorwärmen von Preßmassen. Die Unterhaltungskosten eines einfachen Wärmeschrankes stehen in keinem Verhältnis zu den großen Vorteilen, die mit der Vorwärmung erzielt werden. Besonders in Fällen, in denen große Preßstücke mit entsprechend großen Mengen Preßmasse hergestellt werden sollen, ist es fast ein Gebot der Wirtschaftlichkeit, vorgewärmte Preßmassen zu verwenden.

Bekanntlich ist beim Kunstharzpressereibetrieb die Preßform auf eine bestimmte Temperatur erhitzt, in der Regel etwa 160 bis 180°. Die Preßmassen sind derart beschaffen, daß sie unter Druck und Hitze bildsam werden; fließen, aber auch sehr schnell in der Hitze erhärten, um dann ihre Gestalt nicht mehr zu verändern. Wird demnach eine kalte Preßmasse in die erhitzte Preßform gefüllt und unter Druck gesetzt, so wird das kalte, harte Pulver an die heißen Formenwände gedrückt und fließt. Die mit der Formenwand in unmittelbarer Berührung befindlichen Preßmasseschichten fließen zuerst und haben das Bestreben, sehr rasch zu härten. Infolge des benötigten hohen Preßdruckes werden bei dem Fließprozeß noch kalte harte Teilchen mitgenommen, die dann das Gesamtbild des fertigen Preßgegenstandes ungünstig beeinflussen. Der Preßling hat einen unregelmäßigen Glanz, Adern, Wolkungen, kurz er entspricht nicht den Erwartungen. Einen wesentlichen Beitrag zur Unregelmäßigkeit der Preßstücke in vorerwähntem Falle liefert der Umstand, daß die anfallenden

Wasser- und Ammoniakteilchen, die stets auftreten, sich an die kälteren Preßmasseschichten anlagern. Die Preßform ist bei einer Temperatur von 160 bis 180° nicht in der Lage, eine große Füllung richtig zu verpressen, da die Backzeit viel zu knapp bemessen sein wird. Ein Behelf bei Verwendung kalter Preßmasse, bei einer großen Füllung dennoch gute Preßstücke zu erzielen, ist das Senken der Formentemperatur und die damit gegebene Verlängerung der Backzeiten. Eine Verlängerung der Backzeiten bedeutet jedoch in den Pressereien eine Leistungsminderung, was in keinem Falle günstig aufgenommen werden wird. Dies allein ist schon ein Grund, eine vorgewärmte Preßmasse durchweg einer kalten Preßmasse vorzuziehen.

Man mache einmal einen Versuch! Hat man eine oder mehrere Pressungen, wie vorerwähnt, mit kalter Preßmasse durchgeführt, so fülle man nun einmal die Preßform mit einer vorgewärmten Masse. Der Unterschied wird auch dem Laien sehr leicht erkenntlich sein. Der Presser selbst wird eine viel schnellere Formenschließzeit feststellen können, da die vorgewärmte Preßmasse keinen so großen Widerstand bietet wie kalte Masse. Das schnellere Schließen der Form wiederum hat zur Folge, daß die Leistung erhöht wird. Auf den chemischen Prozeß hat die schnelle Schließzeit den Einfluß, daß eben durch die schnelle Schließung keine örtlichen Masseerhärtungen auftreten können und die anfallenden Preßstücke schön gleichmäßig sind. Man kann bei vorgewärmter Preßmasse auch bei reichlicher Füllung ruhig mit 170 bis 180° arbeiten, ohne daß dadurch die Preßform überanspruchert würde. Eine Presse, die z. B. bei Verwendung kalter Preßmasse eine Gesamtdruckkraft von etwa 60 Tonnen aufzubringen hatte, um den Preßling zu erzielen, wird nun mit einem bedeutend geringeren Druck auskommen, was Schonung der Gesamtanlage bedeutet. Man hat nun auch die Möglichkeit, mit einer vorhandenen Presse Gegenstände zu fertigen, die man bei Verwendung einer kalten Masse nie hätte anfertigen können, da der erforderliche Gesamtdruck nicht zu erreichen war.

Schon diese wenigen Punkte lassen klar erkennen, daß die Frage der Vorwärmung der Preßmassen sehr ernst und wichtig zu nehmen ist, wenn man seine Presserei auf eine wirtschaftliche Grundlage bringen will. Die Vorwärmung selbst kann man in den meisten Fällen ohne Gefahr für die Eigenschaften der Massen auf rd. 80° vornehmen. Die Temperatur ist eben so zu wählen, daß die Preßmassen nicht kleben und gut einschüttbar sind. Man kann in diesem Zusammenhang auch vorteilhaft tablettierte Preßmassen verwenden. In jedem Fall ist es ratsam, sich wegen der Vorwärmung von Preßmassen mit seinem Masselieferanten zu beraten.

**50. Lagerung von Kunstharzpreßmassen und fertiggepreßten Gegenständen.** Preßmassen kommen von den Lieferwerken, den chemischen Fabriken, in geeigneten Verpackungen zum Versand, da diese Firmen wissen, daß man die Rohstoffe vor Witterungseinflüssen schützen muß. In der Regel werden besonders staubdichte und für Feuchtigkeit undurchlässige Säcke zum Versand benutzt, wenn die Anlieferung nicht in Eisentrommeln erfolgt. Ist eine Sendung im Verbraucherwerk angekommen, so sind die Säcke in einem warmüberschlagenen Raum zu stapeln bzw. die Blechtrommeln aufzustellen. Die Verpackungen sollen in keinem Falle geöffnet werden. Eine Lagerung in einem kalten Raume ist ganz und gar verfehlt. Bekanntlich haben die Preßräume, in denen in Tag- und Nachtschichten gearbeitet wird, feuchte Luft von erhöhter Temperatur. Diese Raumfeuchtigkeit wird sofort von einer kalten Preßmasse aufgenommen, und der Enderfolg ist der, daß die aus der Preßform anfallenden Preßlinge eine unschöne runzelige Oberfläche erhalten. Diese Fehlpreßlinge hat man in der Regel einer unsachgemäßen Lagerung der Rohstoffe zu verdanken. Viele, die sich nicht

von vornherein über diesen Vorgang klar sind, werden den Fehler zuerst an der Presse suchen, wo er aber nicht liegt.

Die fertiggepreßten Gegenstände bedürfen ebenso wie die Rohstoffe einer sorgsamem, sachgemäßen Lagerung. Preßmassen sind in verschiedenen Qualitäten im Handel. Die eine Typenreihe ist harzarm, die andere harzreich. Gerade der harzarme Rohstoff und damit auch der Preßgegenstand aus solcher Masse ist nicht 100proz. gegen Aufnahme von Feuchtigkeit sicher. Man soll daher nach Anfallen solcher Preßlinge aus der Preßform diese in warmen Räumen lagern, wobei sich auch gleichzeitig die inneren Spannungen, die infolge des Preßvorganges entstanden sind, ausgleichen. Warme trockene Räume sind auch noch aus einem anderen Grunde erforderlich. Bisweilen entwickelt sich beim Verpressen von Kunstharz Ammoniakgas. Dieses kann nicht restlos in kurzer Zeit entweichen, sondern hierzu ist wiederum eine Lagerung notwendig. Dringend nötig ist die Lagerung dann, wenn es sich bei den Preßlingen um Gegenstände des Haushalts handelt. Gerade bei Haushaltsgegenständen empfiehlt es sich, sogar Einzellagerung vorzunehmen. Warme, und zwar trocken-warme Räume sind erforderlich, da die Wärme die Entfernung des Ammoniaks beschleunigt.

**51. Das Kitten von Kunstharzpreßteilen.** Es ist auch heute noch vielen Presse-reien unbekannt, wie leicht es ist, Kunstharzgegenstände zu kitten. Viele der Leser dürfte es deshalb interessieren, hierüber etwas Näheres zu hören. Aus dem Laboratorium einer bekannten chemischen Fabrik wurden dem Verfasser Proben solcher Kitte, die unter dem Namen Resinol K II-Lack bzw. Resinol K II in den Handel kommen, zur Verfügung gestellt.

Zum Verkitten von Preßstücken untereinander wird ein Resinol K II-Lack in Form zweier voneinander zunächst getrennter Flüssigkeiten geliefert. Die eine davon ist der Lack, der als das eigentliche Bindungsmittel anzusehen ist, die andere eine Säure, welche erst vor dem Verwenden des Lackes demselben beigefügt werden darf. Die Verarbeitungsweise ist etwa folgende: Man gießt z. B. 100 ccm des Lackes in eine Porzellanschale oder in ein Trinkglas und setzt allmählich unter gutem Rühren 3 ccm der Säure zu. Der mit der Säure vermischte Lack ist im Verlauf von 24 Stunden aufzubrauchen, da er allmählich verdickt, schließlich fest und unverwendbar wird.

Sollen nun Kunstharzpreßteile miteinander verbunden werden, so bestreicht man die Klebestellen mit der obigen Mischung aus Lack und Säure. Die Stücke werden dann mit den bestrichenen Flächen nach oben rd. 1 Stunde beiseite gelegt, bis der Lösungsalkohol verdunstet und ein schwach klebriger Überzug zurückgeblieben ist. Alsdann werden die Stücke mit den Klebestellen aneinandergespreßt und zur Erhärtung des Kittes 12 Stunden auf 50° oder 3 Stunden auf 100° erhitzt. Bei gewöhnlicher Temperatur dauert es mehrere Tage, bis der Kitt fest geworden ist.

Will man nun nicht, wie vorstehend beschrieben, Preßteile miteinander verkitten, sondern sollen Metallteile in Preßstücke eingekittet werden, so verwendet man Resinol K II unter Zusatz von Natronlauge. Das Verarbeitungsverfahren ist in diesem Falle folgendes:

Man versetzt z. B. 100 g Resinol K II mit 10 ccm 35proz. Natronlauge und vermischt dies dann mit 100 g Füllstoff, wie Speckstein-, Bimsstein- oder Asbestpulver, so daß eine Paste entsteht. Diese stellt den gebrauchsfertigen Kitt dar. Die Härtung des Kittes erfolgt in 3 bis 4 Stunden bei 95°.

Die Verwendung der hier beschriebenen Kitte ist in der heutigen Preßtechnik vielfach von großer Bedeutung. Ihre Verarbeitung ist einfach, und der fertiggehärtete Kitt ist geruchlos.

**52. Ausrichten von gepreßten Kunstharzgegenständen.** Eine ganz bemerkenswerte Erscheinung beim Verpressen von Kunstharzen ist das Schrumpfen der aus der Preßform entfallenden Preßstücke. In vielen Fällen erleiden die Preßlinge bei der Herausnahme aus der Form Verformungen, wie z. B., es wölben sich gerne die Wandungen großer Gehäuse (Radio) nach außen oder innen; ebenso verhält es sich mit den Bodenstücken von Preßgegenständen. Das sog. Schrumpfen der Preßstücke setzt schon bei der Herausnahme aus der Form ein und kann erst als beendet angesprochen werden, wenn der Preßling vollkommen erkaltet ist. Ursache der Schrumpfung sind in der Regel die verschiedenen Wärmeausdehnungszahlen von Kunstharzen und dem Preßformstahl. Kunstharze und vorwiegend Phenolharze haben eine weit höhere Ausdehnungsziffer als der Stahl der Form. Demnach müßte nun der Preßformenkonstrukteur zur Errechnung des Schwindmaßes der Preßkörper genauestens die Ausdehnungszahl und außerdem die Preßtemperatur berücksichtigen. Gerade die Preßtemperatur ist von großer Bedeutung für das Schrumpfen der Preßgegenstände. Man hat an Hand von Versuchen festgestellt, daß bei Ermäßigung der Formtemperatur die Schrumpfung wesentlich vermindert werden konnte. Wenn man daher die Preßform vor Entnahme des Preßlings kühlen würde, so wäre dem Maß der Schwindung gesteuert.

Um nun die obenerwähnte Verformung von Preßteilen zu vermeiden, muß die Schrumpfung auf ein geringstmögliches Maß herabgesetzt werden. Vor allen Dingen sollte man bei der Konstruktion von Preßgegenständen jähe Übergänge von dicken zu dünnen Wandstärken vermeiden, da bekanntlich die dicken Wände viel langsamer abkühlen und schrumpfen als die dünneren Teile. Hierdurch entstehen in dem Preßling Spannungen, die eben die Verformung hervorrufen. Sehr zu empfehlen ist die Verwendung vorgewärmter Masse, da man durch vorgewärmte Stoffe die Schrumpfung von etwa 1% bei kalter Preßmasse auf rd. 0,6% herunterbringen kann.

Sollen nun die durch das Schrumpfen hervorgerufenen Spannungen und damit die Verformungen vermieden werden, dann muß der Gegenstand ausgerichtet werden. Sofort nach Entnahme aus der Form muß man den Preßling durch Einspannen in eine Schablone oder Lehre versteifen. Die Werkstoffe dieser Schablonen sollen ein möglichst geringes Wärmeleitvermögen haben. Ein geeigneter Werkstoff hierzu ist z. B. Holz in Form von Einsätzen. Eine weitere Möglichkeit des Ausrichtens von Preßlingen ist die, daß man den Gegenstand nach dem Erkalten und Wiedererhitzen auf eine heiße Platte stellt und mit Gewichten belastet. Außerdem kann man den Preßling nochmals rasch erwärmen und unter einer Presse zwischen die kalten Formen drücken. Dieser zweite Arbeitsgang wird wohl in der Regel als zu kostspielig angesehen, doch wenn man einen wirklich genauen Preßling benötigt, z. B. Radiokästen, so wird keine andere Wahl bleiben. Den gleichen Erfolg kann man auch dadurch erreichen, daß man die Preßform vor Herausnahme des Preßlings abkühlt.

Die Beachtung der vorstehenden Punkte beim Verpressen von Kunstharzen, sofern es sich um größere, verwickelte und teure Preßstücke handelt, ist deshalb ganz besonders nötig, weil die Schrumpfung erst lange Zeit nach Entnahme des Preßlings aus der Form beendet ist. Kommt ein Preßgegenstand eben aus der heißen Form, die etwa auf 180° C erhitzt ist, so können bis zu 25 Minuten vergehen, bis der Gegenstand erkaltet ist und dann keine weitere Schrumpfung mehr stattfindet.

**53. Bearbeitung von Kunstharzpreßteilen.** In den vorstehenden Kapiteln wurden bereits einige Behandlungsmöglichkeiten von Kunstharzpreßstücken kurz beschrieben. Nachfolgend seien nun zum Schluß noch einige Punkte erwähnt.

a) **Politur:** Bekanntlich bestehen die Preßwerkzeuge aus gut härt- und polierbaren Sonderstählen. Ist eine Preßform durchweg hochglanz poliert, so werden die daraus anfallenden Preßteile ebenfalls Hochglanz aufweisen, vorausgesetzt, daß der Preßvorgang vorschriftsmäßig vonstatten ging und ebenso die Preßform richtig behandelt wurde. Der richtige Preßgang setzt sich aus Druck, Temperatur und Preßzeit zusammen, die in bezug auf die chemischen Eigenschaften des verwendeten Kunstharzes in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen. Um aus einer hochglanzpolierten Preßform ebensolche Preßlinge zu erhalten, muß es unterlassen werden, die Form zu schmieren, da die Schmierung den Glanz der Oberflächen an Preßteilen stark vermindert (vgl. Abschn. 48 zu 3).

Die Schmierung wendet man nur dort an, wo die Preßmasse die Eigenschaft hat, an den Formwänden zu kleben. Man ist allerdings heute bestrebt, solche Preßmassen überhaupt nicht mehr zu verwenden. Ist nun einmal die Oberfläche an Preßteilen nicht so wie erwünscht oder wie erforderlich ausgefallen, so kann der Preßling einer nachträglichen Politur unterworfen werden. Genau wie Metallteile können auch die Kunstharzpreßteile mit Kreide oder einer Paste an einer umlaufenden, mit geeignetem Tuch bespannten Scheibe nachträglich poliert werden.

b) Das Entgraten der Preßlinge soll vor der Politur erfolgen, da erst der entgratete Preßling einer Politur unterzogen wird. Doch wie in den meisten Fällen sich eine Politur erübrigt, so wird es auch mit dem Entgraten sein. Je nach Bauart der Preßform sind sog. Fugen an dem Preßstück sichtbar. Feine Grate werden am besten mit der Hand durch einige Feilstriche beseitigt. Handelt es sich um einen größeren Grat, so bedient man sich zur Entfernung einer geeigneten Schleifscheibe. Erwähnt wurde, daß je nach Art der Preßform eine Gratbildung hervorgerufen wird. Man unterscheidet ja nun bekanntlich Quetschformen, geschlossene Formen und Übergangsformen. Erstere und letztere werden eine Gratbildung hervorrufen, da, wie schon der Name besagt, bei einer Quetschform überschüssiger Preßstoff aus der Preßform herausgequetscht wird, um dann einen Grat zu bilden. Erwähnt sei noch, daß bei kleinen Massenartikeln das Entgraten in großen umlaufenden Trommeln vorgenommen werden kann, ähnlich wie in der Zelluloidindustrie.

c) **Spangebende Bearbeitung.** Bohren, Abdrehen usw. wird ebenfalls nur dort vorgenommen, wo die Preßform nicht so konstruiert werden konnte, daß sich eine derartige Bearbeitung erübrigte. Der heutige Formenbau ist jedoch bestrebt, die Werkzeuge so zu gestalten, daß die Preßstücke in einem Arbeitsgang fertig anfallen.

Bei der spangebenden Bearbeitung von Kunstharzgegenständen können nur beste Bearbeitungswerkzeuge Verwendung finden, da die Abnutzung der Werkzeuge viel größer ist als bei Metallen. Man verwendet durchweg Werkzeuge mit aufgelöteten Hartmetallplättchen, besonders bei Dreharbeiten, und legt dabei eine Schnittgeschwindigkeit zugrunde, die nicht allzu hoch liegt, während der Vorschub etwa 0,8 mm betragen kann. Am häufigsten werden Preßteile gebohrt, und hierfür sind die üblichen Bohrer wenig geeignet. Es gibt dafür ziemlich spitze, wenig gewundene, hinterschiffene Sonderbohrer<sup>1</sup>.

d) Die Verschönerung von Preßstücken. Vielfach sollen die Kunstharzpreßteile mit Beschriftungen oder sonstigen Verzierungen verschönert werden.

1. *Beschriftung:* Eine Beschriftung erhält man am einfachsten dadurch, daß die Preßwerkzeuge bereits entsprechende Erhöhungen oder Vertiefungen er-

<sup>1</sup> Listen über Sonderbohrer für Kunstharzmassen sind von den Spiralbohrerfirmen zu erhalten.

halten, die sich auf das Preßstück übertragen. Sollen jedoch aus einer Preßform Preßstücke kommen, die nur zum Teil beschriftet sein sollen, so fällt die vorerwähnte Beschriftung fort, und an ihre Stelle tritt eine nachträgliche Beschriftung durch Aufdruck auf eine mattierte Fläche. Ein solcher Aufdruck ist allerdings nicht sehr widerstandsfähig. Eine weitere Möglichkeit nachträglicher Beschriftung besteht darin, daß auf dem Preßstück Zeichen eingraviert werden, die entstehenden Vertiefungen werden dann mit einer Farbmasse ausgefüllt.

2. *Intarsien*: Sehr gut ist es möglich, Holz, Leder, bereits gehärtete Gegenstände durch den Preßvorgang mit Kunstharzteilen zu verbinden, genau so gut wie es möglich ist, Metallteile mit einzupressen. Das letztere ist nicht immer leicht, weil durch die Schrumpfung der Preßteile zwischen Metallteilen und Preßstücken starke Spannungen entstehen, die leicht zu Rissen führen. Am besten werden diese Metallteile erst nachträglich angebracht, z. B. durch Einschrauben in ein fertiggereßtes Gewinde. Anders ist der Vorgang bei *Intarsien*. *Intarsien* können, wie oben erwähnt, aus den verschiedensten fremden Stoffen bestehen, die in die Form eingelegt werden. Die *Intarsien* können vor Füllung der Preßform in diese eingelegt werden, um dann mit dem Preßpulver verpreßt zu werden. Ein anderer Arbeitsgang ist der, daß zuerst die Preßmasse eingefüllt, die Form geschlossen und sofort wieder zwecks Einlegen der *Intarsien* geöffnet wird. Als dann wird die Pressung zu Ende geführt. Bei diesem Arbeitsvorgang ist ein schnelles Handeln notwendig, da sonst die eingefüllte Preßmasse auf der Oberfläche bereits zu hart ist, um einen guten Abschluß am Rande der *Intarsien* zu erhalten. Ähnlich wie bei der Beschriftung können statt eingelegter *Intarsien* an dem Preßling auch Vertiefungen ausgefräst werden, die dann nachträglich mit einer Amalgammasse auszufüllen sind.

## V. Zur Systematik der Kunstharzpreßverfahren.

Bei der Verarbeitung von Kunstharzpreßmassen kommen grundsätzlich folgende vier Verfahren in Betracht:

1. **Formpressen.** Es ist das Regelverfahren, das auch diesem Buch hauptsächlich zugrunde liegt, im allgemeinen einfach als Pressen oder als Warmpressen bezeichnet. Die Preßmasse wird kalt oder vorgewärmt als Pulver oder als Tablette in die Form eingebracht und hier unter Druck gesetzt, wobei zugleich die Form geheizt wird. Die Masse wird zunächst bildsam und bei weiter gesteigerter Temperatur fest. Die dafür verwendeten hydraulischen Pressen sind in den Abschnitten 9 bis 13 sowie 31 bis 34 beschrieben.

2. **Strangpressen.** Zur Herstellung von Stangen beliebiger Profile und von Rohren wird kalthärtende Kunstharzmasse in einem Druckzylinder erhitzt, so daß sie bildsam wird und unter dem Druck des Preßkolbens aus einem gekühlten Mundstück entsprechender Form ausströmt. Im Augenblick des Ausströmens erstarrt die Masse infolge der Abkühlung. Beim Strangpressen von Rohren befindet sich am Preßkolben ein Dorn, der bis in die Öffnung des Mundstückes hineinragt.

Bei warmhärtbaren Massen ist der Preßzylinder einschließlich der Eintrittsseite des Mundstückes nur so weit erwärmt, daß die Masse bildsam wird und fließen kann. Das Austrittsende des Mundstückes dagegen hat diejenige Temperatur, die zum Härten der Masse erforderlich ist. Die profilierten Stangen und Rohre verlassen das Mundstück also im festen Zustande (vgl. das Patent der Firma Nowack AG., Bautzen).

Obwohl die Preßmasse beim Strangpressen infolge der Preßkolbenbewegung absatzweise eingefüllt und nachgedrückt wird, tritt dennoch ein ununterbrochener Strang aus, weil die nachgefüllte Masse im Zylinder bildsam wird und mit der bereits vor dem Mundstück befindlichen beim nächsten Pressenhub zusammenschweißt.

**3. Spritzpressen.** Warmhärtbare Kunstharzmasse wird in dem Druckraum der Presse vorgewärmt und durch eine enge Düse in die geheizte Form gedrückt, wo sie heiß aushärtet (s. Abschn. 35 unter a).

**4. Spritzgußverfahren.** Die Preßmasse wird durch Erwärmung im Heizzylinder bildsam und dann durch eine Düse in die gekühlte Form gedrückt, wo sie durch Abkühlung erstarrt (s. Abschn. 35 unter b).

---

**Hydraulische Schmiedepressen und Kraftwasseranlagen.** Konstruktion und Berechnung. Von **Ernst Müller**, Duisburg. Mit 140 Abbildungen und 20 Tabellen. V, 159 Seiten. 1939. RM 18.60; gebunden RM 20.40

---

**Spanlose Formung.** Schmieden, Stanzen, Pressen, Prägen, Ziehen. Bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten. Herausgegeben von Dr.-Ing. **V. Litz**, Betriebsdirektor bei A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. („Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure“, Band IV.) Mit 163 Textabbildungen und 4 Zahlentafeln. VI, 152 Seiten. 1926. Gebunden RM 11.34

---

**Spanlose Formung der Metalle.** Von **G. Sachs** unter Mitwirkung von W. Eisbein, W. Kuntze und W. Linicus. („Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten“, Sonderheft XVI.) Mit 235 Abbildungen. 127 Seiten. 1931. RM 23.40; gebunden RM 25.20

---

**Mechanische Technologie für Maschinentechniker.** (Spanlose Formung.) Von Dr.-Ing. **Willy Pockrandt**, Gleiwitz. Mit 263 Textabbildungen. VII, 292 Seiten. 1929. RM 11.70; gebunden RM 13.05

---

**Schmiedehämmer.** Ein Leitfaden für die Konstruktion und den Betrieb. Von Privat-Dozent Dr. techn. **Otto Fuchs**, Brünn. Mit 253 Textabbildungen. VIII, 150 Seiten. 1922. RM 5.40

---

**Schmieden im Gesenk** und Herstellung der Schmiedegesenke. Von Dr.-Ing. **W. Pockrandt**, Gleiwitz. Zugleich zweite, völlig selbständig und neu bearbeitete Ausgabe des gleichnamigen Werkes von Joseph V. Woodworth. Mit 160 Abbildungen. VIII, 215 Seiten. 1920. RM 5.40; gebunden RM 8.10

---

**Das Pressen der Metalle** (Nichteisenmetalle). Von Dr.-Ing. **A. Peter**. („Werkstattbücher“, Heft 41.) Mit 72 Abbildungen im Text. 49 Seiten. 1930. RM 1.80

---

Z u b e z i e h e n d u r c h j e d e B u c h h a n d l u n g

**Gesenkschmiede.** Von **H. Kaessberg**, Beratender Ingenieur.

Erster Teil: **Gestaltung und Verwendung der Werkzeuge.** Zweite, neubearbeitete Auflage des zuerst von P. H. Schweißguth † bearbeiteten Heftes. (7.—12. Tausend.) Mit 254 Abbildungen im Text. 63 Seiten. 1938. RM 2.—

Zweiter Teil: **Herstellung und Behandlung der Werkzeuge.** Mit 117 Abbildungen im Text. 58 Seiten. 1936. RM 2.—  
(„Werkstattbücher“, Heft 31 und 58.)

---

**Freiformschmiede.**

Erster Teil: **Grundlagen, Werkstoff der Schmiede, Technologie des Schmiedens.** Von Dr.-Ing. **F. W. Duesing** und Ingenieur **A. Stodt**. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage des zuerst von P. H. Schweißguth † bearbeiteten Heftes. (7.—12. Tausend.) Mit 161 Abbildungen im Text und 3 Tabellen. 60 Seiten. 1934. RM 2.—

Zweiter Teil: **Schmiedebeispiele.** Von Ingenieur **B. Preuß** und Ingenieur **A. Stodt**. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage des zuerst von P. H. Schweißguth † bearbeiteten Heftes. (7.—11. Tausend.) Mit 21 Fertigungsplänen und 29 Abbildungen im Text. 38 Seiten. 1934. RM 2.—

Dritter Teil: **Einrichtung und Werkzeuge der Schmiede.** Von Ingenieur **A. Stodt**. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage des zuerst von P. H. Schweißguth † bearbeiteten Heftes. (7.—12. Tausend.) Mit 83 Abbildungen im Text. 52 Seiten. 1936. RM 2.—  
(„Werkstattbücher“, Heft 11, 12 und 56.)

---

**Handbuch der Ziehtechnik.** Planung und Ausführung, Werkstoffe, Werkzeuge und Maschinen. Von Dr.-Ing. **Walter Sellin**. Mit 371 Textabbildungen. XII, 360 Seiten. 1931. Gebunden RM 28.80

---

**Hilfsbuch für die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie.** Von Dr. phil. **E. Damerow** und Dipl.-Ing. **A. Herr**, Berlin. Mit 38 Abbildungen und 42 Zahlentafeln. IV, 80 Seiten. 1936. RM 9.60

---

**Die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie.** Von Dr. phil. **Ernst Damerow**, Vorsteher der Werkstoffprüfung der A. Borsig Maschinenbau-A.-G. Mit 280 Textabbildungen und 9 Tafeln. VI, 207 Seiten. 1935. RM 16.50; gebunden RM 18.—

---

Z u b e z i e h e n d u r c h j e d e B u c h h a n d l u n g

## Einteilung der bisher erschienenen Hefte nach Fachgebieten (Fortsetzung)

### III. Spanlose Formung

	Heft
Freiformschmiede I (Grundlagen, Werkstoff der Schmiede, Technologie des Schmiedens). 2. Aufl. Von F. W. Duesing und A. Stodt . . . . .	11
Freiformschmiede II (Schmiedebeispiele). 2. Aufl. Von B. Preuss und A. Stodt . . . . .	12
Freiformschmiede III (Einrichtung und Werkzeuge der Schmiede). 2. Aufl. Von A. Stodt . . . . .	56
Gesensschmiede I (Gestaltung und Verwendung der Werkzeuge). 2. Aufl. Von H. Kaessberg . . . . .	31
Gesensschmiede II (Herstellung und Behandlung der Werkzeuge). Von H. Kaessberg . . . . .	58
Das Pressen der Metalle (Nichteisenmetalle). Von A. Peter . . . . .	41
Die Herstellung roher Schrauben I (Anstauchen der Köpfe). Von J. Berger . . . . .	39
Stanztechnik I (Schnitttechnik). 2. Aufl. Von E. Krabbe . . . . .	44
Stanztechnik II (Die Bauteile des Schnittes). Von E. Krabbe . . . . .	57
Stanztechnik III (Grundsätze für den Aufbau von Schnittwerkzeugen). Von E. Krabbe . . . . .	59
Stanztechnik IV (Formstanzen). Von W. Sellin . . . . .	60
Die Ziehtechnik in der Blechbearbeitung. 2. Aufl. Von W. Sellin . . . . .	25
Hydraulische Preßanlagen für die Kunstharzverarbeitung. Von H. Lindner . . . . .	82

### IV. Schweißen, Löten, Gießerei

Die neueren Schweißverfahren. 4. Aufl. Von P. Schimpke . . . . .	13
Das Lichtbogenschweißen. 2. Aufl. Von E. Klosse . . . . .	43
Praktische Regeln für den Elektroschweißer. Von Rud. Hesse . . . . .	74
Widerstandsschweißen. Von Wolfgang Fahrbach . . . . .	73
Das Löten. 2. Aufl. Von W. Burstyn . . . . .	28
Das ABC für den Modellbau. Von E. Kadlec . . . . .	72
Modelltischlerei I (Allgemeines, einfachere Modelle). 2. Aufl. Von R. Löwer . . . . .	14
Modelltischlerei II (Beispiele von Modellen und Schablonen zum Formen). 2. Aufl. Von R. Löwer . . . . .	17
Modell- und Modellplattenherstellung für die Maschinenformerei. Von Fr. und Fe. Brobeck . . . . .	37
Kupolofenbetrieb. 2. Aufl. Von C. Irresberger. (Vergriffen, wird neu bearbeitet) . . . . .	10
Handformerei. Von F. Naumann . . . . .	70
Maschinenformerei. Von U. Lohse . . . . .	66
Formsandaufbereitung und Gußputzerei. Von U. Lohse . . . . .	68

### V. Antriebe, Getriebe, Vorrichtungen

Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine. Von O. Weidling . . . . .	54
Die Getriebe der Werkzeugmaschinen I (Aufbau der Getriebe für Drehbewegungen). Von H. Rognitz . . . . .	55
Maschinelle Handwerkzeuge. Von H. Graf . . . . .	79
Die Zahnformen der Zahnräder. Von H. Trier . . . . .	47
Einbau und Wartung der Wälzlager. Von W. Jürgensmeyer . . . . .	29
Teilkopfarbeiten. 2. Aufl. Von W. Pockrandt . . . . .	6
Spannen im Maschinenbau. Von Fr. Klautke . . . . .	51
Der Vorrichtungsbau I (Einteilung, Einzelheiten und konstruktive Grundsätze). 3. Aufl. Von F. Grünhagen . . . . .	33
Der Vorrichtungsbau II (Typische Einzelvorrichtungen, Bearbeitungsbeispiele mit Reihen planmäßig konstruierter Vorrichtungen). 2. Aufl. Von F. Grünhagen . . . . .	35
Der Vorrichtungsbau III (Wirtschaftliche Herstellung und Ausnutzung der Vorrichtungen). 2. Aufl. Von F. Grünhagen . . . . .	42

### VI. Prüfen, Messen, Anreißen, Rechnen

Werkstoffprüfung (Metalle). 2. Aufl. Von P. Riebensahm . . . . .	34
Metallographie. Von O. Mies . . . . .	64
Technische Winkelmessungen. 2. Aufl. Von G. Berndt . . . . .	18
Messen und Prüfen von Gewinden. Von K. Kress . . . . .	65
Das Anreißen in Maschinenbau-Werkstätten. 2. Aufl. Von F. Klautke . . . . .	3
Das Vorzeichnen im Kessel- und Apparatebau. Von A. Dorl . . . . .	38
Technisches Rechnen I. 2. Aufl. Von V. Happach . . . . .	52
Der Dreher als Rechner. 2. Aufl. Von E. Busch . . . . .	63
Prüfen und Instandhalten von Werkzeugen und anderen Betriebsmitteln. Von P. Heinze . . . . .	67