

2.2 Hydraulik

Die Hydraulik befaßt sich mit der Übertragung und Regelung von Kräften und Bewegungen mittels Flüssigkeiten. In den Maschinen der Druckweiterverarbeitung erfüllt die Hydraulik wichtige Aufgaben. Flüssigkeiten haben keine feste Gestalt. Sie nehmen stets die Form des Gefäßes an, in dem sie sich befinden. Wenn auf eine Flüssigkeit Druck ausgeübt wird, verteilt sich dieser Druck innerhalb der Flüssigkeit gleichmäßig auf alle Richtungen. Durch diese Eigenschaft unterscheiden sich die Flüssigkeiten von den festen Körpern. Ein fester Körper gibt den Druck nur in derselben Richtung weiter, in der dieser Druck auf ihn ausgeübt wird. Ein anschauliches Beispiel dafür bietet der Nagel, den wir in einen Holzbalken schlagen. Der in Längsrichtung des Nagels ausgeübte Schlag des Hammers treibt den Nagel vorwärts in das Holz.

Flüssigkeiten hingegen geben den Druck nicht nur in der Richtung des Drucks weiter, sondern verteilen ihn ringsum in gleicher Stärke. Ein einfaches Experiment soll das zeigen. Der in Abb. 2.2-1 im Längsschnitt dargestellte kugelähnliche Glaskolben sei mit Wasser gefüllt. Wir schieben den im Kolbenhals gelagerten Kolben nach innen und üben somit Druck auf das Wasser aus. Das Wasser spritzt nun nach allen Richtungen aus den Kolbenöffnungen heraus, überall mit gleicher Stärke.

Die gleichmäßige Druckverteilung in Flüssigkeiten erkannte bereits vor zweihundert Jahren der französische Mathematiker, Physiker und Religionsphilosoph

Blaise Pascal. Er prägte den Satz: „Wird gegen eine allseitig abgeschlossene Flüssigkeit ein Druck ausgeübt, so pflanzt sich dieser Druck in der Flüssigkeit nach allen Seiten gleichmäßig fort.“ Mit dieser Erkenntnis schuf Pascal die wissenschaftliche Grundlage für den Bau hydraulischer Pressen und Bremsen.

Wie nützlich die gleichmäßige hydraulische Druckverteilung sein kann, zeigt uns der Fußdruck auf das Bremspedal unseres Autos. Der Pedaldruck wird von der Bremsflüssigkeit in genau gleicher Stärke an die Kolben in den Bremszylindern der Räder weitergegeben. Die Hydraulik ermöglicht gleichmäßige Bremsung der Räder und sorgt damit für unsere Sicherheit.

2.2.1 Druck ist Kraft je Flächeneinheit

Die Begriffe Kraft und Druck spielen in der Hydraulik eine wichtige Rolle. Wir haben diese Begriffe bereits im Abschnitt 2.1.2 ausführlich behandelt.

Auf welche Weise macht die Hydraulik aus kleinen Kräften große? Diese Frage wollen wir mit Hilfe der in Abb. 2.2-2 im Längsschnitt schematisch angedeuteten hydraulischen Vorrichtung beantworten.

Der kleine Kolben K1 und der große Kolben K2 sind in Zylindern beweglich gelagert. Sie dichten die unter ihnen befindliche Flüssigkeit gegen den Außendruck ab. Die beiden Zylinder sind miteinander durch eine Rohrleitung verbunden. Auf den kleinen Kolben wird von oben eine nach unten gerichtete Kraft ausgeübt,

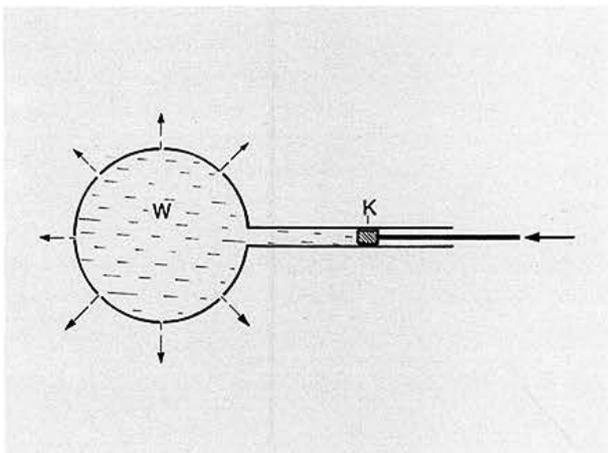


Abb. 2.2-1: Druckverteilung in Flüssigkeiten:
Das Wasser spritzt in alle Richtungen

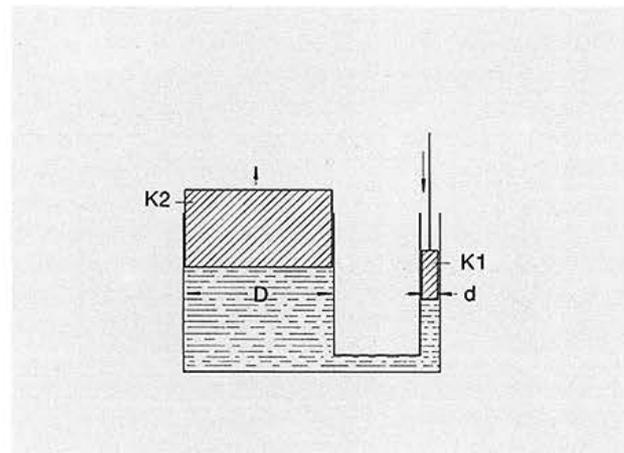


Abb. 2.2-2: Hydraulische Vorrichtung zur Kraftverstärkung

die ihn nach unten bewegt. Dadurch drückt er Flüssigkeit aus dem kleinen Zylinder heraus in den benachbarten großen Zylinder. Der große Kolben bewegt sich dadurch aufwärts. Er tut dies mit größerer Kraft. Die Ursache dafür liegt in seiner größeren Grundfläche.

Um diese Kraftumwandlung zu verstehen, wollen wir eine einfache Beispielrechnung durchführen. Wir tun dies in drei Schritten. In Abb. 2.2-2 soll der Durchmesser des kleinen Kolbens 30 mm, der Durchmesser des großen Kolbens 300 mm betragen. Zuerst sollen die Flächen und dann die Kräfte berechnet werden.

1. Frage: Wie groß sind die kreisförmigen Grundflächen der beiden Kolben?

Antwort: Der Flächeninhalt eines Kreises wird errechnet, indem man das Quadrat des Radius dieses Kreises mit der Zahl Pi malnimmt. Beim kleinen Kolben mißt der Radius 15 mm. Wir rechnen $15 \text{ mal } 15 \text{ mal } 3,14$. Das sind 706,5 Quadratmillimeter oder 7,065 Quadratzentimeter. Die Grundfläche des kleinen Kolbens ist 7,065 Quadratzentimeter groß.

Der Radius des großen Kolbens mißt 150 mm. Wir rechnen $150 \text{ mal } 150 \text{ mal } 3,14$. Das sind 70 650 Quadratmillimeter oder 706,50 Quadratzentimeter. Das ist das Hundertfache der Grundfläche des kleinen Kolbens.

2. Frage: Wir nehmen an, daß der kleine Kolben mit einer Kraft von 70,65 Newton auf die Flüssigkeit drückt. Welcher Druck ergibt sich daraus?

Antwort: Der kleine Kolben hat eine Grundfläche von 7,065 Quadratzentimeter. Um herauszubekommen, welche Kraft auf einen Quadratzentimeter wirkt, muß man die Kraft von 70,65 Newton durch die Fläche von 7,065 Quadratzentimeter teilen. Das sind 10 Newton je Quadratzentimeter. Diesen Druck übt die Flüssigkeit nun in alle Richtungen aus.

3. Frage: Mit welcher Kraft geht der große Kolben nach oben?

Antwort: Der Druck setzt sich in der Flüssigkeit in alle Richtungen gleichmäßig fort. Dieser Druck beträgt in unserem Falle 10 Newton je Quadratzentimeter. Die Grundfläche des großen Kolbens haben wir mit 706,50 Quadratzentimeter berechnet. Kraft ist die Summe aller „Drücke“. Wir müssen also 10 Newton mit 706,50 malnehmen und erhalten 7 065,00 Newton.

Was ist passiert? Die Anfangskraft von 70,65 Newton, die auf den kleinen Kolben wirkt, hat sich auf 7 065,00 Newton, also auf das Hundertfache erhöht. Um der besseren Anschaulichkeit willen haben wir bei unseren Berechnungen die kleinen Kraftverluste vernachlässigt, die durch Reibung innerhalb der Flüssigkeit

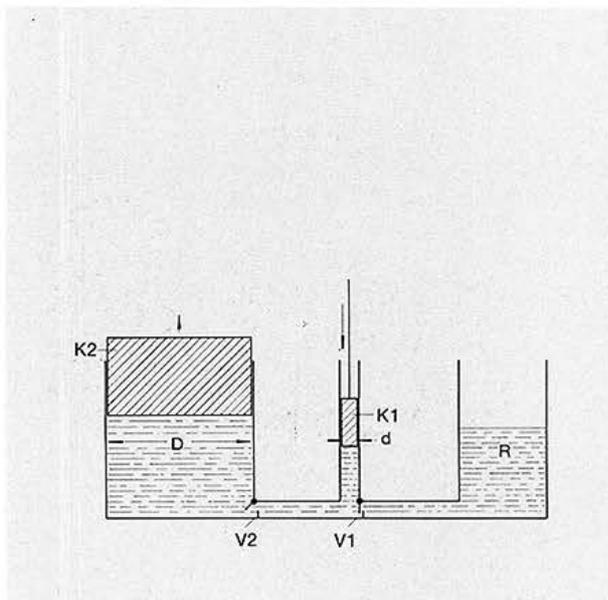


Abb. 2.2-3: Aufbauschema einer hydraulischen Presse

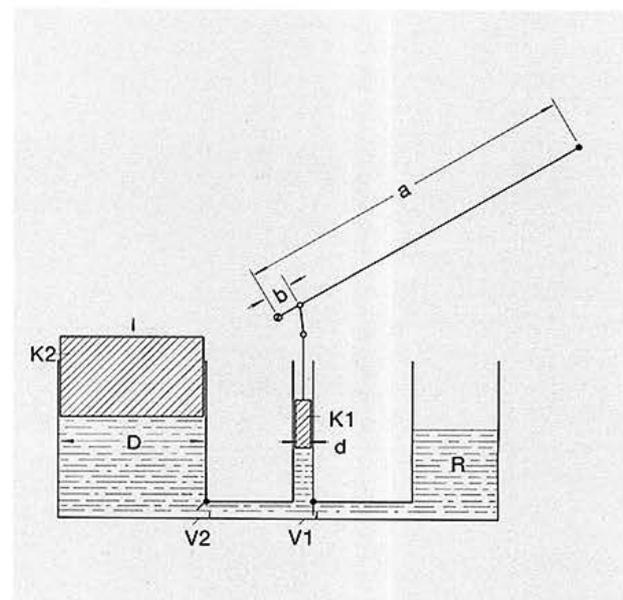


Abb. 2.2-4: Kraftverstärkung durch einen einseitigen zweiarmigen Hebel

und an den Zylinderwänden entstehen. Auch das Eigengewicht der Flüssigkeit und die sehr geringe Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeit spielen eine Rolle. In der Praxis wäre deshalb das Ergebnis um einen geringen Betrag kleiner.

Übungen

- Kreisflächen berechnen bei Angabe des Durchmessers oder des Radius.
- Druck berechnen bei Angabe der Kraft und der Fläche (Druck ist Kraft durch Fläche).
- Kraft berechnen bei Angabe der Fläche und des Drucks (Kraft ist Fläche mal Druck).

In der Hydraulik gilt die Goldene Regel der Mechanik. Sie besagt in unserem Falle, daß im gleichen Verhältnis, wie die Kraft des großen Kolbens größer wird, sich sein Weg verkleinert. Die Kraft wird hier verhundertfacht, der Weg auf den hundertsten Teil verkürzt. Die Ursache dafür liegt darin, daß der kleine Kolben bei einem einzigen Hub nur eine verhältnismäßig kleine Menge Flüssigkeit in den großen Zylinder drückt. Wenn in unserem Beispiel der kleine Kolben einen Abwärtshub von 30 mm Länge ausführt, dann bewegt sich der große Kolben nur 0,3 mm nach oben, also den hundertsten Teil von 30 mm. Das ist für praktische Zwecke zu wenig. Außerdem hat unsere Vorrichtung noch einen anderen Mangel. Beim Zurückgehen des kleinen Kolbens nach oben würde die Flüssigkeit in den kleinen Zylinder zurückfließen. Der große Kolben rutscht dann wieder nach unten zurück. Wir wollen deshalb die Vorrichtung so verbessern, daß sie diese Nachteile nicht mehr hat und zu einer hydraulischen Presse wird.

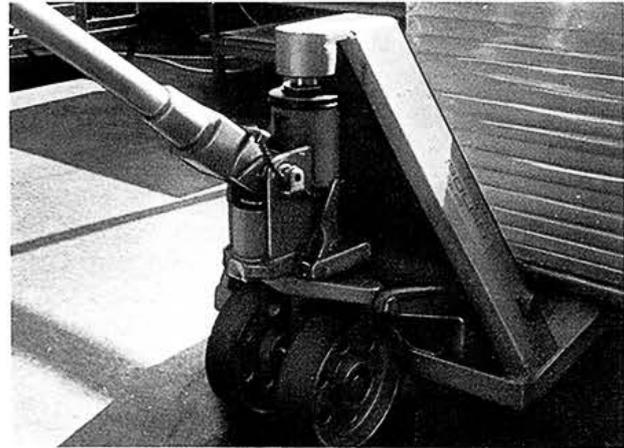


Abb. 2.2-5: Handhubwagen

2.2.2 Die hydraulische Presse

Abb. 2.2-3 zeigt die verbesserte Vorrichtung. Zwei Rückschlagventile und ein Reservebehälter sind hinzugekommen. Dieses Schema gibt nun den Aufbau einer hydraulischen Presse wieder.

Der kleine Kolben ist nun Teil einer Pumpe. Wenn er nach unten gedrückt wird, schließt sich das Rückschlagventil V1, und das Rückschlagventil V2 öffnet sich. Das Hydrauliköl dringt in den großen Zylinder ein und bewegt den großen Preßkolben nach oben. Wenn dann der kleine Kolben nach oben zurückgeht, kann das Öl nicht zurückfließen, weil sich das Rückschlagventil V2 automatisch schließt. Gleichzeitig öffnet sich das Rückschlagventil V1 und läßt neue Flüssigkeit aus dem Reservebehälter in den kleinen Pumpenzylinder strömen. Der Pumpvorgang wiederholt sich immer wieder und drückt den Preßkolben in kleinen Schritten weiter nach oben. Wir verzichten



Abb. 2.2-6: Hydraulischer Wagenheber



Z Hebezyylinder, K Hebekolben, V Sitz des Rückschlagventils der Pumpe, 1, 2, 3 Öffnungen der Durchflußkanäle, S Reservezylinder

Abb. 2.2-7: Teile eines hydraulischen Wagenhebers

hier auf das Einzeichnen einer Rücklaufleitung. Sie wird nach dem Abschluß der Hebearbeit geöffnet und läßt das Öl aus dem großen Zylinder in den Reservebehälter zurückfließen. Der große Kolben gleitet dann in die Ausgangsstellung zurück.

Verstärkt wird die Leistung einer solchen hydraulischen Presse noch durch die Verbindung mit dem in Abb. 2.2-4 angedeuteten einseitigen zweiarmigen Pumpenhebel mit dem Kraftarm a und dem Lastarm b.

Der Kraftarm a sei 100 cm lang und der Lastarm b 1 cm. Nach dem Hebelgesetz wird die Kraft, die auf den Kolben K1 wirkt, ver Hundertfacht. In unserem Rechenbeispiel gingen wir von einem Druck von 10 N je Quadratzentimeter auf die Flüssigkeit aus. Wenn wir diese 10 N auf das obere Ende des langen Kraftarms wirken lassen, wird durch die Hebelwirkung auf den kleinen Kolben ein Druck von 1 000 N je Quadratzentimeter ausgeübt. Dieser Druck gibt dem großen Preßkolben eine Kraft von 100 mal 1 000 N, also 100 000 Newton. Das sind 100 Kilonewton, kurz 100 kN. Aus einer Kraft von 10 Newton wurde eine Kraft von 100 000 Newton. Die erhebliche Kraftverstärkung wird deutlich, wenn wir uns klarmachen, daß 10 Newton der Gewichtskraft eines Liters Wasser entsprechen und 100 Kilonewton der Gewichtskraft von etwa 130 erwachsenen Personen.

Übungen

Aus dem Beispiel der Kraftverstärkung ein anderes Beispiel mit anderen Zahlen für die Länge der Hebelarme oder der Kolbenflächen bilden und durchrechnen.

Die erhebliche hydraulische Kraftverstärkung macht es möglich, daß kleine hydraulische Handhubwagen große und schwere Papierstapel anheben können. Abb. 2.2-5 zeigt einen solchen Handhubwagen. Die Zugstange dient als Pumpenhebel für die unter ihr befindliche kleine hydraulische Presse. In ihren Maßen entspricht diese Zugstange unserem Rechenbeispiel.

Zum Bordwerkzeug vieler Autos gehört heute der in Abb. 2.2-6 dargestellte kleine hydraulische Wagenheber. Mit der Knebelschraube im Fuß des Wagenhebers wird die Rücklaufleitung geöffnet. Der Hebelkolben läßt sich dann von Hand nach unten in den Hebezyylinder hineindrücken. Um den Hebezyylinder herum ist der dicke Reservezylinder S montiert. Das V unterhalb der kleinen Kolbenpumpe kennzeichnet den Sitz des Rückschlagventils.

Wir haben einen solchen kleinen Wagenheber auseinandergeschraubt, um seinen Aufbau zu untersuchen. Abb. 2.2-7 ist ein Foto der Teile. Ganz links liegt der Hebezyylinder Z und dahinter sein Kolben K. Rechts davon befindet sich das Grundgestell mit der

Pumpe und dem Ventil V. Die Ziffern 1, 2 und 3 markieren die Öffnungen der Durchflußkanäle.

Der mit einem S gekennzeichnete große Zylinder ganz rechts bildet im montierten Zustand rings um den Hebezyylinder Z einen Hohlraum für das Reserveöl. Das von der Pumpe nach unten gedrückte Öl tritt aus der Kanalöffnung bei 2 in den Hebezyylinder hinein. Wenn dann der Pumpenkolben für den nächsten Hub nach oben zurückgeht, schließt sich das Rückschlagventil V. Gleichzeitig tritt Reserveöl bei 1 in den Durchflußkanal und gelangt durch ihn hindurch in den Pumpenzylinder. Die nächsten Pumpvorgänge drücken weiteres Öl in den Hebezyylinder. Der Kolben K hebt sich schrittweise.

Um den Hebelkolben wieder abzusenken, öffnet man mit der Knebelschraube die Rücklaufleitung. Das Hydrauliköl fließt dann bei 2 in den Kanal hinein und tritt bei 3 nach oben heraus in den Reserveraum.

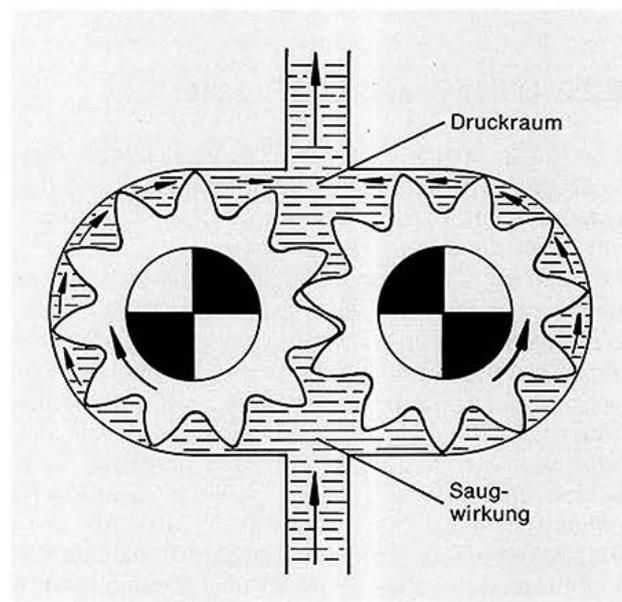


Abb. 2.2-8: Schema einer Zahnradpumpe

2.2.3 Hydraulische Rotationspumpen

Kolbenpumpen finden wir vorwiegend in den soeben beschriebenen kleinen, von Hand betriebenen hydraulischen Pressen. Für größere Leistungen und für Dauerbetrieb verwendet man elektromotorisch angetriebene Zahnradpumpen oder Flügelzellenpumpen. Abb. 2.2-8 stellt eine Zahnradpumpe schematisch im Längsschnitt dar. Sie besteht aus dem Gehäuse, zwei Zahnradern und den Dichtungen.

Die Zahnräder drehen sich gegenläufig in den Pfeilrichtungen. Wo die sich kämmenden Zähne auseinanderlaufen, entsteht in der Flüssigkeit ein Unterdruck. Er saugt weiter Flüssigkeit an. Sie füllt die Kammern zwischen den Zähnen aus, wird dann herumgeführt und oben zusammengedrängt. Vor der Ausflußöffnung entsteht Überdruck.

Die Zahnradpumpe erzeugt bei gleichbleibender Drehzahl der Zahnräder einen fast gleichmäßigen Flüssigkeitsstrom. Darin liegt ein Vorteil gegenüber der Kolbenpumpe, die einen stark pulsierenden Flüssigkeitsstrom hervorruft. Außer in hydraulischen Pressen ist die Zahnradpumpe auch in den automatischen Umlaufschmierungen moderner Maschinen und Kraftfahrzeugmotoren anzutreffen.

Abb. 2.2-9 zeigt das Schema einer Flügelzellenpumpe. Sie besteht aus dem Gehäuse und dem Drehkörper mit den Flügelzellen. Diese enthalten Schieber, die ständig von Druckfedern gegen die Innenwand des Pumpengehäuses gedrückt werden. Der Drehkörper ist in dem zylindrischen Gehäuse außerhalb der Mitte gelagert. Dadurch werden die Schieber zu ständigen Hin- und Herbewegungen gezwungen. Sie treten dabei ein Stück aus dem Drehkörper heraus und gleiten dann wieder zurück. Der Drehkörper rotiert entgegen dem Uhrzeigersinn. Die oben nach links gleitenden Schieber grenzen einen immer größer werdenden Raum ab und erzeugen so einen Überdruck. Sobald ein Schieber die Einflußöffnung erreicht, wird Flüssigkeit angesaugt. Bei der weiteren Drehung verengt sich der Raum. Dadurch strömt die Flüssigkeit unter Druck aus der Ausflußöffnung heraus. Die Flügelzellenpumpe erzeugt bei gleichbleibender Drehzahl einen fast gleichmäßigen Flüssigkeitsstrom.

Eine weitere Pumpenart arbeitet mit einer Schraubspindel, die innerhalb eines Rohres rotiert. Das Gewinde dieser Schraubspindel schiebt während seiner Drehung die Flüssigkeit nach oben und liefert einen gleichmäßigen Flüssigkeitsstrom. Abb. 2.2-10 zeigt den schematischen Längsschnitt einer Schraubspindelpumpe. Die Erfindung der Schraubspindelpumpe wird Archimedes zugeschrieben. Man bezeichnet diese Pumpe deshalb auch als Archimedische Schraube. Sie dient den Ägyptern seit Jahrhunderten zur Bewässerung der Felder am Nil.

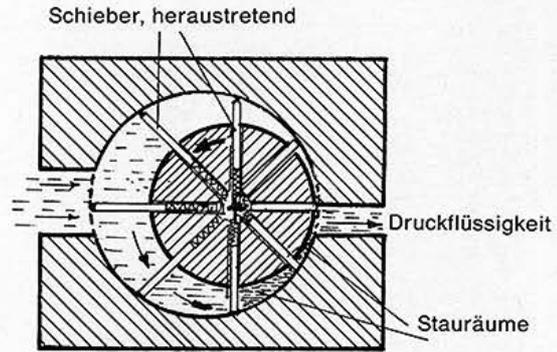


Abb. 2.2-9: Schema einer Flügelzellenpumpe

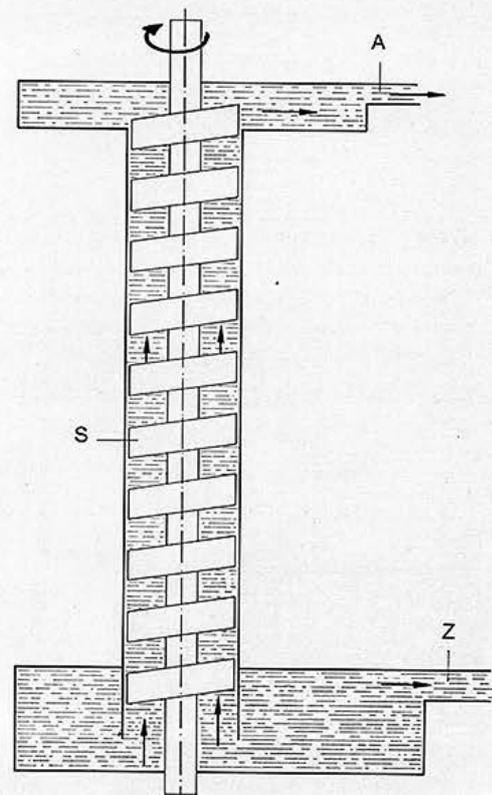


Abb. 2.2-10: Schraubspindelpumpe: S im Rohr rotierende Schraubspindel, Z Zufluß, A Abfluß

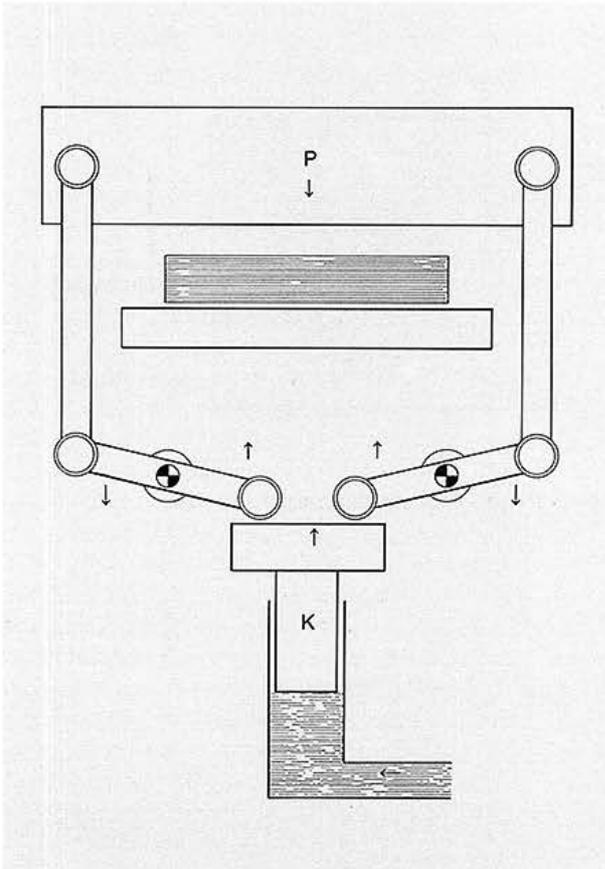


Abb. 2.2-11: Eine hydraulische Vorrichtung zieht den Preßbalken der Schneidemaschine herab: K Hydraulikkolben, P Preßbalken

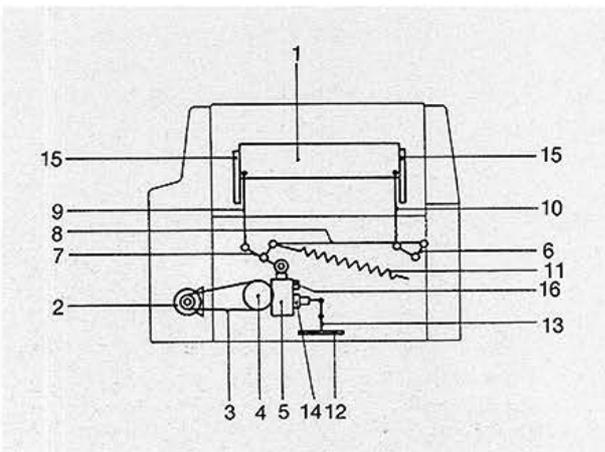


Abb. 2.2-12: Hydraulische Pressung an einer Schneidemaschine: 1 Preßbalken, 2 Motor, 3 Riemen, 4 Hydraulikpumpe, 5 Hydraulikaggregat, 6, 7 Hebel, 8, 9, 10 Zugstangen, 11 Rückhol- und Ausgleichsfeder, 12, 13 Schnittandeuterpedal mit Gestänge, 14 Steuermagnet, 15 Führungsleisten

2.2.4 Hydraulische Vorrichtungen in Schneidemaschinen

Gut geeignet ist die Hydraulik für den Antrieb des Preßbalkens in den Schneidemaschinen. Sie bietet hier nämlich die Möglichkeit, den Druck des Preßbalkens auf das Schneidgut feinfühlig und stufenlos einzustellen, und zwar unabhängig von der jeweiligen Höhe des zu schneidenden Stapels.

Das Aufbauschema eines hydraulischen Preßbalkenantriebs zeigt Abb. 2.2-11. Wenn der Hydraulikkolben K nach oben geht, ziehen symmetrische Hebelverbindungen den Preßbalken P zu beiden Seiten nach unten. Abb. 2.2-12 zeigt den Aufbau einer Schneidemaschine, bei der die Bewegung des Preßbalkens von einem ölhydraulischen Aggregat geregelt wird.

Zur Anpassung an die Härte des jeweiligen Schneidgutes wird die Vorpreßzeit stufenlos reguliert. In der Normalstellung „weiches Papier“ ist die Vorpreßzeit automatisch länger. Dadurch kann die Luft besser aus dem Stapel entweichen. Nach dem Schnitt bewirkt die Ausgleichsfeder den Rückzug des Preßbalkens.

Der Preßbalken läßt sich durch Antippen des Fußpedals auch als Schnittandeuter mit besonders niedrigem Sicherheitsdruck verwenden. Die Maschine besitzt außerdem einen optischen Schnittandeuter.

Die Abb. 2.2-13 zeigt ein Hydraulik-Aggregat einer Schneidemaschine. Vor dem Gehäuse rechts unten befindet sich das Antriebsrad mit der Nut für den Keilriemen. Hinter dem Antriebsrad sitzt im Gehäuse die Hydraulikpumpe. Das Ölfilter ragt unter der Pumpe hervor. Von der Pumpe aus laufen Druckleitungen zu den Regelventilen und zum Arbeitszylinder. Durch den Ausschnitt in der linken Seitenwand blicken wir auf die Köpfe der Regelventile.

Häufig muß bei der Erledigung eiliger Aufträge mit möglichst niedrigem Preßbalkendruck gearbeitet werden. Das gilt besonders in jenen Fällen, in denen es sich um Druckbogen handelt, deren Farbaufdrucke noch nicht restlos durchgetrocknet sind. In den modernen Schneidemaschinen läßt sich der Preßbalkendruck stufenlos und feinfühlig einstellen. Abb. 2.2-14 zeigt schematisch den Aufbau des Hydraulikaggregats einer Schneidemaschine.

2.2.5 Hydraulische Kupplung

Abb. 2.2-15 zeigt das Schneckenradgetriebe des Messerantriebes einer Schneidemaschine mit hydraulisch bewegter Kupplung.

Unterhalb des Zahnrades befindet sich die Schnecke, die während ihrer Drehung das Zahnrad und damit die Kurbel des Messerantriebes bewegt. Ganz links im Bild erkennen wir die untere Hälfte des Antriebs-

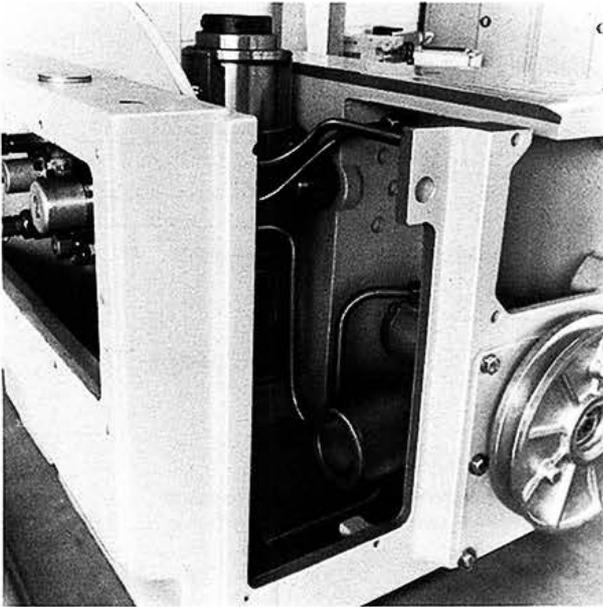


Abb. 2.2-13: Blick in das Hydraulik-Aggregat einer Schneidemaschine

rades. Die obere Radhälfte wurde abgeschnitten, um die Kugellager sichtbar zu machen. Die keilförmigen Ausschnitte im Rand lassen die Nut für den Antriebskeilriemen erkennen. Rechts neben dem Antriebsrad befindet sich der Teller der Reibungskupplung. Er befindet sich jetzt im eingekuppelten Zustand und hat deshalb Kontakt mit dem Kupplungsbelag des Antriebsrades. In die rechts vom Kupplungsteller befindlichen Schlitze greifen Keile ein. Durch sie wird die Schnecke bei der Drehbewegung mitgenommen.

Dicht am rechten Bildrand ist der Hydraulikkolben erkennbar. Links daneben befinden sich eine Spiraldruckfeder und ein Dichtring. Das Hydrauliköl hat den Kolben nach links gedrückt. Diese Bewegung wurde von einer Stange weitergeleitet, die durch die hohle Schnecke hindurch nach links bis zum Kupplungsteller reicht. Die Stange läuft durch das Kugellager ganz rechts. In den beiden größeren Kugellagern rotiert der Zapfen der Schnecke. Im ausgekuppelten Zustand steht die Schnecke still. Das vom Keilriemen angetriebene Antriebsrad rotiert ständig. Die weiße Kurvenscheibe im oberen Bildteil sitzt auf der Hauptwelle. Sie gehört zu einem elektrischen Schaltgetriebe, das den Rücklauf des Messers auslöst.

Es gibt auch Schneidemaschinen, in denen nicht nur der Preßbalken, sondern auch das Messer hydraulisch herabgezogen wird. Abb. 2.2-16 zeigt den schematischen Aufbau einer solchen Schneidemaschine. Links und rechts im Grundgestell ist je ein Hydraulikzylinder gelagert. Der linke Hydraulikzylinder bewegt

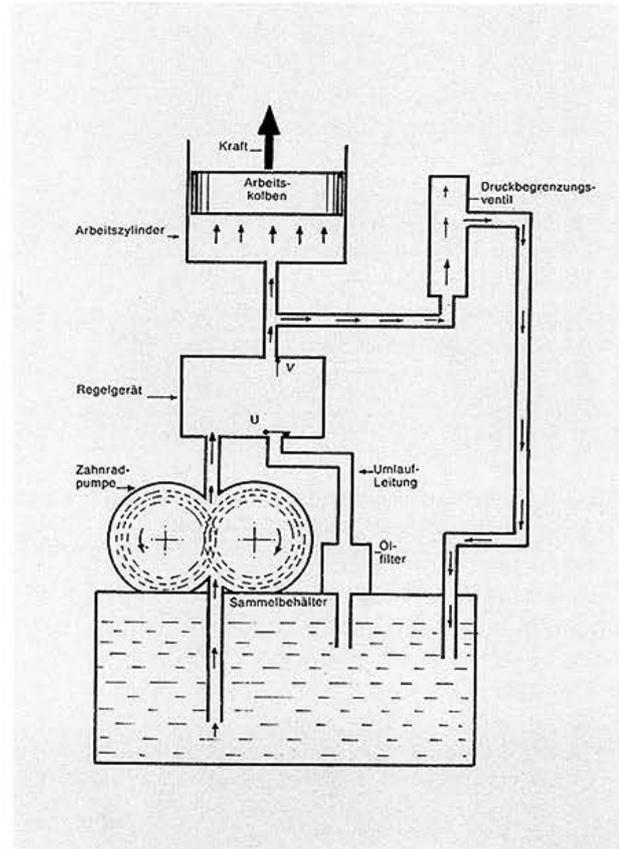


Abb. 2.2-14: Vereinfachtes Schema der hydraulischen Kreisläufe einer Schneidemaschine

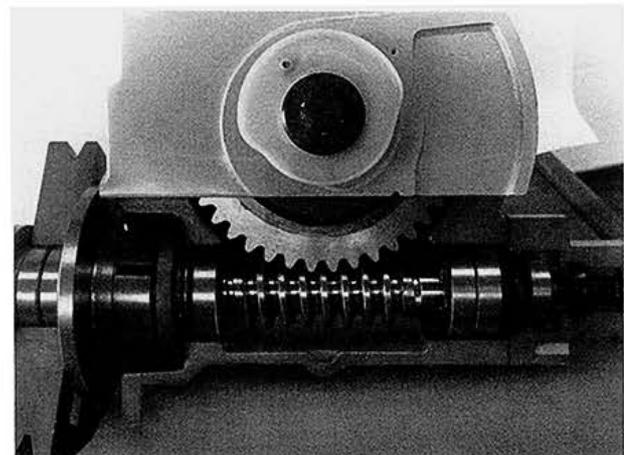


Abb. 2.2-15: Schneckenradgetriebe des Messerantriebes einer Schneidemaschine mit hydraulisch bewegter Kupplung

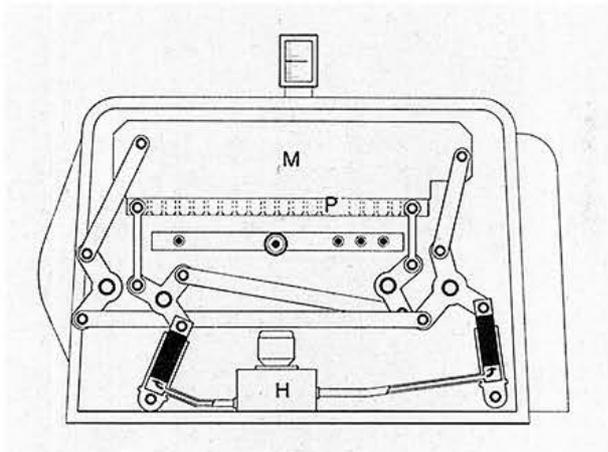


Abb. 2.2-16: Schneidemaschine mit hydraulischem Antrieb des Preßbalkens und des Messers:
H Hydraulikaggregat, P Preßbalken, M Messer

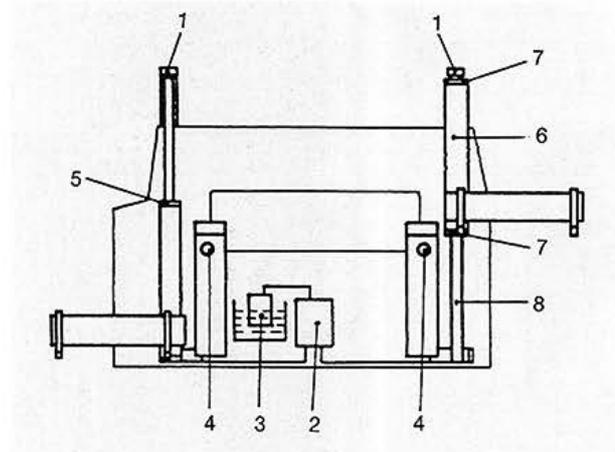


Abb. 2.2-17: Schema einer Schneidemaschine:
1 Stapelheber, 2 hydraulische Ventile, 3 Hydraulikaggregat, 4 Hebelschalter, 5 mechanische Anschläge, 6 Hydraulikzylinder, 7 Dichtringe, 8 Führungskolben

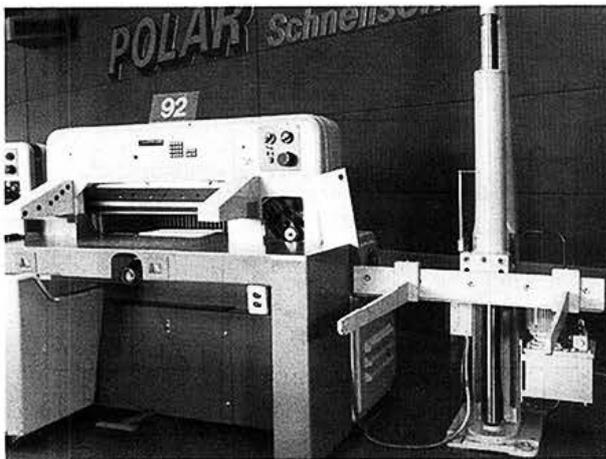


Abb. 2.2-18: Stapellift mit hydraulischem Antrieb

den Preßbalken, der rechte das Messer. Der Preßbalken ist auch hier mittels eines Hebelantriebes als Schnittandeuter verwendbar. Ein in der Höhe einstellbarer Mikroschalter beendet die Abwärtsbewegung des Messers, wenn dieses seinen tiefsten Punkt erreicht hat. Das Messer geht dann stark beschleunigt zurück. Ein Überdruckventil schützt die Maschine vor Überbelastung.

2.2.6 Hydraulische Stapelheber

Moderne Stapelheber können dank der Hydraulik großformatige und schwere Papierstapel anheben.

Es gibt Stapelheber, die ihren Antrieb von der Hydraulik der Schneidemaschine erhalten und andere mit eigenem hydraulischen Antrieb, die sich auch in Fertigungsstraßen einsetzen lassen.

Schneidemaschinen können je nach Bedarf zu beiden Seiten oder auf nur einer Seite mit einem Stapelheber ausgerüstet werden. In Abb. 2.2-17 sind Stapelheber zu beiden Seiten einer Schneidemaschine montiert. Die Hydraulik der Schneidemaschine wird auch für die Stapelheber verwendet. Die beiden Hebelschalter an der Schneidemaschine bewirken die Auf- und Abwärtsbewegung der Stapel. Mechanische Anschläge im Zylinder begrenzen die Hubstrecke. Ein Überdruckventil schützt vor Überbelastungen.

In Abb. 2.2-18 steht ein Stapellift rechts neben einer Schneidemaschine. Die beiden Liftgabeln lassen sich seitlich verschieben und bis zu 90 Grad schwenken und somit allen Arten und Formaten der Stapelpaletten anpassen. Unterhalb der rechten Liftgabel ist das Gehäuse des Hydraulik-Aggregats erkennbar. Auf dem Gehäusedeckel sitzt der Elektromotor.

Die Hubbewegung erfolgt durch Knopfdruck oder automatisch über eine programmierbare Tastatur. Die Senkbewegung wird auch durch einen Fußhebel ausgelöst.

2.2.7 Der Speicher – das Schwungrad der Hydraulik

Der hydraulische Speicher besteht aus einem Stahlbehälter, in dem sich eine mit Stickstoff gefüllte elastische Blase befindet. Ein Tellerventil verbindet den

Speicher mit der Druckleitung des Hydrauliksystems. Abb. 2.2-19 stellt einen hydraulischen Speicher schematisch im Längsschnitt dar.

Die Speicherblase ist durch das obere Ventil mit Stickstoff gefüllt worden. Stickstoff ist ein Gas. Es läßt sich – wie andere Gase – durch Druck stark verdichten, also auf einen kleineren Raum zusammenpressen. Stickstoff hat gegenüber anderen Gasen den Vorteil, daß er nicht brennt und deshalb keine Explosionsgefahren mit sich bringt.

Beim Einschalten der hydraulischen Pumpe baut sich in den Rohrleitungen zum Arbeitszylinder ein Druck auf. Das hydraulische Öl dringt dabei auch durch das geöffnete Tellerventil in den Speicher und preßt die Speicherblase zusammen. Abb. 2.2-20 deutet die zusammengepreßte Speicherblase an.

Je stärker die Blase zusammengepreßt wird, um so mehr hat der Stickstoff das Bestreben, sich wieder auszudehnen, um so mehr Energie wird gespeichert. Wenn dann im Hydrauliksystem durch eine Störung oder Undichtheit der Druck nachzulassen droht, dehnt

der Stickstoff die Speicherblase aus und drückt hydraulische Flüssigkeit in das Leitungssystem zurück. Dadurch wird der Druck im System für eine begrenzte Zeit aufrechterhalten und ein plötzlicher Druckabfall vermieden.

Die Wirkungsweise des Speichers ist mit dem Schwungrad einer Maschine vergleichbar. Das rotierende Schwungrad hat in seiner großen Masse Schwungenergie (kinetische Energie) aufgespeichert. Es hilft der laufenden Maschine, Stellen mit hoher Belastung ohne Geschwindigkeitsabfall zu überwinden und sorgt auf diese Weise für einen ruhigen und stoßfreien Lauf. Ebenso verhält sich der hydraulische Speicher. Er nimmt Energie auf und hält sie bereit, um Druckschwankungen auszugleichen. Wenn die Hydraulik für kurze Zeiten hohe Kräfte aufbringen muß, gibt der Speicher aufgespeicherten Druck ab und erspart damit die Aufstellung einer großen und teuren Pumpe. Eine kleine Pumpe kann in den Zeiträumen geringer Belastung den Speicher immer wieder mit Energie auffüllen.

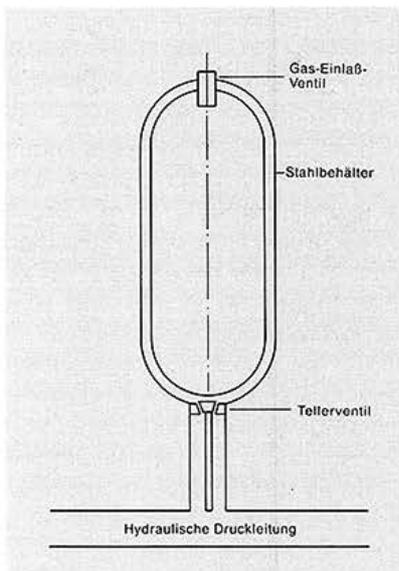


Abb. 2.2-19:
Längsschnitt
durch einen hydraulischen
Speicher

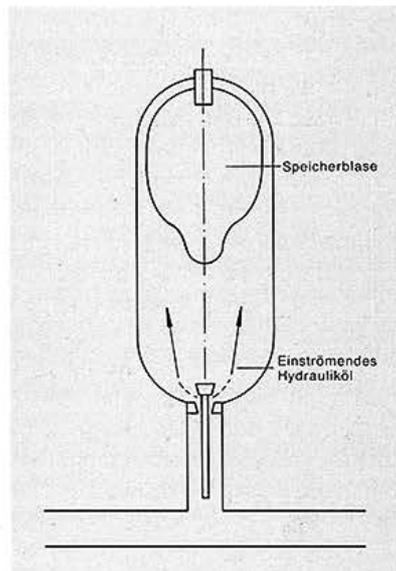


Abb. 2.2-20:
Der Druck des Hydrauliköls
hat die mit Stickstoff gefüllte Blase
zusammengepreßt

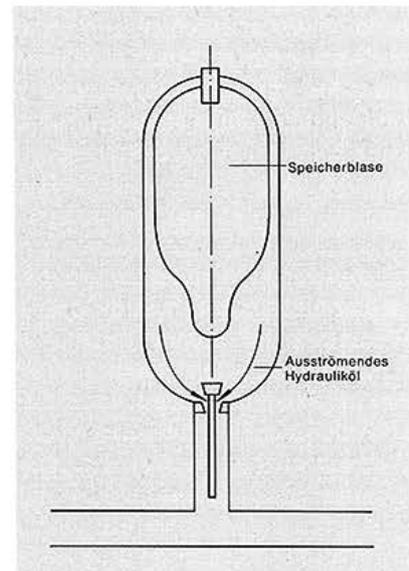


Abb. 2.2-21:
Bei einer Störung des Pumpensystems
strömt das Öl aus dem Speicher
in die Druckleitung zurück und hält
den Druck konstant

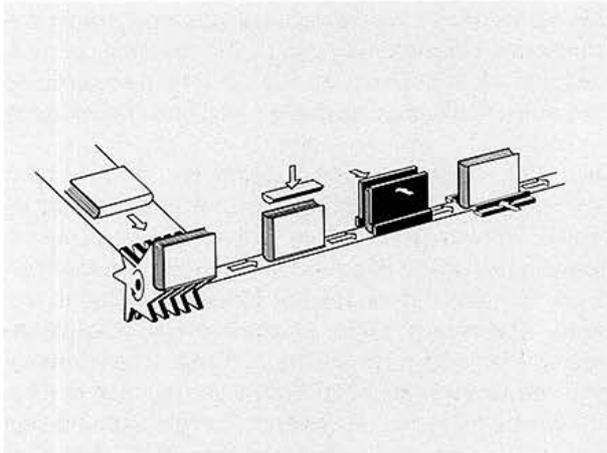


Abb. 2.2-22: Schema der Arbeitsvorgänge in einer Buchformpresse

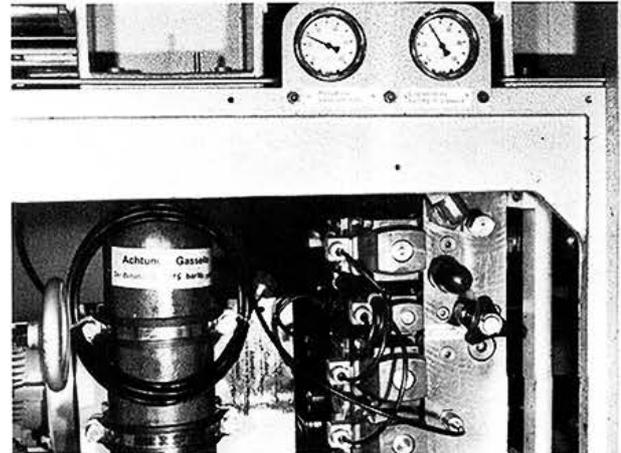


Abb. 2.2-23: Bedienungsseite der Hydraulik der Buchformpresse

Der Speicher vermindert die bei Schaltvorgängen auftretenden Druckspitzen. Er glättet den von der Pumpe kommenden, pulsierenden Flüssigkeitsstrom, dämpft Schwingungen und Geräusche. Er dient als Energiequelle, wenn die Pumpe ausfällt. Der jeweils begonnene Arbeitsvorgang kann zu Ende geführt werden. Wir finden hydraulische Speicher in der nachstehend beschriebenen Buchformpresse.

2.2.8 Hydraulik in Buchformpressen

In der Buchherstellung erfüllt die Hydraulik wichtige Aufgaben. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, große Preßkräfte zu erzeugen. Das geschieht ohne großen Platzbedarf für die Aggregate. Die Bücher müssen zum Beispiel nach dem Einhängen ganzflächig gepreßt werden und gleichzeitig mittels Falzeinbrennschienen das sogenannte Scharnier erhalten, damit sie sich leicht aufklappen lassen. In Abb. 2.2-22 ist das Schema der Arbeitsvorgänge in einer Buchformpresse dargestellt.

Das Buch kommt flachliegend auf dem Einführband von oben rechts zum Sternanleger. Dieser richtet das Buch so auf, daß es exakt auf dem Rücken stehend vom Transporteur erfaßt und paßgerecht in die Formgebungstation geführt werden kann.

Beim Einfahren des aufrechtstehenden Buchblocks in die Falzeinbrenn- und Preß-Station drückt ein zur vorgesehenen Buchblockrundung passendes Formstück den Buchblock fest in die Decke. Hin- und hergehende Transportwagen mit Falzeinbrennschienen transportieren die Bücher durch die Preßstation. Das

fertig geformte Buch wird flach auf das Transportband gelegt und weiterbefördert.

Das hydraulische System der Maschine hat zwei voneinander getrennte Druckbereiche. Einen Niederdruck- und einen Hochdruckbereich.

Die Transportbewegungen erfolgen mit hydraulischem Niederdruck. Hoher hydraulischer Druck wird für die Preßplatten und Falzeinbrennschienen aufgebracht. Auch bei Büchern unterschiedlicher Dicke muß der Preßdruck gleich bleiben.

Abb. 2.2-23 gewährt uns Einblick in die Hydraulik einer von der Schutzverkleidung befreiten Buchformpresse. Im oberen Teil der Abb. erkennen wir zwei Manometer. Das rechte zeigt den Einbrenndruck, das linke den Preßdruck an. Der Einbrenndruck kann mit Hilfe des sternförmigen Drehgriffs unterhalb des rechten Manometers eingestellt werden. Dieser Druck soll, je nach der Art des Deckenmaterials, zwischen 25 und 35 bar liegen. Der vom linken Manometer angezeigte Preßdruck beträgt 80 bar. Er wird vom Werk eingestellt und darf nicht verändert werden.

Der große zylindrische Behälter unten links ist ein Speicher. Der Stickstoff in seiner Blase wird mit einem Druck von 30 bar zusammengepreßt. Dieser Speicher ermöglicht eine platzsparende und wirtschaftliche Bauweise. Der Bedarf an hydraulischem Druck ist hoch. Während des Laufes der Maschine müssen die Hydraulikzylinder in jeder Minute vierzigmal gefüllt und entleert werden. Wenn der Speicher nicht vorhanden wäre, müßte eine große Pumpe mit erheblichem Platzbedarf montiert werden. Der Speicher nimmt in den Zeiten geringen Druckbedarfs das Öl der weiterarbeitenden Pumpe auf. Diese Energiereserve er-

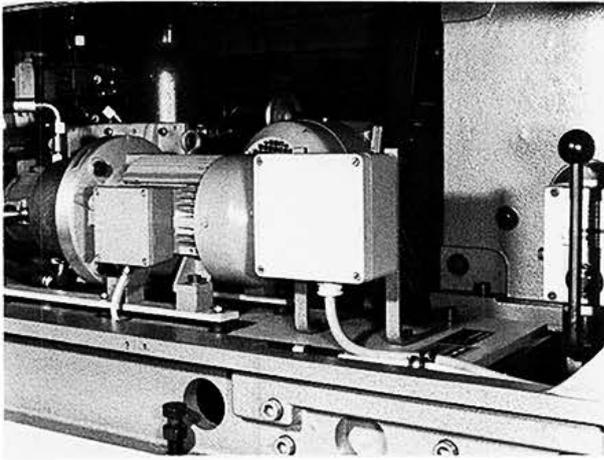


Abb. 2.2-24: Geöffnete Rückseite des Hydraulikaggregats

gänzt damit in den Belastungsphasen die Pumpenleistung.

Abb. 2.2-24 gewährt einen Blick in die geöffnete Rückseite der Hydraulikanlage. Das Foto zeigt die größere der beiden Hydraulikpumpen. Sie läuft bei eingeschalteter Maschine ständig. Die zweite Hydraulikpumpe steht während der hydraulischen Transportbewegungen still. Sie schaltet sich nur in jenen Zeitabschnitten ein, in denen besonders hohe Kräfte aufzubringen sind. Das ist beim Einbrennen der Falze und beim Pressen der Bücher der Fall. In einem zweiten Speicher herrscht ein Druck von 40 bar. Aus Sicherheitsgründen befindet sich Stickstoff in den Blasen beider Speicher. Stickstoff ist ein Schutzgas gegen Oxydation und Entflammung. ■