

**WERKSTATTBÜCHER**

**HERAUSGEBER EVGEN SIMON**

**HEFT 44**

**E. KRABBE**

**STANZTECHNIK**

**1. TEIL**



**SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH**

# WERKSTATTBÜCHER

## FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER

### HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON, BERLIN

Bisher sind erschienen (Fortsetzung):

Heft 35: Der Vorrichtungsbau.

II: Bearbeitungsbeispiele mit Reihenplanmäßig konstruierter Vorrichtungen. Typische Einzelvorrichtungen.  
Von Fritz Grünhagen.

Heft 36: Das Einrichten von Halbautomaten.  
Von J. van Himbergen, A. Bleckmann, A. Waßmuth.

Heft 37: Modell- und Modellplattenherstellung für die Maschinenformerei.  
Von Fr. und Fe. Brobeck.

Heft 38: Das Vorzeichnen im Kessel- und Apparatebau.  
Von Ing. Arno Dorl.

Heft 39: Die Herstellung roher Schrauben. I. Anstauchen der Köpfe.  
Von Ing. J. Berger.

Heft 40: Das Sägen der Metalle.

Von Dipl.-Ing. H. Hollaender.

Heft 41: Das Pressen der Metalle (Nichteisenmetalle).

Von Dr.-Ing. A. Peter.

Heft 42: Der Vorrichtungsbau.

III: Wissenschaftl. Herstellung und Ausnutzung der Vorrichtungen.  
Von Fritz Grünhagen.

Heft 43: Das Lichtbogenschweißen.

Von Dipl.-Ing. Ernst Klosse.

Heft 44: Stanztechnik. I: Schnitttechnik.

Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.

Heft 45: Nichteisenmetalle. I: Kupfer, Messing, Bronze, Rotguß.

Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.

In Vorbereitung bzw. unter der Presse befinden sich:

Fellen. Von Dr.-Ing. Bertold Buxbaum.

Öle in der Werkstatt. Von Dr. Ing. Karl Krekeler.

Zahnräder I. Von Dr.-Ing. G. Karras.

Stanztechnik II. Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.

Stanztechnik III. Von Dr.-Ing. Walter Sellin.

---

**Die moderne Stanzerei.** Ein Buch für die Praxis mit Aufgaben und Lösungen. Von Ing. Eugen Kaczmarek. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 186 Textabbildungen. VIII, 209 Seiten. 1929.

RM 13.—; gebunden RM 14.40

---

**Die Berechnung des Werkstoffverbrauches bei gestanzten, gezogenen und gedrehten Gegenständen im Bereich der Metallindustrie.** Von Ing. Leonhard Glück. Mit 125 Textabbildungen und 10 Zahlentafeln. V, 91 Seiten. 1923.

Gebunden RM 4.—

---

**Das autogene Schweißen und Schneiden mit Sauerstoff.**

Handbuch zum Studium, zur Einrichtung und zum Betriebe von Sauerstoff-Metallbearbeitungsanlagen. Von Ing. Felix Kagerer. Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage. (Technische Praxis, Bd. I.) Mit 127 Abbildungen u. 15 Tabellen. 278 Seiten. 1923.

Gebunden RM 3.—

---

**Vielschnittbänke, ihre Konstruktion und Arbeit.** Von Professor Dr. techn. Max Kurrein, Obering., Berlin. Mit 164 Abbildungen und 3 Zahlentafeln. 114 Seiten. 1929.

Gebunden RM 15.—

---

**Schmieden und Pressen.** Von P. H. Schweißguth, Direktor der Teplitzer Eisenwerke. Mit 236 Textabbildungen. IV, 110 Seiten. 1923.

RM 4.—

**WERKSTATTBÜCHER**  
**FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER**  
**HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON, BERLIN**

HEFT 44

# Stanztechnik

Erster Teil

## Schnittechnik

Technologie des Schneidens. Überblick  
über Werkzeuge und Maschinen

Von

**Dipl.-Ing. Erich Krabbe**

Unter Mitarbeit von Herrn Oberingenieur **W. Meier**  
vom Kleinbauwerk der Siemens-Schuckert-Werke

Mit 129 Abbildungen im Text



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1932

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	3
<b>I. Die Grundlagen des Schneidens</b> . . . . .	3
A. Der Schnittvorgang . . . . .	3
1. Die einfache Schneide S. 3. — 2. Das Kräftespiel bei zwei Schneiden S. 4. —	
3. Verhalten des Werkstoffes bei der Beanspruchung durch diese Kräfte S. 4. —	
4. Der Schnitt mit Scherschräge S. 5.	
B. Reibung beim Schnitt . . . . .	7
5. Ursache der Reibung S. 7. — 6. Mittel zur Verkleinerung der Reibung S. 7.	
C. Das Lochen . . . . .	8
7. Der Lochvorgang S. 8. — 8. Mittel zur Herabsetzung des Schnittdruckes beim	
Lochen S. 9.	
<b>II. Folgerungen aus dem Schnittvorgang</b> . . . . .	10
A. Für die Schneiden . . . . .	10
9. Anforderungen an den Werkstoff der Schneiden hinsichtlich Festigkeit und	
Zähigkeit S. 10. — 10. Härte der Schneiden S. 10. — 11. Glätte und Sauberkeit	
der Schneiden S. 12. — 12. Schneide mit spitzem Keilwinkel S. 12. — 13. Herab-	
setzung der Reibung S. 14. — 14. Ausnützung der Reibung S. 15. — 15. Anwen-	
dung der Scherschräge S. 16. — 16. Schneidenformen für besondere Fälle S. 16.	
B. Folgerungen aus dem Ablauf des Schnittvorganges für den Werkstoff . . . . .	18
17. Die Möglichkeit des Schneidens hängt von der Eigenart des Werkstoffes ab S.18.	
— 18. Bedeutung der Werkstoffdicke für das Schneiden S. 19. — 19. Gefüge-	
änderung beim Schneiden S. 19. — 20. Vermeidung von Biegungserscheinungen	
am Streifenrand S. 20.	
<b>III. Kraft- und Leistungsbedarf bei verschiedenen Werkstoffen</b> . . . . .	21
A. Allgemeines . . . . .	21
21. Der Kraftbedarf S. 21. — 22. Der Leistungsbedarf S. 22.	
B. Untersuchung von Schnittdiagrammen für Metalle . . . . .	22
23. Kupfer S. 22. — 24. Stahl St 42.11 S. 23. — 25. Verallgemeinerung S. 24.	
C. Abschluß . . . . .	25
26. Durchschneiden mehrerer Lagen S. 25. — 27. Staffelung der Stempel S. 26.	
— 28. Einfluß ausgeprägter Festigkeitsrichtungen im Werkstoff S. 26.	
<b>IV. Einrichtung einer Stanzerei</b> . . . . .	26
A. Die Maschinen . . . . .	27
29. Das Gesamtbild einer Exzenterpresse S. 27. — 30. Das Exzentergetriebe S. 27.	
— 31. Der Pressentisch S. 28. — 32. Die Hubverstellung S. 29. — 33. Der Stößel	
oder Schlitten S. 29. — 34. Das Pressengestell S. 31.	
B. Die Bewertung von Pressen . . . . .	33
35. Betriebssicherheit S. 33. — 36. Die Arbeitsgenauigkeit der Presse S. 34. —	
37. Die Wirtschaftlichkeit einer Presse S. 35. — 38. Einteilung der Werkzeuge S. 36.	
C. Schnitte in Maschinenform . . . . .	37
39. Die Tafelscheren S. 37. — 40. Rollscheren S. 39. — 41. Exzenterischeren S. 43.	
D. Schnitte in Werkzeugform . . . . .	43
42. Der einfache Umrißschnitt S. 43. — 43. Der Folgeschnitt S. 45. — 44. Der	
Verbundschnitt S. 47.	
E. Vorrichtungen . . . . .	49
45. Sicherheitsvorrichtungen S. 49. — 46. Zuführungsvorrichtungen S. 50.	
<b>Quellennachweis</b> . . . . .	60

---

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

ISBN 978-3-662-37375-0

ISBN 978-3-662-38121-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-38121-2

## Einleitung.

1. Zweck der Arbeit: Die Stanztechnik ist in schneller Entwicklung begriffen. Erzwingt sie sich ein neues Anwendungsgebiet, so ist es dem Betriebsmann, der diese Entwicklung nicht miterlebte, schwer, sich in den vielen Einzelbearbeitungen der Literatur zurechtzufinden. Aber auch diejenigen, die an der Entwicklung mitgeschafft haben, werden eine planmäßige Einteilung des umfangreichen Gebietes zur Entlastung des Gedächtnisses schon längst vermißt haben. Sie zu geben, ist der Zweck der kleinen Arbeit.

2. Unter Technik soll die Art und Weise verstanden sein, wie man gegebene Mittel und Werkzeuge verwendet, um einem Gedanken oder Gefühl sinnlich wahrnehmbaren Ausdruck zu verleihen oder schlagwortartig ausgedrückt: „Technik ist der Weg, Wissen in Können umzusetzen“. Stanzen ist die Tätigkeit eines Werkzeugpaares, das vermöge seiner Form geeignet ist, zwischen die Werkzeug-einzelteile gebrachten, meist blechförmigen Werkstoff durch Beanspruchung über die Fließgrenze in eine gewollte Form zu bringen mit dem Ziel, eine Reihe gleicher Werkstücke herzustellen. Je nach der erwünschten Formgebung spricht man von: Schneiden, Biegen und Bördeln, Ziehen, Pressen und Prägen.

3. Schnitttechnik ist also die Kunst, auf Grund der Kenntnis des Schnittvorganges und aller möglichen Schnittwerkzeuge, gestützt auf eigene Erfahrung, zu entscheiden und festzulegen, ob und wie ein gewisses Werkstück durch Schneiden herzustellen ist.

## I. Die Grundlagen des Schneidens.

### A. Der Schnittvorgang.

Schnitte haben den Zweck, Werkstoff abzutrennen; man wählt hierzu die Schubbeanspruchung<sup>1</sup>, weil diese neben der Biegungsbeanspruchung die einzige ist, bei der die Fläche festliegt, in der infolge der Beanspruchung die Trennung eintritt — gleichmäßigen, nicht elastischen Werkstoff vorausgesetzt (Abb. 1). Diese Voraussetzung wird jedoch in der Wirklichkeit niemals völlig erfüllt, d. h. der Werkstoff ist nie ganz gleichmäßig und unelastisch. Dazu kommt noch, daß die Schubspannung beim Schneiden blechförmiger Körper auf dem Umweg über die Druckbeanspruchung erzeugt wird. Der Schnittvorgang wird sich also der reinen Scherung nur in dem Maße nähern, wie der jeweilig zu bearbeitende Werkstoff gleichmäßig und unelastisch ist, und in dem Maße, wie es gelingt, den ausgeübten Druck in Schubspannung umzusetzen. Diesem letzten Zweck dienen die Schneiden.

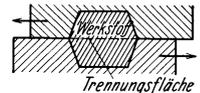


Abb. 1. Reines Scheren  
(Werkstoff kann nicht,  
auch nicht elastisch, aus-  
weichen).

1. Die einfache Schneide. Beim Eintreiben einer Schneide mit der Kraft  $R$  in einen Stoff ergibt sich das Kräftespiel Abb. 2:  $R$  zerlegt sich in die zwei Teilkräfte  $P_1$  und  $P_2$  rechtwinklig zu den Seitenflächen des Schneidenkeils und jede dieser Kräfte wieder in je eine senkrechte und waagerechte Teilkraft. Die beiden senkrechten Teilkräfte  $P_{1s}$  und  $P_{2s}$  pressen die Schneide in den Werkstoff, die beiden waagerechten Teilkräfte  $P_{1w}$  und  $P_{2w}$  schieben den verdrängten Werkstoff dahin, wo er den geringsten Widerstand findet. Wird ein seitliches

<sup>1</sup> Näheres s. Heft 20: Festigkeit und Formänderung.

Ausweichen durch den umgebenden Stoff verhindert, so bleibt dem Werkstoff an der Schneide nur eine freie Bewegung übrig: an den Schneidenflächen in die Höhe zu steigen.

$R$	$P_1 = R \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$	$P_{1w} = P_1 \cdot \cos \delta$
		$P_{1s} = P_1 \cdot \sin \delta$
		$F_1 = P_1 \cdot \mu_1$
	$P_2 = R \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$	$F_2 = P_2 \cdot \mu_2$
		$P_{2w} = P_2 \cdot \cos \varepsilon$
		$P_{2s} = P_2 \cdot \sin \varepsilon$

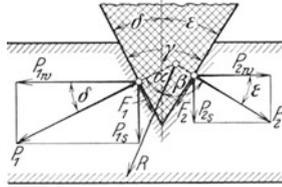


Abb. 2.

Es entstehen Grate (Abb. 3). Ist der Stoff in sich nachgiebig, so tritt das Entgegengesetzte ein (Abb. 4). Eine Folge der Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  ist die an den Schneidenflächen auftretende Reibung  $F_1 = P_1 \cdot \mu_1$  und  $F_2 = P_2 \cdot \mu_2$ . Sie ist oft recht bedeutend, kann die zuvor erwähnten Erscheinungen verzögern und eine nach innen sich senkende Rundung verursachen (Abb. 5).



Abb. 3.

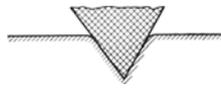


Abb. 4.

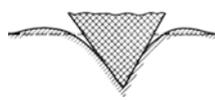


Abb. 5.

**2. Das Kräftespiel bei zwei Schneiden.** Bringt man zwischen die Schneiden eines

Schnittwerkzeuges einen Blechstreifen, so wird auf ihn durch die Berührungsflächen zwischen Schneide und Werkstoff ein Druck  $P$  (Abb. 6) übertragen. Mit dem weiteren Vordringen der Schneiden wächst diese Berührungsfläche infolge der Elastizität des Werkstoffes, und die Kräfte  $P$  rücken damit aus der Schnittebene  $A-B$  heraus. Sie verursachen ein Drehmoment  $P \cdot l$ , das sich darin äußert, daß sich der waagrecht eingebrachte Werkstoff gegen die Waagerechte neigt, in dem Maße, wie die Schneiden eindringen. Durch die Neigung wird ein weiteres Drehmoment  $P_w \cdot b$  hervorgerufen. Ist  $P \cdot l$  größer als  $P_w \cdot b$ , so werden die Schneiden auseinandergebogen, so daß sie brechen können. Dem wirkt man durch eine Kraft  $P^x$  am Hebelarm  $l^x$  in Form eines Niederhalters entgegen. Läßt sich ein solcher nicht anbringen, so macht man sich die Wirkungsweise der Schneide mit spitzem

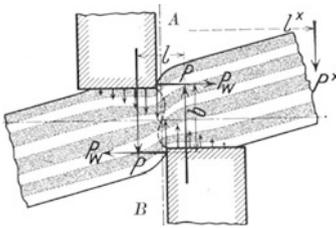


Abb. 6.

Keilwinkel  $\beta$  zunutze (Abb. 7). Erfahrungsgemäß wächst die zur Überwindung des Werkstoffwiderstandes notwendige Kraft  $P$  mit der Eindringungstiefe der Schneiden. Die Folge davon ist, daß bei zugeschärften Schneiden die Kraftverteilung nicht gleichmäßig, sondern vor den tiefer eingedrungenen Streifen der Schneide die Kraft größer ist als von der sich gerade in den Werkstoff einpressenden. Infolgedessen rücken bei diesen einseitig zugeschärften Schneiden ( $\beta < 90^\circ$ ) die Gesamtkräfte  $P$  in waagerechter Richtung einander näher als bei den Schneiden nach Abb. 6 ( $\beta = 90^\circ$ ),  $l$  wird kürzer, das Drehmoment  $P \cdot l$  wird kleiner und gleichzeitig damit die Neigung des Werkstoffes zum Kippen.

$P$	$P_k = P : \sin \beta$
	$P_w = P : \operatorname{tg} \beta$

$P \cdot l = P_k \cdot n - P_w \cdot b$

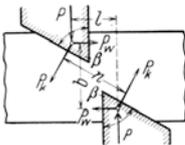


Abb. 7.

**3. Verhalten des Werkstoffes bei der Beanspruchung durch diese Kräfte.** Betrachtet man die Schnittfläche eines Stückes Quadrastein, so kann man an ihr vier Zonen unterscheiden (Abb. 8): Zone 1 und 4 sind die Abdrücke der Schneiden. Zone 2 ist, am Glanz und an der Glätte erkenntlich, die eigentliche Schnittfläche. Zone 3 ist matt und körnig, also Bruchfläche und, wie die Seitenansicht (ganz

rechts) zeigt, nicht eben, sondern beinahe S-förmig. Danach würde der Schnittvorgang also folgendermaßen ablaufen: Die Schneiden pressen sich in den Werkstoff, bis der eingeleitete Druck die Größe des Stoffwiderstandes überschreitet. Unter dem

Einfluß der Schubspannung erfolgt ein Schnitt. Der Bruch ist eine Folge von Druckbeanspruchungen über die Quetschgrenze hinaus. Stellt man einen Versuch mit sehnigem Eisen an, so kann man beobachten (Abb. 9), wie sich die Schneiden zunächst in den Stoff pressen und wie mit dem Wachsen der Berührungsflächen das Eisen sich zwischen den Schneiden schräg



Abb. 8.

stellt, wie bei weiterer Steigerung der Druckkräfte die äußeren Fasern zerschnitten werden, wie dann mehr oder minder plötzlich durch einen Bruch längs einer geschwungenen Linie unter Abnahme der Druckkräfte  $P$  die Trennung erfolgt.

Legt man in entsprechenden Punkten der Trennungsfläche Tangenten an die Verbiegung der Fasern, so zeigt sich, daß diese von der Mitte nach den Rändern zu steiler werden, d. h.: die Formänderung und damit die Beanspruchung ist in der Mitte nicht so groß wie am Rand. Von einer gleichmäßigen Spannungsverteilung über die Trennungsfläche kann also keine Rede sein. — Bei Verwendung einer Niederhaltvorrichtung sind die Formänderungen, die die beiden Schneiden hervorrufen, in bezug auf eine Mittellinie nicht mehr symmetrisch, sondern verlaufen etwa nach

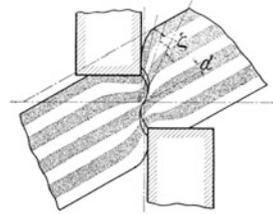


Abb. 9.

Abb. 10. Die merklichen Verquetschungen und Verkrümmungen nicht nur der Querschnittsform, sondern auch an den abgeschnittenen Stücken sind zu be-

achten, auch wenn sie bei einer im Verhältnis zur Stärke größeren Breite des abgeschnittenen Streifens nicht so sehr ins Gewicht fallen. Zeigen sie doch, daß die Kraftwirkungen der Schneiden sich nicht auf die Querschnittsfläche beschränken, sondern auch den umgebenden Werkstoff in Mitleidenschaft ziehen. Hieraus ist zu schließen, daß ein Fließen des Werkstoffes den Trennungsvorgang begleitet. Weiter läßt

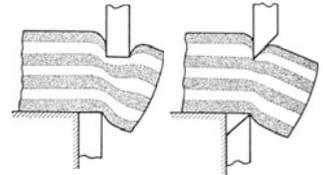


Abb. 10.

Abb. 10 deutlich die Abbiegung erkennen, der der Stoff beim Abschneiden unterworfen ist. Das eigentliche Problem des Schnittvorganges ist durch ein zweites überdeckt. Beim Abschneiden verhält sich der durch die Niederhaltvorrichtung festgehaltene Stoff wie ein einseitig eingespannter Stab, der dicht an der Einspannstelle durch eine Kraft belastet ist. Abbiegungen ähnlicher Art treten auch zutage, wenn die Schnittform ein in sich geschlossener Linienzug ist. Den Stoff kann man dann als eine mehr oder minder frei aufliegende Platte ansprechen, die nahe der Auflagelinie eine Belastung erfährt. Durch einen einfachen Versuch kann man sich die Vorstellung erleichtern: Ein leicht eingefärbter Kautschukstempel ergibt einen über seine ganze Fläche gleichmäßigen Abdruck. Ein ebenso behandelter Messingstempel dagegen färbt bei gleicher Anpressung nur an seinem Umfange ab. Daraus geht hervor, daß unter der Randbelastung das Werkstück sich wölbt, von der Stempelmitte weg. Beim Kautschukstempel stauchen sich nun aber von einer bestimmten Anpressung an die Außenkanten des Stempels, so daß die Stempelfläche sich also der Wölbung des zu bedruckenden Stoffes anpaßt. Der Vergleich lehrt, daß die Elastizität bzw. die Härte der Schneidenkanten nicht ohne Einfluß auf den Schnittvorgang ist.

4. Der Schnitt mit Scherschräge. Die Schräge in Abb. 11, hervorgerufen da-

durch, daß  $\omega > 0$  ist, dient dem Zweck, einen namentlich bei längeren Schnitten erwünschten Kraftausgleich herbeizuführen. Abb. 12 zeigt die Wirkungen der Scherschräge auf den Kraftverbrauch in der Kraftlinie A gegenüber B. Das Verhalten des Werkstoffes in verschiedenen sich folgenden Schnittstufen geht aus Abb. 13 hervor. Hervorgehoben werden diese aus der Erfahrung bekannten Erscheinungen durch das aus Abb. 14 erkenntliche Kräftespiel: Der Werkstoff werde unter einem Winkel  $\omega/2$  gegen die Schneiden geführt. Die Kräfte wachsen bis zu dem Augenblick, in dem der Bruch eintritt.  $P$  an der Scherschräge, rechtwinklig zur Schneide, wirkt in zwei Richtungen:  $P_s$  unter  $\omega$  gegen  $P$  geneigt, ist die

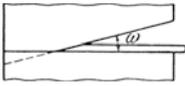


Abb. 11.

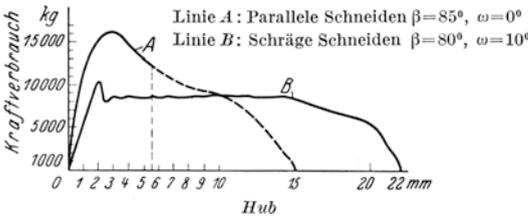


Abb. 12.

Kraftbedarf beim Schneiden von Eisen  $45 \times 15$  mm.

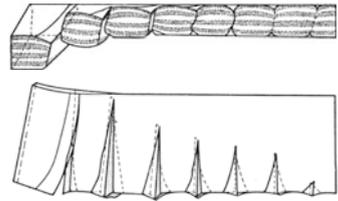


Abb. 13. Verhalten der Werkstoffe beim Schneiden mit Scherschräge, in 7 Schnittstufen dargestellt. Im Aufriß ist durch Einzeichnen von Schichten die Verteilung der Formänderung über die vordere senkrechte Blechbegrenzungsfläche angegeben.

schneidende Kraft, und rechtwinklig zu  $P_s$  ist  $P_w$  bestrebt, den Werkstoff von der Schneide wegzudrängen. In dem Augenblick also, wo  $P_w$  die Größe der Reibung des Werkstückes zwischen den Schneiden erreicht, wo  $P_w = P_s \cdot \mu$  wird, wenn  $\mu$  den Reibungskoeffizienten bedeutet ( $\mu$  ist um so geringer, je sauberer die Schneiden hergestellt sind), ist ein sicherer Schnitt nicht mehr gewährleistet, so lange nicht eine unbedingt zuverlässige Festhaltevorrückung und eine starre Werkzeugführung hinzutritt.

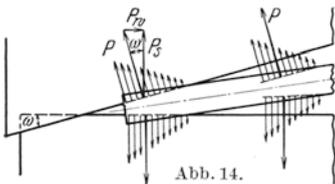


Abb. 14.

Die technische Unmöglichkeit, die Kräfte  $P$  genau in der Schnittebene angreifen zu lassen, verursacht bei parallelen Schneiden ( $\omega = 0$ ) das Auftreten des Biegemoments  $P \cdot l$  (Abb. 6 u. 7). Auf dieses wieder war die Biegung des Werkstoffes aus der Waagerechten um die Schnittlinie (Trennlinie), wie sie Abb. 10 zeigt, zurückzuführen.

Da die Schnittlinie jetzt schräg liegt (Abb. 15), wirkt sich die Abbiegung in der waagerechten und senkrechten Ebene aus (Abb. 16), und zwar vollzieht sich unter dem Einfluß von  $P_1$  die Biegung in der Senkrechten, von  $P_2$  in der Waagerechten.  $P_3$  versucht den Werkstoff vor der Schneide wegzuschieben. Nach der Abtrennung wird weiter Kraft auf den Werkstoff übertragen, was zu einer weiteren Abbiegung nach Abb. 17 führt. Je schmaler der abgeschnittene Streifen ist, um

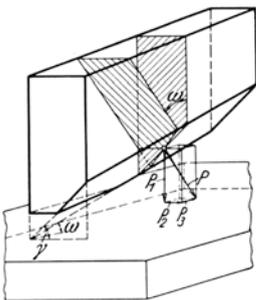


Abb. 15.



Abb. 16.



Abb. 17.

so deutlicher vermögen sich diese Erscheinungen bemerkbar zu machen. Bei ganz schmalen Streifen gleicht der Abschnitt einem Span.

In dem Maße, wie der Winkel  $\omega$  der Scherschräge wächst, verringert sich die Größe der Scherkraft (Abb. 18); denn bei einer zur Verfügung stehenden Kraftäußerung  $P$

(Abb. 14) ist  $P_s = P \cdot \cos \omega$ . Je größer  $\omega$ , desto kleiner wird also  $P_s$ , desto größer aber  $P_w = P \sin \omega$ , die Kraft, die den Werkstoff vor der Schneide herzuschieben sucht. Gleichzeitig muß aber auch zur Vollendung der Trennung der Hub wachsen. Schließlich gewinnen die Biegemomente mit wachsendem  $\omega$  derart an Wirksamkeit, daß die Trennung teilweise durch Zerreißen erfolgt. Infolgedessen wählt man in der Praxis ziemlich allgemein für  $\omega$  Winkel nur bis zu  $12^\circ$ .

### B. Reibung beim Schnitt.

**5. Ursache der Reibung.** Das Auftreten von Reiberserscheinungen beim Schnittvorgang ist schon erwähnt. Die Verkleinerung innerer Reibungen war beispielsweise die Ursache von Arbeitersparnis beim Schneiden mit spitzem Keilwinkel (s. Abb. 10). Da der Schnitt keine ebene Trennungsfläche ergibt, treten Reibungen einmal zwischen ausgeschnittenem und stehengebliebenem Werkstoff ein, und an den einander zugekehrten Seiten der Schneiden bewegt sich zweitens der Werkstoff infolge von Drehmomenten, Fließen, elastischen Formänderungen usw. in seiner ganzen Höhe mit verschiedenen Reibungszahlen vorbei.

**6. Mittel zur Verkleinerung der Reibung.** Die Reibungsarbeit kann man beeinflussen durch Änderung der drei Faktoren: Kraft rechtwinklig zum Weg, Reibungsweg und Reibungszahl. — Die Kraft wird beim Schnitt durch Werkstoff und Werkzeugkonstruktion bestimmt, ist also nicht an Reibungsverhältnisse anzupassen. — Der Reibungsweg ist durch Anschleifen eines Freiwinkels  $\alpha$  an der Schneide zu beeinflussen (Abb. 19). Die auftretende Reibungsarbeit ist abhängig vom Querschnitt des vorübergehend zusammengepreßten Werkstoffstreifens, dessen Tiefe  $a$  und dessen Länge  $l$  ist.  $a$  ist wiederum abhängig von der Elastizität des jeweils zu verarbeitenden Werkstoffes,  $l$  von der Größe des Freiwinkels  $\alpha$ . Durch ein  $\alpha > 0$  wird allerdings die ohnehin schon stark beanspruchte Schneide geschwächt. Aus diesem Grunde wählt man  $\alpha$  nur bei besonderen Verhältnissen, wo besonders große Reibungen zu erwarten sind,  $> 0$ , und zwar zu ungefähr  $4 \div 6^\circ$ . — Der dritte Weg zur Verkleinerung der Reibungsarbeit ist die Herabsetzung der Reibungszahl. Über die Größe ihrer Werte gibt die Tatsache ein Bild, daß die ausgeschnittenen Stücke so fest anhängen können, daß man sie durch Vorrichtungen vom Werkzeugoberteil abstreifen (Abstreifer) bzw. aus dem Werkzeugunterteil auswerfen (Auswerfer) lassen muß. Erklärung für solch hohe Reibzahlen gibt die Entstehung und das Aussehen der Schnittfläche. Die Trennung beginnt an den Schneiden unter dem Einfluß der größten Schubspannungen. Die schließlich durch diese hervorgerufene Trennfläche ist gegen die theoretische Schnittebene geneigt (bei weichem Eisen in der Nähe der Schneiden um etwa  $7^\circ$ ). Im weiteren Verlauf vollendet ein Bruch zwischen beiden, parallel verlaufenden Anrissen den Schnitt (Abb. 20 A). Die schraffierten Flächen verhindern ein Herunterfallen des ausgeschnittenen Stückes. Räumarbeit des Werkzeuges und Reibungsarbeit zwischen Werkstück und Abfall müssen erst die Trennfläche glätten. Die Unebenheit fällt um so größer aus, je dicker das Werkstück ist. Dieser Erscheinung läßt sich bis zu einem gewissen Grade einfach entgegenwirken, indem man die Schneiden

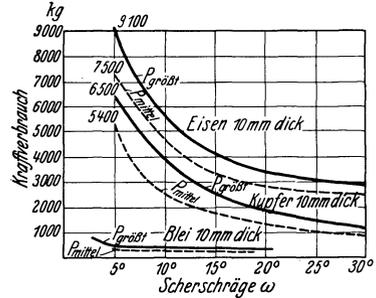


Abb. 18. Einfluß der Scherschräge auf den Kraftverbrauch.

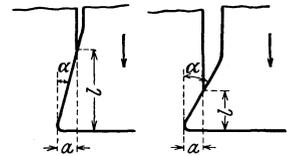


Abb. 19.

mit wachsender Werkstoffdicke aus der Schnittebene herausrückt (Abb. 20 B u. C). Allerdings fallen dadurch die Trennungsflächen etwas schräg aus, doch ist diese

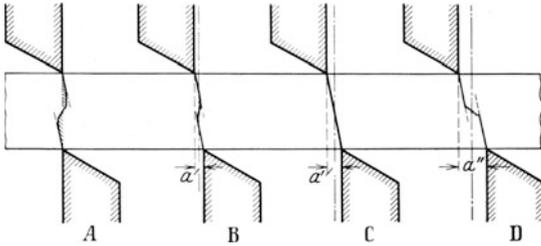


Abb. 20. Trennfläche in Abhängigkeit vom Schneidenabstand ( $a, a', a''$ ).

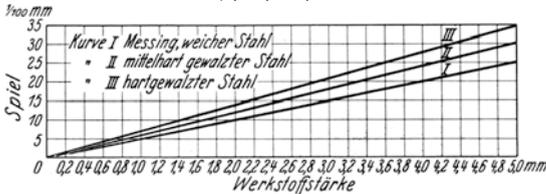


Abb. 21. Schneidenabstand (Spiel) für Werkstoffdicken bis 5 mm.

Neigung gering und fällt in der Praxis kaum ins Gewicht. Als praktisch brauchbar für den Zwischenraum ( $a'$ ) zwischen den Schnittkanten haben sich die halben Werte der Abb. 21 erwiesen. Für in sich geschlossene Schnittlinien kann mandascherzustellende Spiel zwischen den Schneidkanten unmittelbar aus Abb. 21 ablesen (also ohne Hälfte der Werte). Statt dieser Mittelwerte könnte man natürlich auch in Abhängigkeit von der verlangten Schnittflächengenauigkeit, ähnlich wie im Passungswesen, mehrere Tafeln mit verschiedenen Feinheitsgraden aufstellen.

### C. Das Lochen.

**7. Der Lochvorgang.** Grundsätzlich ist das „Lochen im engeren Sinne“ auch ein Schnitvorgang, dem eine besondere Betrachtung nur dann zukommt, wenn der Stempeldurchmesser im Vergleich zur Werkstoffdicke so klein ist, daß sich die Wirkungen der an den Schneidkanten angreifenden Kräfte nach einem durch die Kreisform des Ausschnittes bedingten Gesetz gegenseitig beeinflussen. Der Abfall beim Lochen, das bekannte Bild eines Putzens (Abb. 22), läßt deutlich die Einzelvorgänge beim Schnitt erkennen: Zunächst verbiegt sich der Werkstoff unter dem Schnittdruck (1) wie eine frei aufliegende Platte. Die Druckkräfte überschreiten eher die Quetschgrenze als die im Werkstoff erzeugte Schubspannung seinen Widerstand überwindet. Infolgedessen bildet sich vor dem Stempel ein Fließkegel aus (4), der den umgebenden Werkstoff zur Seite preßt. Wegen seiner Einschnürung in der Mitte, kann der Putzen nicht herausfallen, der Stempel muß wie ein Stoßstahl den umgebenden Werkstoff (5) wegräumen. Der Bruch beginnt vor der Schnittplatte (3) nach kurzem Einschneiden derselben in den Werkstoff (2). Bach ist diesen Erscheinungen mit Versuch und Rechnung nachgegangen und fand für Weicheisen die in Abb. 23 dargestellte Spannungsverteilung im Werkstoff. Die eingetragenen Zahlen geben die Druck- (aus-

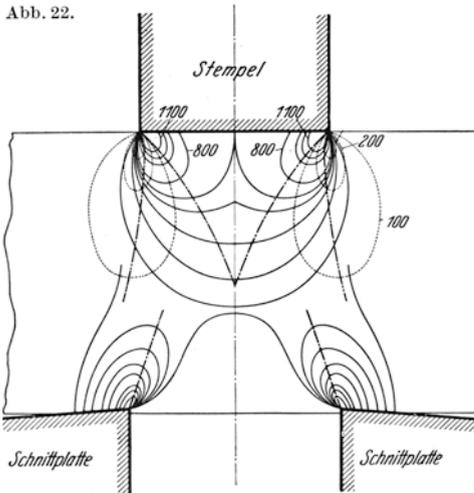


Abb. 23. Spannungsverteilung im Werkstoff beim Lochen.  
 ————— Druckspannungen } eingeschriebene Zahlen  
 - - - - - Schubspannungen } = Größe der Spannung  
 - · - · - Linie der größten Druckspannungen  
 · · · · · Linie der größten Schubspannungen

geführten Zahlen geben die Druck- (aus-

gezogene Linien) bzw. Schubspannungen (punktiierte Linien) in  $\text{kg}/\text{cm}^2$  wieder. Dabei zeigt sich, daß die Schubspannungen sich schnell verlaufen. Nur unmittelbar vor der Stempelschneide herrschen Spannungen, die die Werkstofffestigkeit übertreffen. Die Druckspannungen machen sich hingegen weit bis in den Werkstoff hinein bemerkbar. Die Bestätigung hierfür gibt Abb. 24 und 25, aus denen einmal die Gefügeänderung des Werkstoffes hervorgeht (Ätzung auf Rekristallisation), das andere Mal der Kraftlinienverlauf (Ätzung auf Kraftwirkungslinien). Es ist bemerkenswert, daß ein Teil der Belastung von dem Verhältnis der Härte des Stempels zu der des Werkstoffes abhängig ist; denn sie wird durch Stauchung der Stempelkanten bedingt, d. h. der Stempel paßt sich an die Verbiegung des Putzens an.

**8. Mittel zur Herabsetzung des Schnittdruckes beim Lochen.** Da mit abnehmendem Stempeldurchmesser sich der Stempelquerschnitt im Quadrat verkleinert, ist es gerade beim Lochen mit kleinen Stempeln bei den herrschenden hohen Drucken wichtig, den Stempel zu entlasten. Dies ist auf folgenden Wegen zu erreichen:

1. Für gewöhnliche Schnittarbeit stellt man einfach eine Schneide schräg. Beim Lochen versagt jedoch das Mittel der einseitigen Schräge, weil der Stempel abgelenkt würde. Deswegen muß man durch ge-

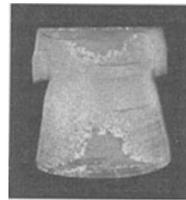
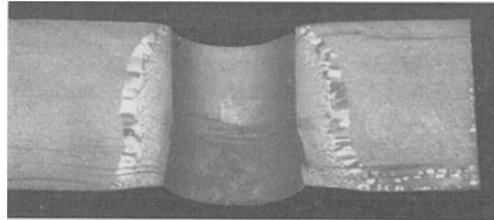
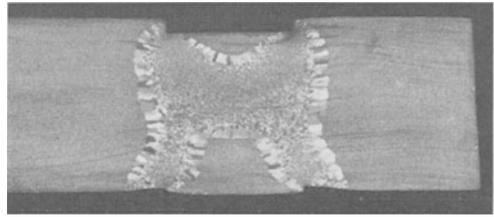


Abb. 24.  
Form- und Gefügeänderung beim Lochen.

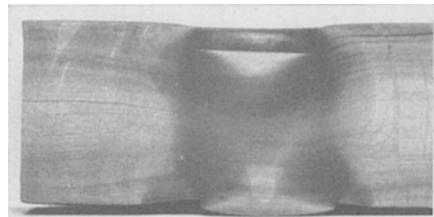
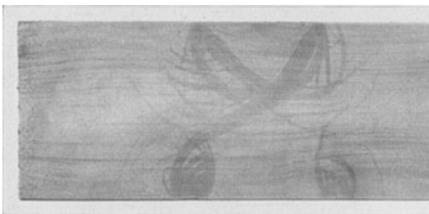


Abb. 25. Spannungen beim Beginn des Lochens, sichtbar gemacht durch Ätzen.

geneinander angeordnete Scherschrägen Druckausgleich schaffen (siehe Abb. 26 und 46, 3). Reicht auch dies nicht aus, so erhält auch die Schnittplatte Scherschrägen, ebenfalls unter Berücksichtigung des Druckausgleichs. Die Hochpunkte an Stempel und Schnittplatte müssen beim Einspannen einander zugeordnet werden. So wird die zu leistende Arbeit auf einen größeren Weg verteilt. Dabei muß man allerdings eine etwas größere Arbeit leisten, die dazu aufgewendet wird, das umgebende Blech nach der Schräge der Schnittplatte, den Putzen nach der Schräge des Stempels zu biegen.



Abb. 26.

2. Um die auftretenden Größtdrucke möglichst klein zu halten, ist die richtige Bemessung des Spiels zwischen Stempel und Schnittplatte von großer Bedeutung, weil dadurch die Bildung einer Einschnürung am Putzen und damit die Ausräumarbeit verkleinert wird. Der Putzen schießt dann in der aus Abb. 27 ersichtlichen Form, meist mit einem Knall, heraus, wenn der Stempel um etwa ein Drittel der Plattendicke in diese eingedrungen ist.



Abb. 27.

3. Wie schon erwähnt, tritt beim Lochen ein Fließen von Massenteilchen ein. Um dem Werkstoff Zeit zu lassen, vor dem Stempel abzufließen, kann man geringe Schnittgeschwindigkeiten verwenden und so die Größtkräfte herabsetzen.

4. Der zu bearbeitende Werkstoff läßt sich zuweilen in einen Zustand bringen, der den Stoffteilchen das Abfließen erleichtert. Beim Eisen ist z. B. Bearbeitung im glühenden Zustand vorteilhaft, weil dessen Widerstandsfähigkeit bei 500° nur noch die Hälfte der ursprünglichen Festigkeit beträgt, bei etwa 600° nur noch ein Viertel.

## II. Folgerungen aus dem Schnittvorgang.

### A. Für die Schneiden.

Aussehen von Werkstück und Schnittfläche, Kraft und Arbeitsaufwand sind Gesichtspunkte, die den Schnitzebauer vornehmlich interessieren. Vom Aussehen der Schnittfläche hängt die Entscheidung ab, ob für eine geforderte Arbeit die Schnitttechnik verwendbar ist. Der Größtdruck ist ausschlaggebend für die Wahl des Schneidenwerkstoffes und für die Einhaltung der Festigkeits- und Formänderungsgrößen der Maschine. Durch den Arbeitsbedarf werden die Bewegungsgrößen, also die des Schwungrades, des Motors usw. und schließlich die Wirtschaftlichkeit des Schnittvorganges beeinflusst.

**9. Anforderungen an den Werkstoff der Schneiden hinsichtlich Festigkeit und Zähigkeit.** Der Werkstoff des Werkzeuges muß immer härter sein als der zu bearbeitende, damit überhaupt ein Schneiden stattfindet. Er muß eine so hohe Festigkeit haben, daß ein Stauchen während der Arbeit nicht zu befürchten ist und eine solche Härte, daß die auftretende Reibung das Werkzeug nicht zu schnell abnutzt. Das stoßende Arbeiten der Werkzeuge stellt hohe Ansprüche an ihre Zähigkeit, ohne die die Schneide sehr bald zersplittern würde. Für die Größenordnung der Schneidenbeanspruchung sprechen folgende Versuchsergebnisse beim Lochen von Kesselblech: Blechstärke 20 mm, Stempeldurchmesser 27 mm: gemessener Höchstdruck 65 000 kg, mittlere Stempelbeanspruchung also 11 360 kg/cm<sup>2</sup>. — Blechstärke 20 mm, Stempeldurchmesser 20 mm: gemessener Höchstdruck 48 000 kg, mittlere Stempelbelastung also 15 400 kg/cm<sup>2</sup>. Unter Berücksichtigung der schon erwähnten ungleichmäßigen Belastungsverteilung müßte man in diesem Fall also mit einer Schnittkantenbeanspruchung von etwa 200 ÷ 300 kg/mm<sup>2</sup> rechnen.

**10. Härte der Schneiden.** Staucht sich beim Schnitt die Schneide, so wird diese Stauchung nicht gleichmäßig sein, sondern an der Kante am stärksten (von Unregelmäßigkeiten der Härtung ganz abgesehen). Nahe der Kante werden also in der Schneide neue Spannungen erzeugt. Ist außerdem der Widerstand des Werkstoffes verschieden (Ungleichmäßigkeiten in Struktur und Dicke), so entstehen längs der Schnittkante auch noch Biegungsspannungen. Diese Beanspruchungen zusammen mit ihren ständigen Wiederholungen stellen sich als besonders gefährlich heraus, wenn der Werkstoffwiderstand elastische Formänderungen von solcher Höhe in den Schneiden hervorruft, daß Ermüdungserscheinungen im Schneidenwerkstoff eintreten. Zweckmäßig wählt man also die Werkzeughärte im Verhältnis zur Werkstoffhärte möglichst groß, so daß die elastischen

Formänderungen gering ausfallen; denn die hierzu notwendigen Formänderungsarbeiten dienen nur der Werkzeugvernichtung. Die zulässigen Grenzen der elastischen Formänderungen in den Werkzeugen sind um so enger zu halten, eine je größere Gesamtschnittzahl vom Werkzeug verlangt wird. Namentlich gilt dies für schwere Schnitte (große Blechstärke, hoher Werkstoffwiderstand).

Bei weichen Werkstoffen und bei weichem Stahl bis zu 1,5 mm Dicke ist es bisweilen wirtschaftlicher, ein Werkzeugteil weich zu lassen, das andere dagegen so stark zu härten, wie es die Arbeitsverhältnisse gestatten. Der Einfluß des gehärteten Werkzeugteiles auf den Schnittvorgang wird dadurch gegenüber dem weicheren verstärkt. Dieses Verfahren bildet den Übergang zum „Messerschnitt“. Welchen der Werkzeugteile man härtet, ist eine Herstellungs- und Betriebsfrage. Für die Härtung der Schnittplatte spricht der Umstand, daß der Werkstoff unter Reibung über sie hinweggleiten muß. Sind jedoch die Umrißformen so vielgestaltig und eng, daß der Durchbruch der Schnittplatte Schwierigkeiten macht, so härtet man den Stempel, der in der Außenform leichter zu bearbeiten ist.

Bei den schon erwähnten Messerschnitten ersetzt man ein Werkzeugteil durch einen Blei-, Hartholz- oder ähnliche Unterlage. Ander Grenze dieser Schnittart steht das Werkzeug der Abb. 28, wie man es verwendet findet, wenn man zugeschnittene Gummi-, Fiber-, Tuchplatten auf genaues Maß zu schneiden hat. Da dieser Art Stoffe in sich nachgiebig sind, pressen sie sich unter dem Schnittdruck beim Zuschneiden auf Scheren zusammen und dehnen sich seitlich aus, aber nicht gleichmäßig über den ganzen Querschnitt, sondern Stempel und Schnittplatte halten den Stoff oben und unten fest. Infolgedessen ist die

Dehnung in der Mitte des Werkstoffes am stärksten. Beim Nachlassen des Schnittdruckes zieht sich der Werkstoff mehr oder minder wieder zusammen (Abb. 29). Man schneidet ihn daher auf der Schere etwa 5 mm größer aus und gibt ihm mit dem dargestellten Werkzeug sein genaues Maß. Dabei ist das Spiel zwischen Messerschnitt und Stempel — soweit man von einem solchen reden kann — von keinem Einfluß auf die Ausschnittgröße, da der Stempel nur noch den Zweck der genauen Zubringung hat. Der eigentliche Messerschnitt (Abb. 30) mit einem Keilwinkel bis zu höchstens  $60^\circ$  bietet elastischen Stoffen kaum eine Fläche, welche die zur Querdehnung des Werkstoffes notwendige Kraft auf diese überträgt. Anwendbar ist der Messerschnitt überall da, wo ein verhältnismäßig niedriger Werkstoffwiderstand die Verwendung des genannten Keilwinkels gestattet. Erwähnt sei hier, daß die Schneiden des Messerschnittes während der Herstellung und des Härtens wegen der Verbrennungsgefahr stumpf bleiben und erst durch Schleifen ihre Schärfe erhalten.

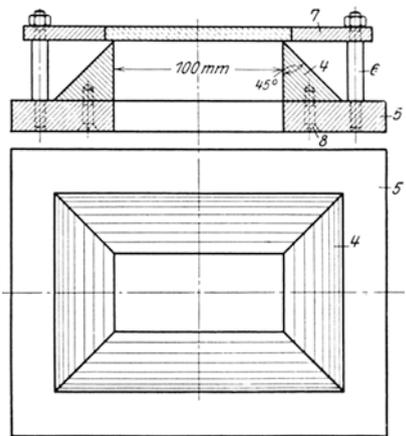
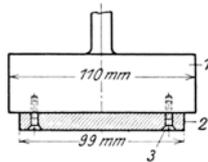


Abb. 28. Schnitt zum Nachschneiden von Gummi, Fiber u. dgl.

1 Stempelkopf. 2 Stempel für Zubringung. 3 Befestigungsschrauben zwischen 1 u. 2. 4 Messer. 5 Grundplatte. 6 Befestigungssäulen für 7. 7 Einlegeplatte. 8 Befestigungsschrauben zwisch. 4 u. 5.

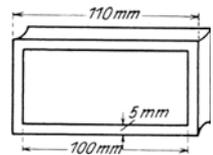


Abb. 29.

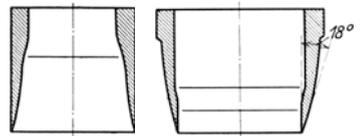


Abb. 30. Stempel für den Messerschnitt (links für Lochungen, rechts für Ausschnitte).

**11. Glätte und Sauberkeit der Schneiden.** In allen Fällen — die Schneiden mögen geformt sein wie sie wollen — ist größte Sorgfalt und Genauigkeit bei der Herstellung Vorbedingung für gute Arbeit. Sie verlangt vom Schnittmacher ein Höchstmaß von Geschicklichkeit im Feilen; denn zeigt die Schnittkante Abweichungen in senkrechter Richtung, so schwanken die Keilwinkel. Da nur Erhöhungen den ersten größeren Druck aufzunehmen haben und an diesen Punkten gerade die kleinsten Keilwinkel herrschen, also die Schneide am empfindlichsten ist, so ist eine vorzeitige Störung zu erwarten. Abweichungen in waagerechter Ebene bedeuten Änderungen im Spiel zwischen den Schneiden. Man hat infolgedessen bei dünnen Werkstoffen mit Gratbildung, bei stärkeren mit Ungleichmäßigkeiten in der Maßeinhaltung zu rechnen. Auch der erzielte Grad von Glätte ist von größtem Einfluß auf die Schneidhaltigkeit; denn Riefen u. dgl. sind ein Zeichen dafür, daß losgerissener, aufgerissener Werkstoff oder in ihrem Zusammenhang gelockerte Schichten einen Teil der Schneidkante bilden. Solche Stellen sind die Angriffspunkte der Schneidenzerstörung.

**12. Schneide mit spitzem Keilwinkel.** In Abb. 10 sind Schneiden mit rechtem und mit spitzem Keilwinkel schon gegenübergestellt. Ein Schnittversuch mit Kupfer  $15 \times 15$  mm ergab die abgebildeten Weg-Kraft-Schaubilder für die Keilwinkel  $\beta = 90^\circ$  und  $\beta = 85^\circ$  (Abb. 31).

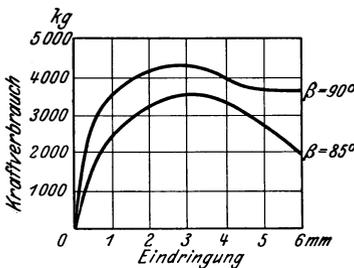


Abb. 31. Kraftverbrauch in Abhängigkeit von der Eindringungstiefe für Kupfer bei  $\beta = 85^\circ$  u.  $90^\circ$ .

Werkstoff erlauben, an der Kraftübertragung teil. In demselben Maße wird sich der Fließvorgang bei spitzem Keilwinkel auf eine viel geringere Werkstoffbreite als beim  $90^\circ$ -Keilwinkel erstrecken. Da nun Fließen in diesem Falle ein Abgleiten von Werkstoffschichten über andere unter dem Einfluß hoher Druckkräfte ist und dies Fließen nicht in der allgemeinen Krafrichtung, sondern unter einem Winkel zu dieser erfolgt, so sind erhebliche innere Reibungsarbeiten zu leisten. Je geringer also die durch Fließen verursachte Formänderung ist, desto geringer muß auch die

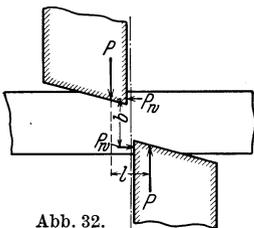


Abb. 32.

zur Trennung aufgewandte Arbeit sein, desto mehr muß sich die Trennungsfläche der Schnittene nähern. Der zur Trennung notwendige Höchstdruck ist bei dem oben erwähnten Versuche um etwa 22%, die aufzuwendende Arbeit um etwa 25% bei  $\beta = 85^\circ$  niedriger als bei  $\beta = 90^\circ$  (zu Abb. 31).

b) Nachteile des spitzen Keilwinkels. Der Nachteil spitzer Keilwinkel liegt in der hohen Schneidenbelastung und ihrer Folge, dem Schartigwerden der Schnittkanten. Unter dem Einfluß des eingeleiteten Druckes  $P$  (Abb. 32) sucht der Werkstoff zu kippen. Folgt er dieser Neigung, so wird dadurch das Drehmoment  $P_w \cdot b$  wachgerufen. Namentlich zu Beginn des Schneidens, wenn der Werkstoff noch am ehesten Bewegungsfreiheit hat, kann dies Drehmoment der Schneiden-

schärfe böß mitspielen, weil zunächst die Schnittkante fast allein die Kraft überträgt, die Möglichkeit also besteht, daß durch Unebenheiten und ungleichmäßige Dicke des Werkstoffes die Kraftwirkungen auf einzelne Punkte konzentriert werden. Der vom bearbeiteten Werkstoff geäußerte Widerstand ist  $W$  (Abb. 33). Während der senkrechte Teil dieser Kraft  $W_s$  der Bewegung der Schneide entgegenwirkt, verhütet das Drehmoment der waagerechten Kräfte  $W_w$  eine Werkstoffbewegung infolge des Drehmoments  $P_w \cdot b$  (Abb. 32). Je spitzer der Keilwinkel, desto kleiner die Teilkraft  $W_s$ , desto größer die Teilkraft  $W_w$  (Abb. 33). Der Keilwinkel ist also so zu wählen, daß das Drehmoment  $W_w \cdot b$  (Abb. 33) eine Bewegung des Werkstoffes unter dem Einfluß des Drehmoments  $P_w \cdot b$  (Abb. 32) verhütet.

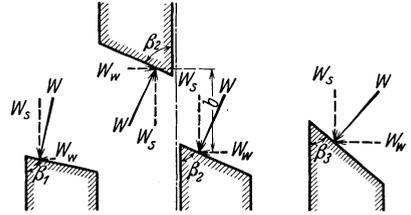


Abb. 33.

c) Der Schnitt mit stumpfer Schneide. Je größer der Schnittdruck, je größer die Reibungszahl zwischen Schneide und Werkstoff, umso schädlicher ist die Wirkung der Reibungsarbeit auf das Werkzeug. Wenn durch Schneiden mit spitzem Keilwinkel von Zunder nicht ganz gesäubertem Werkstoff verarbeitet wird, werden sich die Schnittkanten bald nach einem mehr oder minder großen Radius  $R$  (Abb. 35) rundschleifen.

Das Kräftespiel an der Schneide verläuft nicht mehr nach Abb. 33, sondern wie die schematische Darstellung Abb. 34 zeigt: Die Größe des Keilwinkels  $\beta$  ändert sich fortgesetzt und nimmt sogar Werte über  $90^\circ$  an (Abb. 35). Die Einzelkräfte  $W_w$  rufen an der Abstumpfung teils rechtsdrehende, teils linksdrehende Momente hervor. Bei richtig konstruierter Schneidenform kann also beim Nachlassen der Schneidenschärfe die bezweckte Wirkung des spitzem Keilwinkels zum Teil wieder aufgehoben werden. Gleichzeitig steigt der Kraft- und Arbeitsbedarf; denn die Stellen der Schneiden mit dem Größtdruck entfernen sich von der Schnittebene. Damit gleiten die Werkstoffschichten nicht mehr nahe an den Schneiden ab. Die Trennungsfläche neigt sich gegen die Senkrechte mit abnehmender Schärfe des Werkzeuges. Häufig genug verrät noch das fertige Werkstück den Schneidenzustand des Werkzeuges, mit dem es hergestellt wurde (Abb. 36).

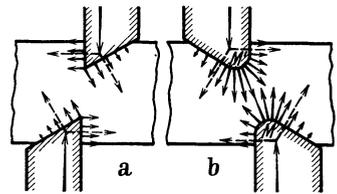


Abb. 34.

d) Auswertung. Schneiden mit spitzem Keilwinkel sind also geeignet, den Kraft- und Arbeitsbedarf herabzusetzen und der Neigung des Werkstoffes, sich zwischen die Schneiden zu klemmen, entgegenzuwirken. Man wird sie da anwenden, wo der Werkstoff im Verhältnis zur Schneide nicht zu hart ist, weil sonst die Schneidenschärfe bald nachläßt, und dann, wenn die Ersparnisse an Kraft- und Arbeitsbedarf nicht durch Mehrkosten der Herstellung und Instandhaltung verzehrt werden. Betriebstechnisch notwendig wird geradezu ihre Anwendung, und zwar an dem weichen Werkzeugteil, wenn man mit verschiedenen harten Werkzeugteilen arbeitet, weil nach dem Stumpfwerden bei spitzem Keilwinkel die Schneide leichter wieder herzustellen ist.

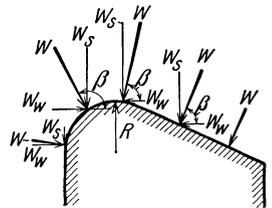
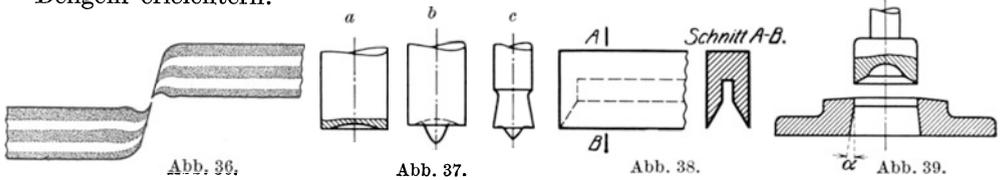


Abb. 35.

e) Praktische Ausbildung. Die praktische Ausbildung der Schneide mit spitzem Keilwinkel zeigen an einigen Beispielen Abb. 37÷39. Formen wie Abb. 40,

Ausdrehung des Stempels, Andrehung der Schnittplatte sollen das Schleifen bzw. Dengeln erleichtern.



**13. Herabsetzung der Reibung.** a) Durch Anbringung eines Freiwinkels.

Ein Freiwinkel (s. S. 7) ist kaum zu entbehren, wenn hohe Reibungsverluste zu erwarten sind und man infolgedessen mit Verbiegungen des ausgeschnittenen Werkstoffes rechnen muß. Die einfachste Gestaltung einer solchen Schneide gibt Abb. 37c für den Stempel, Abb. 41 für das Werkzeugunterteil wieder, bei der man je nach Werkstoffstärke  $\alpha = 1/2 \div 1 1/2^\circ$  macht, wenn Eisen in Betracht kommt. Solche Schneiden arbeiten vorzüglich, bedürfen jedoch bald des Schleifens, weil die Schnittkante hoch beansprucht ist. Mit zunehmendem Abschleifen wird die Schnittöffnung größer. Dies pflegt meistens kaum von Einfluß auf die Schnittgenauigkeit zu sein; denn 0,15 mm, die meist für Scharfschliff verloren gehen, ergeben bei

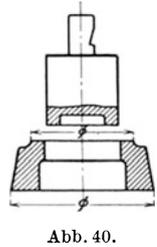


Abb. 40.

$$\alpha = \begin{matrix} 1/2^\circ & 3/4^\circ & 1^\circ & 1 1/4^\circ & 1 1/2^\circ \\ \text{eine Vergrößerung des Spiels von } 0,00131 & 0,00197 & 0,00262 & 0,00327 & 0,00393 \text{ mm} \end{matrix}$$

zwischen den Schneiden. Werden bei den vergrößerten Spielen zwischen den Schneiden die Trennungskanten nicht sauber genug, so kann man dem dadurch entgegenwirken, daß man den Stempel ein klein wenig hinter seiner Schnittfläche verstärkt, ihn also mit einem — allerdings sehr geringen — negativen Freiwinkel ausstattet (Abb. 41) derart, daß die Vergrößerung des Schnittplattendurchbruches dadurch wieder aufgehoben wird. Dabei werden die Ausschnitte allerdings etwas größer. Will man derartige Erscheinungen vermeiden, so läßt man die Fläche hinter der Schnittkante erst einige Millimeter senkrecht verlaufen und dann erst unter dem Freiwinkel geneigt (Abb. 39). Für Stempel gilt natürlich dasselbe, doch findet man die Ausführung an Schnittplatten häufiger. Die Höhe dieser senkrechten Fläche errechnet sich aus der geforderten Schnittzahl, aus dem Werkstoffverlust von etwa 0,15 mm je Schliff und aus der Stückleistung je Scharfschliff. Eine größere Höhe als 3 ÷ 5 mm kann man jedoch dieser Fläche nicht geben; denn die mit dem Schnittvorgang verbundene Reibung nützt die Fläche langsam trichterförmig aus. Es findet dann kein

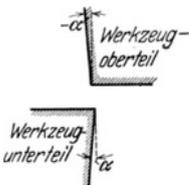


Abb. 41.

Schneiden, sondern ein Abquetschen statt. Dem an die Fläche anschließenden Freiwinkel gibt man eine Größe von etwa  $3^\circ$ . Der billigeren Herstellung wegen findet man auch Formen wie in Abb. 42 (für Stempel) und 43 (für Schnittplatten). Für das Werkzeugunterteil sind die Reibungsverhältnisse ganz besonders ungünstig, wenn die Schneide einen geschlossenen Linienzug darstellt und der ausgeschnittene Werkstoff nach unten wegfallen soll. In diesem Falle muß entweder das Werkzeugoberteil den Ausschnitt einzeln durch die Schnittplatte hindurchdrücken (langer

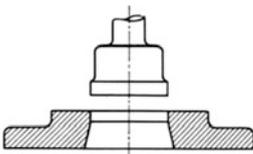


Abb. 42.

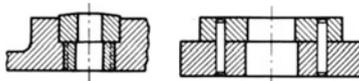


Abb. 43.

Werkzeugunterteil sind die Reibungsverhältnisse ganz besonders ungünstig, wenn die Schneide einen geschlossenen Linienzug darstellt und der ausgeschnittene Werkstoff nach unten wegfallen soll. In diesem Falle muß entweder das Werkzeugoberteil den Ausschnitt einzeln durch die Schnittplatte hindurchdrücken (langer

Reibungsweg) oder ein ausgeschnittenes Stück muß das andere zur Schnittplatte herausdrücken (Zusatzbelastung für das Werkzeugoberteil). Für die Schnittplatte ist also der Freiwinkel von besonderer Wichtigkeit.

b) Das Spiel zwischen den Schneiden bei einfachen Schneiden und Schneiden geschlossener Form. Dient der Freiwinkel hauptsächlich der Verkürzung des Reibungsweges, so gestattet es das Spiel zwischen den Schneiden, Kraft und Arbeit zu sparen durch Herabsetzung der Reibungszahl. Das DRP. 312898 nützt die Vorteile des Spiels für das einfache Abschneiden starken Werkstoffes aus. In Abb. 44 sind die Schneidkanten so zugeschliffen, daß der größeren Werkstoffhöhe auch das größere Spiel entspricht. Es gehören also zusammen: Werkstoffhöhen  $f_1$  und Spiel  $a'$ ;  $f_2$  und  $a''$ ;  $f_3$  und  $a'''$ .

Bei Schnitten, die eine in sich geschlossene Linie als Umrißform zeigen, ist zu beachten, daß der Stempel das Lochungsmaß, die Schnittplatte das Ausschnittmaß angibt. Zur Herstellung eines Loches von 30 mm Durchmesser also muß der Stempel 30 mm Durchmesser haben, die Schnittplatte um das aus Abb. 21 ersichtliche Maß vergrößert werden. Zur Fertigung einer Platine 30 mm Durchmesser muß die Schnittplatte 30 mm zeigen, der Stempeldurchmesser um das der Abbildung entsprechende Maß verringert werden. Der Stempel gibt dem Stoff, den er durchdringt, sein Maß, die Schnittplatte dem, der durch sie hindurchgeht. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß der Stempel im Loch und die Platine in der Schnittplatte mit Preßsitz haften. Beim Austreten aus diesen ist ein Auffedern des Werkstoffes die Folge. Um genaue Maße zu erhalten, müssen Stempel bzw. Schnittplatten entsprechende Über- bzw. Untermaße haben. Zwei Gesichtspunkte bestimmen die obere Grenze bei der Festlegung des Spiels zwischen den Schneiden: Bei großen Spielen wird die Schnittfläche, besonders die Bruchfläche größer, die erzielte Kraftersparnis also hinfällig (Abb. 20 D). Zweitens versucht der Werkstoff je nach der Neigung zum Fließen, zwischen die Schneiden zu dringen und an den Trennungsflächen Bärte zu hinterlassen. Nach amerikanischen Angaben liegt für weiches Eisen der kleinste Kraftbedarf bei einer Fluchtweite von etwa  $\frac{1}{5}$  der Werkstoffdicke. In Fällen, wo eine Schrägstellung der Schnittfläche in diesem Maß nicht ins Gewicht fällt, mag man sich dieses Vorteils bedienen; für gewöhnlich geht man jedoch nicht über  $\frac{1}{12} \div \frac{1}{16}$  Werkstoffdicke hinaus. Der AWF. empfiehlt für den einfachen Freischnitt  $\frac{1}{10} \div \frac{1}{20}$  der Dicke als Spiel, die niedrigen Werte für zähen, die höheren für spröderen Werkstoff (siehe auch Abb. 21).

**14. Ausnützung der Reibung.** Genügt die beim Schnitt erreichte Glätte der Trennungsfläche nicht den gestellten Anforderungen, so kann man mit Hilfe von Schlicht- und Polierwerkzeugen diesen Mangel abstellen. Schlichtwerkzeuge (verengertes Spiel): Die Schnittplatte erhält genau die geforderten Abmessungen des Werkstückes. Der Stempel wird so groß gehalten, daß er eben noch in die Schnittplatte geht. Bei 5 mm dickem, weichem Stahl genügen  $0,07 \div 0,08$  mm Spiel längs der Schnittkante. Die Schnittplatte wird so sauber wie möglich poliert und läuft kegelig aus, um das Herausfallen des fertigen Werkstückes zu erleichtern. Wichtig ist eine genaue Zuführung, damit rund herum gleichviel Werkstoff abgeschabt wird. Das Werkstück bekommt ein so sauberes Aussehen, wie wenn es von der Fräsmaschine käme. Polierwerkzeuge (negativer Freiwinkel): Anschließend kann man das Werkstück durch ein Werkzeug gehen lassen, das dem oberen gleicht mit dem Unterschied, daß es statt der kegelig Erweiterung der Schnittplatte hinter

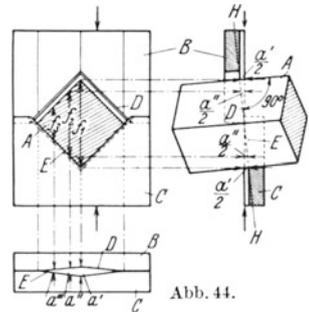


Abb. 44.

der Schneidkante eine geringe Verengung um etwa 0,05 mm längs der Schneidkante zeigt. Die Schnittplatte muß sehr sauber poliert und stark gehärtet werden. Die Wirkung des Werkzeuges beruht darauf, daß die Kanten des Werkstückes infolge des zum Durchpressen notwendigen Druckes etwas gestaucht werden und daß die so erzeugte Reibung poliert.

**15. Anwendung der Scherschräge.** Die Scherschräge wendet man bei großen Schnitten an, wo ihre Anbringung die Herstellung nicht wesentlich erschwert und wo Druckausgleich unbedingt notwendig wird, selbst wenn man einen Mehraufwand an Arbeit, die der Verformung des Bleches dient, mit in Kauf nehmen muß. Würde z. B. der Stempel in Abb. 45 auf seiner ganzen Fläche gleichzeitig anfallen, so würden bei dem auftretenden Druck die seitlich stehenden Streifen sich verbiegen. Weiter fällt ins Gewicht, daß man mit leichteren, handlicheren und schnelleren Maschinen unter Verwendung weniger hochwertigen Stoffes für die Werkzeuge arbeiten kann. Die auftretenden seitlichen Drucke hebt man meistens durch entgegengesetzte Neigung auf (Abb. 46 und 47). Beim Lochen ist die Scherschräge an dem Werkzeugoberteil, beim Ausschneiden an der Schnittplatte anzubringen; denn der um den Ausschnitt stehende Stoff

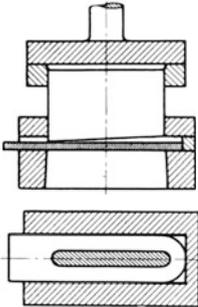


Abb. 45.

wird gegen die Schnittplatte gedrückt und biegt sich wenigstens in der näheren Umgebung des Schnittes nach der Schnittplattenoberfläche. Der Ausschnitt

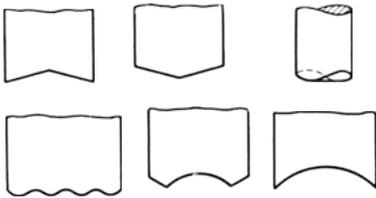


Abb. 46.

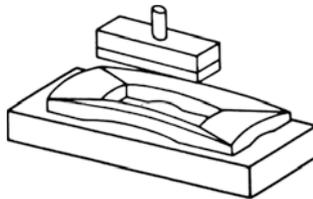
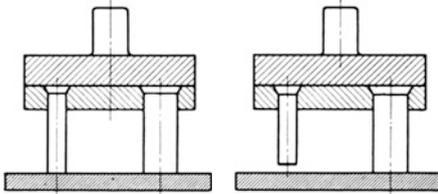


Abb. 47.

selbst paßt sich der Stempelstirnfläche an. Hieraus ist zu erkennen, wie wichtig es zur Erzielung ebener Werkstücke ist, Schnittplatte und Stempel genau parallel zueinander aus-

zurichten. In dem Bestreben, möglichst wenig bleibende Verbiegungsarbeit zu leisten und daher den Abfall wieder benutzen zu können, ist es am besten, Schnitte nur mit zwei Hochpunkten zu versehen. Auf diese Weise wird der Abfall nur einfach um eine Kante gebogen und zeigt Neigung zurückzufedern. Bei



a

Abb. 48.

b

mehr als zwei Hochpunkten erfolgen örtliche Dehnungen, die den Abfall in eine gewölbte Form zwingen. Dieses Scherprinzip läßt sich auch auf zusammengesetzte und kombinierte Werkzeuge anwenden. Damit die Werkzeugteile nicht gegeneinander verschoben werden, sollte das Werkstück von den Schneiden an zwei möglichst diagonal um die senkrechte Stößelachse verteilten

Stellen erfaßt werden (Abb. 48a). Empfehlenswert ist es, diese Punkte so weit wie möglich auseinanderzurücken und die starrsten Stempel zuerst durch den Werkstoff gehen zu lassen, damit sie den schwächeren als Führung dienen (Abb. 48b).

**16. Schneidenformen für besondere Fälle.** a) Erleichterung und Vorbereitung der Weiterverarbeitung. Während man gewöhnlich die Verbiegung des Ausschnittes zu vermeiden sucht, läßt sie sich auch nützlich verwenden: Der Stempel (Abb. 49b) erzeugt das Arbeitsstück *a*. In der nächsten Arbeitsstufe sollen die

aufgebogenen Ecken gerollt werden. Dadurch, daß eine Aufbiegung schon während des Schnittprozesses erreicht wird, ist einer Verbiegung des glatten Teiles während des Aufrollens vorgebeugt. Das Mittel, diesen Zweck zu erreichen, ist, eine Scherschräge an den aufzurollenden Stellen anzubringen, die langsam in die waagerechte Schnittkante übergeht (Abb. 49b).

b) Stempel zum Ausschneiden und Biegen. Nach demselben Verfahren kann man auch mit einem Stempel ausschneiden und fertig biegen (Abb. 50). Doch ist dies nur bei Zulassung größerer Toleranzen in der Maßhaltigkeit möglich und außer für Rundungen auch für Knicke bis zu etwa  $20 \div 30^\circ$  anwendbar. Die Scherschräge muß um das Maß der rückfedernden Formänderung bzw. Winkeländerung größer sein.

c) Durchreißen. Eine ähnliche Vereinigung von Schneiden und Biegen stellt das Durchreißen dar. Es wird nicht mehr vollständig ausgeschnitten oder ge-  
 locht, sondern nur an drei Seiten, so daß der Ausschnitt um die vierte Seite winklig abgebogen werden muß. Durch weiteres Biegen des durchgerissenen Lappens um  $90^\circ$  ist beispielsweise leicht eine Verbindung zwischen zwei Blechen herzustellen (Abb. 51a). Abb. 51b und c zeigt eine Schneidenform für doppeltes Durchreißen.

d) Durchziehen. Dem Zwecke der Verbindung zweier Bleche dient häufig auch das Durchziehen (Abb. 52). Der meist runde Stempel endet in einer Spitze. Mit dieser wölbt er das Blech auf der Schnittplatte, deren Schneidenkanten abgerundet sind, reißt schließlich das Blech auseinander und zieht es in die Schnittplatte hinein. Der rauhe, gerissene Rand erleichtert nachfolgendes Vernieten.

Wenn nach diesem Verfahren z. B. Wandungen für Naben mit Muttergewinde hergestellt werden sollen, so ist ein glatter Rand erforderlich. Durch vorhergehendes Lochen oder durch Ausbildung der Stempelspitze als Lochstempel, der in diesem Fall ohne Gegenschritt arbeitet, ist dieser leicht zu erzielen. Bei dickerem Werkstoff (etwa über  $\frac{1}{2}$  mm) läßt sich dadurch leicht eine Nietverbindung schaffen, daß man beim Lochen den Putzen nicht ganz ausstößt, sondern ihn nur zur Hälfte aus dem Blech heraustreten läßt und ihn gleichzeitig als Niet benutzt.

Doch ist dies Verfahren nur für gering belastete Verbindungen zulässig. e) Schneiden und Ziehen. Unter den Verbindungen des Schneidens mit anderen Verfahren als Biegen dürfte die in Abb. 53 dargestellte Zusammenfassung von Schneiden und Ziehen am häufigsten sein. Aufgabe dieses Werkzeuges ist es,

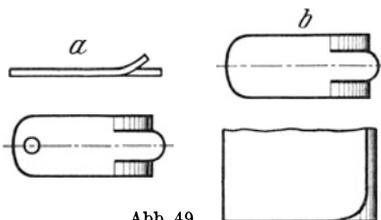


Abb. 49.

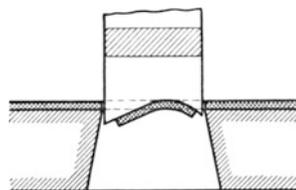


Abb. 50.

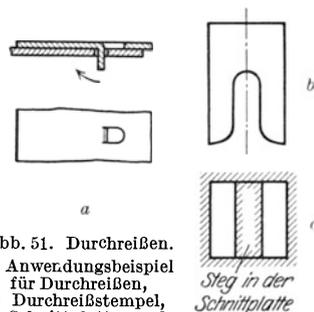


Abb. 51. Durchreißen.  
 a Anwendungsbeispiel für Durchreißen,  
 b Durchreißstempel,  
 c Schnittplatte zu b.

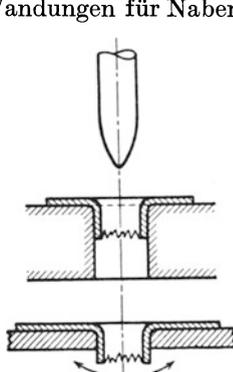


Abb. 52.

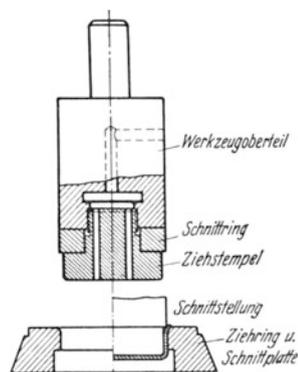
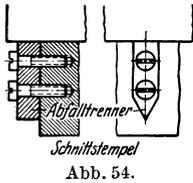


Abb. 53.

das Näpfchen fertig zu ziehen und gleichzeitig auf die gewünschte Höhe abzuschneiden. Zu diesem Zweck wird der einfache Ziehstempel durch ein dreiteiliges Werkzeug ersetzt. Der eigentliche Ziehstempel wird in das Oberteil geschraubt; er hat genau die lichten Abmessungen des Näpfchens und dessen Höhe und hält als Mutter den durch einen Ansatz geführten, gehärteten und geschliffenen Schnitt-



ring. Die Außenabmessungen dieses Ringes sind so gehalten, daß er mit dem Werkzeugunterteil ein Schnittwerkzeug ergibt, das den ungleichen überflüssigen Rand des Näpfchens abquetscht. Dadurch, daß der Schnittring beiderseitig auszunützen ist, lassen sich mit einem solchen Werkzeug hohe Stückleistungen ohne Nachschleifen erzielen.

f) Schneiden und Abstreifen. Bei Verwendung eines Schnittes zum Abgraten oder zum Beschneiden von Ziehkörpern sind Abstreifer manchmal hinderlich. Man ersetzt sie dann durch Abfalltrenner, die an den eigentlichen Schnittstempeln angebracht werden, so wie es z. B. der AWF vorschlägt (Abb. 54).

## B. Folgerungen aus dem Ablauf des Schnittvorganges für den Werkstoff.

**17. Die Möglichkeit des Schneidens hängt von der Eigenart des Werkstoffes ab.** Viele Werkstoffe sind für eine Bearbeitung, die mit derartigen Beanspruchungen wie beim Schnittvorgang verbunden sind, nicht geeignet.

a) Stoffe geringer Dehnung und hoher Härte. Der Werkstoff muß in der Lage sein, soviel Formänderungsarbeit unter dem Einfluß der Druckkräfte in sich aufzunehmen, bis die Schubbeanspruchung einen Wert erreicht, der die Festigkeitsgrenze übersteigt und den Stoff längs der gewünschten Linie abtrennt. Andernfalls wird der Werkstoff zerbersten, platzen, sich spalten. Ist die Sprödigkeit des Werkstoffes nicht so groß, daß er für eine Bearbeitung durch Schneiden ganz ungeeignet ist, so birgt doch ein harter Werkstoff die Möglichkeit in sich, daß im Augenblick des Bruches oder in der Periode, in der der Stempel als Stoßstahl dient, sich vom Werkstoff kleine spanartige Teilchen lösen. Diese bekommen Bedeutung in dem Augenblick, wo sie nicht wegfallen, sondern sich zwischen die Werkzeugteile (Stempel, Schnittplatte, Abstreifer, Auswerfer) klemmen.

b) Stoffe mit Neigung zum Biegen. Bei anderen Stoffen genügt es, die Einflüsse irgendeines Einzelvorganges beim Schneiden auszuschalten, um sie bearbeiten zu können. Das gilt für das Abbiegen bei Leder, weil infolge der Abbiegung ein genauer Schnitt nicht möglich wäre und für die Verdrängungsperiode z. B. bei Pappe und ähnlichen Stoffen (ziehender Schnitt), weil bei diesen die Schnittfläche unsauber würde (Zerreißen). Derartige Stoffe bearbeitet man daher nur mit einem Stempel, die Schnittplatte ersetzt man durch eine hölzerne oder ähnliche Unterlage. Unter Umständen genügt es, einen zweiten Werkstoff mit auszuschnitten, der den Neigungen des ersten Werkstoffes entgegenwirkt. Bekannt ist das gleichzeitige Ausschneiden von Unterlegscheiben aus Filz und dünnem Messingblech, wobei der Filz auf der Schnittplatte, das Messingblech vor dem Stempel liegen muß. Bei Stoffen mit hoher Scherfestigkeit verbiegt sich der umgebende Stoff, ehe die Trennung erfolgt, da die Druckspannung sehr oft eher die Quetschgrenze erreicht, als die Schubspannung den Widerstand des Stoffes überwindet. So kann beim Arbeiten mit mehreren Stempeln sich der Werkstoff an einem Stempel festklemmen, unter Umständen, wenn die Werkstoffbewegung gerade dann erfolgt, wenn ein zweiter Stempel aufsetzt, dieser abgebrochen werden. Bei der Weiterverarbeitung eines derartig verbogenen Streifens (Abb. 55) muß der

Stempel den Stoff erst richten, ehe er in der Schnittplatte ein Widerlager findet. Bei diesem Richtvorgang schleift der Werkstoff an den Schneidkanten entlang und beeinträchtigt durch die hervorgerufene Reibung die Schneidenschärfe.

c) Neigung zu Ermüdungserscheinungen. Die Bearbeitungsmöglichkeit allein ist nicht maßgebend für die Anwendbarkeit des Schneidverfahrens, auch der Verwendungszweck des herzustellenden Werkstückes muß geprüft werden. Ist dieses Wechselbelastungen in hoher Zahl und beträchtlicher Größe ausgesetzt, so gibt der durch Bruch entstandene Teil der Trennungsfläche mit seinen Zacken und Rissen leicht Anlaß zu Dauerbrüchen oder Ermüdungserscheinungen. In solchen Fällen muß also dem Schneiden ein zweiter Arbeitsgang folgen, der die Schicht der Risse und Zacken entfernt.

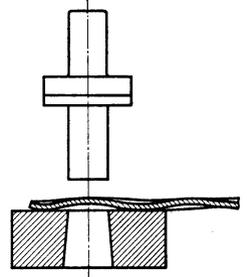


Abb. 55.

**18. Bedeutung der Werkstoffdicke für das Schneiden.** Eine Reihe von Erscheinungen hat das Fließen des Stoffes während des Schneidens im Gefolge. Zunächst ist es die Ursache der Beschränkung in der zu verarbeitenden Werkstoffdicke. Aus Abb. 8 und 9 ist zu ersehen, daß die Schubspannungen, von denen die Trennung eingeleitet wird, nicht in Richtung der Scherfläche laufen, sondern gegen diese geneigt sind. Da ferner die Schubspannungen nur ganz dicht unter den Schnittkanten eine Höhe erhalten, die zur Trennung ausreicht (Abb. 23), so wächst die zur Einleitung der Trennung notwendige Kraftäußerung verhältnismäßig rascher als die Werkstoffdicke. Gleichzeitig wird die unter dem Einfluß von Druck-

spannungen zu vollendende Trennungsfläche immer größer (Abb. 56) und damit auch die Formänderungen infolge Fließens. Während deshalb bei dünnem Werkstoff die abgetrennten Teile nur um den Betrag  $a'$  ineinanderhängen, steigt dieser mit wachsender Werkstoffdicke auf  $a''$ .

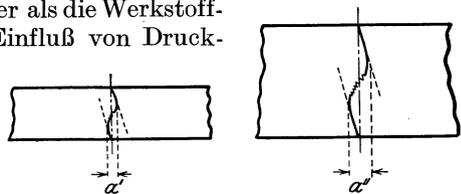


Abb. 56.

Diese Formänderungsarbeiten verzehren einen großen Teil der zu Trennungszwecken eingeleiteten Arbeit, um eine raue, verzerrte Schnittfläche zu erzeugen. Je nach der geforderten Genauigkeit, Schnittkantenglätte und dem zur Verfügung stehenden größten Preßdruck ergibt sich die obere Grenze der Werkstoffdicke.

**19. Gefügeänderung beim Schneiden.** Weiter ist das Fließen mit einer Gefügeverlagerung verbunden, die einer Änderung der Festigkeitseigenschaften des Werkstoffes, meist zu dessen Nachteil, gleichkommt. Entscheidend dafür, ob für den jeweilig vorliegenden Fall die Herstellung eines Werkstückes durch Schneiden zulässig ist, sind die Betriebsverhältnisse, denen das Werkstück unterworfen ist. Ist dieses im Betrieb höheren Wärmegraden ausgesetzt, so ist von der Verwendung von Schnitten wegen der Gefahr der Rekristallisation abzuraten. Ihre Bedeutung zeigt Abb. 24, wo sie der Forschung dienstbar gemacht wurde. Sie führt zur Bildung groben Kristallgefüges. Der Werkstoff wird spröde. Dabei braucht die Erwärmung nicht einmal so hoch zu liegen wie bei dem Beispiel der Abb. 24 ( $720^\circ$ ). Wirkt eine niedrigere Temperatur entsprechend länger ein, so ruft sie dieselben Wirkungen hervor.

Während sich diese Vorgänge im Inneren des Stoffes abspielen, hinterläßt der Fließvorgang an den Oberflächen des Bleches Aufrauungen in der Nähe der Schnittlinie. Arbeitet ein solches Werkstück in warmer, feuchter Umgebung, so bilden diese Stellen einen besonders günstigen Angriffspunkt für Korrosion (Rostbildung). Gefährlich werden sie bei Nietverbindungen an Kesseln. Denn auf der Seite, wo die Platten aufeinanderliegen, geben die Aufrauungen Anlaß zu Un-

dichtigkeiten. An der Seite der Nietköpfe fallen die Aufrauungen und der Rand des Schließkopfes fast zusammen, so daß gerade die empfindlichste Stelle einer Nietung den Keim der Zerstörung in sich trägt. Das Stanzen von Nietlöchern an Kesselblechen sollte man bei diesem ungünstigen Zusammentreffen von Rekristallisation und Rostgefahr unbedingt vermeiden. Doch braucht man allgemein beim Auftreten von Schwierigkeiten ähnlicher Art nicht den Schnitt von vorne herein abzulehnen. Oft wird es bei durch Schnitte hergestellten Werkstücken, die hohen Belastungen ausgesetzt sind und deren Stoff von Natur aus ein Fließen gestattet, möglich sein, die Schnittkanten so zu legen, daß sie zur Kraftübertragung nur wenig herangezogen werden.

**20. Vermeidung von Biegerscheinungen am Streifenrand.**

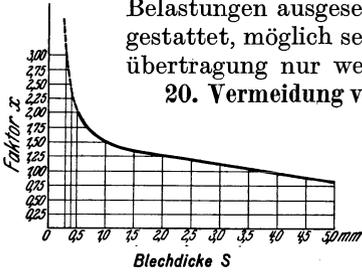


Abb. 57. Abhängigkeit der Stegbreite von der Blechedicke  $S$  für Eisen (Faktor  $x$  mal Blechedicke gleich Stegbreite).

a) Durch den verlorenen Steg. Erfahrungsgemäß beginnt das Fließen an den Stellen größten Spannungsfalles und bedeutet eine Kraftfortleitung in der Fließrichtung. Kommt ein Stempel nahe an den Stoffrand, so ist diese Kraftfortleitung so bedeutend, daß der am Rand stehenbleibende Steg einer solchen Belastung nicht gewachsen ist. Je nach Lage des Spannungsfalles und der Werkstoffart klemmt

sich der Steg zwischen Schnittplatte und Stempel oder er weicht, sich verkrümmend, vor dem Stempel aus. Der stehenbleibende Steg muß also eine bestimmte Mindestgröße haben. Ein bestimmtes Maß an Werkstoffverlust ist daher nicht

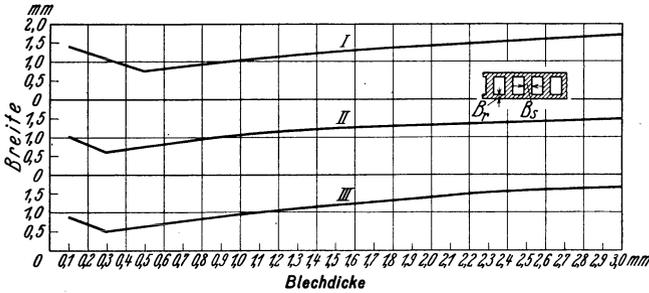


Abb. 58. Abhängigkeit der Stegbreiten von der Blechedicke. I Seitenschneiderabschnitt, II Stegbreite  $B_s$  zwischen zwei Schnitten, III Stegbreite  $B_r$  zwischen Blechrand und Stempel.

zu unterschreiten. L. Glück gibt für Eisen die Erfahrungswerte des Schaubildes Abb. 57. E. Kaczmarek empfiehlt die der Abb. 58.

b) Durch Ausgleich der Kräfte am Streifenrand. Mit der richtigen Bemessung der Stegbreite allein wird man jedoch nicht immer aller Schwierigkeiten Herr werden können.

Bei sehr ungleichmäßiger Schnittdruckverteilung über die Streifenbreiten, durch die Stempelform bedingt (Abb. 59a), werden sich die Wirkungen der Kraftfortleitung entsprechend ungleichmäßig bemerkbar machen und den Streifen unter Umständen in seiner Längsrichtung verziehen.

Dieselben Erscheinungen können selbst bei rechteckigem Umriß der Schnittform auftreten, wenn der Stempel nicht genau in der Mitte des Streifens durchstößt (Abb. 59b), und zwar wird sich die Seite verlängern, an welcher der Stempel die geringste Entfernung vom Streifenrand hat. Die Kräfte sind so groß, daß dabei im Wege stehende Anschlagstifte usw. abgeschert werden können. Wollte man nun den Streifen ein zweites Mal durch das Werkzeug gehen lassen, um den Werkstoff vollständig auszunutzen, so hätte man mit Schwierigkeiten in der Werkstoffzufuhr, also mit Zeitverlust, zu rechnen. Abhilfe kann hier so geschaffen werden, daß man die un-

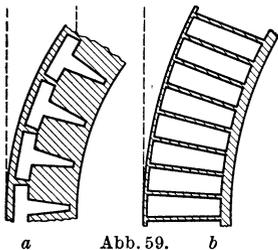


Abb. 59.

Die gestrichelten Linien zeigen den Verlauf der Streifenränder vor dem Schneiden. Die Abbiegung ist der Deutlichkeit halber übertrieben.

gleichmäßige Kraftverteilung auszugleichen sucht, z. B. dadurch, daß man durch

einen zweiten gleichen Stempel, spiegelbildlich zum ersten angeordnet, an der anderen Seite des Blechstreifens die gleiche Dehnung hervorruft. Ist dieses nicht möglich, so bringt man an der ungestreckten Bandseite einen einfachen meißelförmigen Stempel an, der das Material nicht durchdringt, sondern nur um das Maß streckt, das zur Geraderhaltung des Streifens notwendig ist.

c) Springender Vorschub bei Mehrfachschnitten zur Vermeidung von Randschnitten. Bei Mehrfachschnitten sind derartige Fließerscheinungen besonders störend, namentlich dann, wenn große Genauigkeit in den Größenabmessungen, Genauigkeit der Schnittflächen verlangt wird. Die oben angegebenen Werte für die Stegbreite würden in diesem Fall nicht genügen. Man hilft sich dann wie folgt:

Anordnung *a* (Abb. 60): In jeder Streifenbreite arbeitet nur ein Stempel, und zwar so, daß der zweite erst beim dritten Vorschub in die Höhe des ersten kommt. Dadurch wird der erforderliche Raum zwischen den Einzelschnitten geschaffen, der die gegenseitige Beeinflussung und Verstärkung der Fließerscheinungen zwischen gleichzeitig arbeitenden Stempeln gefahrlos macht. Der Werkstoff ist in einem Durchgang aufgeschnitten.

Anordnung *b*: Hier ist dieses Schema mehrfach angelegt. Außerdem ergibt sich eine Abweichung insofern, als die Ausschnittform zum vollständigen Aufschneiden des Werkstoffes ein Versetzen von zwei Stempeln erfordert. Die vier Arbeitsbänder, aus denen sich der Streifen zusammensetzt, überdecken sich zum Teil. Rechtwinklig zur Vorschubrichtung sind auf gleicher Höhe zwei Stempel so angebracht, daß ein Arbeitsband zwischen ihnen liegt. Bei Anwendung dieses Verfahrens ist zu untersuchen, ob der Stempelabstand normale Herstellungs- und Betriebsbedingungen zwischen den beiden Stempeln ergibt. Die beiden anderen Stempel arbeiten in den übrigbleibenden Arbeitsbändern. Untereinander sind sie denselben Verhältnissen unterworfen wie die beiden ersten. Zwischen dem zweiten und dritten Vorschub erreichen diese Lochungen die Höhe der ersten. Dieser Zwischenraum läßt sich um eine beliebige Zahl von Vorschublängen vergrößern. Die Betriebsverhältnisse hat man also vollkommen in der Hand.

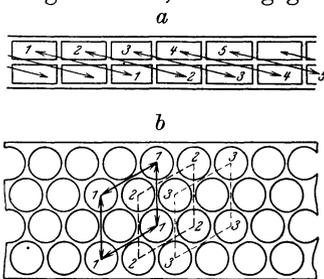


Abb. 60.

### III. Kraft- und Leistungsbedarf bei verschiedenen Werkstoffen.

#### A. Allgemeines.

**21. Der Kraftbedarf.** Die Höhe des Kraftaufwandes ist aus Festigkeitsformeln für die Schubfestigkeit nicht zu errechnen, weil diese Formeln gar keine Rücksicht auf die tatsächlich auftretenden Vorgänge nehmen, von Schnittgeschwindigkeit, Schneidenschärfe und Spiel ganz abgesehen. Berechnungen dieser Art sind daher nur für rohe Überschläge brauchbar. Bei solcher Berechnung wird der Schnittwiderstand  $W$  proportional dem Trennungsquerschnitt angesetzt mit  $W = U \cdot s \cdot K$ , worin  $U$  die Länge der Schnittlinie,  $s$  die Werkstoffdicke,  $K$  die Stoffzahl bedeutet.  $K$  ist hierbei mit etwa dem 1,7fachen Wert der Schubfestigkeit anzusetzen:

für weiches Stahlblech	$K = 60 \div 70 \text{ kg/mm}^2$	für Tiefziehblech, kalt	$K = 40 \div 60 \text{ kg/mm}^2$
„ Kupferblech . . . .	$K = 25 \div 40$	„ Stahlblech dunkelrot	$K = 12 \div 20$
„ Zinkblech . . . . .	$K = 9 \div 15$	„ Zinn . . . . .	$K = 2 \div 3$
„ Blei . . . . .	$K = 1,5 \div 2,4$		

Bei einem Schnitt mit Scherschräge, Schrägenwinkel  $\omega$ , nimmt die obige Formel die Form an

$$W = \frac{0,225 \cdot s^2}{\text{tg } \omega} \cdot K.$$

**22. Der Leistungsbedarf.** a) Eine Faustformel gibt den Leistungsbedarf von Lochmaschinen mit  $N = \text{Blechdicke (mm)} \times \text{Lochdurchmesser (mm)} \cdot \frac{1}{60}$  PS an.

b) Legt man der Leistungsberechnung den oben bestimmten Schnittdruck zugrunde, so kommt man zu der Gleichung

$$N = \frac{W \cdot v}{75} \cdot \frac{1}{\eta} \quad \text{PS},$$

wenn  $W$  der größte Schnittwiderstand,  $v$  die Schnittgeschwindigkeit,  $\eta$  der Wirkungsgrad der Maschine ( $0,5 \div 0,7$ ) ist.

c) E. Hartwig bestimmt den Leistungsbedarf einer Presse aus Leerlaufarbeit  $N_1$  und Nutzarbeit  $N_2$ .  $N_1 = 0,16 \div 0,82$  PS für eine mittlere Presse je nach Ausführung und Größe,  $N_2 = 3,71 \cdot a \cdot F$ , worin  $a = 0,25 + 0,0145 \cdot s$  ist,  $F$  die Schnittfläche in  $\text{m}^2$  je Stunde und  $s$  die Werkstoffdicke in mm bedeutet.

d) C. Codron bestimmt  $N_2$  folgendermaßen: Bedeutet  $m$  das Verhältnis des mittleren Widerstandes zum größten,  $n$  das Verhältnis des wirklichen reinen Schnittweges zur ganzen Werkstoffhöhe, so ist der Arbeitsbedarf

$$A = m \cdot W \times n \cdot s = m \cdot n \cdot s \cdot W.$$

Ersetzt man den Gesamtdruck  $W$  durch den Widerstand je  $\text{mm}^2$  ( $w$ ), so erhält man

$$A = m \cdot n \cdot s^2 \cdot b \cdot w.$$

Derartige Feststellungen sind aber nur am vollendeten Schnitt zu machen. Ohne Versuche kann man also nicht zu zuverlässigen Werten gelangen.

## B. Untersuchung von Schnittdiagrammen für Metalle.

**23. Kupfer.** a) Schnittvorgang. Abb. 61A gibt den Schnittvorgang bei parallelen Messern ( $\omega = 0$ ) durch ein Stück Kupfer  $15 \times 15$  mm mit Keilwinkel der Schneide  $\beta = 85^\circ$  wieder: mit dem Aufsetzen des Werkzeugobertheiles steigt, da

der Werkstoff infolge seiner Elastizität dem Druck ausweicht, der aufzuwendende Druck erst langsam (in der Abb. nicht zu erkennen), dann schnell an. Es bilden sich die Spannungszentren aus, die Schubbeanspruchung überschreitet die Werkstofffestigkeit, der Anriß beginnt: 1. Abschnitt (bis etwa 3 mm Eindringungstiefe). Die Druckspannung, die dazukommt, bringt den Werkstoff zum Fließen: 2. Abschnitt (bis etwa  $6\frac{1}{2}$  mm Eindringungstiefe). Dieser Abschnitt ist gekennzeichnet durch den verhältnismäßig langen Vordringungsweg des Obermessers trotz abnehmendem Preßdruck. Schließlich vermag die durch die begonnene Trennung verminderte Querschnittfläche den Kraftwirkungen nicht mehr zu widerstehen und ein Bruch vollendet die Trennung: 3. Abschnitt. Die

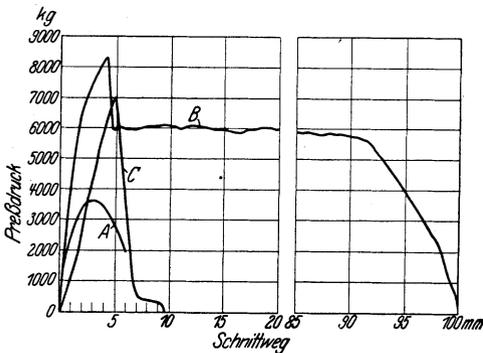


Abb. 61. Kraftbedarf beim Schneiden von Kupfer. Linie A: Preßdruck beim Schneiden mit parallelen Messern. Versuchsstück  $15 \text{ mm}^2$ . Schnittweg ist die Werkstückdicke.

Linie B: Preßdruck beim Schneiden mit Scherschneide. Versuchsstück  $16 \text{ mm}$  dick,  $100 \text{ mm}$  breit. Schnittweg ist die Werkstückbreite.

Linie C: Preßdruck beim Lochen durch Stempel  $16 \text{ mm } \varnothing$ . Versuchsstück  $9,5 \text{ mm}$  dick.

Länge dieser drei Abschnitte und ihr Verhältnis zueinander sind unter Berücksichtigung von Werkstoffdicke bzw. Werkstoffform kennzeichnend für den bearbeiteten Werkstoff.

Kurve B schildert den Kräfteverlauf bei schierend wirkenden Messern ( $\omega = 10^\circ$ ,  $\beta = 80^\circ$ ) durch ein Stück Kupfer  $16 \times 100$  mm. Ein bedeutend schneller ansteigender Kraftbedarf zeigt an, daß sich die Kräfte nicht allein auf die

Schnittebene konzentrieren, sondern den ganzen Streifen beeinflussen (Einleitung von Verbiegungen senkrecht aus der Werkstoffebene nach unten, in der Werkstoffebene vom Messer weg). Solange noch keine Schnittfuge (Anriß) besteht, leistet der Werkstoff natürlich lebhaften Widerstand. Dadurch ist das im Verhältnis zur Werkstoffdicke unvergleichlich höhere Anwachsen der Kräfte gegenüber Kurve *A* bedingt. Ähnlich wie bei dieser schließt sich der Abschnitt des Fließens an, verbunden mit bedeutendem Kraftabfall, weil die zuvor zur Erzeugung von Verbiegungen aufgewandten Kräfte sich zum Teil wieder nutzbar machen, indem sie den Bruch beschleunigen. So nimmt der zweite Abschnitt die Form einer Spitze an gegenüber einer Kuppe der Kurve *A*. Abschnitt 1 und 2 sind eng zusammengerückt. Gleichzeitig sind die normalen Schnittverhältnisse eingeleitet, d. h. die Schnitt- und die Formänderungsfläche behalten für eine Zeit die aus Werkstoffdicke und Messereneigung sich ergebende Länge bzw. Größe. In rascher Folge überdecken sich die drei Abschnitte: Biegen — Fließen — Brechen. Nur leise Schwebungen der Kurve verraten die Vorgänge im Werkstoff. Nähert sich der Schnitt dem Ende, so finden zunächst die verbiegenden Kräfte geringen Widerstand, gleichmäßig beginnt die Kraftaufnahme abzunehmen. Die Verkleinerung der Schnittfläche bestärkt die Entwicklung. Ein erneuter Knick der Kurve deutet an, daß sich das Fließen über den ganzen noch vorhandenen Querschnitt erstreckt. Ein letztes Brechen vollendet die Trennung.

Kurve *C* zeigt den Lochvorgang. Langsames Anwachsen der Kräfte zu Beginn des Schnittes, weil zur Einleitung des Schnittes erst elastische Formänderungen stattfinden müssen: Biegen des vor dem Stempel liegenden Werkstoffes nach der Schnittkantenebene des Stempels, Biegen des umgebenden Werkstoffes nach der Schnittkantenebene der Schnittplatte, Durchbiegung des vor dem Stempel liegenden Werkstoffes wie eine mehr oder minder eingespannte Platte unter Kreisringbelastung. Dann wachsen die Kräfte rasch. Die Spannungszentren bilden sich aus und leiten das Fließen ein. In diesem Abschnitt erreicht die Kraftaufnahme ihren größten Wert. Dieser fällt schnell ab unter Bildung einer Spitze in der Kurve und zeigt damit, daß ein Bruch die Trennung herbeigeführt hat. Jetzt ist es nur notwendig, den Stempel als Stoßstahl benutzend, den einspringenden Kragen des Lochrandes zu beseitigen und etwa auftretende Reibungen zwischen Putzen und Lochrand zu überwinden.

b) Die Bedeutung der Werkstoffdicke auf den Ablauf des Schnittvorganges verdeutlicht Abb. 62: Der größte Kraftbedarf je  $\text{mm}^2$  Schnittfläche (Kurve *b*) wird mit wachsender Werkstoffhöhe geringer, weil die Spannung sich über den Trennungsquerschnitt ungleichmäßig verteilt. Nur unmittelbar vor den Schneiden erreicht die Spannung Werte, die den Werkstoffwiderstand überwinden. Je größer die Höhe ist, um so geringer wird der verhältnismäßige Anteil dieser Zone am ganzen Querschnitt sein. Anders die Kurve *a* für den Arbeitsbedarf: Erst stark, allmählich langsamer ansteigend, spiegelt sich in ihr die Erscheinung wider, daß mit wachsender Werkstoffdicke das Verhältnis von wirklichem Schnittweg (siehe Abb. 8 Zone 2) zur Werkstoffdicke kleiner wird. Das Anwachsen des Arbeitsbedarfes wird dadurch verursacht, daß verhältnismäßig viel größere Mengen des Werkstoffes zum Fließen gebracht werden müssen.

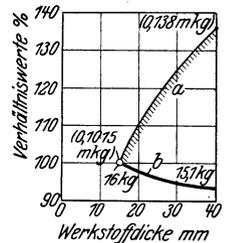


Abb. 62. Einfluß der Werkstoffdicke auf den Kraft- u. Arbeitsbedarf beim Schnittvorgang.

Linie *a*: Arbeitsbedarf je  $\text{mm}^2$  Trennfläche in mkg in Abhängigkeit von der Werkstoffdicke. Linie *b*: größter Kraftbedarf je  $\text{mm}^2$  Trennfläche in kg in Abhängigkeit von der Werkstoffdicke.

24. Stahl St 42.11. a) Abb. 63. Kurve *A* — Schneiden mit  $\parallel$  Messern ( $\omega = 0^\circ$ ),  $\beta = 85^\circ$ , Versuchsstück  $20 \times 40$  mm — überrascht durch das schnelle und hohe

Anwachsen der Kräfte, das verhältnismäßig geringe Kraftgefälle zwischen Höchst-  
druck und Bruch trotz des größeren Querschnittes gegenüber Abb. 61. Dieselben

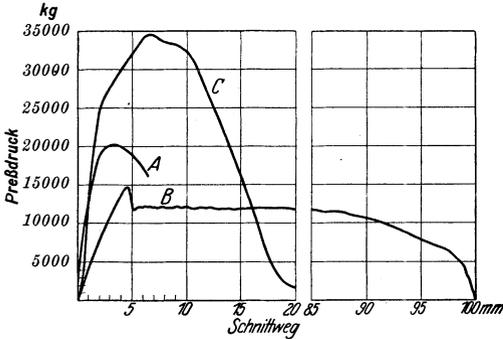


Abb. 63. Kraftbedarf beim Schneiden von Stahl St. 42.11.  
Linie A: Preßdruck beim Schneiden mit parallelen Messern  
Versuchsstück 20 mm dick, 40 mm breit. Schnittweg ist  
die Werkstückdicke.  
Linie B: Preßdruck beim Schneiden mit Scherschräge  
Versuchsstück 20 mm dick, 100 mm breit. Schnittweg  
ist die Werkstückbreite.  
Linie C: Preßdruck beim Lochen durch einen Stempel  
von 20 mm  $\varnothing$ . Versuchsstück 19,5 mm dick.

Querschnittes wird der Höchstdruck eher erreicht als beim Kupfer, die Schnitt-  
wege der Fließperiode werden kürzer bei geringerem Kräftegefälle, die Zone der  
Trennung durch Bruch wird größer, die Gesamttrennungsfläche also unebener. Darum  
nimmt der abfallende Ast der Kurve C des Eisens einen so unruhigen Verlauf: größere und  
rauhere Bruchflächen sind unter größerem Druckaufwand aneinander vorbei zu bewegen. Das  
Schnittmesser in seiner Eigenschaft als Stoßstahl hat größere Formänderungswiderstände  
zu überwinden.

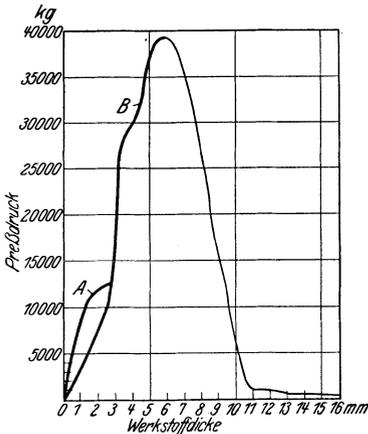


Abb. 65. Kraftbedarf beim Schneiden  
von hartem und zähem Werkstoff in Ab-  
hängigkeit von der Eindringtiefe.  
Linie A: Werkzeugstahl 20  $\times$  15 mm,  
 $\beta = 85^\circ$  (Arbeitsbedarf je mm<sup>2</sup> Trennfläche  
0,075 mkg, größter Kraftbedarf je mm<sup>2</sup>  
Trennfläche 38,8 kg). Linie B: Nickel-  
stahl Lochversuch 20  $\varnothing$   $\times$  14 mm (Arbeits-  
bedarf je mm<sup>2</sup> Trennfläche 0,225 mkg).

Erscheinungen finden sich bei der  
Kurve B: Scherschräge  $\omega = 10^\circ$ ,  
 $\beta = 80^\circ$ , Versuchsstück 20  $\times$  100 mm.  
Nur bei Kurve C — Lochen, Stempel  
20  $\varnothing$ , Versuchsstück 19,5 mm dick —  
scheint in ihrem abfallenden Ast Unter-  
schied zu bestehen. Die verschiedenen  
Zahlenwerte der Kurven spiegeln den  
Widerstand gegen Formänderung und  
das Aufnahmevermögen von Formände-  
rungsarbeiten wider. Der Widerstand des  
Eisens gegen Formänderung ist größer  
als der des Kupfers. Dagegen ist das  
Aufnahmevermögen von Formände-  
rungsarbeiten kleiner, d. h. beim Eisen  
sind die notwendigen Schnittdrucke  
größer als beim Kupfer, die Schnitt-  
wege aber kürzer. Wegen des großen

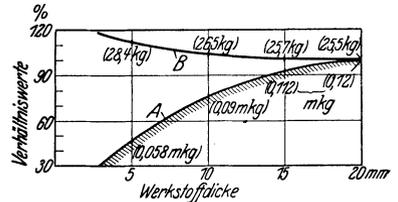


Abb. 64. Einfluß der Werkstoffdicke auf  
Kraft- und Arbeitsbedarf.  
Linie A. Arbeitsbedarf je mm<sup>2</sup> Trennfläche  
in mkg. Linie B: größter Kraftbedarf je  
mm<sup>2</sup> Trennfläche in kg.

b) Grundsätzlich zeigt der Verlauf der Kurven  
Abb. 64, welche die Abhängigkeit des Höchst-  
druckes und des Arbeitsaufwandes je mm<sup>2</sup> Tren-  
nungsfläche von der Werkstoffhöhe darstellen, das-  
selbe Bild wie Abb. 62. Weiter geht daraus hervor,  
daß der Höchstdruck beim Eisen sich zu dem des  
Kupfers verhält wie  $\sim 3^{1/2}$ :2, während der Arbeits-  
bedarf nur wenig vom Verhältnis 1:1 abweicht.  
Die Aufnahmefähigkeit für Formänderungsarbeiten  
beeinflusst also den Arbeitsbedarf beim Schnitt  
wesentlich.

**25. Verallgemeinerung.** Bei Metallen verläuft die  
Trennung durch den Schnitt wie in Abschnitt 23 ge-  
schildert. Der Arbeitsbedarf je mm<sup>2</sup> Trennfläche ist  
um so größer, je fester und zäher ein Werkstoff ist,  
d. h. je größer der Kraftaufwand ist, um den Werk-  
stoff zum Fließen zu bringen und je ausgesprochener er fließt. Je spröder ein

stoff zum Fließen zu bringen

Werkstoff ist, d. h. je geringer seine Neigung zum Fließen und zur Aufnahme bleibender Formänderungen ist, um so niedriger fällt die zur Trennung aufzuwendende Arbeit aus. Abb. 65.

Auf das Aussehen der Trennungsfläche bezogen heißt das: Je spröder ein Werkstoff, desto mehr weicht die Trennungsfläche von der gewollten Schnittebene ab. Die Schneiden dringen nur wenig in den Werkstoff, so daß man eigentlich nicht von Schnitt-, sondern von Bruchfläche sprechen muß (Abb. 66, Werkzeugstahl). Mit zunehmender Dehnbarkeit wächst der Einfluß der Schnittperiode im Fließzustand gegenüber der Trennung durch Bruch. Gewollte Schnittebene und Trennungsfläche rücken aneinander (Abb. 67, Stahl bei 1000°). Da sich das Fließen nicht auf die gewollte Schnittfläche allein beschränkt, sondern sich auf den umgebenden Werkstoff erstreckt, so hinterlassen die Schneiden Abdrücke. Die Fasern werden vor den Schneiden gequetscht, an der gegenüberliegenden Seite verbogen. Namentlich bei profiliertem Werkstoff sind derartige Verzerrungen sehr unerwünscht.

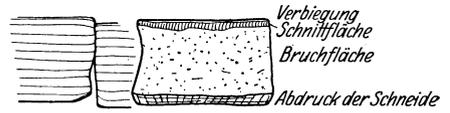


Abb. 66. Das Aussehen der Trennfläche bei hartem Werkstoff (Werkzeugstahl).

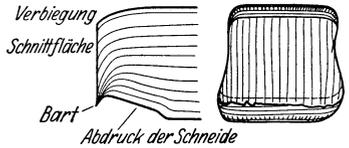


Abb. 67. Das Aussehen der Trennfläche bei zähem Werkstoff (Stahl bei 1000°).

### C. Abschluß.

**26. Durchschneiden mehrerer Lagen.** Bei Werkstoffen, die mit Messern nach Abb. 30 bearbeitet werden, ergibt sich dabei keine Änderung der Arbeitsverhältnisse. Nach einer kurzen Zusammenpressungsperiode, durch die lose Schichtung bedingt, verläuft die Widerstandskraft nach der gewohnten Kurve bis zum Schnitt. Bald hierauf macht sich der Einfluß der nächsten Lage geltend. Das Spiel beginnt von neuem, jedoch in einer höheren Lage der Kräfte, usf. In der Gesamtheit wirkt solch geschichteter Werkstoff wie Pappe, bei der die Widerstandskraft gegen Ausknicken durch Trennung der einzelnen Lagen auf einen geringen Wert herabgesetzt ist. Mit zunehmender Zahl der Lagen bei derselben Gesamtstärke sinkt daher der notwendige Kraftbedarf erst stark, allmählich immer langsamer. Beim Umrißmesser wächst der Schnittwiderstand etwa geradlinig mit der Zahl der Lagen, beim Lochmesser bedeutend schneller.

Durch Verwendung von zweiteiligen Schnittwerkzeugen werden bei mehreren Lagen die Arbeitsbedingungen insofern geändert, als der Stempel nur bei der ersten Lage das eigentliche Schnittwerkzeug ist; bei den übrigen dagegen vertritt die darüberliegende Lage die Stelle des Stempels. Da es unmöglich ist, einen Werkstoff durch einen solchen gleicher Härte zu schneiden, so erlebt man bei einem solchen Versuch alle Folgen eines theoretisch falschen Schnittes: Reißen der Schnittkante, keine glatte Schnittfläche, Zerquetschungen und Verbiegungen in der Werkstoffebene und als Ergebnis dieser zusätzlichen Formänderungsarbeiten einen erhöhten Kraft- und Arbeitsbedarf.

Mit Vorteil kann man dieses Verfahren da verwenden, wo Filzscheiben herzustellen sind (Abb. 68) und wo ein passendes Werkzeug für die gleichen Messing-

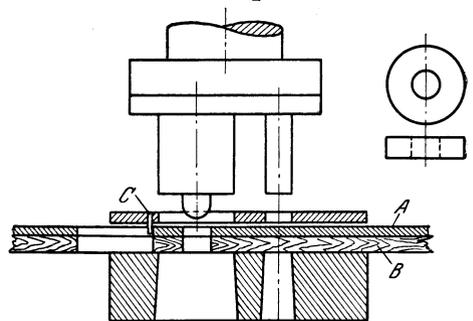
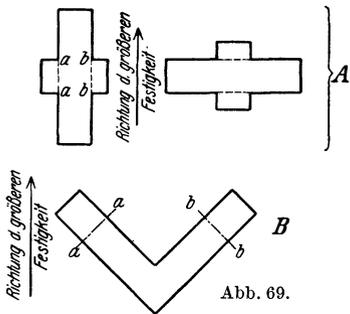


Abb. 68. Gleichzeitiges Schneiden durch Messing und Filz mit Folgeschnitt.

scheiben schon vorhanden ist. In diesem Falle kann man das zweiteilige Schnittwerkzeug benutzen, wenn man Filz (*B*)- und Messing (*A*)-Unterlegscheiben gleichzeitig schneidet, und zwar den Messingstreifen vor dem Schnittstempel, die Filzplatte vor der Schnittplatte. Man muß natürlich dann den Anschlagstift *C* in der oberen Führungsplatte anbringen.

**27. Staffelung der Stempel.** Gehen bei einem Arbeitshub mehrere Stempel durch den Werkstoff, so ist es meist üblich, die zum Druckausgleich notwendige Staffelung der Stempel so durchzuführen, daß der zweite auf den Werkstoff aufsetzt, wenn der erste ihn durchdrungen hat. Unter Berücksichtigung der Schaubilder (Abb. 61 u. 63) ist es zweckmäßiger, den zweiten Stempel dann zum Schnitt ansetzen zu lassen, wenn der erste die Periode des Höchstdruckes überwunden hat. Auf diese Weise läßt sich eine Druckverteilung schaffen, die die ersterwähnte Schnittweise an Gleichmäßigkeit übertrifft, ohne wesentlich deren Druckhöhe zu überschreiten. Der sich ergebende kleinere Hub gestattet die Verwendung kürzerer, daher widerstandsfähigerer Stempel und höherer Hubzahlen.

**28. Einfluß ausgeprägter Festigkeitsrichtungen im Werkstoff.** Häufig finden sich Werkstoffe, die infolge ihrer Bearbeitung und Herstellung (Weben, Walzen) in zwei zueinander senkrechten Richtungen verschiedene Festigkeitswerte aufweisen. Bei der Bearbeitung derartiger Stoffe durch Schnitte ergibt sich dann der größere Schnittwiderstand, wenn die Schnittlinie senkrecht zur Richtung der höheren Festigkeit verläuft, weil die Druckwirkungen des Messers senkrecht zur Schnitt-



linie in den Stoff dringen, die Formänderungsarbeit also gerade in Richtung der höheren Festigkeit zu leisten ist. Der geringste Kraftbedarf bei der Herstellung eines Blanketts nach Abb. 69A ergibt sich dann, wenn die größeren Schnittlängen mit der Richtung der größeren Festigkeit parallel laufen (links). Soll aber bei  $a-a$ ,  $b-b$  eine scharfe Knickung durch Biegen hergestellt werden, so müßte die ganze Biegungsbeanspruchung durch einen schmalen Streifen, der nur geringen Zusammenhalt mit den Nachbarstreifen hat, aufgenommen werden. Man dreht daher in solchem

Falle das Blankett im Werkstoffstreifen um  $90^\circ$  (rechts). Dann ist allerdings eine größere Schnittkraft aufzuwenden, auch die Biegungsbeanspruchung wird höher ausfallen, aber dafür weisen die gebogenen Fasern des Werkstoffs eine höhere Festigkeit auf. Dem Bestreben, eine höchste Güte des Fabrikates zu erzielen, sind jedoch Grenzen gezogen durch die Streifenausnutzung und durch die Form des Blanketts; denn sind in zwei zueinander senkrechten Richtungen Biegungen herzustellen (Abb. 69B), so ist der gerade beschriebene Idealfall nicht zu erreichen. Es kommt in diesem Falle darauf an, die beiden Biegungen mit der gleichen, höchst erreichbaren Güte herzustellen bzw. ihre Güte dem Grad ihrer Beanspruchung anzupassen. Dieser Forderung entspricht die gezeichnete Lage des Blanketts.

#### IV. Einrichtung einer Stanzerei.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird in neuzeitlichen Stanzereien der Ausgangswerkstoff nicht unmittelbar an die Arbeitsmaschinen gebracht, sondern kommt erst in die Zuschneiderei, wo er die für die Weiterbearbeitung günstigste Form erhält. Von der Zuschneiderei wandert er zur eigentlichen Fertigung. Unter Umständen findet man dann noch den Schnitt als letzten Arbeitsgang, z. B. nach dem Ziehen und dem Warmpressen.

Im folgenden soll an Hand von bezeichnenden Beispielen ein kurzer Überblick über die zu diesen Abteilungen gehörigen Einrichtungen gegeben werden, soweit Schneiden in Betracht kommt.

### A. Die Maschinen.

**29. Das Gesamtbild einer Exzenterpresse.** Für fast alle vorkommenden Schnittarbeiten findet man in den Stanzereien die Exzenterpresse verwendet. Die ungeheure Verschiedenheit der an eine Presse herantretenden Aufgaben hat die Entwicklung der mannigfaltigsten Typen bedingt, von denen im folgenden einige gezeigt werden. Für gröbere Arbeiten, wie z. B. zum Ausschneiden von Klingen, zum Abspalten der Rohlinge von der Stahlrute, zum Entgraten der im Gesenk geschlagenen Teile genügen einfachere Konstruktionen nach Abb. 70, wie sie häufig in der Solinger und Remscheider Industrie zu finden sind. Durch einen Gleitstein wird die Kraft unmittelbar von der Welle auf den Stößel übertragen. Der Hub ist fest, nur die Lage des Stößelweges läßt sich in senkrechter Richtung durch Beilage von Platten verändern. Schwungrad und Welle werden durch Stahlbolzen gekuppelt, die sich in der Radnabe durch Fußtritt bewegen lassen. Auf diese Weise ist es möglich, den Stößel während des Hubes durch Loslassen des Fußtrittes in jedem Punkte seiner Bahn anzuhalten. Diese Type ist also wegen ihrer Einfachheit und Unempfindlichkeit gegen Überlastungen und ähnliche Mißhandlungen, wie sie bei einem so rauen Betriebe an der Tagesordnung sind, als brauchbares Modell zu betrachten, solange Schnitt- und Einrichtungs-genauigkeit keine andere Grenze ziehen. In den meisten Fällen jedoch verlangt die Rücksicht auf das Werkzeug eine Regulierung des Hubes und der Lage des Stößelweges. Auch genügt eine Kuppelung der oben beschriebenen Art nicht mehr den Forderungen nach einem erschütterungsfreien Betrieb. Unter Berücksichtigung dieser Ansprüche erhielt die Presse die in Abb. 71 dargestellte Form, wie sie in ihrem schematischen Aufbau beinahe Norm geworden ist.

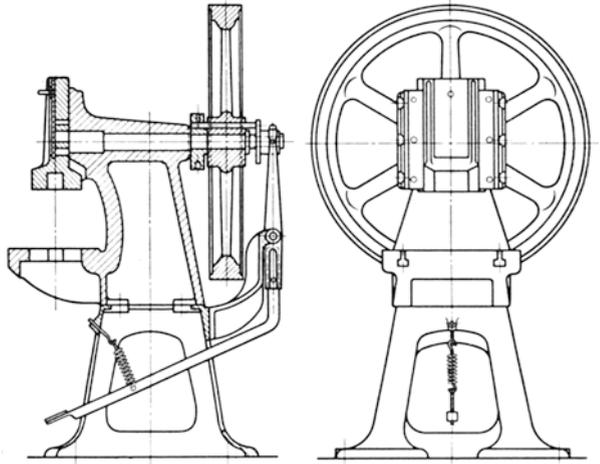


Abb. 70. Exzenterpresse für grobe Arbeiten wie Abgraten, Abspalten von Rohlingen.

Unter Berücksichtigung dieser Ansprüche erhielt die Presse die in Abb. 71 dargestellte Form, wie sie in ihrem schematischen Aufbau beinahe Norm geworden ist.

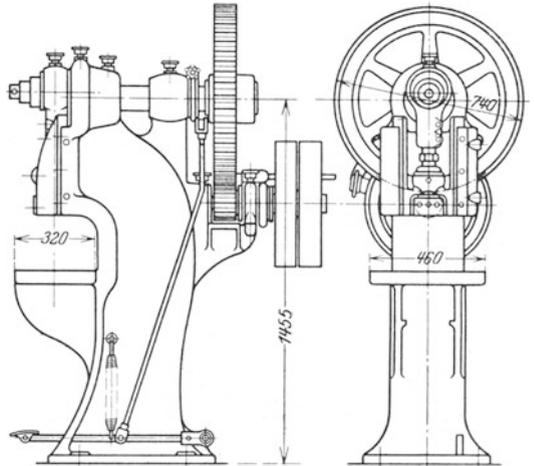


Abb. 71. Heutiger Normaltyp einer Exzenterpresse.

**30. Das Exzentergetriebe.** Exzenterwelle und Schwungrad werden bei kleinen

Pressen durch Bolzenkuppelungen, bei den gewöhnlichen mittleren Größen durch Drehkeilkuppelungen verbunden. Ihre Formen sind zu verschiedenartig, als daß sie hier besprochen werden könnten, aber gerade diese Tatsache, daß immer wieder neue Konstruktionen herausgebracht werden, scheint zu beweisen, daß das erstrebte Ziel noch von keiner erreicht wird. — Die Kraftübertragung von der Exzenterwelle auf den Stößel übernimmt ein Pleuel, der an seinem unteren Ende mit Muttergewinde und einer Schraube mit Kugelkopf ausgestattet ist. Das Gewinde zeigt meist Sägeform derart, daß die Übertragungsfläche der Gänge rechtwinklig zur Druckrichtung steht. Je nach der Größe der Presse läßt sich die Kugelkopfschraube nach Lockerung einer Sicherung durch Schlüssel, Ratsche oder Schneckengetriebe in den Pleuel hinein oder aus ihm heraus bewegen und so eine Verlagerung des Stößelweges erzielen. Es empfiehlt sich jedoch, diese Verlegung nach unten nicht zu übertreiben, weil damit die Gesamtlänge des Pleuels zunimmt, dieser leicht unstarr wird, und Knickbeanspruchungen in den Bereich der Möglichkeit treten. Mit 50 mm bei 30 000 und 80 mm bei 100 000 kg Druckleistung dürften die oberen Grenzen gezogen sein. Die Sicherung der Stellung der Kugelkopfschraube zum Pleuel erreicht man entweder durch einen Gewindekeil, der in den Pleuel eingelegt ist und durch zwei Schrauben gegen die Gewindespindel gepreßt wird (dabei muß man in Kauf nehmen, daß gelegentlich der Gewindekeil zerdrückt wird oder die Spitzen der Druckschrauben sich übermäßig stauchen) oder der Pleuel wird geschlitzt und durch zwei Schrauben zusammengezogen. Dann erreicht man zwar, daß der Gewindenschaft des Kugelbolzens gegenüber der oberen Sicherung besser umfaßt wird, muß aber den Pleuel stärker ausführen, da am Ende des Schlitzes zusätzliche Biegungsbeanspruchungen auftreten.

**31. Der Pressentisch.** Ist eine größere Verstellbarkeit des Stößelweges gegenüber der Tischfläche erwünscht als oben angegeben, so wählt man eine Exzenterpresse mit verstellbarem Tisch. Man muß sich dabei aber darüber klar sein, daß diese

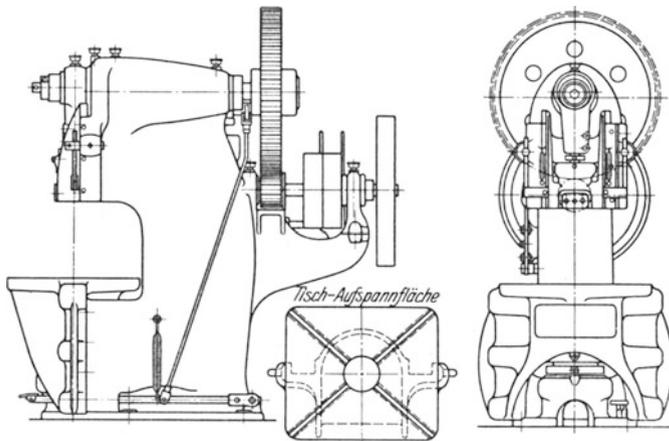


Abb. 72. Exzenterpresse mit verstellbarem Tisch. Die Ebene der Prismenführung für die Verstellung des Tisches fällt mit derselben des Stößels zusammen.

Einführung einer neuen Bewegung Lockerung der Starrheit und Genauigkeit einer Maschine bedeutet und daß daher bei der Entscheidung, ob ein Werkstück auf einer Maschine mit verstellbarem Tisch hergestellt werden kann, Genauigkeit der Bewegung und Starrheit der Festspannung zuvor untersucht werden müssen. Daß andererseits von den Pressenfabrikanten auch auf diesem Gebiet unentwegt nach Verbesserungen gestrebt wird, zeigt Abb. 72, bei der die Prismenführung

der Tischverstellung in der Mitte liegt, also im Angriffspunkt der Druckkraft, wenn die Druckverteilung im Werkzeug in bezug auf den Einspannzapfen abgeglichen ist. Hauptsächlich kommen derartige Pressen in Frage zum Lochen und Beschneiden von gezogenen Gegenständen.

Der Tisch ist mit einer möglichst großen Durchfallöffnung ausgestattet und

mit parallel zu den Tischkanten oder diagonal verlaufenden Schlitzen versehen zur Festspannung des Werkzeugunterteiles. Bei gußeisernen Pressengestellen dürfte es jedoch angebracht erscheinen, auf diese Schlitzte ganz zu verzichten, weil die Gefahr des Ausbrechens namentlich bei schwerem Betrieb zu groß ist und grundsätzlich eine Spannplatte aus Stahlguß, die auf der Tischfläche zu verschrauben wäre, mit den vorerwähnten Schlitzen zu verwenden. Damit dürfte wesentlich zur Erhaltung einer genauen Tischfläche beigetragen, das Einrichten der Werkzeuge damit sehr erleichtert sein, und schließlich ist eine Spannplatte immer eher ersetzt als ein Pressentisch aufgearbeitet.

**32. Die Hubverstellung.** Wo man verstellbare Tische verwendet, wird meist auch ein hoher Hub gefordert, der jedoch nicht immer am Platze ist. Hieraus ergibt sich die Forderung nach der Hubverstellung. Sie geschieht allgemein durch eine Exzenterbüchse, deren Art und Wirkung jedoch verschieden ist. Bei einer Konstruktion wird die Exzenterbüchse, die mehrere Keilnuten hat, einfach über die Exzenterzapfen geschoben und durch einen Keil mit diesem verbunden. Bis zu etwa vier verschiedene Hubstellungen sind auf diese Weise zu erzielen. Zu beachten ist allerdings dabei, daß sich der Höchstpunkt der Stößelstellung hierbei gegenüber der Kuppelung verdreht. Damit also die Kuppelung ordnungsgemäß im höchsten Punkt der Stößelbewegung ausrückt, muß der Anschlag, der die Kuppelung ausrückt, entsprechend gedreht werden. — Bei der zweiten Konstruktion sitzt die Exzenterbüchse lose auf dem Exzenterzapfen. Dieser trägt auf seiner Verlängerung durch Keil befestigt eine Scheibe, die nach der Exzenterbüchse zu gezahnt ist und in eine entsprechende Zahnung der Exzenterbüchse greift. Durch Schrauben werden beide in Eingriff gehalten. Die Scheibe trägt den Nullpfeil, die Exzenterbüchse die Hubmillimeter. Durch diese Konstruktion ist eine gegenüber Fall 1 bedeutend umfassendere Einstellmöglichkeit gegeben, die nur dadurch noch übertroffen werden kann, daß man statt der Verzahnung an Büchse und Scheibe einen Reibkegel vorsieht. Damit kann man jedes gewünschte Maß innerhalb der durch Exzentrizität von Wellenzapfen und Büchse gegebenen Grenzen einstellen, namentlich dann, wenn Handrad, Schnecke und Schneckenrad zur Betätigung der Hubverstellung herangezogen werden — unter der Bedingung allerdings, daß genügend große Reibflächen sich anbringen lassen. Es wäre aber irrig, zu glauben, daß mit dem größeren Hub auch dieselbe Kraftwirkung wie beim kleinen Hub längs eines längeren Weges zu erzielen sei. Einmal verbieten das die Festigkeitseigenschaften der Maschine, sodann die durch Schwungradumlaufgeschwindigkeit und -gewicht bestimmte Abgabemöglichkeit an Energie. Diese läßt sich steigern durch Anbringung einer Übersetzung. Ist also starker Werkstoff zu schneiden oder ein langer scherender Schnitt zu führen, kurz ein nachhaltiger Druck auszuüben, so wählt man Pressen mit Rädervorgelege, während bei dünnem Werkstoff, kurzem Schnittweg mit einfachen, schlagartig wirkenden Schwungradpressen auszukommen ist.

**33. Der Stößel oder Schlitten.** Der Stößel dient mit seinen Führungsflächen der Erzeugung der eigentlichen Arbeitsbewegung; mit seiner oberen Fläche der Aufnahme des Kraftübertragungsgliedes, der Kugelkopfschraube des Pleuels, mit seiner unteren Begrenzungsfläche der Werkzeugeinspannung. Zu diesem letzten Zweck ist er mit einer Bohrung versehen, deren Abmessungen genormt sind (Abb. 73). Eine Druckschraube sichert den hierin befestigten Zapfen gegen Verdrehungen. Um das Aus- und Einspannen der Werkzeuge zu erleichtern, sitzt die vordere Hälfte der Bohrung in einer Klemmbacke, die sich durch zwei Schrauben an den Stößel pressen läßt. Nicht immer wird diese Art der Werk-

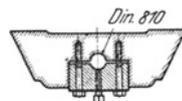


Abb. 73.

zeugbefestigung im Stößel genügen. Bei weit auslegenden Werkzeugen ist ein sattes Anliegen an der Stößelunterfläche

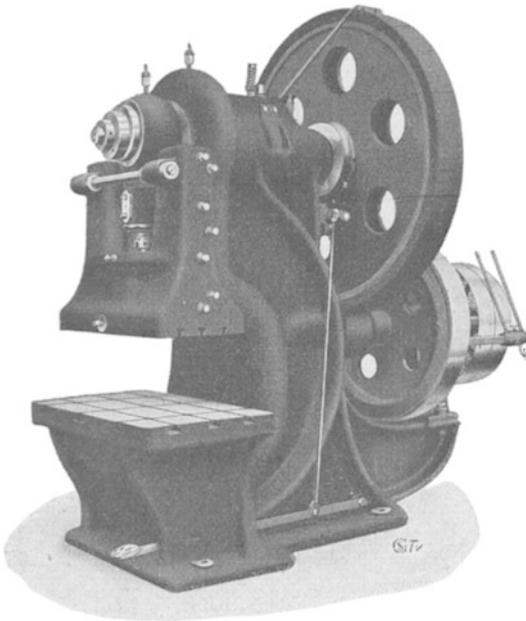


Abb. 74. Exzenterpresse mit seine Führung übergreifendem Stößel zur Erzielung einer großen Stößelunterfläche.

Körpers den Tisch von vier Seiten zugänglich macht und dadurch das Einbringen und Herausnehmen gerade großer Werkstücke sehr erleichtert. Sie ist

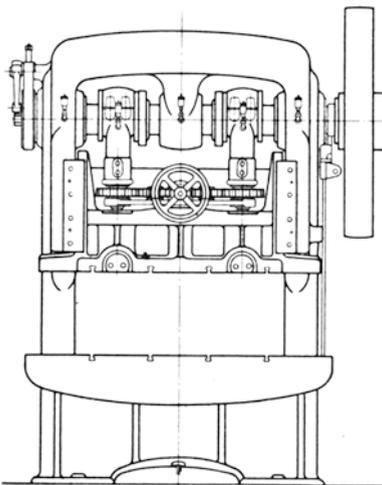


Abb. 75. Presse mit Doppel-Exzenter für große Stößelunterflächen.

daher hauptsächlich zur Herstellung großer Blechscheiben, Formteile, Segmente, Geifen (Zuschnitte für Schaufeln, Kannen usw.) und zum Arbeiten mit einer Anzahl von Stempeln, wie bei der Herd- und Kassenschrankfabrikation vorkommt, zu empfehlen. Gegenüber anderen Pressenarten ist die Arbeitsbewegung des Stößels nach oben und unten hart begrenzt (soweit nicht Druckregler oder Sicherheitsglieder eingebaut sind) und innerhalb dieser Grenzen durch das Exzentergetriebe die Bewegungsverhältnisse vorgeschrieben. Diese sind jedoch nicht ohne weiteres gesichert, denn durch das lose auf der Exzenterwelle laufende Schwungrad oder Zahnrad werden immer die Getrieberschütterungen auf die Exzenterwelle übertragen. Stöße dieser Art in Verbindung mit der Reibung zwischen Welle und treibendem Rad suchen den Stößel zu veranlassen, seine Ruhestellung im Höchstpunkt seiner Bahn zu verlassen und unter seinem Gewicht herabzusinken, wenn man nicht durch Anpressen der Führungsleisten die Reibung zwischen Stößel und seiner Gleitbahn so

(vielleicht ragen sie sogar über diese hinaus) nicht zu garantieren, bei Werkzeugen mit größeren waagerechten Drücken eine Gewähr gegen Verdrehen nicht gegeben. Unter Umständen kann eine Spannute für Hammerkopfschrauben diesem Übel abhelfen. Zuweilen findet man dieserhalb an den äußersten Punkten des Stößels Augen für Spannschrauben angebracht oder gar den Schieber mit einer verbreiterten Preßfläche ausgestattet. Wenn das alles nicht mehr verfangt, wählt man eine Presse mit übergreifendem Stößel (Abb. 74). Doch kann man diese Lösung nicht gerade als Ideal bezeichnen, wenn man sie auch schon in Kochherdfabriken zum Lochen ganzer Herdplatten in einem Druck oder bei Ausstattung des Stößels mit Messern zum Beschneiden von Pflugscharen und Streichblechen nach dem Schmieden verwendet findet. Empfehlenswerter ist dann schon eine Presse nach Abb. 75 mit oder ohne Doppel-Exzenter je nach Größe, die durch die Gestaltung ihres

erhöht, daß sie den erstgenannten Kräften das Gleichgewicht hält. Wo irgend zugänglich, soll man das jedoch vermeiden, weil die hierbei erzeugte Reibungsarbeit dazu dient, die Führungsgenauigkeit zu zerstören. Ähnlich liegen die Verhältnisse im Augenblick der Kuppelung zwischen Welle und Getriebe. Da dieser Vorgang sich vollkommen stoßfrei kaum durchführen läßt, tritt nach den Stoßgesetzen eine plötzliche Verzögerung der Getriebebewegung ein, während welcher die Exzenterwelle voreilt und unter dem Einfluß des Stößelgewichtes weiter in Bewegung gehalten wird. Arbeitet man nun mit federnden Niederhaltungen im Werkzeug, so bringt diese Stößelbewegung ohne den notwendigen Druckrückhalt Schwingungen in das Werkzeugsystem, die der Arbeitsgenauigkeit durchaus nicht zuträglich sind. Deshalb gleicht man das Gewicht des Schiebers durch Gegengewichte oder Federn mehr oder minder vollkommen aus, oder man ersetzt die Reibung zwischen Stößel und Stößelführung durch eine Bremse je nach Größe der Presse. In diesem Fall begnügt man sich bei geringen Druckkräften mit einer dauernd wirkenden Bremse, bei mittleren Pressen verwendet man eine meist durch den Kuppelungskörper gesteuerte Bandbremse. Die Bremsen haben den Vorteil für sich, daß sie die lebendige Kraft, die am Ende eines Hubes sich noch in den stillzusetzenden Teilen befindet, aufnehmen und so zur Schonung der Kuppelungsbolzen oder Keile beitragen.

**34. Das Pressengestell.** Obleich der Tisch der Presse bei der bisher besprochenen Normaltype einer Exzenterpresse von drei Seiten zugänglich ist, kann es vorkommen, daß auch Bewegungsfreiheit an der vierten Seite notwendig ist, wenn es sich um sperrige Werkstücke handelt oder beim Arbeiten mit Verbund-Werkzeugen — beim gleichzeitigen Schneiden, Stanzen oder Ziehen und Prägen, wie man sie zur Herstellung von Deckeln und Böden aller Art gebraucht — zur Beschleunigung des Arbeitsprozesses. Zum Herausnehmen und Zuführen des Werkstoffes ist ein bestimmtes geringstes Maß an Zeit notwendig, da ein Herankommen an das fertige Werkstück immer erst nach einer gewissen Exzenterdrehung möglich ist. Durch diesen Zeitpunkt ist die praktisch auszunutzende Hubzahl sehr beschränkt. Um die Beschickungsdauer eines Werkzeuges der obengenannten Art abzukürzen, neigt man die Presse nach hinten über und führt das Gestell durchbrochen aus (Abb. 76).

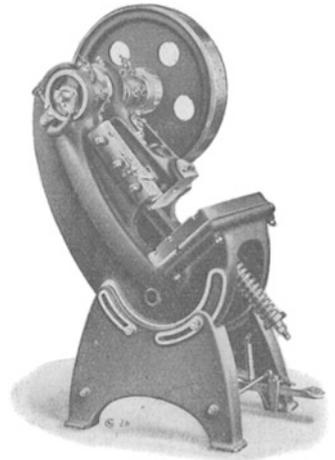


Abb. 76. Presse mit neigbarem rückwärts offenem Gestell.

Nachdem der federnde Auswerfer das fertige Werkstück auf die Oberfläche des Werkzeugunterteiles befördert hat, kann es von dort nach hinten abgleiten. Die Tätigkeit des Pressers beschränkt sich auf die Werkstoffzufuhr und wird nicht beeinflußt durch die Abführung der fertigen Werkstücke. Unter Umständen geht man auf diesem Weg noch weiter und ordnet die Presse liegend an (Abb. 77), wenn man mit Werkzeugen für mehrere Arbeitsstufen arbeitet. Das Werkstück gleitet dann von einem Werkzeugteil in den andern und fällt schließlich fertig aus der Maschine. Häufiger findet man diese Maschinenart in der Kartonagenindustrie zum Pressen von Pappdeckeln und Böden,

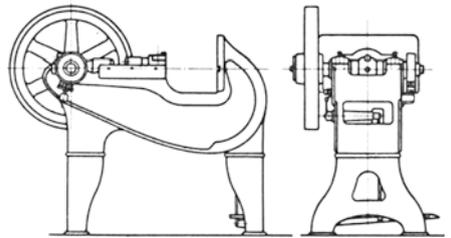


Abb. 77. Presse mit liegend angeordnetem Gestell.

in der Posamenterieherstellung und zu ähnlichen Zwecken. — Bei schweren und gleichzeitig genauen oder auch allein bei sehr schweren Schnitten bietet die

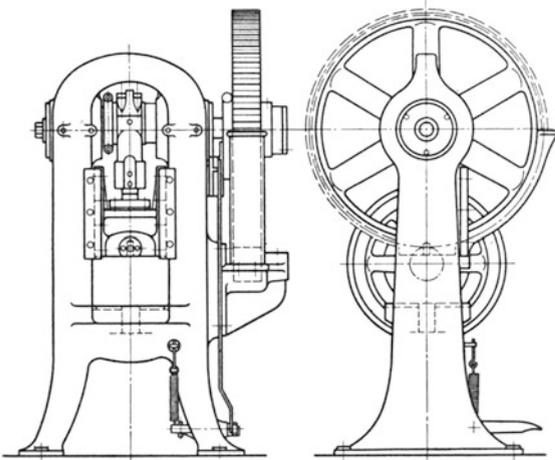


Abb. 78. Presse mit doppelarmiger geschlossener Gestellform von großer Starrheit.

offene C-Form des Maschinengestells nicht mehr genügend Starrheit, darum zieht man für solche Arbeiten die doppelarmige geschlossene Gestellform vor (Abb. 78), selbst gegenüber dem Nachteil, nur von zwei Seiten an das Werkzeug gelangen zu können. Man findet sie in fast allen Industriezweigen, in denen Verarbeitung blechförmiger Werkstoffe vorkommt: in der Fahrrad-, Motorrad-, Auto-, Uhren-, Nähmaschinen-, Schreibmaschinen-, elektrotechnischen Industrie und in schweren und schwersten Ausführungen zum Zustutzen von Stangenenden, Abschroten und Abschneiden von Stangen, zum Abgraten, zur Schaufel-, Spaten- und Flanschenherstellung.

Zur weiteren Steigerung der Starrheit im Gestell bricht eine amerikanische Konstruktion vollständig mit der Überlieferung und legt den Antrieb nach unten (Abb. 79). In halber Höhe der Maschine geht die antreibende Kurbelwelle durch das Maschinengestell.

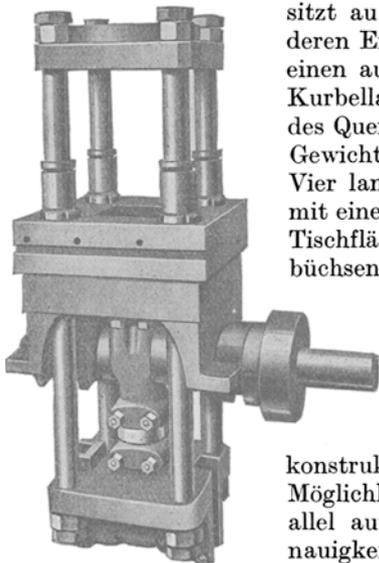


Abb. 79. Exzenterpresse mit tief liegendem Antrieb. Große Starrheit — gute Übersicht.

An dem einen Lager sitzt außen die Kupplung mit dem Schwungrad, am anderen Ende der Kurbelwelle läßt sich leicht der Antrieb für einen automatischen Vorschub anbringen. Das eigentliche Kurbellager treibt mittels Pleuel auf ein unter ihm liegendes Querhaupt, das im Maschinengestell geführt und dessen Gewicht durch darunterliegende Federn ausgewuchtet wird. Vier lange, starke Säulen verbinden das untere Querhaupt mit einem oberen. An der Stelle, wo die Säulen durch die Tischfläche gehen, sind sie in langen nachstellbaren Bronzebüchsen geführt. Die untere Fläche des oberen Querhauptes dient der Stempelaufnahme. Die Schnittplatte wird wie gewöhnlich auf der Tischplatte befestigt.

Bei Maschinen, die nach einem solchen Schema konstruiert sind, wird die beim C-förmigen Gestell auftretende Biegungsspannung durch reine Druckbelastung ersetzt. Die bei der gewöhnlichen Pressekonstruktion gegebene Gefahr des Federns und damit der Möglichkeit, daß Stempel und Schnittplatte nicht planparallel aufsetzen, ist erheblich herabgesetzt, die Arbeitsgenauigkeit also gesteigert. Das Auftreten des Federns wird

bekanntlich bei den bisherigen Konstruktionen gefördert durch die Schwingungen und Erschütterungen, die der hochliegende, kopflastende Antrieb in das Gestell bringt. Demgegenüber dürfte die neue Konstruktion mit ihrem tief liegenden Schwerpunkt einen wesentlich ruhigeren Gang haben bzw. höhere Umlaufzahlen zulassen bei gleicher Genauigkeit. Beachtenswert ist die Übersichtlichkeit an der Arbeitsstelle.

Die Säulen sind im Verhältnis zum C-förmigen und doppelarmigen Gestell kaum platz- und übersichtraubend, so daß man sagen kann, die Werkzeuge sind von allen Seiten leicht zugänglich, wenn nicht durch ungünstige Lage des Riemens die Antriebsseite verlorengeht. Auf die auffallende Raumersparnis braucht kaum hingewiesen zu werden. — Zuweilen trifft man für Schnittarbeiten noch Handspindelpressen oder Fußtrittpendelpressen. Ihre Bedeutung wird jedoch für den Fabrikbetrieb immer geringer, kleine schnellaufende Exzenterpressen der Normalform werden sie verdrängen. In Einzelfällen, z. B. bei leichten Auszwickarbeiten an sperrigen Stücken, kann es geboten erscheinen, zwei solche Pressen einander gegenüberzustellen und sie gemeinsam arbeiten zu lassen. Solche Fälle sind jedoch nicht so häufig, daß sie allgemein Bedeutung gefunden hätten. Es soll daher von ihrer Beschreibung ebenso wie von einer solchen der vielen möglichen Sonderausführungen abgesehen werden.

## B. Die Bewertung von Pressen

hat von drei Gesichtspunkten aus zu erfolgen.

**35. Betriebssicherheit.** Im Vergleich zu anderen Werkzeugmaschinen kommt der Forderung nach Betriebssicherheit bei den Exzenterpressen eine ganz andere Bedeutung zu. Infolge ihrer Arbeitsweise: starre Hubführung, der das Werkstück plötzlich einen erheblichen Widerstand entgegensetzt, ist die Presse immer bestrebt, sich selbst zu zerstören. Das plötzliche Ingangsetzen bzw. Stillstehen und Abbremsen schwerer Massen der Maschine am Anfang und Ende des Hubes, beansprucht erneut die Presse in all ihren Teilen durch Stöße und Erschütterungen. Sie erfordert daher eine ganz andere Pflege als ihr gemeinhin zuteil wird, wenn man mit der gleichen Betriebssicherheit wie bei anderen Werkzeugmaschinen rechnen will.

a) Die Kupplung ist der empfindlichste Teil der Presse. Man muß von ihr verlangen:

1. daß die Bewegung so sanft wie möglich eingeleitet wird;
2. daß die Anlagefläche der Bolzen und Keile, die der Kraftübertragung dienen, möglichst groß ist bzw., wenn mehrere Keile gleichzeitig die Kräfte übertragen sollen, daß jede für sich allein zur Not die Kräfte aufnehmen kann, da man mit ihrer gleichmäßigen Verteilung auf die Einzelkeile und Bolzen nicht rechnen darf;
3. daß sie vollständig gekapselt, gegen jegliche Eingriffe von außen gesichert ist. Trotzdem müssen alle beanspruchten Teile leicht zugänglich sein und namentlich die Keile und Bolzen ohne Ausbau des Schwungrades austauschbar sein;
4. daß das durchlaufende Schwungrad nicht unvermittelt auf der Exzenterwelle gleitet und durch Reibung unzulässiges, nicht ausgleichendes Spiel erzeugt, obgleich dies ohne unmittelbaren Einfluß auf das sichere Arbeiten der Kupplung ist;
5. daß das treibende Schwungrad trotz der Kupplung nahe ans Presselager gerückt werden kann, damit die Exzenterwelle sich nicht biegt;
6. daß die Kupplung durch Fußtritt ohne jede Körperanstrengung und Änderung der Körperstellung eingerückt werden kann; denn hat der Presser einen Werkstoffstreifen in die richtige Lage zum Werkzeug gebracht und kann nicht mühelos die Kupplung auslösen, so wird, namentlich wenn er ermüdet ist, seine Fußbewegung eine Änderung der Körperstellung und diese wiederum eine Verschiebung des bereits eingerichteten Streifens zur Folge haben. Im günstigsten Falle muß man dann mit Werkstoffverschwendung rechnen, doch liegen auch Werkzeugbeschädigung und selbst Verletzung des Arbeiters im Bereich der Möglichkeit. Aus demselben Grunde, ist zu verlangen

7. daß die Kupplung mit einer Vorrichtung ausgestattet ist, die den Stößel im höchsten Punkt seiner Bahn auslöst, ohne Rücksicht auf die jeweilige Stellung des Bedienungshebels;

8. daß eine Sicherung vorhanden ist, mit der man die Kupplung überhaupt ausschalten und ein Rückwärtsdrehen ermöglichen kann mit Rücksicht auf die Tätigkeit des Einrichters;

9. daß die Kupplung unmittelbar nach Betätigung des Bedienungshebels in Wirksamkeit tritt.

b) Die Lagerstellen und Sitzflächen der Welle verdienen größte Beachtung. Jedes Spiel im Hauptlager (am Pleuel) bringt Stöße in die Maschine, die den Ständer leicht um ein Mehrfaches des ursprünglichen Wertes beanspruchen können, während Verschleiß am hinteren Lager (siehe oben Punkt 4 und 5 bei Kuppelung) eine Änderung der Lage zwischen Kupplungskeil und Schwungrad hervorruft und damit Störungen im Kupplungsvorgang heraufbeschwört. Bei Erfüllung all dieser Forderungen ist die Gefahr einer Selbstzertrümmerung der Presse wohl eingeschränkt, doch nicht beseitigt. Daher hat man auf Mittel gesonnen, die bei plötzlichem Auftreffen des Stößels auf unüberwindlichen Widerstand es dem Schwungrad unmöglich machen, die ganze in ihm aufgespeicherte Energie augenblicklich an die Presse abzugeben.

c) Sicherungen (Druckregler). Lange schon bemühen sich die Konstrukteure um eine geeignete Sicherung oder Druckregelung. Bis heute hat sich jedoch keine durchsetzen können, weder die Abscher- und Brechsicherungen, noch der zwischen Pleuel und Stößel eingebaute Brechtopf, noch hydraulische Zwischenglieder zwischen Kugelpopfschraube und Stößel, die den Druck durch Federventile ausgleichen, noch rein mechanische Druckregler, die aus Kniehebel und Federn usw. aufgebaut sind.

**36. Die Arbeitsgenauigkeit der Presse** ist eine Funktion der Gestellstarrheit, der Führungssicherheit des Stößels, der Stößelstarrheit und schließlich der winkelrechten Zuordnung von Stößelbohrung, Stößelunterfläche und Tischoberfläche.

Wenn je im Werkzeugmaschinenbau die einfache Festigkeitsberechnung versagt, so im Pressenbau. Nur eine Berechnung auf Formänderung führt hier zum Ziel zur Einhaltung einer möglichst hohen Arbeitsgenauigkeit. Es kommt also für die Herstellung der Maschinengestelle nur ein Werkstoff in Frage, der bei Dreh- und Biegungsbeanspruchung möglichst geringe Formänderungen aufweist. So haben sich Sondergattierungen des Gußeisens, die zäh und hart sein müssen und Stahlguß ähnlicher Art Eingang verschafft, von ganz schweren Ausführungen abgesehen, wo hartgewalzte Stahlplatten den beiden genannten Werkstoffen Wettbewerb machen. Der Stahlguß verlangt allerdings wegen seiner Neigung zur Formänderung gute Verrippung. Anderer als Rippenguß kommt für Stahlguß wegen der Herstellungsschwierigkeiten kaum in Betracht. Beim Gußeisen bestehen Hohl- und Rippenguß nebeneinander. Hohlguß bietet ein besseres Querschnittbild für Verdrehungsbeanspruchungen, doch ist die Herstellungsgüte nicht so genau zu kontrollieren wie beim Rippenguß. Man sollte daher bei Hohlgußkörpern verlangen, daß sie Öffnungen haben, um die Lagerungsgenauigkeit des Kernes erkennen zu können. Mit der Lösung des Querschnittproblems ist es nicht getan: Mit zunehmender Ausladung kommt man bei dem C-förmigen Maschinengestell selbst bei gutem Querschnittsbild, oder vielmehr gerade bei dem, zu ganz unmöglichen Verhältnissen, d. h. mit zunehmender Ausladung wird schließlich die Verwendung des C-förmigen Gestells unmöglich, wenn man genaue Arbeit verlangt. Die doppelarmige, geschlossene Form dürfte für solche Fälle meistens anwendbar sein.

Was unter Führungsgenauigkeit des Stößels zu verstehen ist, soll Abb. 80 verdeutlichen. Ein gewisses Spiel ( $F-f$ ) zwischen Stößel und Stößelführung ist zur Erreichung eines geringen Reibungswiderstandes nicht zu umgehen. Hierdurch wird es dem Stößel möglich gemacht, sich um den Winkel  $\alpha$  gegen die Führung zu verkanten. Dieser Winkel  $\alpha$  ist ein Maß für die Führungsgenauigkeit. Tritt nun vollends noch der Fall ein, daß die Punkte der Kraftübertragung von der Kugelkopfschraube auf den Stößel, von dem Stößel auf das Werkzeug und der Angriffspunkt der Resultierenden der gesamten Schnittwiderstände nicht in einer Senkrechten liegen, so tritt ein Drehmoment auf, das den Stößel verkantet, und zwar um so mehr, je größer  $\alpha$  ist. Durch diese Verkantung erfolgt eine Krafteinwirkung auf die Stößelführung am Maschinengestell, die schließlich so weit geht, daß der Stößel sich unter dem Einfluß der entstehenden Reibung festklemmt oder daß die Stößelführung abgesprengt wird. Zur Erzielung einer genauen Stößelführung kommt es also darauf an: 1. die Verkantungsmöglichkeit des Schiebers so gering wie möglich zu machen, d. h.  $\alpha$  klein zu halten. Dies kann erreicht werden durch Vergrößerung des Verhältnisses Führungslänge zu Führungsbreite  $\frac{L}{F}$  und  $\frac{l}{f}$ ; 2. dafür Sorge zu tragen, daß der Angriffspunkt des Pressendruckes und die Resultierende der gesamten Widerstände möglichst in einer Senkrechten liegen, um das zerstörende Drehmoment so klein wie möglich zu halten. Ein ordnungsmäßiges Nachstellen der Führungsbahn ist also nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick zu sein scheint; denn mit der Verringerung des Spiels allein ist es nicht abgetan, weil zum Beispiel bei einfachem einseitigem Nachstellen der Kraftübertragungspunkt zwischen Kugelkopf und Stößel aus der Stößelmitte herausgerückt würde. Um das Auftreten von Drehmomenten möglichst hinten zu halten, sollte man also möglichst mit beiderseitigen Zustelleisten arbeiten.

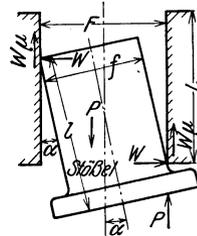


Abb. 80.

Aus Abb. 80 geht nun hervor, wie gefährlich das gerade erwähnte Drehmoment dem Stößel ist, wie sehr es seine Arbeitsgenauigkeit beeinträchtigt, wenn der Stößel weit aus seiner Führung herausragt und das Drehmoment in einer zu der gezeichneten um  $90^\circ$  gedrehten Ebene wirkt und dem Stößel, selbst wenn er in sich zur Druckkraftaufnahme stark genug ist, an dem Punkte, wo er aus seiner Führung austritt, abzubiegen sucht.

Wollte man die Pressen einer Werkstatt in Güteklassen einteilen, so hätte man 1. die Dehnung des Körpers bei verschiedenen Belastungen bzw. verschiedenen Geschwindigkeiten zu messen, um sich ein Bild über die Genauigkeitsbeeinträchtigung infolge der elastischen Dehnung und Verdrehung zu machen, 2. hätte man zur Beurteilung der Führungsgenauigkeit des Stößels für möglichst viele Punkte der Stößelbahn und für möglichst viele Lagen derselben das Spiel zwischen Stößel und Stößelführung in Abhängigkeit vom dem Verhältnis geführte Stößellänge zu Stößelbreite festzuhalten<sup>1</sup>.

**37. Die Wirtschaftlichkeit einer Presse** ist in Richtung des Wirkungsgrades und in Richtung des Ausnutzungsgrades zu verfolgen. Die Hebung des Wirkungsgrades ist hauptsächlich eine Getriebefrage, so daß nach dem, was oben schon über Genauigkeit und Sicherheit des Stößels und der Exzenterwelle nebst Kuppelung gesagt ist, über die Schwungradpressen nichts mehr zu erwähnen ist, außer dem Hinweis auf eine zweckentsprechende Schmierungseinrichtung; denn jedes Geräusch, jede Erschütterung, jede unnötige Reibung ist eben Energieverlust und setzt den Wirkungsgrad herab. Tritt noch ein Rädervorgelege zur Konstruk-

<sup>1</sup> Darüber näheres bei Schlesinger: Prüfbuch für Werkzeugmaschinen.

tion, so vergrößern sich natürlich diese Verluste. Deswegen ist gerade bei solchen Pressen darauf zu achten, daß die Vorgelegelager möglichst reibungsfrei laufen, wie es das Kugellager ermöglicht, daß die Lager ferner so verteilt sind und die Welle so stark bemessen ist, daß sie sich unter dem Schwungradgewicht, dem Riemenzug und dem Zahndruck nicht meßbar verbiegt, weil solche Verbiegungen mit ihren ständigen Wiederholungen eine nicht unerhebliche Energieverlustquelle sind, die obendrein noch sehr ungünstig auf den ruhigen Gang der Zahnräder einwirken. Daß man für diese gefräste Zähne voraussetzen muß, ist selbstverständlich, wenn man schon nach dem Getriebewirkungsgrad fragt. — Aber

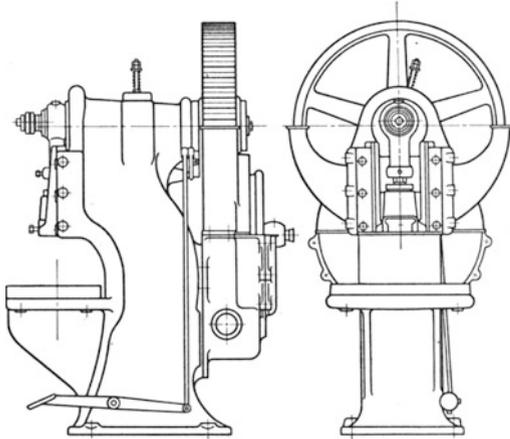


Abb 81. Exzenterpresse mit eingebautem Elektromotor.

nicht jedes Zusatzaggregat muß naturnotwendig eine Herabsetzung des Wirkungsgrades in sich schließen. Abb. 81 zeigt eine Presse mit eingebautem elektromotorischen Antrieb. Bei dem Motor dreht sich entgegen der normalen Form der Stator um den Anker und dient gleichzeitig als Schwungrad. Durch das Fortfallen des Riementriebes, eines Teiles der Leerlaufarbeit des Schwungrades und vor allem der Wirkungsgradverluste, die das notwendige zweite Rädervorgelege mit sich bringt, leicht aufgewogen — zumal sich die Konstruktion sehr schmal baut und daher bedeutend günstigere

Lagerungsverhältnisse bietet. Selbst auf den Ausnützungsgrad einer Presse ist diese Konstruktion nicht ohne Einfluß, weil die Aufstellung der Presse nicht an den Transmissionsstrang gebunden ist und die Presse daher sich so in den gesamten Arbeitsfluß eingliedern läßt, wie es am zweckmäßigsten ist.

Der Ausnutzungsgrad einer Presse ist weniger eine Frage der Schnittgeschwindigkeit oder der vollständigen Ausnutzung von Getriebe und Maschinengestell als eine Frage nach dem Verhältnis von möglicher Hubzahl zur tatsächlich ausgenutzten Hubzahl, wie Abb. 82 verdeutlicht, und dies Verhältnis ist fast ausschließlich abhängig von der Geschwindigkeit, mit der das Werkzeug gespeist wird. Eine Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit um 50% bringt bei den der Skizze zugrunde gelegten Annahmen nur einen Zeitgewinn von 10% mit

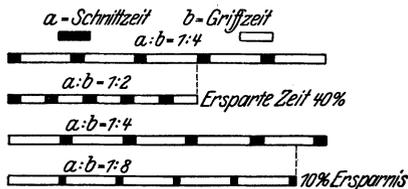


Abb. 82.

geschwindigkeit oder der vollständigen Ausnutzung von Getriebe und Maschinengestell als eine Frage nach dem Verhältnis von möglicher Hubzahl zur tatsächlich ausgenutzten Hubzahl, wie Abb. 82 verdeutlicht, und dies Verhältnis ist fast ausschließlich abhängig von der Geschwindigkeit, mit der das Werkzeug gespeist wird. Eine Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit um 50% bringt bei den der Skizze zugrunde gelegten Annahmen nur einen Zeitgewinn von 10% mit

sich, die Verkürzung der Griffzeiten um 50% jedoch einen solchen von 40%. Es kommt also darauf an, dem Arbeiter die Handarbeiten zu erleichtern bzw. ihm ganz abzunehmen. Die Schaffung von entsprechend leistungsfähigen Einrichtungen ist eher Sache des Werkzeugbaues als des Pressenkonstruktors.

**38. Einteilung der Werkzeuge.** Dem Charakter des vorliegenden Heftchens dürfte es am besten entsprechen, wenn die verschiedenen Arten der Schnitte nach der Arbeitsweise in einfache Schnitte, Folgeschnitte und Verbundschnitte gegliedert werden. (Der Aufbau der Schnitte wird in einem zweiten Heft besprochen werden.) Der einfache Schnitt kommt hauptsächlich für Abschneide-

arbeiten in Betracht. In dieser Form findet man ihn hauptsächlich bei Blechscheren und als Einzelbestandteil der beiden anderen Schnittarten. Als selbstständiges Werkzeug verwendet man ihn zur Herstellung solcher Werkstücke, bei denen ein einfacher Umrißschnitt genügt. Sind einander umschließende Linien die vorgeschriebene Umgrenzung eines Blanketts, so muß man die Schnittwerkzeuge der Schnittform entsprechend ineinander anordnen, das ist der Verbundschnitt, oder man muß die Stempel bei aufeinanderfolgenden Hieben durch das Blech gehen lassen, d. h. mehrere Werkzeuge hintereinandergeschaltet zu einem Folgeschnitt vereinigen. Da die Genauigkeit, mit der Ober- und Unterwerkzeug gegeneinander bewegt werden, eine Frage ist, von der oft das Gelingen eines Schnittes abhängt, so ist bei den obigen Schnittarten zu unterscheiden zwischen nichtgeführten (offenen) und geführten (geschlossenen) Schnitten. — Eine weitere Unterteilung ist noch getroffen nach der Vervielfachung der Schnittanordnung als häufig unerläßliche Forderung der Wirtschaftlichkeit.

Der einfache offene Schnitt in Einzelanordnung wird am häufigsten in den verschiedenen Blechscheren erzeugt. Als wichtigstes Instrument der Zuschneiderei verdienen die einzelnen Konstruktionen hier unsere Beachtung.

### C. Schnitte in Maschinenform.

**39. Die Tafelscheren** (bezüglich des Schnittvorganges s. Abschnitt 4). Sie bestehen aus einem Tisch, der an seiner Hinterkante das Untermesser trägt und aus einem Messerbalken, an dem das Obermesser befestigt ist und der auf verschiedene Weise so gegen das Untermesser geführt wird, daß die Trennung allmählich erfolgt. Der Tisch muß so groß sein, daß er der Blechtafel eine gute Auflage bietet. Damit er jedoch bei größeren Messerlängen nicht die Bedienung der Schere behindert, beschränkt man sich auf eine Breite von 50—80 cm, versieht ihn mit (meist 2) Verlängerungsarmen und mit Vertiefungen, damit das Blech zum Zubringen auch von unten zu fassen ist. Zur weiteren Ausstattung des Tisches gehört je ein Lineal, an das man den Werkstoff zum Rechtwinklig- oder Parallelschneiden anschlägt. Ist die Blechtafel eingebracht und nähert sich das Obermesser, so muß das Blech, damit es glatt aufliegt und sich nicht aufkippend zwischen die Messer zu klemmen sucht, durch eine Niederhaltvorrichtung gegen den genau eben bearbeitenden Tisch gepreßt werden. Die während des Schnittes auftretenden Kräfte muß der Tisch ohne meßbare Formänderung (Federn) aufnehmen können.

Das erneute Vorschieben der Werkstofftafel um das richtige Maß erleichtern Anschläge hinter den Messern,

die mit Schrauben oder durch Handrad und Kettentrieb auf die geforderte Streifenbreite eingestellt werden können und die meist auch so ausgestattet sind, daß sie Schräganschlag gestatten. Bis hierher stimmen alle Tafelscheren mehr oder minder überein. Ihren unterschiedlichen Charakter erhalten sie hauptsächlich durch die Gestaltung des beweglichen Messerbalkens und durch die Art, wie auf ihn Kraft und

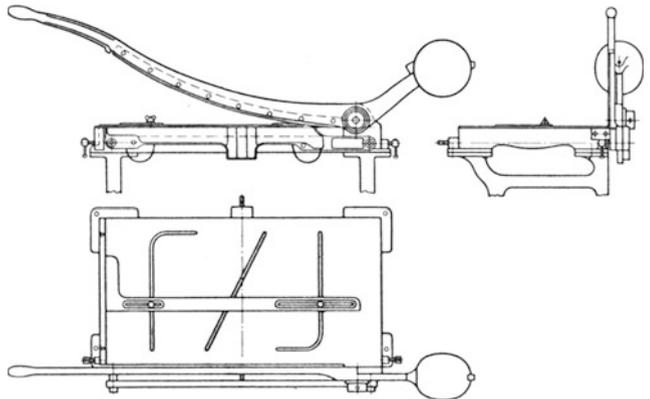


Abb. 83. Handhebschere mit geschweiftem Obermesser.

Bewegung übertragen werden. Die einfachste Form ergibt ein um einen Zapfen drehbar angeordneter Handhebel, an dem ein geschweiftes Messer befestigt ist

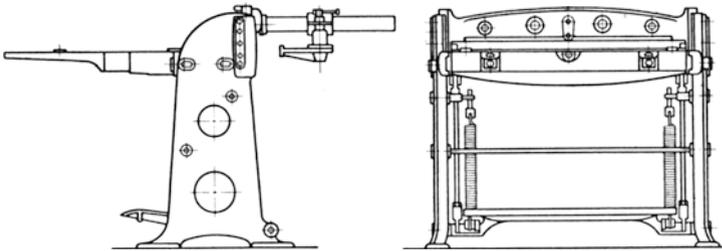


Abb. 84. Tafelschere mit Antrieb durch Fußhebel.

(Abb. 83). Zur leichteren Handhabung ist das Gewicht des Balkens durch Gegengewichte auszuwuchten. Geeignet sind dieser Art Scheren für Schnittlängen bis zu 1 m, höchstens bis  $1\frac{1}{2}$  m, und bis Schnittstärken, die einem 1 mm dicken Eisenblech entsprechen.

Für größere Schnittwiderstände findet man Konstruktionen mit Balkenverlängerung oder Übersetzung durch Hebel oder Zahnradbogen. Mit zunehmender

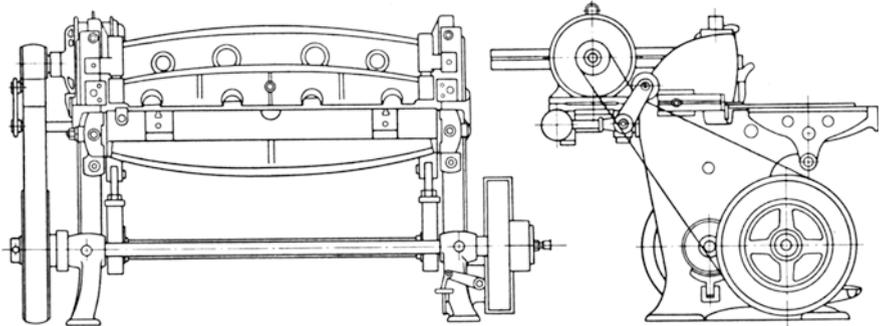


Abb. 85. Tafelschere mit motorischem Antrieb.

Messerlänge wird die Handhabung derartiger Maschinen umständlich, es verschlechtert sich das Verhältnis von Aufwand an Zeit und Kraft zur erzielten Leistung. Dieser Nachteil läßt sich dadurch beheben, daß man den oberen Messerbalken zwischen seitlichen Führungen parallel zu sich selbst verschiebbar anordnet. Die Führungen sind entweder auf dem Messertisch befestigt oder an den Gestellwänden angebracht, an die in diesem Fall auch der Tisch befestigt wird. Je nach der geforderten Schnittleistung werden Maschinen gebaut, die durch Exzenter von Hand, durch Fußhebel (Abb. 84) oder durch Kurbelachse mit motorischer Kraft (Abb. 85) angetrieben werden. Mit diesem ist fast jede Blechdicke und Schnittlänge zu bewältigen. Normalerweise beschränkt man sich jedoch auf Ausführungen bis zu 3 m Schnittlänge, da infolge des mit der Schnittlänge schnell zunehmenden Gewichtes des Messerbalkens eine zu große tote Last zu bewegen wäre. Um außerhalb der festliegenden Messerlänge wenigstens in engen für die Praxis jedoch meist genügenden Grenzen Bewegungsfreiheit zu geben, stellt man die Gestellwände mit Ausladung her, wodurch es möglich ist, Blechtafeln beliebiger Größe zu besäumen und Blechstreifen beliebiger Länge bis zu einer der Ausladung entsprechenden Breite abzuschneiden (Abb. 86).

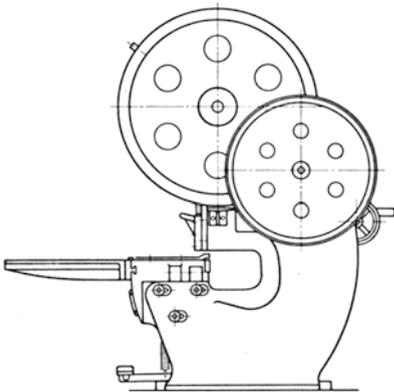


Abb. 86. Tafelschere als Kurbelschere mit hochliegendem Antrieb und ausladendem Gestell.

wenigstens in engen für die Praxis jedoch meist genügenden Grenzen Bewegungsfreiheit zu geben, stellt man die Gestellwände mit Ausladung her, wodurch es möglich ist, Blechtafeln beliebiger Größe zu besäumen und Blechstreifen beliebiger Länge bis zu einer der Ausladung entsprechenden Breite abzuschneiden (Abb. 86).

Vom betriebstechnischen Standpunkt verdienen noch einige Fragen erörtert zu werden. Mit der Einführung des motorischen Antriebes und dem infolge davon notwendigen Hinzutreten eines Schwungrades zur Schere rücken Sicherheitsmaßnahmen für Mensch und Maschine in den Vordergrund; denn das Schwungrad an sich ist ein Element, dessen Gewalt augenblicklich nicht zu beherrschen ist. Klauenkupplungen, Bolzenkupplungen, Drehkeilkupplungen, Reibungskupplungen der verschiedensten Konstruktion übernehmen je nach Größe der geforderten Schnittleistung die Bewegungsübertragung vom ständig umlaufenden Schwungrad auf die nur nach Schaltung sich drehende Arbeitswelle. Von diesen Kupplungen muß man verlangen, daß sie ohne Rücksicht auf die jeweilige Stellung der Schalthebel nach deren Betätigung dann ausrücken, wenn der Messerbalken in seinem höchsten Punkt angekommen ist, damit nicht ein ungewollter zweiter Hub die Sicherheit des Arbeiters gefährdet. Aus eben diesem Grunde dürfte es sich für schwere Scheren empfehlen, sie mit einer Vorrichtung auszustatten, die ein Herabsinken des Messerbalkens unter seinem eigenen Gewicht oder aus anderen Gründen verhütet. Das Schwungrad ist, wenn möglich, als Schwungscheibe oder mit einem Fingerschutzsieb zwischen den Speichen auszuführen. Für die Niederhaltevorrichtung wäre hier noch nachzuholen, daß sie nicht bestimmt ist, die ersten Quetschungen vorzunehmen, sondern brückenförmig geformt sein soll, um eine Kontrolle der Messer und den Fingern ein Ausweichen zu ermöglichen. Zu demselben Zweck achte man auf genügend große Voreilung der Niederhaltung vor dem Obermesser. Gefahr droht der Schere hauptsächlich dadurch, daß Gegenstände, die der zulässigen Blechdicke sehr unähnlich sind, ungewollt oder gewollt (die Kurbelschere ist nicht für Rundeisen usw. geschaffen) zwischen die Schneiden geraten oder daß aus irgendeinem Grund die Messer aufeinandersetzen. Dadurch wird das Schwungrad veranlaßt, seine ganze Energie augenblicklich an die Maschine abzugeben. Meist ist der Bruch des Messerbalkens die Folge. Betreffs der Zusammenarbeit von Ober- und Untermesser ist zu sagen, daß ihr günstigster Abstand voneinander, rechtwinklig zur Schnittbreite, von der Werkstoffdicke nicht unabhängig ist. Bei einer Schere für dicken Werkstoff muß also zum Schneiden dünner Bleche die Entfernung der Messer voneinander zu regulieren sein. Je größer die geforderte Schnittleistung ist, desto größer müßte das Schwungrad werden, desto schwieriger gestalten sich die Kupplungsverhältnisse. In solchen Fällen sieht man ganz vom Schwungrad ab und verwendet den elektrischen Antrieb mit Druckknopfschaltung. Dem bisher Gesagten ist zu entnehmen, daß das Arbeitsgebiet der Kurbelschere hauptsächlich die ausgeprägte Massenfertigung ist, das Besäumen und „In-Streifen-schneiden“ von Blechtafeln möglichst gleicher Größe und Dicke.

Zum „Streifenschneiden“ verwendet man auch

**40. Rollscheren.** Der einfache offene Schnitt hat bei diesen die Änderung erfahren, daß die Messer nicht mehr prismatisch sind und das Obermesser parallel zu sich selbst verschoben wird, sondern kreisrund, um den Mittelpunkt sich drehend. Die theoretischen Schnittverhältnisse ändern sich dadurch nur insofern, als auch das Untermesser die Scherschräge hat, und die dadurch bedingte doppelte Scherschräge für das zu bearbeitende Blech mit jedem Punkt des Messerumfangs anders ist. Diese Schnittart ergibt eine gleichmäßigere Beanspruchung der Maschine und erlaubt größere Schnittgeschwindigkeiten. Sie ist sehr anpassungsfähig und hat uns eine ganze Reihe von Maschinentypen beschert.

a) Für die Streifenherstellung zeigen sie ein C-förmiges Maschinengestell (Abb. 87). Im oberen und untern C-Balken laufen parallele Wellen, die einen gemeinsamen Antrieb haben und an der offenen C-Seite die kreisförmigen Messer tragen. Um sich an die jeweilig zu schneidende Blechdicke schnell anpassen zu

können, ist meist die obere Welle senkrecht, die untere waagrecht verstellbar. Hinter den Messern befindet sich ein Anschlag, der auf die geforderte Streifenbreite genau einzustellen sein, ein Stück waagerechter Auflagefläche haben und genau auf die Schnittkantenhöhe der Messer einzurichten sein muß. Zur Erzielung eines

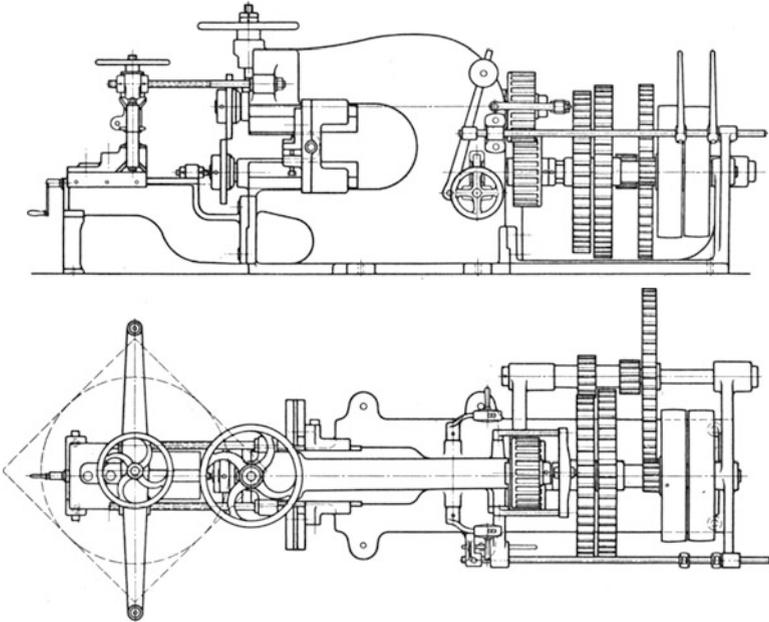


Abb. 87. Schere mit runden Messern (Rollschere) mit Werkstoffspannvorrichtung.

genauen Schnittes bringt man auch vor den Messern eine Tischfläche an. Die Streifenbreite ist durch die Größe der Ausladung begrenzt. Sollen mehrere Streifen gleichzeitig geschnitten werden, so nimmt die Maschine die Form der Abb. 88 an.

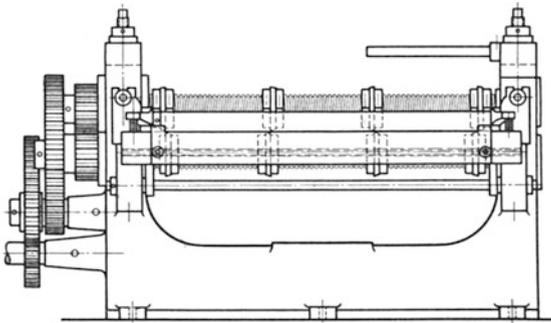


Abb. 88. Rollschere mit 4 Messerpaaren, welche auf gewünschte Streifenbreiten einstellbar sind.

Für die Streifenherstellung größeren Stils kommen diese Maschinen jedoch nur für die Werkstoffe in Betracht, die etwa 3 mm Eisenblech entsprechen, wenn eine Weiterverarbeitung in vielgestaltigen Schnitten vorgesehen ist; denn dickerer Werkstoff verwindet sich, ohne jedoch dadurch für einfachere Schnittwerkzeuge untauglich zu werden.

b) In der Großschnittelfertigung, die man zur Zugschneiderei und zur Schnittelfertigung zählen kann, hat sich indessen das Prinzip der Rollschere ein weiteres Verwendungsgebiet geschaffen, namentlich im Karosseriebau, für die Herstellung von großen Dynamoblechen usf., also da, wo es sich um Kurven beliebiger Art handelt, solange die herzustellende Stückzahl den Kostenaufwand für ein entsprechendes Schnittwerkzeug nicht rechtfertigt. Zur Herstellung von einfachen Rundzuschnitten genügt es, die Schere mit einem Bügel auszustatten (Abb. 89), der es ermöglicht, das Blech in seinem zukünftigen

Mittelpunkt drehbar festzuhalten. Je nachdem, ob man es mit im Mittelpunkte bereits gelochten oder glatten Flächen zu tun hat, wird diese Vorrichtung verschiedene Formen zeigen. Für leichtere Bleche und geringe Durchmesser verwendet man den einfachen Bügel Abb. 89, für schwerere Arbeiten kommt der Doppelbügel Abb. 87 in Betracht. Mit abnehmender Durchmessergröße des

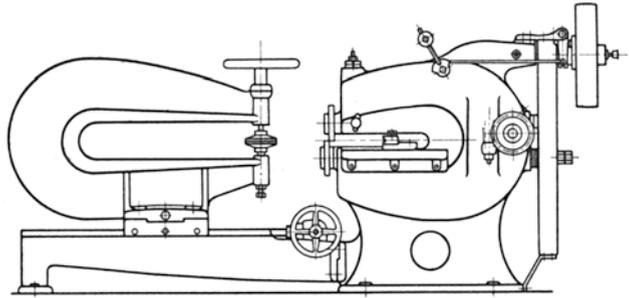


Abb. 89. Rollschere mit Werkstoffspannvorrichtung zum Ausschneiden kreisförmiger Teile.

Rundzchnittes wird diese Art, solche Zuschnitte herzustellen, doch ungenau, wie die schematische Darstellung in Abb. 90 zeigt. Die Messer dringen bei dem Punkte  $Z$  bereits in den Werkstoff ein und sind nunmehr bestrebt, diesen geradlinig von  $Z$  nach  $O$  zu führen. Da aber der Punkt  $Z$  auf dem Kreisbogen mit dem Radius  $r_1$  liegt,  $O$  auf einem solchen mit  $r_2$  als Halbmesser, so widersteht sich die zwangsläufige Führung des Werkstoffes im Punkte  $M$  einer solchen Bewegung. Hätte die Führung im Punkte  $M$  kein Spiel und wäre der Werkstoff nicht elastisch, so wäre eine unsaubere Schnittfläche die Folge. Da beides wohl kaum vor-

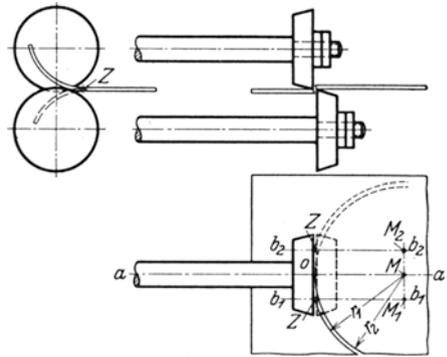


Abb. 90. Kurvenschneiden mit kreisförmigen Messern. Bei  $Z$  stößt das Blech an die Messer. Erst bei  $O$  erfolgt Schnitt. Blech pendelt zwischen den Messern um den Betrag  $r_1 - r_2$ .

kommen dürfte, wird also die Schnittkurve zwischen den durch die Radien

$r_1$  und  $r_2$  bestimmten Kreisbögen hin und her pendeln und an solchen Stellen, wo unter den Messern eine radiale Bewegung des Werkstoffes stattfand, die Schnittfläche ungenau werden: der Werkstoff wird gedehnt und aufgebogen. Auf die Beeinflussung des Schneidenzustandes durch solche Vorgänge (Stumpfwerden, Brechen) soll hier nicht eingegangen werden. Abhilfe ist dadurch zu schaffen, daß man den Punkt  $M$  nach  $M_1$  verschiebt, so daß also die Werkstoffachse  $b_1 - b_1$  im Abschnitt  $ZO$  parallel zur Maschinenachse  $a - a$  verläuft. Die Länge der Streeke  $ZO$  ist abhängig von Messerdurchmesser (ein bestimmter Radius darf nicht unterschritten werden, damit sich beim Einführen des Werkstoffes keine

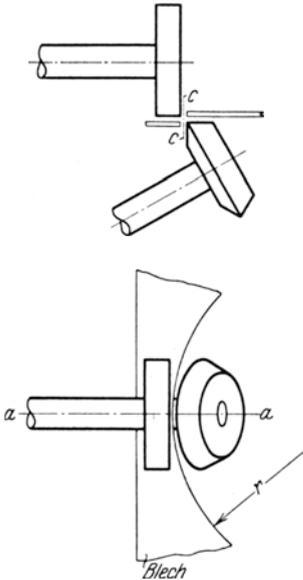


Abb 91.

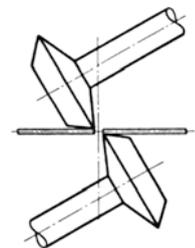


Abb. 92. Rollmesserform für ein- und ausgebogene Kurven.

Schwierigkeiten ergeben), Werkstoffdicke und Entfernung der Messer voneinander. Ihr Einfluß wird um so stärker fühlbar sein, je schärfer die Kurve ist. Es ist leicht

einzusehen, daß je kleiner die Strecke  $ZO$  ausfällt, um so geringer die sich ergebenden Schwierigkeiten werden. Durch Änderung der Messerstellung kann man bis zu einem gewissen Grad diesem Ziele näherkommen. In Abb. 91 ist das untere Messer unter einem Winkel gegen das obere geführt und das Messer in seinem

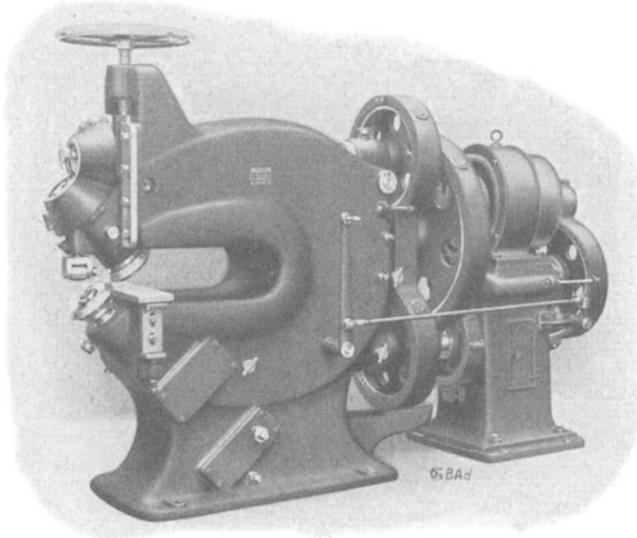


Abb. 93. Rollschere für Kurvenschnitte.

bei denen der Punkt  $M$  bzw.  $M_1$  oder  $2$  nicht mehr außerhalb des Scherenkörpers liegt, sondern auf die Maschinenseite der Messer rückt, ergeben sich wieder Schwierigkeiten. In diesem Falle erhält auch das Obermesser eine Neigung

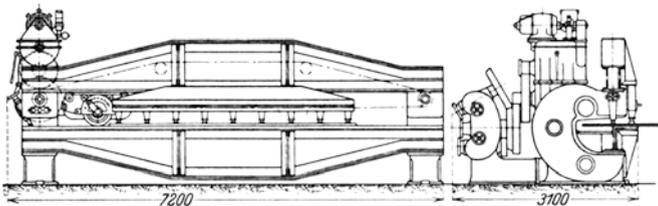


Abb. 94. Schere mit geradem Untermesser und kreisförmigem Obermesser.

kreisrunden Messern vereinigt ist (Abb. 94). Dadurch wird einerseits erreicht, daß die doppelte Scherschräge der Rollschere auf die einfache der Kurbelschere zurückgeführt wird, die Verbiegungen also schwächer werden, andererseits, daß die Leerlaufarbeiten, die bei einer Kurbelschere unvermeidlich sind, fortfallen. Außerdem erlaubt es die Konstruktion, mehrere Maschinen hintereinanderzuschalten, so daß Schnitte bis zu 16 m Länge in einem Zuge ausgeführt werden können, ohne das ein Anfassen oder Nachschieben des Bleches nötig wäre.

Schließlich sei noch eine Maschine erwähnt, die auch bei größeren Blechstärken einen vollkommen einwandfreien Schnitt liefert, die Dekoupierstanze (Abb. 95). Sie arbeitet ähnlich wie eine Nähmaschine, nur daß man sich die Nadel bei dieser durch ein schmales Messerpaar ersetzt denken muß. Von einer Presse unterscheidet sie sich durch ihre große Ausladung und Werkstoffvorschub, der durch Fußtritt-

Profil so umgestaltet, daß die Schnittwinkel in der Achse  $a-a$  die gleichen geblieben sind. Durch das Herausklappen des Untermessers aus der Schnittebene  $c-c$  wird erreicht, daß die beiden Messer nur auf eine beschränkte Breite in Schnittnähe aneinanderkommen, die Strecke  $ZO$  sich also verkleinert. Dasselbe gilt natürlich für alle Kurven, die ähnlich wie der bisher besprochene Kreisbogen verlaufen. Bei entgegengesetzten Krümmungen dagegen, d. h. bei solchen, (Abb. 92 u. 93). Nach dem Vorhergesagten dürfte eine Erklärung dafür überflüssig sein.

c) Neuerdings findet man Scheren auf dem Markt, bei denen der Grundsatz des Schnittes mit geraden, prismatischen und

hebel in den praktisch notwendigen Grenzen geregelt werden kann. Daß diese Maschine ein wertvolles Mittel ist, engen Kurven auch ohne teure Schnitte, ohne lange Arbeitszeiten beizukommen, daß sie das Arbeitsgebiet der Rollschere für Großschnittfertigung auf dem entsprechenden Gebiet der Kleinschnittfertigung passend vervollständigt, bedarf keiner Erwähnung.

Es ist empfehlenswert, die Dekoupierstanze, wie auch die Rollscheren, soweit sie der Kurvenherstellung dienen, mit Reguliermotor auszustatten, da bei starken Krümmungen nur mit geringen Geschwindigkeiten gearbeitet werden kann.

41. Exzentrerschere finden hauptsächlich für das Schneiden von Profileisen Verwendung. Bezeichnend für diese Maschinen

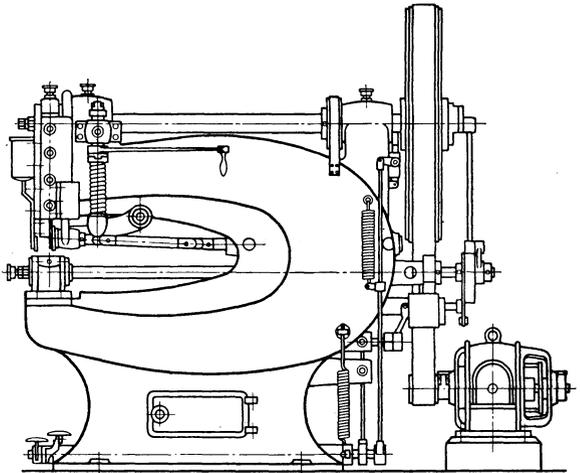


Abb. 95. Dekoupierstanze.  
Ein schmales Messerpaar arbeitet mit hohen Hubzahlen.

ist die kurze Ausladung und die mehr oder minder auffallende Messerform, die durch die Forderungen des Druckausgleiches und der gering möglichen Profilverzerrungen vorgeschrieben wird. Der Raum erlaubt es nicht, hier auf die entwickelten Maschinenformen einzugehen. Ihre Zahl ist zu groß.

## D. Schnitte in Werkzeugform.

42. Der einfache Umrißschnitt. Das zweite große Anwendungsgebiet des einfachen Schnittes ist der einfache Umrißschnitt. Erst in dieser Form kann man das Werkzeug als „Schnittwerkzeug“ oder kurz „Schnitt“ ansprechen.

a) Der Freischnitt. Seine einfachste Form zeigt Abb. 96 am Beispiel des gerade in dieser Form weit verbreiteten Rundschnittes. Der Schnittstempel *a* ist eben. Die Schneide wird nach dem Härten durch Schleifen zugeschärft. Der Zapfen des Schnittstempels trägt eine angefräste schräge Fläche, durch die in Verbindung mit einer entsprechenden Druckschraube im Stößel der Schnittstempel gegen die Stößelunterfläche gepreßt wird, um so seine rechtwinklige Einstellung zum Tisch zu erleichtern. Es ist der Vorteil der runden Schnittform nächst dem Abschneidmesser billig, leicht herstellbar und betriebstüchtig zu sein. Diesen Tatsachen verdankt die Schnittform ihre Verbreitung, die den Ausschluß für wirtschaftliche Fertigung (A w F) veranlaßt hat, durch Richtlinien die Herstellung guter Schnittwerkzeuge zu unterstützen (A w F 508 ÷ 513). Unabhängig von diesen Vorzügen, die ja durch die Schnittform bedingt sind, hat dieses Schnittschema neben der Forderung nach einer genauen Stößelführung den großen Nachteil des schwierigen Einrichtens, eine Schwierigkeit, die im umgekehrten Verhältnis zur Abnahme des Spiels zwischen Stempel und Schnittplatte wächst. Es ist besonders schwierig, die Schnittplatte so auf dem Pressentisch zu befestigen, daß die Verteilung des

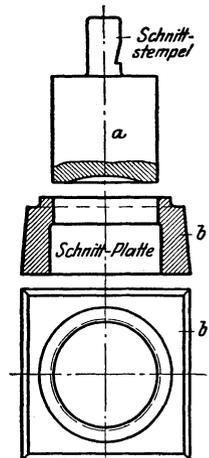


Abb. 96. Einfacher Schnitt als Freischnitt, einfach ausgelegt.  
*a* Schnittstempel,  
*b* Schnittplatte.

Spiegels längs der Schnittkanten gleichmäßig ist, damit der Schnitt eine einwandfreie Schnittfläche liefert und der Stempel nicht auf die Schnittplatte aufsetzt.

Die Anwendung des Freischnittes dürfte sich also da empfehlen, wo ein genügend großes Spiel zwischen den Schneiden zulässig ist. Beispielsweise bei großen Stücken, wo Toleranzen von  $\frac{1}{10}$  mm kaum ins Gewicht fallen, also etwa bei Durchmesser über 100 mm oder entsprechenden Abmessungen bei anderen Formen. Ferner bei solchen Schnitten, die keine Paßflächen erzeugen wie Werkzeuge zur Platinenherstellung für Zieh- und ähnliche Prozesse oder Werkzeuge zur Herstellung von Ausschnitten mit dem Ziel der Gewichtsersparnis, wie man solche Fälle in der Uhren- und Zählerindustrie häufiger findet bei Grundplatten, Seitenstücken usf. Schließlich trifft man den Freischnitt unbekümmert um die hier festgelegten Grenzen überall da an, wo die zu liefernde Stückzahl so klein ist, daß sie die Herstellungskosten für ein Führungswerkzeug nicht zu tragen vermag, selbst wenn aus technischen Gründen die Anwendung eines solchen geboten sei. In solchen Fällen muß man eben aus wirtschaftlichen Gründen mit dem billigen Freischnitt sich begnügen und unter Umständen die Schwierigkeiten in Kauf nehmen.

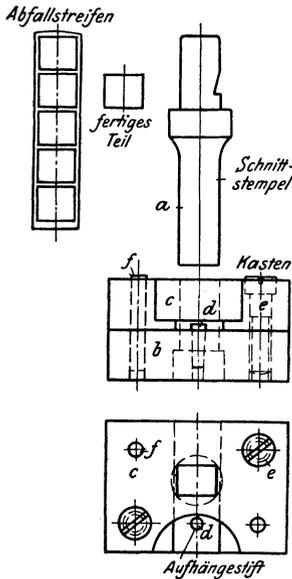


Abb. 97. Einfacher Schnitt, geführt, einfach ausgelegt.  
*a* Schnittstempel, *b* Schnittplatte, *c* Führungsplatte, *d* Aufhängestift, *e* zwei Schrauben zum Zusammenhalten des Kastens, *f* zwei Paßstifte für die Zentrierung von Schnittplatte und Führungsplatte.

b) Der Führungsschnitt. Das Bestreben, in der Maschinenauswahl unabhängig von der Führungsgenauigkeit zu werden, das Bestreben, alle Werkzeug- und Zeitverluste infolge falschen und langwierigen Ausrichtens zu vermeiden, leitet zum Führungsschnitt. Aus der Zahl der verschiedenen Möglichkeiten ist ein solcher in Abb. 97 als Beispiel dargestellt. Über der eigentlichen Schnittplatte *b* ist noch eine Führungsplatte *c* angeordnet, die den Zweck hat, den Schnittstempel *a* in senkrechter, den Blechstreifen in waagerechter Richtung zu führen und gleichzeitig als Abstreifer zu dienen. Zur Vermeidung von Fehlschnitten, zur vollständigen Werkstoffausnutzung ist der Anschlag *d* angebracht, gegen den man jedesmal den zuvor hergestellten Ausschnitt zieht, wodurch eine gleichmäßige Aneinanderreihung der Ausschnitte erzielt wird. Zur leichteren Handhabung und zur Verbesserung der Übersicht wird die Führungsplatte über dem Anschlag ausgespart. Führungsplatte und Schnittplatte sind durch Schrauben miteinander verbunden, nachdem zuvor durch zwei Zylinderstifte, an zwei möglichst weit voneinander diagonal gegenüberliegenden Punkten, ihre Lage zueinander genau festgelegt war. Die Vereinigung dieser beiden Elemente nennt man Schnittkasten.

c) Der Mehrfach- oder Massenschnitt. Da, wo innerhalb kurzer Zeit große Stückmengen hergestellt werden müssen, greift man zum Mehrfach- oder Massenschnitt, wenn sich damit eine Werkstoffersparnis erzielen läßt. Ein Massenschnitt ist die Zusammenfassung mehrerer Einzelschnitte zu einem Ganzen (Abb. 98). Es wäre jedoch abwegig, nach dieser Erklärung annehmen zu wollen, daß Leistungs- und Kostenaufwand proportional der Vervielfachung wären. Der höhere Kostenaufwand ist mit der verwickelteren Form des Mehrfachschnittes, die längere Arbeitszeiten und bessere Arbeitskräfte verlangt, zu erklären. Die Betriebsverhältnisse liegen beim Massenschnitt auch ungünstiger als beim einfachen. Denn

abgesehen davon, daß die Bruchgefahr beim Mehrfachschnitt größer ist, daß das Nachschleifen einen ganz anderen Zeitaufwand verlangt, weil alle Stempel immer wieder auf die richtige Höheneinstellung zueinander abgeschliffen werden müssen, und daß, wenn ein Stempel beschädigt wird, die übrigen mit stillgelegt werden, ist zu beachten, daß eine schwere Presse immer langsamer läuft als eine leichte. Zieht man weiter in Betracht, daß man gezwungen ist, wie es beim Mehrfachschnitt des häufigeren vorkommen wird, den Arbeitsrhythmus aus Zuführungsgründen zu unterbrechen, so kann man leicht ermessen, daß nach dem Richtwert von L. Glück das Leistungsverhältnis zwischen Einfach- und Fünffachschnitt nicht 1:5, sondern 3:5 ist und dementsprechend auch der Lohn ausfallen muß, wenn das Lohnverhältnis nicht noch ungünstiger ist, weil man einen solchen Wertgegenstand wie ihn ein Fünffachschnitt darstellt, nicht jedem beliebigen Arbeiter anvertrauen mag. Es ist daher zu empfehlen, den Mehrfachschnitt nur anzuwenden 1. da, wo die Stempel einfache Formen zeigen oder aus solchen zusammengesetzt sind, weil auf diese Weise eben viel Arbeit gespart wird; 2. bei weichen Werkstoffen, die auch bei größeren Schnittflächen hohe Schnittgeschwindigkeiten gestatten und einem vielgestaltigen Schnitt wegen ihres geringeren Widerstandes bei weitem nicht so gefährlich sind wie harte Werkstoffe; 3. wo für große Fertigungsmengen durch Werkstoffersparnis das Stanzteil billiger wird. In allen anderen Fällen, also bei hartem Werkstoff, vielgestaltigen Schnittformen hoher Arbeitsgenauigkeit wird man den Einzelschnitt vorziehen, immer aber dann, wenn man auch noch mit ungeführtem Werkzeug arbeiten will oder muß. Die Einstellungsschwierigkeiten beim ungeführten Werkzeug sind schon oben erwähnt, sie wachsen natürlich unvergleichlich schnell mit der Zahl der Stempel.

43. Der Folgeschnitt stellt — wie schon oben erwähnt — Schnittfiguren mit einander umschließenden Schnittlinien in der Weise her, daß die Stempel bei aufeinanderfolgenden Hübem durch das Blech gehen, d. h. der Folgeschnitt ist die Hintereinanderschaltung mehrerer Werkzeuge zur Herstellung einer einzigen Schnittfigur. Gegenüber der Arbeitsweise, die einzelnen Schnittlinien mit Umrißschnitten auf verschiedenen Pressen mit verschiedenen Werkzeugen her-

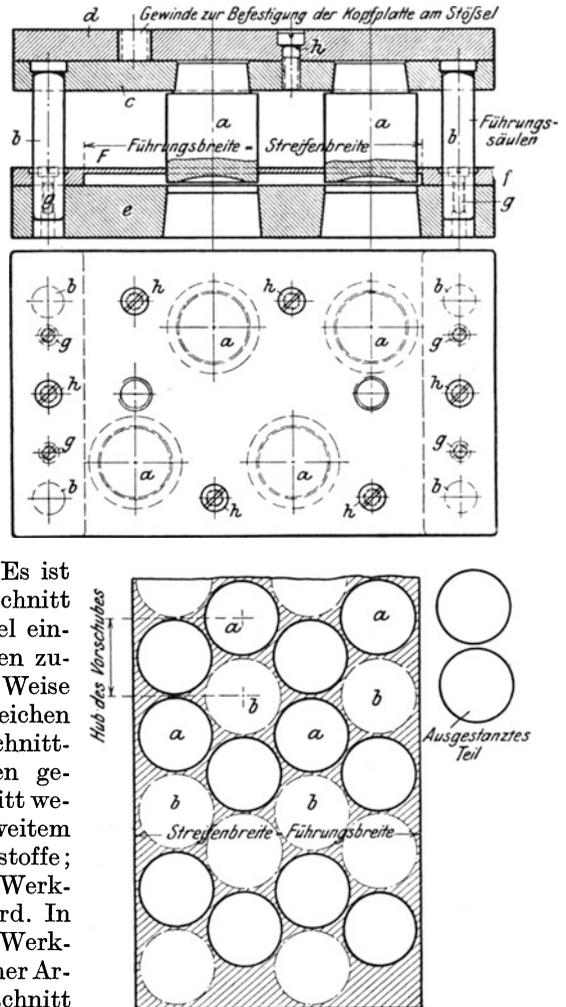


Abb. 98. Einfacher Schnitt säulengeführt, mehrfach (vierfach) ausgelegt.

*a* Schnittstempel, *b* Führungssäulen, *c* Kopfplatte, *d* Stempelkopf, *e* Schnittplatte, *f* Führungsplatte für Blechstreifen, *F* Führungsbreite = Streifenbreite, *g* vier Schrauben zum Zusammenhalten des Schnittkastens, *h* sechs Schrauben zum Zusammenhalten des Werkzeugoberteils.

43. Der Folgeschnitt stellt — wie schon oben erwähnt — Schnittfiguren mit einander umschließenden Schnittlinien in der Weise her, daß die Stempel bei aufeinanderfolgenden Hübem durch das Blech gehen, d. h. der Folgeschnitt ist die Hintereinanderschaltung mehrerer Werkzeuge zur Herstellung einer einzigen Schnittfigur. Gegenüber der Arbeitsweise, die einzelnen Schnittlinien mit Umrißschnitten auf verschiedenen Pressen mit verschiedenen Werkzeugen her-

zustellen, bedeutet die Einführung des Folgeschnittes eine erhebliche Zeitersparnis; denn in derselben Zeit, in der einer der verschiedenen notwendigen Umrißschnitte geführt wird, läßt sich mittels des Folgeschnittes ein Werkstück fertigstellen. Damit bei Folgeschnitten der Blechstreifen immer in die richtige Lage zum Werkzeug gelangt, sind äußerst genaue Stempel und Werkstoffführungen notwendig, so daß ungeführte Werkzeuge für das Arbeitsschema kaum in Frage kommen dürften. Ganz selbstverständlich ist es, daß die Stempel so hintereinander geschaltet werden müssen, daß das Blankett solange wie möglich festen Halt durch den Blechstreifen erhält. Der in Abb. 99 dargestellte Folgeschnitt soll Rädchen der in Abb. 100 dargestellten Art ausschneiden, und zwar arbeitet er folgendermaßen: Der Werkstoff wird in der Pfeilrichtung zugeführt. Beim ersten Arbeitshub wird das Loch *a* geschnitten, der Blechstreifen dann soweit vorgeschoben, bis der Aufhängestift bei *b* in dieses Loch einfällt und so einen konzentrischen zweiten Schnitt sichert, der die Felder zwischen den Speichen des Rädchens auszuschneiden hat. Der dritte Stempel soll das Blankett *c* fertigstellen. Er ist mit einem Lochsucher zu versehen, der in das beim ersten Hub geschnittene Loch paßt. Man darf also annehmen, daß auch dieser Schnitt konzentrisch zum ersten ausfällt, besonders, wenn man berücksichtigt, daß ein zweiter Aufhängestift *d* beim nächsten Vorschub in die Öffnung des Abfallstreifens einfällt. Da dadurch in der Vorschubrichtung zwei

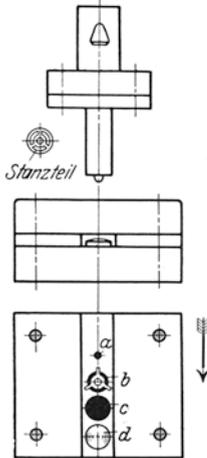


Abb. 99. Folgeschnitt geführt, einfach ausgelegt. *a* erste Schnittstufe, *b* zweite Schnittfolge, *c* dritte Schnittfolge, *d* Aufhängestift.



Abb. 100.

Blankett *c* fertigstellen. Er ist mit einem Lochsucher zu versehen, der in das beim ersten Hub geschnittene Loch paßt. Man darf also annehmen, daß auch dieser Schnitt konzentrisch zum ersten ausfällt, besonders, wenn man berücksichtigt, daß ein zweiter Aufhängestift *d* beim nächsten Vorschub in die Öffnung des Abfallstreifens einfällt. Da dadurch in der Vorschubrichtung zwei

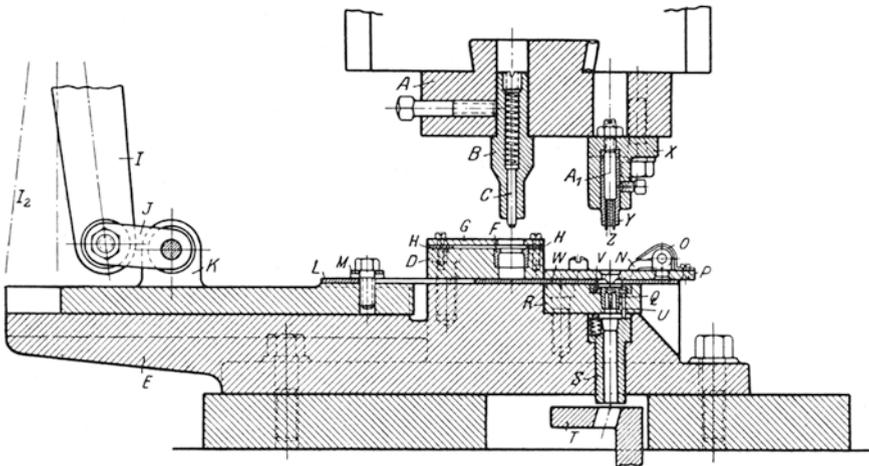


Abb. 101. Folgeschnitt als Freischnitt, mehrfach (dreifach) ausgelegt.

*A* Stempelkopf, *B* Stempel, *C* Auswerfer der ersten Schnittstufe, *F* Schneidplatte dazu, *D* Froschplatte dazu, *G* obere Blechführungsplatte, *H* seitliche Blechführungen, *X* Stempelfuß für die Stempel der zweiten Schnittfolge, *A<sub>1</sub>* Kopfgegenplatte für dieselben, *Y* Stempelstützen, *Z* Stempel der zweiten Schnittfolge, *Q* Schneidplatten dazu, *R* Froschplatte, *U* Auswerfer, *V* Auswerferplatte, *P* obere Blechführung, *N* Anschlag für den Schieber *L*, *M-K-J-I* Antrieb für den Schlitzen *L*, *E* Grundplatte der Vorrichtung, *S* u. *T* Antrieb für den Auswerfer.

festen Punkte geschaffen sind, ist soweit wie möglich die genaue Einhaltung dieser Richtung zu erwarten.

Es steht natürlich nichts im Wege, innerhalb der oben festgelegten Grenzen

Folgeschnitte mehrfach anzulegen (Abb. 101). Der dargestellte Schnitt dient der Herstellung von Metallscheiben aus Werkstoff in Bandform von etwa 1 mm Dicke

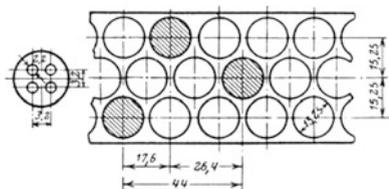


Abb. 102.

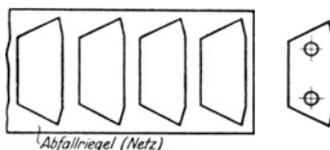


Abb. 103.

geringer Güte für Knöpfe (Abb. 102). Das Band wird zwischen den Führungen *H* ins Werkzeug eingeführt. Die drei Stempel *B* schneiden drei Scheiben aus. Sie fallen durch die Schnittplatten in Löcher des Schiebers *L*, der alsdann durch die Glieder *K*, *J*, *I* und eine Kurvenscheibe vor die  $3 \times 4$  Lochstempel *Z* geführt wird. Die Scheibe wird gelocht und vom Abstreifer *V* so hoch gehoben, daß, wenn der Schieber *L* mit einer neuen Ladung Scheiben kommt, die fertiggestellten seitlich aus dem Werkzeug geschoben werden. Die Arbeitsweise dieses Folgeschnittes ist insofern interessant, als hier zuerst Werkstoffstreifen und Arbeitsprodukt getrennt werden und dann erst dieses vollständig fertig geschnitten wird.

**44. Der Verbundschnitt.** Die Genauigkeit, mit der ein Folgeschnitt arbeiten kann, hat seine Grenzen, die hauptsächlich durch die Genauigkeit der Werkstoffzuführung und Zentrierung, namentlich bei dünnem Werkstoff, gezogen werden. Wo Abmaße nach  $\frac{1}{100}$  mm gemessen werden, wo bei kleinen Teilen unbedingte Austauschbarkeit gefordert wird, ist mit dem Folgeschnitt nur selten auszukommen. Man wählt dann schon besser ein Verbundwerkzeug, bei dem, wie schon oben gesagt, die sämtlichen zur Herstellung dienenden Stempel ineinander angeordnet zu einem Schnitt vereinigt sind. Dadurch ist auch wieder die Möglichkeit gegeben, in Fällen, wo es weniger auf die genaue Größe der Ausschnitte ankommt als vielmehr auf die Genauigkeit ihrer gegenseitigen Zuordnung (Abb. 103), die fliegende (nicht geführte) Schnittanordnung zu verwenden. Abb. 104 zeigt eine solche Ausführung: Werkzeugober- und -unterteil sind vollkommen unabhängig voneinander. Wie bei allen Verbundschnitten liegt der äußere Stempel im Werkzeugunterteil, so

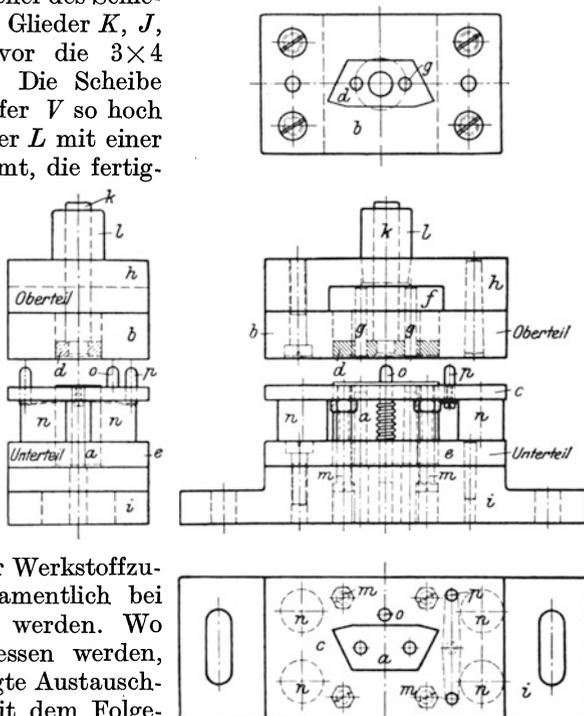


Abb. 104. Verbundschnitt als Freischnitt, einfach ausgelegt.

*a* unterer Schnittstempel, *b* zugehörige Schnittplatte im Werkzeugoberteil, *c* untere Abstreiferplatte, *d* obere Auswerfer- bzw. Abstreiferplatte, *e* untere Kopfplatte, *f* obere Kopfplatte, *g* obere Stempel, *h* Stempelkopf, *i* Grundplatte, *k* oberer Auswerfer, *l* Spanzapfen, *m* Abstreiferführungen, *n* Abstreiferfederung aus Gummi, *o* Aufhängestift, *p* federnde Zentrierstifte für Werkzeugober- und -unterteil.

Wie bei allen Verbundschnitten liegt der äußere Stempel im Werkzeugunterteil, so

daß beim Niedergang des Werkzeugobertheiles dieses sich über den Schnittstempel *a* schiebt und die Gummipuffer *n* zusammenpreßt. Währenddessen gehen auch die Lochstempel *g* durch den Werkstoff. Beim Rückgang des Stößels schieben dann die Gummipuffer *n* den Blechstreifen vom Stempel *a*, und der zwangsläufige Auswerfer *k—d* drängt das fertige Teil aus der Schnittplatte des Werkzeugobertheiles heraus.

Wesentlich wichtiger sind die geführten Verbundschnitte, unter denen wieder

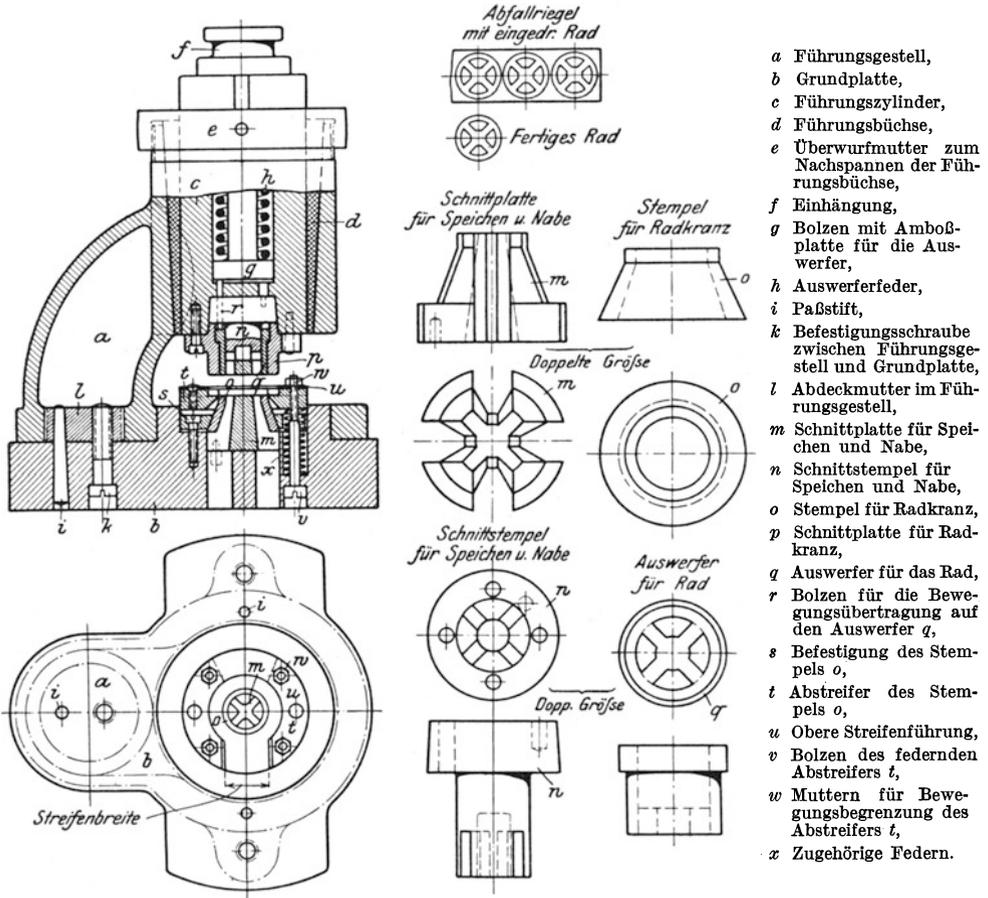


Abb. 105. Verbundschnitt mit Blockführung, einfach ausgelegt.

die Blockschnitte von besonderer Bedeutung sind. Sie stellen im kleinen eine Presse für sich dar, so daß sie von der Führungsgenauigkeit der Maschine vollkommen unabhängig und unbeeinflussbar sind. Allein eine genaue Hubbegrenzung muß man von der Presse verlangen, denn der Stempel darf höchstens  $\frac{1}{2}$  mm in die Schnittplatte gehen, damit die Schnittgenauigkeit nicht beeinträchtigt wird. Abb. 105 zeigt ein Werkzeug der genannten Art, das ähnlich wie der Folgeschnitt (Abb. 99) der Herstellung von Rädchen dient. Der Schieber oder Plunger *c* wird durch den Stößel, mit dem er beweglich verbunden ist, abwärts geführt. Kurz nacheinander gehen die Schnittstempel *o* (für den Radkranz) und *n* (für Speichen und Nabe) in den Werkstoff und spannen dabei die Abstreifer *q*, *r*, *g*, *h* und *t*,

*w, x, v.* Beim Rückgang des Plungers wird dann der Streifen aus dem Werkzeugunterteil befördert, während der fertige Ausschnitt aus dem Werkzeugoberteil ausgeworfen wird. Werkzeuge mit Plungerführungen haben Amerikaner schon bis zu  $\frac{1}{2}$  m  $\varnothing$  ausgeführt; doch dürften das Ausnahmen darstellen. Zweckmäßig wird man bei solchen Abmessungen zu einem durch Säulen geführten Verbundschnitt greifen. Stellt man Folgeschnitt und Verbundschnitt, die doch beide wesensgleiche Arbeit zu liefern haben, gegenüber, so muß man feststellen, daß da, wo eine hohe Leistung innerhalb einer kurzen Frist verlangt wird, wo gegenüber dieser Forderung die Genauigkeit zurücktritt, wegen der einfacheren Überwachung und Instandhaltung während des Betriebes der Folgeschnitt günstig zu verwenden ist. Da die Herstellungs- und Instandsetzungskosten eines Verbundschnittes sehr hoch sind, kommt er nur da zur Ausführung, wo laufend größere Mengen untereinander austauschgleicher Stücke zu fertigen sind. Was Genauigkeit und Menge anbetrifft, so dürfte der Verbundschnitt an erster Stelle stehen. Es lassen sich mit ihm bis zu 50 000 Schnitte ohne Nachschliff herstellen mit einer Genauigkeit, die nach  $\frac{1}{100}$  mm zu messen ist. Durch diese hohe Gesamtschnittleistung werden die hohen Herstellungskosten tragbar.

### E. Vorrichtungen.

**45. Sicherheitsvorrichtungen.** Die gegenwärtig schwebenden Probleme der Stanztechnik konzentrieren sich im wesentlichen auf die Steigerung von Sicherheit, Genauigkeit und Leistung. Die Pressen sind als gefährlich verrufen, und tatsächlich ist die Zahl der Unfälle erschreckend hoch, namentlich bei solchen Arbeiten, bei denen nicht vom Werkstoffstreifen geschnitten wird, bei denen das Teil nicht durch die Schnittplatte hindurchgeht und der Abfall abgleitet oder als „Gitter“ mit dem Band vorgeschoben wird (in welchem Falle meistens beide Hände zur Führung des Bleches notwendig sind), also namentlich bei Einlegearbeiten. Wird ein Presser in seinem Arbeitsrhythmus durch Anruf, Anfassen usw. gestört oder stimmt der von der Veranlagung und Stimmung abhängige Arbeitsrhythmus des Pressers nicht mit der Maschine überein, so ist es nur zu leicht möglich, daß die Finger, die Hand des Pressers vom Stempel erfaßt werden. Wo solche Fälle zu befürchten sind, muß man die Betätigung der Kupplung durch Fußtritt als unzulänglich bezeichnen und eine Zweihandhebelausrückung anbringen. Diese ist meistens nach dem in Abb. 106 gezeichneten Schema aufgebaut. Die eigentliche Auslöserstange 3 der Kupplung ist blockiert über Hebel 2 durch Riegel 1. Dieser muß erst durch einen Handhebel in irgendeiner Weise unter 2 vorgezogen werden.

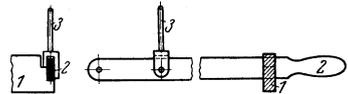


Abb. 106.

Danach kann Stange 3 durch Hebel 2 bewegt und dadurch erst die Presse eingerückt werden. So hat man zwar erreicht, daß während des Schnittes die Hände sich nicht unter dem Stempel befinden können, aber die Tatsache, daß diese Doppelhandeinrückung eine Unbequemlichkeit für die Bedienung darstellt, ist geradezu eine Herausforderung, die Sicherheitseinrichtung außer Wirksamkeit zu setzen und zu umgehen. Auch ist es sehr wohl möglich, daß die Hand, die den Hebel 1 bedient, eher frei wird, als die Presse eingeschaltet ist und mit einem neuen Teil unter dem Stempel in dem Augenblick erscheint, wo dieser gerade in Tätigkeit tritt. Dazu kommt noch die Unzulänglichkeit solcher Vorrichtungen mit wachsender Abnutzung. So ist es erklärlich, daß die Praxis gern auf den Doppelhebel verzichtet, sein Arbeitsschema aber, die Doppelverriegelung der Kupplung, beibehält, zur Vermeidung von Unglücksfällen, aus den zuletzt erwähnten Gründen (Abb. 107): Der Winkel  $\alpha$  gleicht den Verschleiß aus, die Nase  $n$  sichert die

Blockierung. Erst wenn die Stange  $z$  um die Nasenhöhe abwärts bewegt ist, beginnt die Entriegelung, und erst wenn der Bolzen  $b$  an der unteren Fläche des Langloches  $l$  anliegt, wird durch weitere Abwärtsbewegung die Kupplung eingeleitet. Da diese Vorrichtung jedoch nur einen Teil

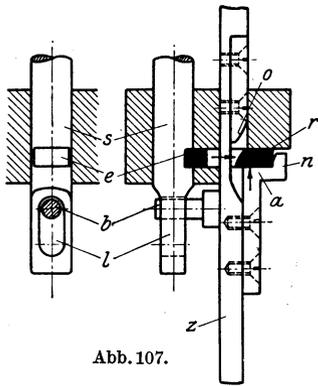


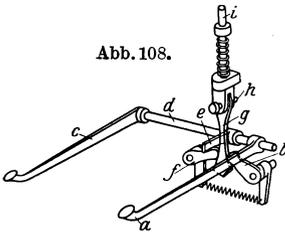
Abb. 107.

der möglichen Unfälle verhüten kann, hat die Firma Tümmler ein neues Arbeitsschema der Sicherung angewandt — siehe Abb. 108 —, das tatsächlich nur dann eine Einrückung der Presse gestattet, wenn beide Hände gleichzeitig die Doppelhandhebel betätigen. Durch Niederdrücken von  $a$  wird der Mitnehmerhebel  $b$  und durch Handhebel  $c$  über  $d$  und  $e$  der Mitnehmerhebel  $f$  bewegt. Wenn  $b$  und  $f$  gleichmäßig niedergedrückt werden, wird die Presse über  $g$ ,  $h$ ,  $i$  eingerückt. Gehen  $b$  und  $f$  ungleich nieder, so gleitet der jeweils tiefere Mitnehmerhebel an der keilförmigen Zunge ab. Bei jeder Doppelhandeinrückvorrichtung muß man den Nachteil mit in Kauf nehmen,

von der Bedienung einen Handgriff, also einen Arbeitsaufwand, zu fordern, der für den eigentlichen Fertigungsgang nicht unbedingt erforderlich wäre.

Das bisher Gesagte läßt erkennen, daß außer Sicherung zur Vermeidung von Unfällen durch den Riemen, das Schwungrad, ungewolltes Kuppeln des Schwungrades mit der Exzenterwelle, der Maschinenkonstrukteur wenig an der Unfallverhütungsfrage und ihrer Lösung mitarbeiten kann. Hauptsächlich bleibt dies dem Werkzeug- und Vorrichtungskonstrukteur vorbehalten. Bestrebungen gehen daher dahin, den Aufenthalt unter den Werkzeugen abzukürzen, indem man Vorrichtungen anbringt, die das unter dem Stempel verbleibende Werkstück entfernen. Außer Schrägstellen der Presse trifft man hierbei häufig auf die Verwen-

Abb. 108.



dung von Preßluft, die den Vorteil hat, daß man in der Festlegung der Ableitungsrichtung nicht unnötig gebunden ist. Zudem ist mit dieser Sicherung eine Leistungssteigerung verbunden. Dies günstige Zusammentreffen können wir auch bei Einrichtungen finden, die der Werkstoffzuführung dienen. Die normale Zuführgeschwindigkeit von Hand dürfte sich um 100 Zuführungen in der Minute bei durchlaufender Presse bewegen. Damit soll nicht gesagt sein, daß unter besonders günstigen Umständen — Schneiden kleiner Ausschnitte in einen Streifen usf. — nicht auch ganz erheblich höhere Leistungen, bis mehr als das Doppelte, möglich wären. Doch sind das Ausnahmefälle, denen eine erheblich geringere Leistung gegenübersteht, wenn zu jedem Arbeitsgang die Kupplung betätigt werden muß. Genügen solche Stückleistungen, so ist es Sache des Werkzeugkonstrukteurs, für die notwendige Unfallsicherheit zu sorgen. Bei höheren Leistungsanforderungen muß man mit Vorschubapparaten arbeiten. Diese bringen den Vorteil mit sich, daß sie jede Handbewegung unter dem Pressenstößel unnötig machen.

**46. Zuführungsvorrichtungen.** Nach der Form des zu verarbeitenden Werkstoffes kann man dreierlei Systeme unterscheiden: a) für Werkstoff in Streifenform, b) für Werkstoff in Tafelform, c) für vorgearbeitete Werkstücke. Als Sonderfall tritt zu jeder der drei Möglichkeiten der Automat.

a) Die einfachste Zuführung für Streifen ist der Walzenapparat, dessen schematische Darstellung Abb. 109 zeigt. Zwei Walzenpaare rechts und links vom Werkzeug, unter Feder- oder Gewichtdruck gegeneinandergepreßt, über-

nehmen infolge der so hergestellten Reibung in der Leerlaufzeit der Presse den Werkstoffvorschub. Die Schaltbewegung wird durch eine auf der Exzenterwelle befestigten Kurbelscheibe von der Welle abgeleitet und durch ein verstellbares Kurbel- und Sperrradgetriebe und über Zahnräder auf die Walzen übertragen (Abb. 109). Zur Vermeidung von Überschal-tungen sind Sperrklinken angebracht. Zur konstruktiven Durchführung ist zu bemerken: das Schaltrad ist groß zu wählen, damit der notwendige Schaltdruck möglichst gering bleibt; denn zur Ermöglichung jeder gewünschten Vorschublänge wäre die feinste Sperrzahnteilung ange-nehm. Meist wird Millimeterteilung verwendet, und für den Fall, daß sich zu große Schaltdrücke ergeben, mit doppel-ter oder mehrfacher Schaltklinke gearbeitet (Abb. 110). So ergeben sich auch keine Ungenauigkeiten, falls aus dem Schaltrad einmal ein Zahn ausgebrochen sein sollte. Beide Klinken, A und B, arbeiten zusammen, jede hätte bei genauer Herstellung den halben Schaltdruck zu über-tragen. Schleift man nun eine dieser Sperrklinken um eine halbe Zahnteilung kürzer, so hat man die Möglich-keit, auch in  $\frac{1}{2}$  mm schalten zu können (Abb. 111).

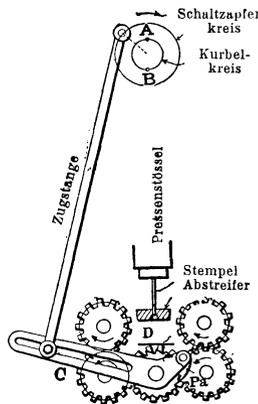


Abb. 109. Antrieb eines Walzenvorschubs.

Die beiden Schaltklinken wechseln nunmehr in ihrer Tätigkeit ab. Zur Vermeidung von Geräuschen und Erschütterungen, zur Erhaltung der Schaltradteilung wird während des Schaltklinkenrückganges diese meist vom Schaltrad abgehoben. Eine Sperrklinke hält in dieser Zeit das Schaltrad in seiner Stellung.

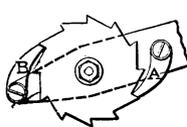


Abb. 110. Ganzzahnschaltung.

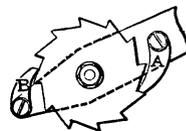


Abb. 111. Halbzahnschaltung.

Der genauen Werkstoffleitung dienen entweder Lineale zwischen den Walzen oder Anschlagringe an den Walzen. Damit der Streifen beim Einführen schnell nach diesen auszurichten ist, findet man häufig Anordnungen, die die Oberwalzen abheben können.

Diese Vorrichtung tritt bei einigen Konstruktionen auch automatisch mit dem Stößelhub in Kraft, damit während des Schnittes keine Zwängungen an den Stempeln entstehen. Ferner ist es empfehlenswert, daß die Vorschubeinrichtungen zum Einbau neuer Werkzeuge abklappbar sind.

Der wunde Punkt aller Konstruktionen nach diesem Grundsatz liegt in dem Mangel einer zwangläufigen Kupplung zwischen Werkstoff und Vorschubmechanismus. Reibungsverhältnisse sind schwer vorauszubestimmen und bei der stoßenden Arbeitsweise zu beherrschen, die genaue Einhaltung der Vorschublänge nach Bruchteilen von Millimetern ist kaum zu sichern. Will man keine Fehlschnitte erzeugen, so muß man eben einen etwas größeren Werkstoffverlust als unbedingt notwendig in Kauf nehmen. Da die Reibungskräfte zwischen Werkstoff und Vorschubwalzen nur in engen Grenzen durch Erhöhung der Pressung zwischen den Walzen zu regeln sind, wird mit zunehmender Werkstoffdicke die Wahrscheinlichkeit von Fehlvorschüben größer. Bei empfindlichen Werkzeugen und hochwertigen Werkstoffen wird man in solchen Fällen ein zwangläufiges Vorschubgetriebe wählen, wie man es als Zangenvorschub ausgebildet findet (Abb. 112). Bei diesem bewegen zwei Zangenpaare den Werkstoff vor. Das erste Zangenpaar besorgt den eigentlichen Vorschub. Nach dessen Beendigung schließt sich ein zweites Zangenpaar, das sich neben dem ersten befindet, und spannt auf diese Weise während des Schnittes den Streifen ein. In-

dessen öffnet sich das erste Zangenpaar und geht in Anfangsstellung zurück. Zwei Bewegungsableitungen von der Exzenterwelle sind also in diesem Falle notwendig: das Öffnen und Schließen von zwei Paar Zangen, und zwar zu verschiedenen Zeiten, und die eigentliche Vorschubbewegung. Die sich daraus ergebenden

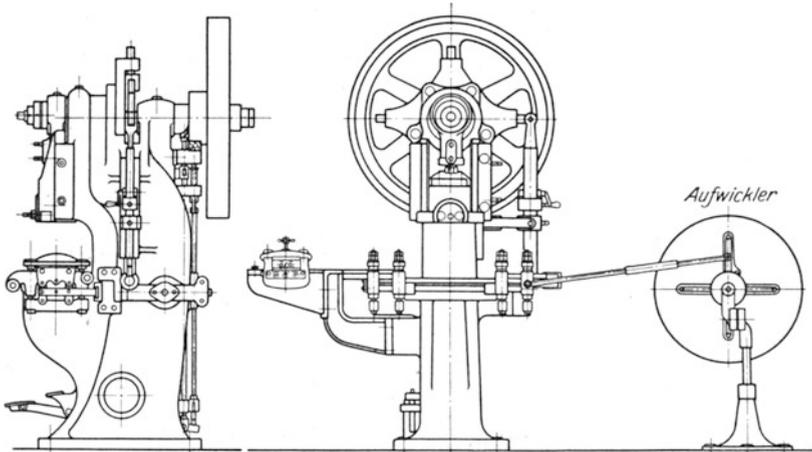


Abb. 112. Exzenterpresse mit Zangenvorschub, Blechrichtapparat, Ab- und Aufwickelvorrichtung.

Konstruktionen sind schon in ihrem systematischen Aufbau so verschieden, daß hier eine Beschreibung kaum möglich ist, und so umfangreich, daß sie der Maschine einen eigenen Charakter geben, den eines Sonderautomaten, zumal System und Art der Ausführung nicht nur vom Fabrikat und Patenten, sondern auch vom Verwendungszweck abhängen. Sie kommen also hauptsächlich da in Frage, wo große Mengen schwieriger Schnitte zu führen sind. In solchen Fällen ist es des häufigeren notwendig, den in Rollen vorliegenden Werkstoff vor der Einführung ins Werkzeug zu richten, und es ist gerade ein Vorteil dieser Vorschubart, daß sich ein Richtapparat gut in die Gesamtkonstruktion einfügt. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß die Werkstoffdicke fast ohne jeden Einfluß auf das Arbeiten der Vorrichtung ist.

b) Zweierlei Arten von Vorrichtungen zur Verarbeitung ganzer Blechtafeln hat man zu unterscheiden: solche, bei denen das gelochte Blech das gewünschte Arbeitsprodukt darstellt (Perforierpresse) und solche, bei denen das herausfallende Stück Zweck des Schnittes ist (Zickzackpressen).

Kennzeichnend für die Perforiermaschinen (Abb. 113) ist der Wagen, in den das Blech eingespannt wird und der in zwei zueinander rechtwinkligen Richtungen in bezug auf den Stößel bewegt werden kann.

Die Längsbewegung wird durch verstellbare Kurbelscheibe und Schalt- und Sperrklinkengetriebe erreicht, wie beim Walzenvorschub. Soll nach vor- und rückwärts gearbeitet werden können, so ist das Schalt- und Sperrklinkengetriebe

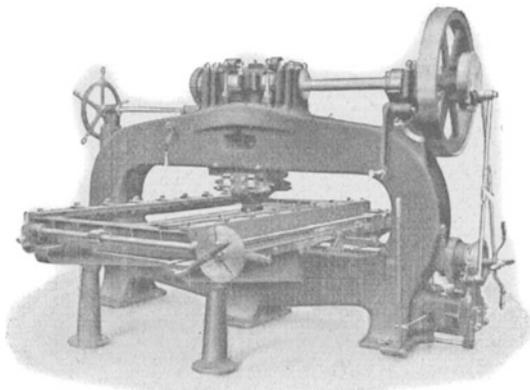


Abb. 113. Perforierpressen für umfangreiche Locharbeiten.

doppelt anzuordnen, wobei ein Getriebe immer außer Eingriff sein muß. Beim Arbeiten in nur einer Richtung trifft man meist 1-mm-Teilung, wird Hin- und Hergang zum Schneiden ausgenutzt, so findet man gradflankige 2,5-mm-Teilung. Wohl kann man sich durch die schon beim Walzenvorschub erwähnten Mittel der Unterteilung helfen; doch hinsichtlich der Genauigkeit wird man beim Arbeiten nach zwei Richtungen immer im Nachteil sein. Es wird also meist nur für solche Arbeitsgänge Verwendung finden, bei denen die Genauigkeitsansprüche nicht hoch sind, die Einsparung an Leerlaufzeit also nicht zur Beeinträchtigung der Fertigungsgüte führt. Durch beschleunigten Tischrücklauf kann man beim Arbeiten in nur einer Richtung den Zeitverlust verringern. Die Bewegung vom Schaltrad auf den Tisch wird durch Zahnrad und Zahnstange oder durch Spindel mit Mutter übertragen. Der wunde Punkt der Konstruktion ist das Wagengewicht, das bei eingespannter Blechtafel Größen von  $\frac{1}{2} \div \frac{3}{4}$  t annehmen kann. Die dadurch bedingten hohen Beschleunigungs- und Bremskräfte stellen an das Schaltgetriebe die größten Anforderungen, bringen bald toten Gang in die Maschine und beeinflussen so die Genauigkeit oder die Arbeitsgeschwindigkeit auf das Nachhaltigste.

Bei jeder Leerlaufbewegung müssen daher automatisch die Sperr- und Schaltklinken außer Eingriff gebracht werden. Von der weiteren konstruktiven Durchführung ist zu verlangen, daß Vorschubbegrenzung an jedem gewünschten Punkte durch Maschine und unabhängig davon von Hand möglich ist. Quer zugestellt wird meist durch Hand unter Verwendung von Wechsellädern, die in Abhängigkeit von der jeweiligen Teilung ausgetauscht werden müssen.

Die Zickzackpresse ist eine Erscheinung des „wirtschaftlichen“ Zeitalters: Das „Versetzt Ausschneiden“ gestattet eine Werkstoffersparnis bis zu 30% und die Möglichkeit hohe Schnittgeschwindigkeiten zu verwenden. Weil nur mit einem einfachen Werkzeug gearbeitet wird, weil die Hände des Pressers stets aus dem Bereich der Werkzeuge bleiben, weil Werkstück und Abfall selbstätig aus dem Werkzeug entfernt werden, sind Stundenleistungen bis zu 6000 oder gar 8000 Stück bei vollautomatischen Maschinen erreichbar. Eine solche ist in Abb. 114 wiedergegeben. Hervorzuheben ist bei dieser Konstruktion die Zusammenfassung aller Getriebeeinzelteile zu einem Getriebekasten. Wechselläder sind vermieden. Zwei Teilscheiben, die außen am Getriebekasten sitzen und leicht auszuwechseln sind,

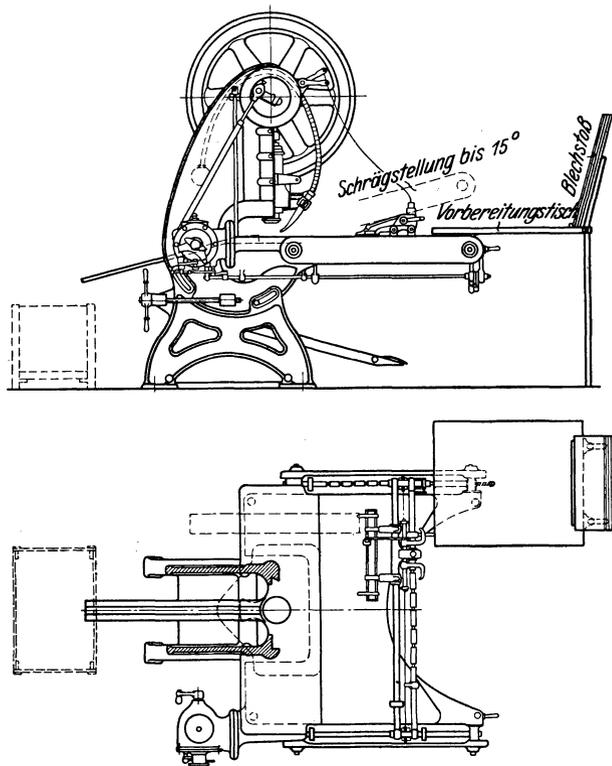


Abb. 114. Zickzackpresse für automatisches Ausschneiden aus ganzen Tafeln.

kalibrieren den Längs- und Quervorschub. Durch einen Hebel lassen sich die vier verschiedenen Tafelaufteilungen der Abb. 115 erzielen. Die Vorschubbewegungen werden durch Ketten auf die Doppelzange übertragen, in welche die

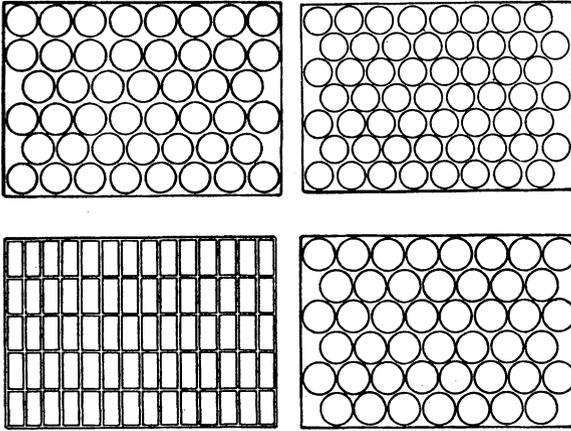


Abb. 115. Diese Blechtaufteilungen können bei der Zickzackpresse durch einfache Hebelstellung am Schaltgetriebe gewählt werden.

Blechtafel eingespannt wird. Die Zangen sind leicht austauschbar, so daß der Presser in aller Ruhe und Sorgfalt auf dem Vorbereitungstisch eine neue Tafel einspannen kann, während die erste gelocht wird. Das Schnittwerkzeug ist ein einfacher offener Schnitt, hinter dem sich zwei Nebenmesser befinden, die den Abfall restlos aufschneiden und unter den Preßtisch befördern, während das eigentliche Arbeitsprodukt durch ein Gebläse, eine schiefe Ebene abwärts zur nächsten Maschine gleitet.

Gerade bei diesen Maschinen nimmt die Beförderungsfrage einen breiten Raum ein. Der eigentliche Schnitt beansprucht die geringste Zeit, unvergleichlich mehr die Blechzuführung. In keiner Werkstatt für die Bearbeitung ganzer Blechtafeln dürften daher angemessene Beförderungseinrichtungen fehlen. Die einfachste Art, Kleinstanzteile zu befördern, ist oben schon erwähnt: man läßt das fertige Schnittteil — nötigenfalls unter Nachhilfe mit einem Gebläse — eine schiefe Ebene herabgleiten zur nächsten Maschine. Leider ist diese einfache Anordnung wegen des Gefälleverlustes und der Maschinenentfernung nur in seltenen Fällen anzuwenden. Sind allein solche räumliche Schwierigkeiten zu überwinden, so kann unter Umständen die Vorrichtung (Abb. 116) gute Dienste leisten. Ist jedoch außer der räumlichen auch die zeitliche Harmonie im Arbeitsgang zu bewahren, so muß man Stapelvorrichtungen vorsehen. Zuweilen treten diese als zum

Magazin für Schnittteile mit Durchbruch.

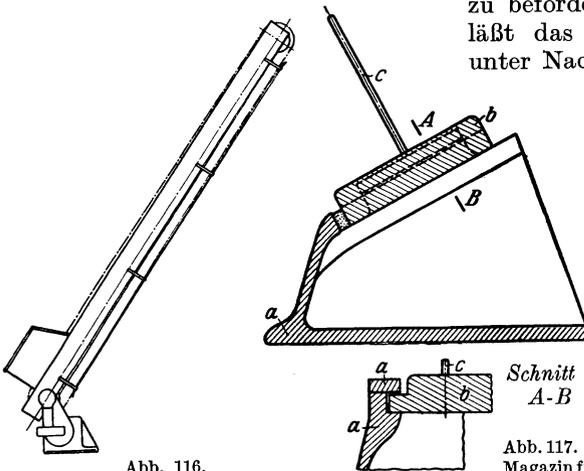


Abb. 116. Neigbares Kleinförderband.

Schnitt A-B  
Abb. 117. Magazin für Schnittteile mit Durchbruch.

Werkzeug gehörige Magazine in Erscheinung. (Bei Rundschnitten genügt beispielsweise ein Stück Rohr entsprechenden Durchmessers, das auswechselbar unter der Schnittplatte befestigt ist.) In solchen Fällen geht eine Beförderung natürlich viel einfacher vonstatten, als wenn man es mit den gehäuften Einzelteilen zu tun hat. Das Anwendungsgebiet der Magazine ist allerdings auf Schnitte beschränkt, bei denen das fertige Arbeitsstück durch die Schnittplatte hindurchgeht. Abzustellen ist dieser Nachteil in solchen Fällen, wo das Schnittteil einen Durchbruch hat. Die Vorrichtung (Abb. 117) besteht aus einem Schuh *a*, in den

ein Schieber  $b$  mit einem Dorn  $c$  sich einschieben läßt. Die Vorrichtung wird so aufgestellt, daß der Dorn  $c$  die herabfallenden Schnittteile auffängt. Sobald sich auf dem Dorn eine genügende Anzahl Werkstücke gesammelt haben, wird der Schieber  $b$  mit Dorn  $c$  durch einen neuen ersetzt. Eine sehr erfolgreiche Anwendung dieser Art Magazine ist in Maschinenbau 1927, H. 23 u. 24, beschrieben. Vor-

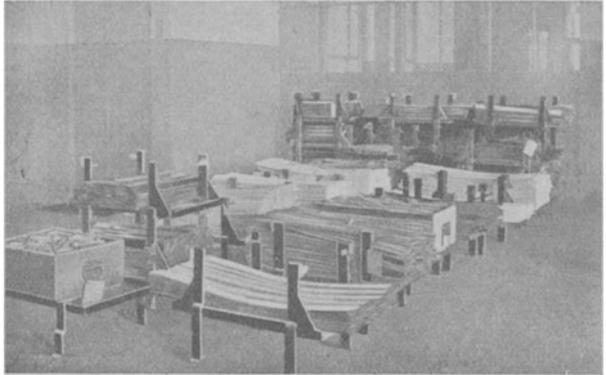


Abb. 118. Genormte Stapelgestelle für Blechtafeln und Streifen bei Hubwagenförderung.



Abb. 119. Das genormte Stapelgestell in Arbeitsstellung an einer Kurbelschere.

gerichteter Werkstoff wird von den Scheren zu den Pressen auf Hubkarren mit den aus den Abb. 118—120 erkenntlichen Zusatzgestellen vorteilhaft befördert. Damit ist aber erst eine Schwierigkeit überwunden, die eigentliche Beförderungsfrage. Die zweite Schwierigkeit ergibt sich beim Zurichten schwerer Blechtafeln für den Schnitt. Wie dieses Problem bei Maschinen der obengenannten Art und besonders auch bei Scheren, die manchmal

eben wegen dieser Schwierigkeiten nur einen Ausnutzungsgrad von 10 % erreichen, zu lösen ist, soll an Hand von drei Bildern gezeigt werden: Die einfachste Konstruktion ergibt sich aus der Verbindung einer Maschine mit einem Schwenkkran (Abb. 121). Bei dünneren Blechen vermeidet man das Durchhängen durch einfache U-Eisen, deren Flansche mit entsprechenden Löchern versehen sind. Vollkommen in der Wirkung, allerdings

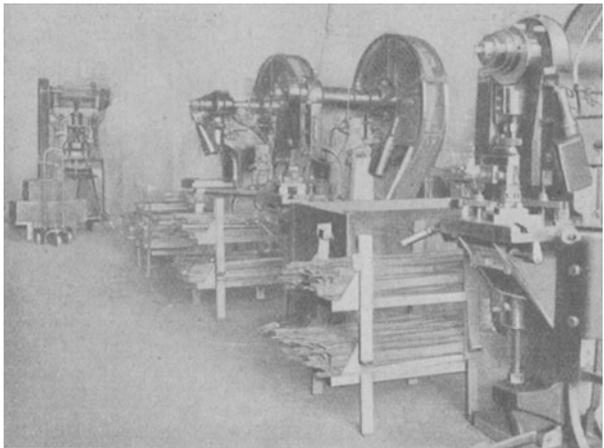


Abb. 120. Genormte Stapelgestelle in Arbeitsstellung an Pressen.

auch enger umgrenzt in den Verwendungszwecken, ist die Lösung der Abb.122: Auf einem als Rollengang ausgebildeten Wagen werden die Blechtafeln so vorgeordnet, daß das Zuführen in die Maschine auf ein geringes Zeitmaß zurückge-

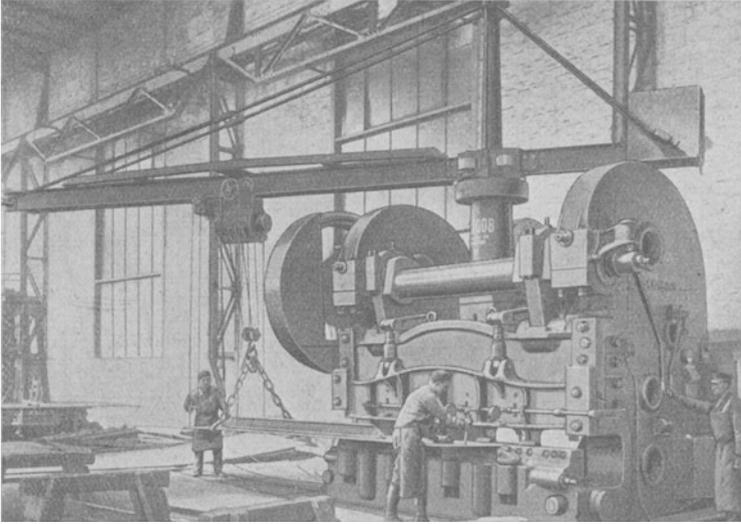


Abb.121. Schwere Kurbelschere mit eingebautem Drehkran (für die Zuleitung der Tafeln zur Schere und zum Halten während des Schnittes).

führt wird. Bei Werkstätten mit wechselnden Arbeiten dürfte die Lösung der Abb.123 die beste sein. Sie hat sich selbst da noch als wirtschaftlich erwiesen, wo bis zu 100 m<sup>2</sup> Werkstatttraum für diese Vorrichtung geopfert wurden. Sie ist einfach herzustellen und besteht nur aus der wiederholten Anwendung von Dreh-

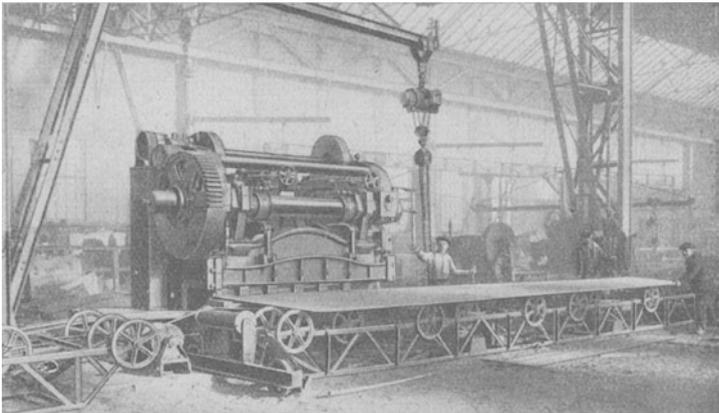


Abb.122. Schwere Kurbelschere mit angebauter Rollenbahn für die Blechbewegung.

köpfen. An Hand des Bildes kann man sich leicht einen Begriff davon machen, wie die Führung des Bleches beim Einstellen erleichtert wird, wie sich eine Beweglichkeit nach jeder Richtung ergibt, und wie die Vorrichtung selbst zur An- und Abbeförderung verwendbar ist.

c) Nutenpressen. Sie bilden eine Übergangsform zu den Vorrichtungen für die Zuführungen vorgearbeiteten Werkstoffes; wie sie hauptsächlich bei der Herstellung von Rotor- und Statorblechen für Motoren und Dynamos, die nicht in großen Reihen gefertigt werden, Verwendung finden. Es handelt sich hier um eine Lösung des schon oben angeschnittenen Problems, vielgestaltige und empfindliche, dabei wenig ausnutzbare Verbundwerkzeuge durch eine ebenso genaue, jedoch allgemeiner verwendbare Sondermaschine zu ersetzen, die nur mit einem einfachen, daher billigen und außerdem leicht in Stand zu haltenden Werkzeug arbeitet. Angänglich sind Konstruktionen dieser Art natürlich nur dann, wenn die Leistung dadurch nur wenig beeinflusst wird. Abb. 124 zeigt eine solche. Die vielseitigere Verwendungsmöglichkeit gibt ihr der verstellbare Tisch. Die einfache Möglichkeit des Einstellens auf verschiedene Durchmesser genügt jedoch nicht. Da die Genauigkeit der Nutung die Güte des herzustellenden Motors wesentlich beeinflusst, muß der Durchmesser durch Spindel und Mutter unter Anwendung eines Nonius angestellt werden. Die verschiedenen Durchmesser und Nutenformen verlangen zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Maschine entsprechende Schnittgeschwindigkeiten, wie sie durch Getriebekästen oder Regelmotore zu erreichen sind. Wichtig ist, daß die Leistungsfähigkeit der Einspannvorrichtung mit der der Maschine auf einer Stufe steht. Besonders sorgfältig muß der Vorschubmechanismus durchgebildet werden. Bei den hohen Schnittgeschwindigkeiten (bis zu etwa 400 je Minute) ergeben sich erhebliche Massenkräfte. Derjenigen Vorrichtung wird also immer der Vorzug zu geben sein, die bei gleicher Leistung das geringste Gewicht hat und mit den niedrigsten Geschwindigkeiten auskommt. Zur Sicherheit gegen Überschalten sind Bremsen, und neben dem eigentlichen Schaltgetriebe ist ein Sperrmechanismus nicht zu entbehren.

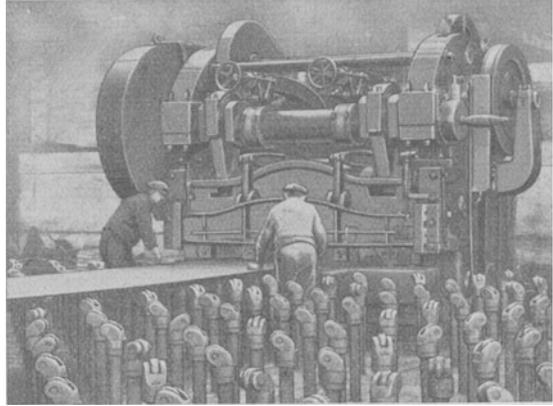


Abb. 123. Schwere Kurbelschere mit einem Vorfeld drehbarer Rollenköpfe (zur Stützung der Blechtafeln und zur Erleichterung der auszuführenden Werkstoffbewegungen.)

c) Als Zuführungsvorrichtung für vorgearbeitete kleinere Teile hat sich der Revolverteller allgemein eingeführt. Er besteht aus einer drehbar auf dem Tisch der Presse angeordneten Scheibe mit Öffnungen, die mit passenden Einsatzstücken das vorbereitete Arbeitsstück aufnehmen. Auf diese Weise hat der Presser, der nun nicht mehr gezwungen ist, unter dem Stößel der Maschine zu arbeiten, sondern nur auf der vorderen freien Tischhälfte, gegenüber den einfachen Pressen eine ganz andere Bewegungsfreiheit. Er braucht sich um den Gang der Maschine nicht mehr zu kümmern. Nur auf das richtige Einlegen der Arbeitsstücke hat er zu achten, zumal es meistens angänglich und möglich ist, durch einen am Stößel

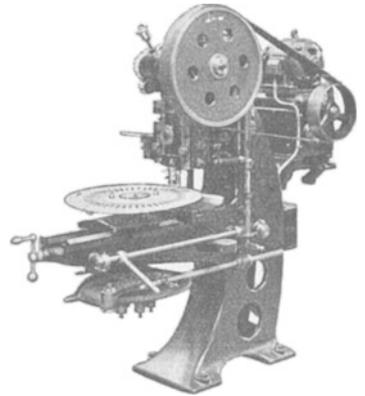


Abb. 124. Schnelllaufende Nutenpresse.

Abb. 124 zeigt eine solche. Die vielseitigere Verwendungsmöglichkeit gibt ihr der verstellbare Tisch. Die einfache Möglichkeit des Einstellens auf verschiedene Durchmesser genügt jedoch nicht. Da die Genauigkeit der Nutung die Güte des herzustellenden Motors wesentlich beeinflusst, muß der Durchmesser durch Spindel und Mutter unter Anwendung eines Nonius angestellt werden. Die verschiedenen Durchmesser und Nutenformen verlangen zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Maschine entsprechende Schnittgeschwindigkeiten, wie sie durch Getriebekästen oder Regelmotore zu erreichen sind. Wichtig ist, daß die Leistungsfähigkeit der Einspannvorrichtung mit der der Maschine auf einer Stufe steht. Besonders sorgfältig muß der Vorschubmechanismus durchgebildet werden. Bei den hohen Schnittgeschwindigkeiten (bis zu etwa 400 je Minute) ergeben sich erhebliche Massenkräfte. Derjenigen Vorrichtung wird also immer der Vorzug zu geben sein, die bei gleicher Leistung das geringste Gewicht hat und mit den niedrigsten Geschwindigkeiten auskommt. Zur Sicherheit gegen Überschalten sind Bremsen, und neben dem eigentlichen Schaltgetriebe ist ein Sperrmechanismus nicht zu entbehren.

befindlichen Auswerfer, das fertig bearbeitete Stück durch den Revolverteller hindurch nach abwärts zu befördern. Von den verschiedenen Antriebsmöglichkeiten des Tellers haben zwei, Antrieb durch Schaltklinke und Antrieb durch Sternrad, besondere Verbreitung gefunden. Die Schaltklinke setzt das Vorhandensein eines Kurbeltriebes oder einer Kurvenscheibe voraus. Der Kurbeltrieb hat die größere Anpassungsfähigkeit an verschiedene Vorschubgrößen für sich, ergibt jedoch gegenüber der Kurvenscheibe ungünstigere Beschleunigungs- und Bremsungsverhältnisse, d. h. die Gefahr des Schleuderns oder der übermäßigen

Abnutzung des Schaltgetriebes ist beim Kurbelantrieb größer als bei der richtig konstruierten Kurvenscheibe, die in jedem einzelnen Teil den Bewegungsverhältnissen entsprechend geformt ist. Man wird einem solchen Antrieb für genaue Arbeiten also den Vorzug geben, trotz höherer Kosten und größerer Empfindlich-

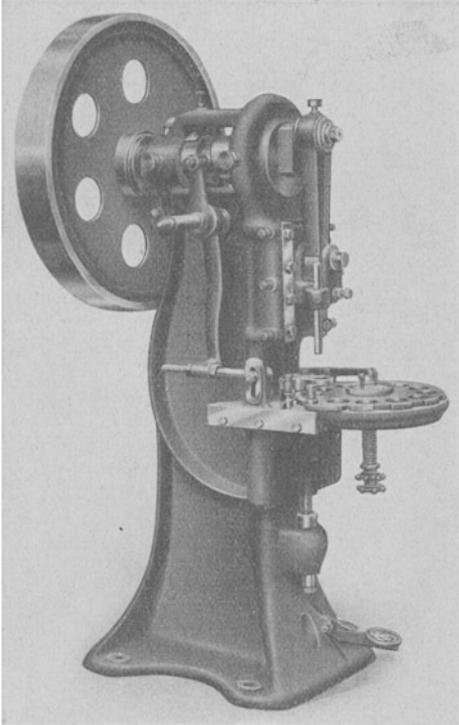


Abb. 125. Linke Maschinenseite.

Presse mit Revolverteller (Klinkenschaltung) mit Sicherung gegen Aufsetzen des Stempels auf den Teller.

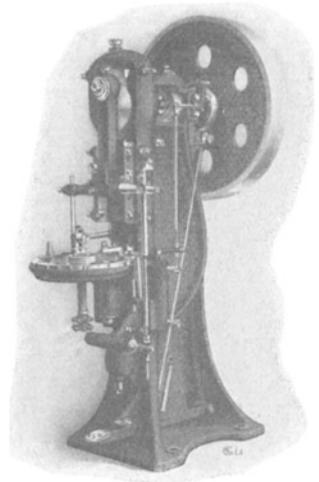


Abb. 126. Rechte Maschinenseite.

keit gegen Abnutzung der Kurvenscheibe. Der Außenrand des Revolvertellers trägt eine Verzahnung, mit der sowohl die Schalt- als auch die Sperrklinke zusammenarbeiten. Beide Getriebeteile sitzen zur leichteren Anpassung an verschiedenen Tellerformen meist auf einem Schlitten (Abb. 125). Vorteilhaft ist diese Getriebeanordnung auch zum Ausgleichen kleiner im Laufe der Zeit sich einstellender Formänderungen in dem Gestänge, das der Bewegungsübertragung dient. Haben durch Klemmen des Revolvertellers diese Verbiegungen usw. größere Maße angenommen, so wird die Folge sein, daß beim nächsten Hub der Stempel auf den Teller aufsetzt und sich so eine Betriebsstörung ergibt. Durch Einschaltung einer Sicherheitsvorrichtung lassen sich solche Anstände vermeiden. Die nach Abb. 125 und 126 konstruierte Vorrichtung arbeitet nach folgendem Grundsatz: Das Gestänge für die Bewegungsübertragung ist zweiteilig, so daß es bei zu großem Schaltwiderstand durchknickt. Die Folge davon, daß ein Stift, der bei

normaler Arbeit in Löcher des Revolvertellers einfällt, auf den Teller aufstößt, ist es, daß ein am Ende des Gestänges befindlicher Daumen am Ausschwenken gehindert wird. Durch Einwirkung dieses Daumens wird dann die Kupplung zwischen Schwungrad und Exzenterwelle gelöst.

Die Bestrebungen, mit möglichst geringen hin und her gehenden Massen den Vorschub zu bewerkstelligen, schufen den Sternradantrieb (Malteserkreuz) des Revolvertellers (Abb. 127). Eine Welle *a* (Abb. 128) wird durch Stirn- oder Kegelräder von der Exzenterwelle aus angetrieben, läuft also mit dieser ständig um. Auf dieser Welle sitzt federnd die Kurbelscheibe *b*. Die Verzahnung des Revolvertellers ist durch Nuten *d* und Ausfräsungen *f* ersetzt, und zwar sind die Nuten *d* so konstruiert, daß der Zapfen *c* der Kurbelscheibe auf seinem Wege in eine der Nuten *d* hineingleitet und in Abhängigkeit vom Kurbelradius den Revolverteller um ein bestimmtes Winkelmaß dreht. In dem Augenblick, in dem der Kurbelzapfen *c* die Nute *d* verläßt, greift eine Erhöhung *g* an der Kurbelscheibe in die Ausfräsung *f* des Revolvertellers, verriegelt ihn also. Diese Verriegelung ist unbedingt sicher, aber nicht so genau wie bei einer Sperrklinke. Je höher die Umdrehungszahl einer Presse, je kleiner die Drehbewegung des Revolvertellers, um so günstiger wird man mit einem solchen Antrieb des Revolvertellers arbeiten. Man darf darüber jedoch nicht vergessen, daß die Anpassungsfähigkeit dieser Konstruktion geringer ist als beim Schaltklinkengetriebe. Der Revolverteller wird verwickelt, daher teuer, die Nuten *f* müssen gepanzert

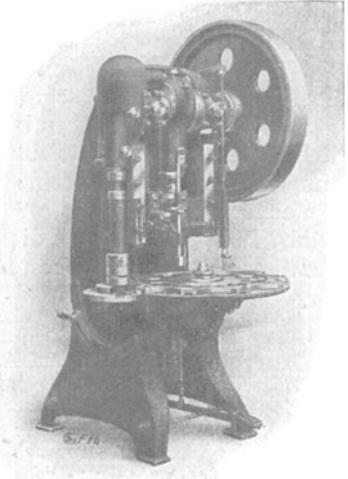


Abb. 127. Presse mit Revolverteller (Malteserkreuzgetriebe).

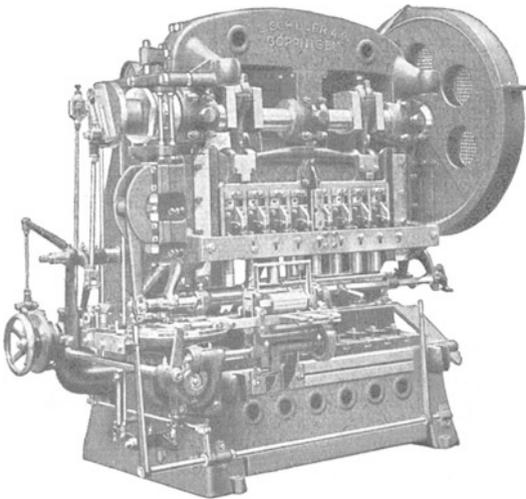


Abb. 129. Stufenpresse.

sein, damit nicht mit wachsendem Verschleiß der Vorteil der stoßfreien Tellerbewegung verlorengeht. Mit mehreren Werkzeugen gleichzeitig zu arbeiten, ist beim Vorschub durch Revolverteller nur in besonderen Fällen möglich.

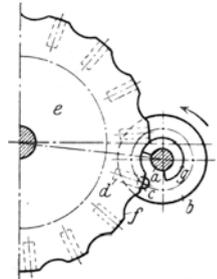


Abb. 128.

Für die Fertigung schwieriger Werkstücke ist die Stufenpresse zu empfehlen (Abb. 129). Bis zu zehn Arbeitsgänge, häufig also der ganze Herstellungsgang eines Arbeitsstückes, lassen sich zu einem Arbeitshub der Maschine zusammenfassen. Aus wirtschaftlichen Gründen wird man, wegen der günstigen Werkstoffausnutzung in Zickzackpressen, als Ausgangsprodukt die Scheibe wählen, in einem Magazin gestapelt, so wie sie in der Zickzackpresse anfallen. Eine Ansaug-

vorrichtung (Exhaustor oder Luftpumpe) hebt eine Scheibe an, so daß die Zuführungsvorrichtung sie fassen kann. Diese besteht aus hin und her gehenden Schienen, die sich am Anfang und Ende ihrer Längsbewegung schließen bzw. öffnen und die in ihrer Innenseite der jeweiligen Arbeitsstufe des Arbeitsstückes entsprechend ausgespart sind.

**47. Kontrollvorrichtungen.** Die erwähnten Greifer befördern die Scheiben zunächst auf eine Waage, um zu verhindern, daß zu starke oder gar zwei infolge von Grat usw. aneinanderhaftende Scheiben zwischen die Werkzeuge gelangen. Bei Übergewicht neigt sich die Waagschale und läßt den Ausschub abgleiten. Das Arbeitsstück wandert von Werkzeug zu Werkzeug und wird schließlich fertig ausgeworfen, zuweilen sogar automatisch gezählt. Denn selbst so einfache Arbeitsgänge wie Zählen ergeben bei Stundenleistungen von etwa 2500 Stück eine erhebliche Belastung des Betriebes, so daß bei reiner Massenfertigung ein solcher Zähler unbedingt zur Betriebseinrichtung gehört. Bedingung ist jedoch, daß er nicht einfacher Hubzähler ist, sondern nur jedes tatsächlich hergestellte Arbeitsstück zählt. Zum Schluß sollen die in Großstanzereien unentbehrlichen Zählwaagen noch erwähnt sein, die in neuester Zeit wesentlich verbessert wurden.

#### Quellennachweis.

Kurrein: Werkzeuge und Arbeitsverfahren der Pressen.

Zeitschrift: Werkstatts-Technik.

Codron, C.: Expériences sur le travail des machines-outils. (Abb. 6, 9, 12÷14, 18, 61, 63, 65, 67.)

Glück: Werkstoffverbrauch bei gestanzten Gegenständen.

Bach, E. L.: Dr.-Ing.-Dissertation. Karlsruhe 1923. (Abb. 23÷25)

Kaczmarek, E.: Die moderne Stanzerei. (Abb. 58.)

Von einzelnen Firmen sind mir die folgenden Abbildungen überlassen worden:

L. Schuler, AG., Göppingen: Abb. 74÷77, 84÷86, 89, 93, 95, 113, 124÷127, 129.

Zwickauer Maschinenfabrik, Zwickau i. Sa.: Abb. 78.

Loewe-Gesfürel, Berlin: Abb. 79.

Kieserling & Albrecht, Solingen: Abb. 70 und 81.

Goetz, Lauter i. Sa.: Abb. 71.

Erdmann Kircheis, Aue i. Sa.: Abb. 83, 87 und 88.

Schulze & Naumann, Cöthen i. Anh.: Abb. 94.

Gebr. Tümmeler, Döbeln i. Sa.: Abb. 108, 102.

Fledermaus AG., Erfurt: Abb. 114 und 115.

Reiß & Martin, AG., Berlin: Abb. 116.

Maschinenfabrik Schieß-Defries, Düsseldorf: Abb. 121÷123.

## Zur Einführung.

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.

### Bisher sind erschienen:

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

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

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