

## 8. Biegeprüfverfahren

Es können unmöglich im Rahmen dieses Buches die Blechprüfverfahren<sup>1</sup> mit behandelt werden. Es wird daher hier nur unter Hinweis auf das einschlägige Schrifttum eine Zusammenstellung der bekanntesten Biegeprüfungen in Tabelle 11 gebracht.

## D. Ausführung einzelner Biege-, Roll-, Kragezieh-, Richtpräge-, Hohlpräge- und Vollprägwerkzeuge

### 1. Einfaches Biegewerkzeug

(Werkzeugblatt 25)

Beim Biegen sehr kleiner, gleichschenkliger Winkel bis zu etwa 25 mm Schenkellänge und 20 mm Breite wird der Winkelstempel als unteres Ende des Einspannzapfens ausgebildet. Der Stempel besteht dann aus einem einzigen Stück. Bei nur wenig größeren, gleichschenkligen Winkelstempeln bis zu etwa 60 mm Schenkellänge und 40 mm Breite wird der Stempelaufnahmzapfen aus dem Material herausgedreht, und erst bei noch größeren zu biegenden Winkeln wird das Biegeoberteil aus Einspannzapfen und Stempel mehrteilig ausgeführt. Das Unterteil des Werkzeuges, welches in der Regel auf einer größeren Grundplatte aufgeschraubt ist, ist mit Anschlägen zur Einlage des Werkstückes versehen. Diese Anschläge bestehen entweder aus eingeschlagenen Stiften oder aus entsprechend ausgeschnittenen Blechen, die auf das Unterteil aufgeschraubt werden. In den Fällen, wo ein Schneidwerkzeug für das zu biegende Teil bereits angefertigt ist, kann damit die Einlegesablone hergestellt werden. Werden jedoch dünne Bleche bis zu 0,5 mm Dicke gebogen, so ist bei einer entsprechend schwach bemessenen Schneidplatte das Ausstanzen der Einlage nicht mehr möglich, denn dieselbe muß etwa 3 mm dick sein. In solchen Fällen ist eine Einlage zwischen eingeschlagene Stifte zu empfehlen.

Gemäß der Ausführung A sind diese Bleche im Winkel abgebogen und an der äußeren Seite des Unterteiles, nach Ausführung B an der Oberfläche des Unterteiles mittels Schrauben befestigt. Die erstere Ausführung hat den Vorteil, daß bei einer nachträglichen Änderung des Werkstückes das Biegesenk, dessen Oberfläche durch keinerlei Bohrungen unterbrochen ist, auch für andere Zwecke zu verwenden ist. Die Ausführung B ist gegenüber der Ausführung A etwas billiger und dürfte in den meisten Fällen genügen.

Die Winkeltiefe ist so niedrig wie möglich in das Untergesenk einzuarbeiten. Bei zu tief eingearbeitetem Unterteil werden, wenn nicht ein Gegenhalter vorhanden ist, die Schenkellängen maßlich ungenau. Dieses Verschieben tritt sofort ein, sobald der Stempel auf das Material auftrifft,

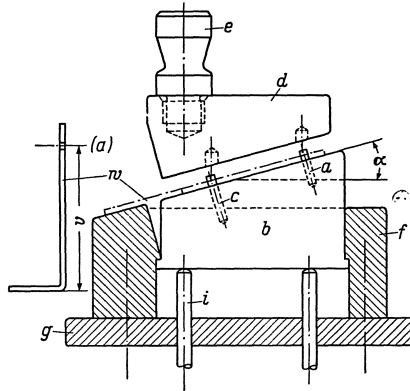
<sup>1</sup> Siehe G. Oehler: Das Blech und seine Prüfung (Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953), das als Ergänzungswerk zu diesem Buch gedacht ist. Darin werden die Biegeprüfverfahren auf S. 167–179 behandelt.

Stb	Einfaches Biegewerkzeug	Werkzeugblatt 25		
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Biegestempel	Wz. St. Tab. 30	AWF 5301	gehärtet
2	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 810/9859	
3	Biegegesenk	Wz. St. Tab. 30	AWF 5904	gehärtet
4	Grundplatte	St 33	AWF 5904	
5	Anlegeblech	St 10		

denn der Hauptdruck richtet sich nicht gegen die Wandungen der Winkel­flächen, sondern gegen die Winkelspitze. Für die in das Unterteil einzu­arbeitende Tiefe genügt aufgrund von Erfahrungen bei einer Werkstoffdicke  $s$  bis zu 0,5 mm das Zehnfache, von 0,6 bis 1 mm das Achtfache und über 1 mm das Sechsfache der Blechdicke  $s$ . Die Biegekanten sind um das 0,5fache der Blechdicke zu verrunden und zu polieren. Es ist vorteilhaft, Biegewer­zeuge in Säulengestelle einzubauen (im Werkzeugblatt 25 nicht angegeben). Treten insbesondere bei größeren Werkzeugen beachtliche Kräfte auf, so sind zusätzlich Führungsstollen gemäß Abb. 415 anzubringen.

Für vorgelochte Teile, wo es auf eine genaue Einhaltung des Abstandes  $v$  von Vorlochmitte zur Biegekante ankommt, empfiehlt sich eine senkrecht bewegliche Werkstückauflage nach Abb. 222. Die Werkstückauflage wird unter einem wenig geneigten Winkel  $\alpha$  von 10 bis 15° derart angeordnet, daß das vorgelochte Werkstück  $w$  vom Einhängestift  $a$  aufgenommen und von Anlagestiften  $c$  seitlich gehalten wird, die in den unteren, in seiner Höhe über die Biegebacken  $b$  eingeschlagen sind. Den vorstehenden Stiften  $a$  entsprechen Bohrungen im Biegeoberteil  $d$ , dessen Einspannhaltere zur Befestigung des Werkzeugober­teiles im Pressenstößel dient. Das Werkzeugunterteil besteht aus der Grundplatte  $g$  und dem allseitigen Führungsrahmen  $f$  für den durch die Stößelstifte  $i$  nach oben gehaltenen Biegebacken  $b$ . Sie stehen mit einem Federauswerfapparat nach Abb. 219 oder mit einem unter dem Tisch eingebauten pneumatischen Kissen in Verbindung.

Ein Lochwerkzeug mit Kipphebelzuführung zum Lochen des kurzen Schenkels von winkligen Teilen, wie sie unter Biegewerkzeugen zu Abb. 221 und 222 anfallen, ist auf S. 572 zu Abb. 548 ausführlich beschrieben.

Abb. 222. Biegewerkzeug für genauen Vorlochabstand  $w$  von der Biegekante

## 2. Universalbiegewerkzeug

(Werkzeugblatt 26)

Das Universalwinkelbiegewerkzeug ist säulengeführt und sollte, da es eine große Anzahl einzelner Werkzeuge erspart, in keiner Stanzerei fehlen. Das Oberteil (Teil 2) ist zwecks Aufnahme des Biegestempels (Teil 9) mit einer Nute und 3 Halteschrauben (Teil 8) versehen. In der Grundplatte (Teil 4) liegen 2 Biegeleisten (Teil 10). Diese können beliebig eingelegt werden und bieten so die Möglichkeit für verschiedenartige Abwinkelungen, da die Kanten der Biegeleisten unterschiedlich verbrochen oder abgerundet sind. Als Anlage dienen die auf der Grundplatte verschieblich angeordneten Anschlagschienen (Teil 5). Diese werden mittels Exzenterhebel (Teil 6) und Spannklötz (Teil 7) festgespannt. Die verstellbaren Anschlagschienen sind für die einzulegenden Bleche und Werkstücke vorgesehen.

Abb. 224 bis 231 zeigen einige Arbeitsbeispiele. Abb. 224 ist der Normalwerkzeugeinsatz für rechtwinklige Biegungen verschiedener Schenkellänge bzw. Blechdicke. Bei der Stellung nach Abb. 224 ist die größte Gesenkweite  $w$  eingestellt. Wird ein sehr schwaches Blech gebogen, so werden die linke Leiste um  $90^\circ$  nach rechts und die rechte um  $90^\circ$  nach links gedreht eingesetzt. Die unteren Kanten dieser Leisten nach Abb. 224 sind für Zwischenrößen bestimmt. Die Breiten der vier unter  $45^\circ$  verbrochenen Kanten betragen 2, 5, 8 und 12 mm. Die gleichen Biegeleisten werden in den Arbeitsbeispielen nach Abb. 224 bis 227 verwendet. Bei allen übrigen Beispielen sind andere Biegeleisten und Stempel vorgesehen, die dem jeweiligen Bedürfnis entsprechend an den Arbeitsflächen zugerichtet werden. Dabei ist es durchaus nicht erforderlich, daß in die Grundplatte der Austauschmöglichkeit wegen stets 2 Biegeleisten eingelegt werden. Es kann auch eine einzige Leiste gemäß Abb. 231 dort untergebracht werden.

Universalbiegewerkzeuge sind nicht nur für rechtwinklige Biegungen, wie hier gezeigt, vorteilhaft, sondern auch für andere Biegeformen, wo ähn-

Stb	Universalbiegewerkzeug für verschiedene Winkel und Schenkellängen	Werkzeugblatt 26		
Abb. 223				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 810/9859	
2	Stempelkopf	GG 25	DIN 9812	
3	Säule	C 15	DIN 9825	einsatzgehärtet
4	Grundplatte	GG 25	DIN 9812	
5	Anschlagschiene	St 50		geschmiedet
6	Exzenterhebel	C 15		einsatzgehärtet
7	Spannklotz	St 50		
8	Wurmschraube	5 S	DIN 417	
9	Stempel	Werkzeugstahl		gehärtet
10	Biegeleiste	siehe Tab. 30		gehärtet



Abb. 224

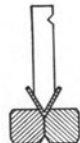


Abb. 225



Abb. 226



Abb. 227



Abb. 228



Abb. 229

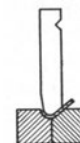


Abb. 230

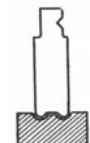


Abb. 231

liche oder gleichartige Biegungen an Teilen verschiedener Länge oder Breite ausgeführt werden. Der Aufbau solcher Werkzeuge gleicht durchaus dem hier unter Werkzeugblatt 30 gezeigten Ausführungsbeispiel.

### 3. Werkzeug für scharfkantiges Biegen

(Werkzeugblatt 27)

Der Teilkonstrukteur tut gut daran, scharfkantige Biegeformen zu vermeiden. Insbesondere außen wird sich immer beim normalen Biegevorgang eine Rundung einstellen, deren Halbmesser mindestens so groß ist wie die Blechdicke selbst, wobei der Innenradius der Biegeform gleich Null wäre. Nach Gl. (34) auf S. 208 würde eine solche scharfkantige Biegung nicht halten. Trotzdem mag es Fälle geben, wo unbedingt ein scharfkantiges Biegen sowohl innen als auch außen vorgeschrieben ist. Derartiges wird nur dort erreicht, wo bewußt die Biegeform an der Biegekante zunächst nach auswärts gekröpft und anschließend das überschüssige Material zurückgestaucht wird. In Werkzeugblatt 27 ist ein solches Werkzeug dargestellt. Das Oberteil besteht aus der Kopfplatte (Teil 1) mit dem durch Innensechskantschrauben (Teil 8) darauf befestigten Oberteilsckelring (Teil 2) und dem Niederhalter (Teil 6). Dieser Niederhalter verrichtet gleichzeitig die Aufgabe des Stempels. Er muß daher bei harten zu biegenden Werkstoffen aus Werkzeugstählen größerer Festigkeit als St 60 hergestellt sein. Hingegen reicht für weiches und mittelhartes Material die Güte St 60 aus. Dieser Niederhalter (Teil 6) oder Außenstempel ist in der Mitte durchbrochen zur Durchführung des eigentlichen Biegestempels (Teil 5), der aus sehr hochwertigem Werkzeugstahl hergestellt sein muß. Seine Stärke darf nicht mehr als die doppelte Blechdicke, also höchstens  $2s$ , betragen. Er ragt etwa um  $1s$  nach unten vor in seiner Anschlagstellung und ist mit dem Federboden (Teil 4) durch Kehlnahtschweißung verbunden. Es mag auch Fälle geben, wo eine Einfügung in eine schwalbenschwanzförmig ausgehobelte Nute in den Federboden günstiger als eine Verschweißung ist. Der Hohlraum zwischen dem Sockelring (Teil 2) mit darin eingeneteten Bolzen (Teil 3) und dem Federboden (Teil 4) dient zur Aufnahme der Ringfedersäule (Teil 7) und soll zur Ersparnis von Schmierstoff nicht viel größer sein, als wie diese Federsäule beansprucht. In entsprechender Weise ist das Werkzeugunterteil ausgebildet. Es besteht aus einer aus dem vollen gedrehten Grundplatte (Teil 9) und dem Biegegesenk, in das oben der Breite des zu biegenden Werkstückes entsprechend eine Einlage eingehobelt ist. Dieses Gesenk ist ebenso wie der Niederhalter durchbrochen zur Durchführung des schmalen Gesenkeinsatzes (Teil 14), der aus hochwertigstem Werkzeugstahl gefertigt sein muß. Derselbe ist mittels Senkschrauben (Teil 16) mit der Grundplatte (Teil 9) fest verbunden und ist in einer Nut eingebettet. Nach oben ist das äußere Biegegesenk (Teil 10) durch den auf die Grundplatte (Teil 9) aufgeschraubten Ring (Teil 13) begrenzt. Nach unten liegt es gegen die Grundplatte auf, soweit nicht die Druckbolzen (Teil 15) und die darunterliegende Stößelplatte (Teil 12) vermöge eines pneumatisch oder hydraulisch betätigten Ziehkissens unter dem Tisch das äußere Biegegesenk in seiner oberen Lage halten. Der

Stbfa      **Werkzeug für scharfkantiges Biegen**      Werkzeugblatt 27

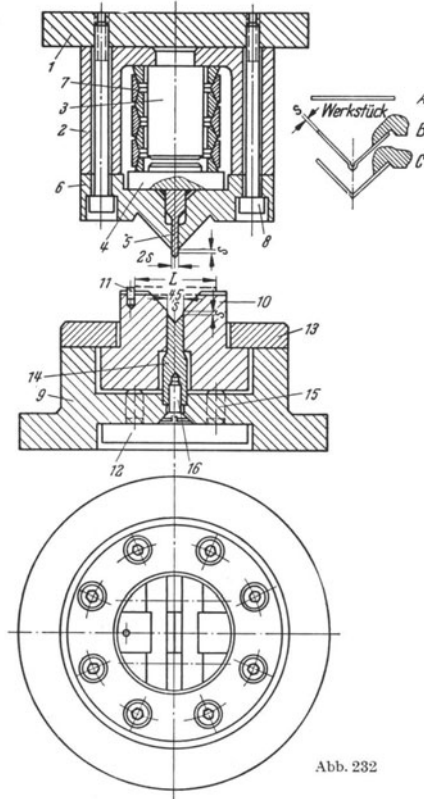


Abb. 232

Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Kopfplatte	St 33	DIN 9866	
2	Oberteilsockelring	St 42	DIN 9867	
3	Bolzen	St 42		
4	Federboden	St 50		
5	Biegestempel	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
6	Niederhalter			
7	Ringfedersäule	Federstahl		
8	Innensechskantschraube	5 S	DIN 912	
9	Grundplatte	St 33	DIN 9867	
10	Biegegesenk	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
11	Kerbstift	6 S	DIN 1474	
12	Druckstößelplatte	St 50		
13	Ring	St 33		
14	Biegegesenkeinsatz	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
15	Druckbolzen	St 50		
16	Senkschraube	5 S	DIN 87	

Durchführungsschlitz für das untere Biegegesenk entspricht einer Weite von 4,5 $s$  entsprechend der 4,5fachen Blechdicke, und ebenso überragt umgekehrt wie beim Oberteil das obere Biegegesenk das innere um eine Blechdicke. Es wird also bei Beginn des Ziehvorganges zunächst das eingelegte Werkstück  $A$  nach der unter  $B$  angegebenen Gestalt vorgeformt, und erst bei weiterem Ausdrücken der Form entsteht eine scharfkantige Biegung nach  $C$ . Dabei sei darauf hingewiesen, daß das gegen den Anschlagstift (Teil 11) eingeschobene Werkstück vor der Biegung von der Länge  $l$  bereits beim Vorbiegen nach  $A$  mit seinen äußeren Enden in die einspringenden Ecken des Niederhalters zu liegen kommt und somit bei der darauf erfolgenden Endausprägung in der Gesenkwurzel nicht mehr ausweichen kann, so daß der Werkstoff an der Biegekante gestaucht und verpreßt wird.

Es sei darauf hingewiesen, daß derartig scharf ausgeprägte Winkel eine erheblich geringere Festigkeit haben als üblich umgebogene. Man wird daher derartig scharfkantige Biegungen bei kalter Umformung nur für solche Teile anwenden, die keiner besonderen Festigkeitsbeanspruchung unterworfen sind, und wo beispielsweise nur aus Gründen der Zierde oder zur Einfügung von scharfkantig gebogenen Blechteilen in andere scharfkantig vorgearbeitete Führungen dies als zweckmäßig erscheint. Sonst muß warm umgeformt werden, wozu ein derartig aufgebautes Werkzeug durchaus einsatzfähig ist. Nur darf dabei nicht übersehen werden, daß hierfür besonders geeignete Warmarbeitsstähle nach Tabelle 31 vorgesehen werden. Bei Kaltverarbeitung ist der Federdruck so zu berechnen, daß die Vorspannung etwa 100 kp/mm<sup>2</sup>, bezogen auf 1 mm Biegebreite des Teiles, multipliziert mit der 4,5fachen Blechdicke der Aussparung im äußeren Biegegesenk entspricht. Nach einer Zusammendrückung der Federsäule um eine Blechdicke, wo also die endgültige Biegung erzeugt wird, soll der Druck um 50% dabei ansteigen. Es sind hierbei Werkstoffe eines  $\sigma_s$  von etwa 30 bis 35 kp/mm<sup>2</sup> berücksichtigt, worunter die meist gebräuchlichen Stahl- und Messingbleche fallen. Bei weichen Werkstoffen ist ein geringerer Druck zu wählen, bei härteren ein höherer. Man kann auch anstelle der hier angegebenen Ringfedersäule eine Tellerfedersäule wählen. Über die Berechnung der Federabmessungen siehe S. 604 bis 621 dieses Buches.

#### 4. Hochkantbiegewerkzeug

(Werkzeugblatt 28)

Zum Hochkantbiegen<sup>1</sup> von Blechstreifen und Profilmaterial können gemäß Werkzeugblatt 28 Werkzeuge verwendet werden, die für verschiedene Arbeitsbreiten einzurichten sind. Das Oberteil besteht aus der Kopfleiste (Teil 1) und dem Biegestempel (Teil 2), dessen Dicke der zu biegenden Blechdicke zuzüglich eines Zuschlages von etwa 0,05facher Blechdicke entspricht. Zur Befestigung dienen seitliche Spannschrauben (Teil 3), wobei für verschiedene Dicken Beilagleisten (Teil 4) eingefügt werden. Für die Benutzung

<sup>1</sup> In bezug auf den triaxialen Spannungszustand und die unerwünschte Verformung beim Hochkantbiegen siehe Abb. 197, S. 209 dieses Buches. Weiterhin wird hingewiesen auf *Lippmann, H.*: Ebenes Hochkantbiegen unter Berücksichtigung der Verfestigung. Ing. Archiv 27 (1959), S. 153–168.

solcher Werkzeuge unter Pressen kann man die Kopfstücke mit einem Einspannzapfen (Teil 5) in der Mitte versehen, oder es wird bei der Verwendung von Gesenkbiegepressen eine Nut für die Einhängeleiste in die Kopfleiste eingehobelt. Das zu verarbeitende Werkstück  $w$  liegt auf zwei Rollen (Teil 7) der Vorrichtung auf. Zu beiden Seiten werden Winkelstücke (Teil 8) mit angeschweißten Rippen, zwischen denen ein gehärtetes Gesenkblech (Teil 6) liegt, miteinander durch Sechskantschrauben (Teil 9) verbunden. Die Rollen drehen sich auf Zapfen (Teil 10), die mit einer Unterlegscheibe (Teil 12) und einer der jeweiligen Dicke des zu biegenden Materials entsprechenden Unterleg- oder Beilagescheibe (Teil 13) versehen sind. Mit zwei Sechskantmuttern (Teil 11) werden die Zapfen so eingestellt, daß die Rollen sich noch drehen können. Bei genügend breitem Werkstoff, wie z. B. Trägern, ist der Einbau von Kugellagern in die Rollen zwecklos. Die hier gezeigte Anwendung für formgebundenes Prägebiegen durch die Stempelform (Teil 2) und Gegen-

Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Stempelkopfleiste	St 42.11		gehärtet
2	Biegestempel	Wz. St. Tab. 30		
3	Sechskantschraube	5 D	DIN 933	
4	Beilageleiste	St 42		
5	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 84/9859	
6	Gesenk	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
7	Rolle	15 CrNi 6		einsatzgehärtet
8	Winkel	St 42		
9	Sechskantschraube	5 D	DIN 931	
10	Zapfen	Ck 15		einsatzgehärtet
11	Sechskantmutter	5 S	DIN 936	
12	Unterlegscheibe	5 S	DIN 9021	
13	Beilagescheibe (oder Unterlegscheiben)	5 S	(DIN 9021)	



gesenkform (Teil 6) läßt sich ohne weiteres auf Freibiegeverfahren umstellen, indem man einen weniger abgerundeten schmaleren Stempel verwendet und die Gegengesenkplatte ganz wegfällt läßt. Dafür wird aber bei der gegenseitigen Befestigung der Winkel ein der Werkstückdicke entsprechend hoch bemessener Zwischenring vorgesehen.

Vor dem Hochkantbiegen breiter, dünner Bleche besteht eine begründete Scheu. In schmale, schlitzförmige Gesenke senkrecht eingelegt, ist schon bei Beginn des Biegens eine so starke Neigung zur Faltenbildung vorhanden, daß der Werkstoff stellenweise fest eingeklemmt, so mit der Gesenkwand verkeilt und bei weiterem Vordringen des Biegestempels völlig zerstört wird. Deshalb haben sich hierfür Verfahren mit waagerechter Einlage des zu biegenden Blechstreifens bewährt, wo der Biegestempel gleichzeitig als Niederhalter wirkt. In der amerikanischen Rahmenlängsträgerfertigung wird an Blech dadurch gespart, indem aus einer Blechtafel nicht zwei der Endform entsprechend geschweifte Zuschnittsformen ausgeschnitten werden. Vielmehr werden aus einer Blechtafel drei Trägerzuschnitte in gerader gestreckter Länge ausgeschnitten und gelocht, dann in Höhe der späteren Hinterachslage unter Biegepressen mit Hochkantbiegewerkzeugen nach Abb. 234 gebogen und schließlich unter Ziehpressen zu U-Profilen gezogen. Diese Arbeitsfolge wird sowohl bei der Firma *A. O. Smith* in Milwaukee als auch bei der BUDD-Company in Philadelphia angewandt. Das Hochkantbiegen von Rahmenlängsträgerausschnitten einer Breite  $b = 250$  mm, einer Blechdicke  $s = 2,5$  mm und eines inneren Biegehalbmessers  $r = 200$  mm geschieht unter Blechhaltern bei verhältnismäßig hohen Flächendrücken von etwa  $100 \text{ kp/cm}^2$ . Diese Blechhalter wirken mittels unter einem Winkel  $\alpha$  von  $45$  bis  $50^\circ$  angeschrägten Keilflächen eine kurze Strecke schiebend in der Biegerichtung. In Abb. 234 ist der Aufbau solcher Niederhaltstempel dargestellt. Die linke Anordnung entspricht einer Bauart nach *A. O. Smith*, Milwaukee, unter Verwendung einer großen hydraulisch betriebenen Gesenkbiegepresse mit senkrechter Stößelführung, die rechte nach BUDD, Philadelphia, im Einsatz einer Sonderpresse mit schräg liegendem Pressenstößel. Die Bauweise der Maschine bei BUDD erscheint statisch günstiger, da das Oberwerkzeug und mit ihm die Oberwange nach der in Abb. 234 links angegebenen Bauweise seitlich abgedrängt werden. In beiden Fällen ist das Biegeschubwerkzeug  $b$  schräg geführt am Pressenstößel  $c$  aufgehängt und liegt in Aufwärtsstellung desselben mit dem an  $b$  befestigten Anschlag  $a$  gegen  $c$  an. Nach Auftreffen der Unterseite des schräg verschieblichen Biegeschubwerkzeuges auf die Blechtafel liegt zunächst dessen Vorschubkante um etwa  $0,5s$  vor dem Werkstück, um dann dasselbe beim Biegen durch den weiter sich senkenden Stempel dort bei  $B$  anzugreifen. Nur die unten rechts vorspringende Leiste des Biegeschiebers  $b$  übernimmt die Rolle des Biegestempels. In der Hauptsache dient die Unterfläche zur Blechhaltung und zur Verhinderung einer Faltenbildung. Diese tritt trotz des hohen Flächendruckes von etwa  $100 \text{ kp/cm}^2$  auf, der durch die im Schemabild angegebenen seitlich wirkenden Federn  $f$  und das Eigengewicht des Biegeschubwerkzeuges hervorgerufen wird. Das Gegengesenk  $g$  besteht aus einem flachen, der Gestalt der Biegung entsprechend ausgearbeiteten rechteckigen Stahlblock. Zum Zurückholen der fertig gebogenen Teile werden in

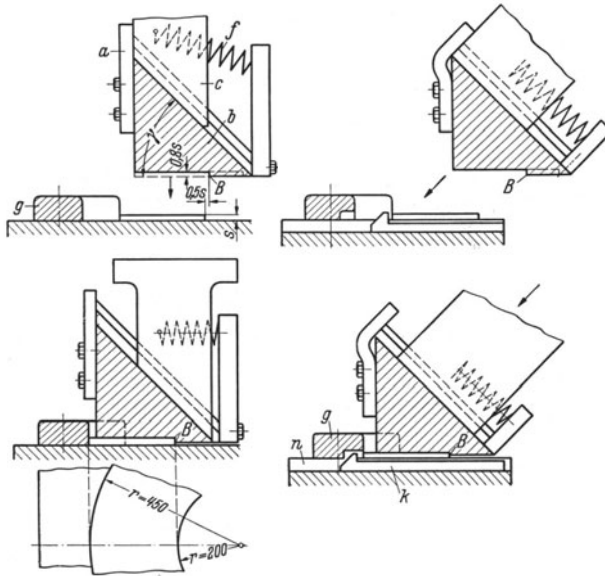


Abb. 234. Hochkantbiegeverfahren

den Nuten des Tisches geführte Druckfingerleisten  $k$  benutzt, deren über die Tischfläche vorstehende Nasen in entsprechende Ausarbeitungen des Gesenkes eingefahren werden können. Ihr Antrieb ist in der Schemaskizze zu Abb. 234 nicht angegeben. Die Verarbeitung der Bleche geschieht im kalten Zustande.

### 5. Umkantwerkzeug für Karosserieteile

(Werkzeugblatt 29)

Es gibt eine Reihe Biegevorgänge an Karosserieteilen mit unterschiedlichen Biegungen, sei es, um eine Falzung oder eine spätere Einbördelung, evtl. Überlappschweißung, für Innenbleche vorzubereiten. Man geht dabei so vor, daß das Blechteil auf einen spreizbaren Kernstempel aufgenommen wird, gegen den von den Seiten die Biegestempel geschoben werden. Nach dieser Umformung der bisher senkrecht verlaufenden Zarge in eine nach innen schräg umgebogene muß der Kernstempel zusammenschrumpfen, um eine Abnahme des Teiles zu ermöglichen. Die Seitenstempel werden entweder durch mit Druckflüssigkeit oder Druckluft betätigte Hilfsvorrichtungen, wie sie auf S. 603 zu Abb. 590 erwähnt sind, oder mittels Keilstempel in Verbindung mit Rückzugsfedern vorgeschoben. Ein Beispiel für ein solches Werkzeug zum Umbiegen der Randkanten an einer flach geschweiften Vorderhaube ( $VW$ ) ohne Oberteil ist in Abb. 235 dargestellt. Das Blechteil wird dabei über einen spreizbaren Kernstempel gelegt, gegen den von den

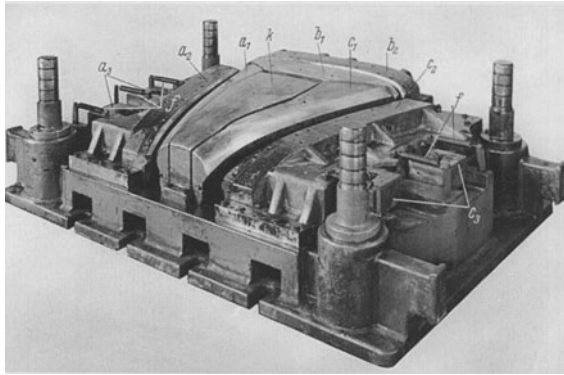


Abb. 235. Umkantwerkzeug für unterschrittene Biegungen

Seiten die Biegestempel geschoben werden. Nachdem hierdurch die bisher senkrecht verlaufende Zarge in eine nach innen schräg umgebogene umgeformt worden ist, schrumpft der Kernstempel zusammen, damit das Teil abgenommen werden kann. Der außer den am Pressenstoßel angeschraubten Keilstempeln  $p$  federnd aufgehängte Niederhalter  $n$  dient zusätzlich zur Sicherheit gegen flüchtiges unsorgfältiges Einlegen; nötig ist er nicht. Abb. 236 zeigt einen Schnitt durch das Werkzeug, wobei *I* die Einlegestellung, *II* die Biegestellung und *III* die Aushebestellung des Werkstückes nach dem Umkanten erläutern. Vor dem Einlegen nehmen die drei beweg-

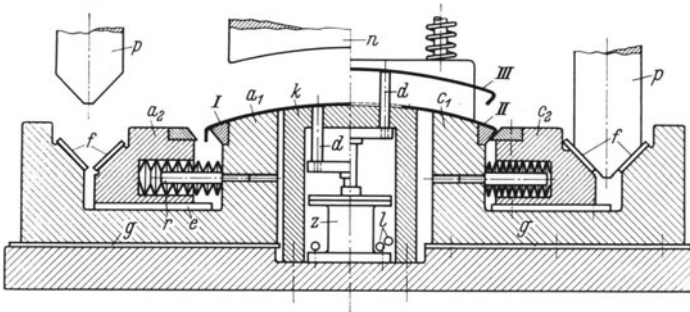


Abb. 236. Mit Gleitplatten bestücktes Umkantwerkzeug zu Abb. 235

lichen Spreizbacken  $a_1$ ,  $b_1$  und  $c_1$  ihre innere Stellung ein, sie können sich auf den Gleitplatten in Richtung zum mittig gelegenen Auflageteil  $k$  oder von ihm weg bewegen. Auf ihnen selbst sind in der Mitte weitere Führungsplatten  $e$  vorgesehen, auf denen die Umkantwerkzeuge  $a_2$ ,  $b_2$  und  $c_2$  laufen. An den Arbeitskanten sind die Spreizbacken und die Umkantwerkzeuge mit gehärteten Werkzeugstahleisen versehen. Die Tellerfederpakete  $r$  sorgen dafür, daß die Umkantwerkzeuge von den Spreizbacken, also die Teile  $a_1$

und  $a_2$ ,  $b_1$  und  $b_2$  sowie  $c_1$  und  $c_2$  voneinander getrennt werden. Treffen die Keilstempel  $p$  auf die schrägliegenden Führungsplatten  $f$ , so gehen  $a_1$ ,  $b_1$  und  $c_1$  nach außen und  $a_2$ ,  $b_2$  und  $c_2$  nach innen, wobei die Tellerfedern  $r$  zusammengedrückt werden und der Haubenrand nach innen umgekantet wird. Mit dem Niedergang der Keilstempel  $p$  geht der mittig angeordnete, am Werkzeugoberteil leicht federnd aufgehängte Niederhalter  $n$  nach unten und drückt das Haubenteil auf den Kernstempel  $k$ . Der Niederhalter darf dabei keine übermäßig hohen Kräfte aufwenden, da beim Außendruck der inneren Spreizbacken  $a_1$ ,  $b_1$  und  $c_1$  das Werkstück angehoben und etwas gestreckt wird; er kann daher aus Hartholz hergestellt sein. Innerhalb des mittleren Auflageteils  $k$  sind pneumatisch arbeitende Zylinder  $z$  mit den Druckluftschlauchleitungen  $l$  untergebracht. Durch die Kolben der Zylinder werden nach dem fertigen Umkanten des Werkstückes und nach Rückkehr des Werkzeugoberteils in seine obere Ausgangsstellung  $I$  die Auswerfer-

Stbk	Umkantwerkzeug	Werkzeugblatt 29		
Abb. 237				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Grundplatte	GG-20		
2	Tragzapfen zu 1	St 50		
3	Innenauflage	GG 20		
4	Paßleiste zu 1/3	MSt 42-2		
5	Außenauflage	GG-20		
6	Bodenblech zu 5	St. 10		
7	Feste Biegeleiste	Werkzeugstahl siehe Tab. 30		gehärtet
8	Bewegliche Biegeleiste		gehärtet	
9	Vorschubbacken	GG-25		
10	Waagrecht geführter Blechhalter	15 CrNi 6		
11	Zugfeder zu 10	Federstahl	DIN 2099	
12	Zugfeder zu 9	Federstahl	DIN 2099	
13	Keilstempel	St 70-2		gehärtet
14	Gleitführungsplatte	C 15		einsatzgehärtet
15	Kopfplatte	GG-25		
16	Tragzapfen zu 15	St 50		
17	Senkrecht geführter Niederhalter	GG-20		
18	Gleitführungswinkel	C 15		einsatzgehärtet
19	Druckfeder zu 17	Federstahl	DIN 2099	
20	Innensechskantschraube zu 19	5 S	DIN 912	

bolzen  $d$  und mit ihnen das fertig umgekantete Teil in die Stellung *II* gehoben, damit es vom Schwingarmgreifer oder Seitenarmentlader erfaßt und weitergegeben werden kann. Die Gleitplatten  $e, f, g$  sind aus den auf S. 656 bis 662 beschriebenen Mehrstoffbronzelegierungen herzustellen. Werkzeuge dieser Art sind selten als Zweisäulenwerkzeuge, sondern meist als Viersäulenwerkzeuge ausgeführt.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß man derartige unterschrittene Einkniffe einseitig durchführt. Dann wird die umzukantende Seite in das Werkzeug eingeschoben. Bei der im Werkzeugblatt 29 dargestellten Ausführung<sup>1</sup> können gleichzeitig 2 Türen, und zwar sowohl die linke als auch die rechte an ihrer Oberkante umgeschlagen werden. Im rechten Teil zu Abb. 237 ist das eingelegte Werkstück  $w$  dargestellt. Hier ist die Kopfplatte

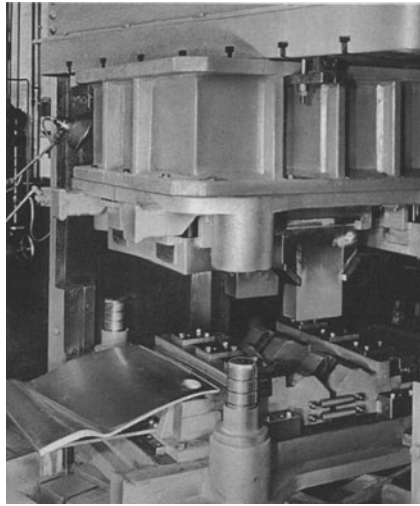


Abb. 238. Umkantwerkzeug nach Abb. 237

(Teil 15) zunächst noch in ihrer oberen Stellung. Der zum Oberteil gehörige Blechhalter (Teil 17), der zwischen den Führungswinkeln (Teil 18) auf- und abgleiten kann, wird in seiner unteren Lage unter Vorspannung von Federn (Teil 19) gehalten und durch Innensechskantschrauben (Teil 20) begrenzt. Ebenso wie die Grundplatte (Teil 1) mit Tragzapfen (Teil 2) ausgerüstet ist, ist auch die Kopfplatte (Teil 15) mit anzuschraubenden Trageisen (Teil 16) versehen. In der Mitte der Kopfplatte ist der beidseitig wirkende Keilstempel (Teil 13) eingelassen, der sich gegen die Führungsplatten (Teil 14) auf der Grundplatte (Teil 1) und auf den Vorschubbacken (Teil 9) abstützt. Die beiden Vorschubbacken gleiten auf der Grundplatte unter Einwirkung

<sup>1</sup> Bauart Allgaier, Uhingen.

des herabgehenden Keilstempels (Teil 13) nach auswärts und nach Entlastung durch Wirken einer Zugfeder (Teil 12) einwärts. Die Türbleche selbst werden auf zwei Auflagen, nämlich die Innenauflage (Teil 3) und die Außenauflage (Teil 5) aufgelegt. Die Innenauflage ist mit einer festen Biegeleiste (Teil 7) versehen, während die beweglichen Biegeleisten (Teil 8) auf den Vorschubbacken angebracht sind. Außer dem senkrecht wirksamen Blechniederhalter (Teil 17) sind waagrecht geführte, unter Druckfedervorspannung (Teil 11) stehende Blechhalter (Teil 10) vorgesehen und in den Vorschubbacken (Teil 9) mit eingebaut. Diese zusätzliche waagerechte Festhaltung ist deshalb erforderlich, damit nicht beim Verschieben der beweglichen Biegeleiste das Blech auszuweichen sucht und hochschlägt, also im Bild nach der Werkzeugmitte zu ausweichen kann. Gerade bei dreidimensionalen Biegungen ist eine solche Gefahr des Ausweichens durchaus gegeben. In der Abb. 238 ist das im Werkzeugblatt 29 dargestellte Abkantwerkzeug mit den Führungssäulen zu sehen. Das Oberteil ist völlig ausgefahren. Ein Türblech wurde gerade zum Umkanten seitlich von links eingelegt.

## 6. Einfach wirkendes U-Biegewerkzeug mit Ausstoßer

(Werkzeugblatt 30)

Die hier gezeigte Führung geschieht nicht in Säulen, sondern nur in Fangstiften, welche kurz vor dem Biegearbeitsgang in die Bohrungen des Obertheiles einfahren. Diese Ausführung ist billig und genügt für leichte Arbeiten. Für U-förmige Teile ist eine Säulenführung schon deshalb nicht nötig, weil beide Seiten gleichmäßig gebogen werden und keinerlei seitlicher Schub auftritt. Der Stempel bleibt immer auf Mitte stehen. Bestehen aber dennoch Bedenken, so ist für solch einfache Teile ein Auswechselgestell nach Abb. 91 zu empfehlen.

Die zweiteilige Auswerferkonstruktion nach Abb. 239 ist für eine auf oder unter dem Maschinentisch vorgesehene Auswerferplatte (siehe Abb. 219) vorgesehen. Ist eine derartige Einrichtung nicht vorhanden bzw. lohnt deren besondere Herstellung nicht, so müssen unter dem Bund der Auswerferstifte (Teil 6) Schraubenfedern oder Tellerfedern eingebaut werden. Diese bedingen eine Vergrößerung der Bauhöhe des Unterteils (Teil 4). Wenn der Stempel mittig geteilt ausgeführt und der Gesenkbackenabstand verändert werden kann, lassen sich auf dem gleichen Werkzeug verschieden große U-Profile biegen.

Für kleinere, genaue Teile und für weiche Werkstoffe sind Auswerferbolzen nicht zu empfehlen, weil sich diese beim Aufsetzen des Stempels auf das Unterteil abzeichnen. Besser ist es, die Bodenfläche als Auswerferplatte zu benutzen und unter diese Druckstifte (S. 337) zu setzen. Wird auf Doppelwinkelstanzen stark rückfederndes Material verarbeitet, so genügt nicht der einfache rechtwinklige Biegestempel gemäß Ausführung A. Die Ausführung B zeigt gestrichelt gezeichnet eine gleichmäßige Verjüngung des Biegestempels nach dessen oberen Teil zu, so daß infolge der Materialverdrängung an der Biegekante das Werkstück um eine Kleinigkeit über 90° hinaus gebogen wird. Diese den richtigen Winkel überschreitende Biegung wird durch die

Stba	Einfach wirkendes U-Biegewerkzeug	Werkzeugblatt 30		
<p style="text-align: center;">Abb. 239</p>				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Biegestempel	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
2	Stempelkopf	St 42	DIN 9866	
3	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 810/9859	
4	Biegeesenk	Wz. St. Tab. 30		
5	Grundplatte	St 33		
6	Auswerferbolzen	St 42-2		
7	Anlagestift	4 D	DIN 7	
8	Führungsbolzen	C 15		einsatzgehärtet

Rückfederung des Werkstückes wieder aufgehoben. Bei härteren Werkstoffen ist deshalb Ausführung B gegenüber der Ausführung A unter Berücksichtigung des Rückfederungswinkels vorzuziehen, wozu S. 219 bis 227 dieses Buches nähere Ausführungen und Abb. 215 bis 218 weitere Vorschläge bringen. Im Werkzeugblatt 30 ist links die Fixierung des einzulegenden

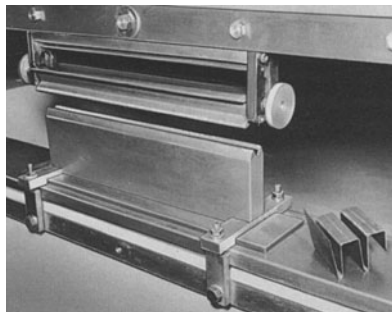


Abb. 240. Schwenkbare Stempelschiene für Winkel- und Doppelwinkelstanze

Werkstückes durch Stifte, rechts die Fixierung durch Stifte und Aussparung im Unterteil angeben.

In Abb. 577 ist rechts ein U-Biegewerkzeug dargestellt, in das aus einem Senkrechtmagazin die Zuschnitte eingeschoben und nach der Umformung mittels des gleichen rahnenförmigen Schiebers beim Rückhub die gebogenen Teile zu einer Abföhrutsche befördert werden.

Es ist durchaus möglich, ein V-Biegewerkzeug mit einem U-Biegewerkzeug zu vereinen, wie dies das Biegewerkzeug mit dem schwenkbaren Ober- teil auf einer Wieger-Gesenkbiegepresse gemäß Abb. 240 zeigt. Die Werk- zeugschienen können in erheblich größerer Länge ausgeführt werden. Das erreichbare Biegeprofil ist rechts vorn dargestellt. Das Unterwerkzeug ist fest auf dem Tisch der Unterwange der Gesenkbiegepresse aufgespannt und zeigt in der Mitte die V-Kerbe für die V-Biegung und außen die Innen- abmaße für die Schenkel des U-Profiles. Das Oberwerkzeug ist schwenkbar angeordnet und befindet sich in Abb. 240 nicht in Arbeitsstellung. Der nach vorn gekehrte Teil entspricht den äußeren Biegeschenkeln für die U-Form, während der nach hinten zu abgekehrte Teil spitz zuläuft, um die tiefen, schmalen V-förmigen Einkerbungen des Werkstückprofils herzustellen.

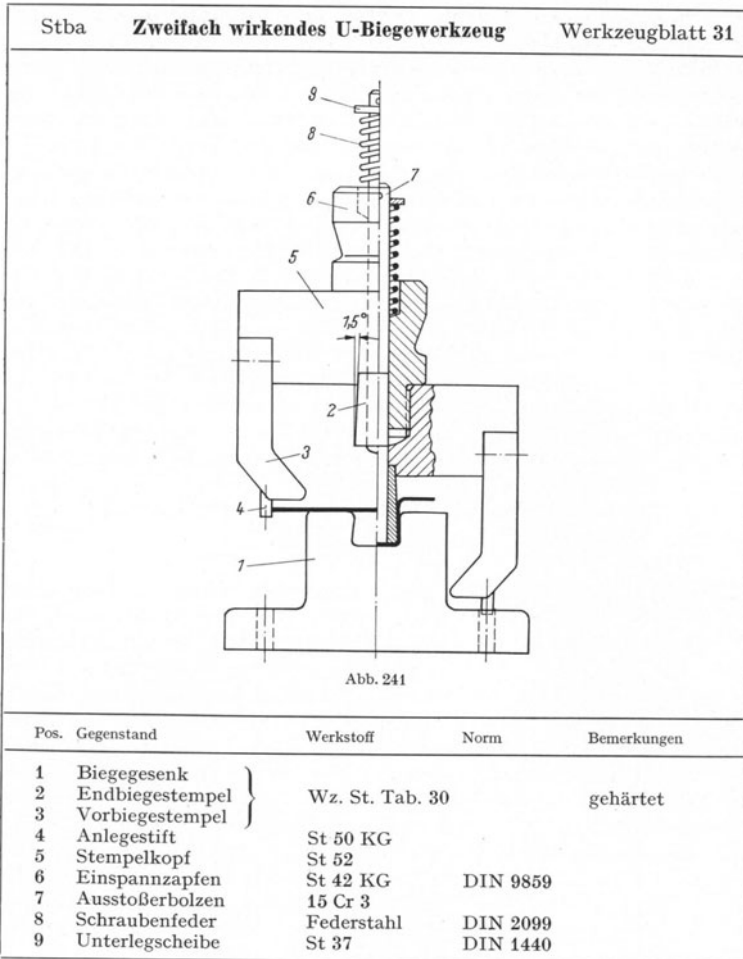
### 7. Zweifach wirkendes U-Biegewerkzeug mit Ausstoßer

(Werkzeugblatt 31)

Weist ein Stanzteil mehrere Biegekanten auf, die nicht in gleicher Ebene liegen, so ist zunächst darüber zu entscheiden, welche Kanten zuerst und welche anschließend gebogen werden. Eine feste Regel läßt sich dafür nicht aufstellen. So werden in dem hier gezeigten Werkzeug zu Abb. 241 und eben- so im Verbundwerkzeug zu Abb. 243 die außen liegenden Kanten zuerst gebogen im Gegensatz zum Mehrfachbiegewerkzeug Abb. 255 in Werkzeug- blatt 35, wo die unter Federvorspannung stehenden U-Biegestempel zunächst die innere Form gestalten, bevor die außen angreifenden Endbiegestempel die äußeren Lappen spitzwinkelig umlegen. In diesem Werkzeugblatt 31 ist der seltene Fall dargestellt, daß die Anlagestifte (Teil 4) zur Fixierung des einzulegenden Werkstückes sich nicht auf dem Biegegesenk (Teil 1), sondern auf den Seitenstempeln (Teil 3) des Oberwerkzeuges befinden. Um das Biegegesenk nicht allzu hoch bauen zu müssen, kann das Biegegesenk zwecks Durchgang dieser Anlagestifte (Teil 4) an- oder durchbohrt werden. Die seitlich wirkenden Vorbiegestempel (Teil 3) haben eine nach außen ge- richtete Querkraft aufzunehmen, sind außen am Stempelkopf (Teil 5) an- geschraubt und stehen im Biegebereich nach innen vor, da in der End- biegestufe Raum zum Umschlagen der Außenschenkel vorhanden sein muß. Je länger diese sind, um so ungünstiger und nach innen ausladender wird die Konstruktion dieser Vorbiegestempel. In solchen Fällen und dort, wo mit größeren Vorbiegekräften zu rechnen ist, empfiehlt sich eine zusätzliche gegenseitige Halterung der Vorbiegestempel durch das Werkzeug umfassende Querleisten, wie sie durch verbindende Versteifungsschienen bei dem Loch- werkzeug zu Werkzeugblatt 13 (dort Teil 8) dargestellt sind.

Auch dieses Werkzeug ist mit einem Ausstoßer versehen, der im Gegen- satz zum vorher beschriebenen einfach wirkenden U-Biegewerkzeug diesmal





im Werkzeugoberteil und nicht im Biegegesenk untergebracht ist. Der Ausstoßerbolzen (Teil 7) wird mit der ihn umgebenden Feder bei diesem Werkzeug von oben in die durchgehende Bohrung gesteckt. Haftet das fertig gebogene Werkstück am Endbiegestempel (Teil 2), so wird es während des Aufwärtshubes von diesem abgestreift, sobald der Bolzen an eine den Pressenstößel gemäß Abb. 177 zu S. 185 durchkreuzende feststehende Quertraverse stößt. Die Entscheidung, ob gemäß Werkzeugblatt 30 der Ausstoßer unten oder wie hier gezeigt oben anzuordnen ist, hängt vom Werkstoff und von der Werkzeugkonstruktion ab. Ein stark rückfedernder härterer Werkstoff wird bei genügend weitem Biegespalt zum Hängenbleiben

im Biegegesenk neigen. Hingegen wird bei einem engen Biegespalt  $u_b < 1,1s$  und einem nur mäßig rückfedernden Werkstoff insbesondere dort, wo sich der Stempel nach oben verjüngt, wie dies in Abb. 241 durch den Winkel von  $1,5^\circ$  gekennzeichnet ist und nach Abb. 239 der dort gestrichelt gekennzeichneten Ausführung B entspricht, das Teil am Oberstempel hängenbleiben. Dies kann dadurch noch durch eine sogenannte negative Rückfederung<sup>1</sup> sicher erreicht werden, wenn im unteren Bereich des Biegegesenkes der Biegespalt noch kleiner, d. h. gleich der knappen Blechdicke wird, so daß ein einwärts gerichtetes Drehmoment an der äußeren Biegekante auftritt, wie dies die weißen Pfeile im rechten Bild zu Abb. 206 andeuten.

### 8. Biegewerkzeug mit Keiltrieb

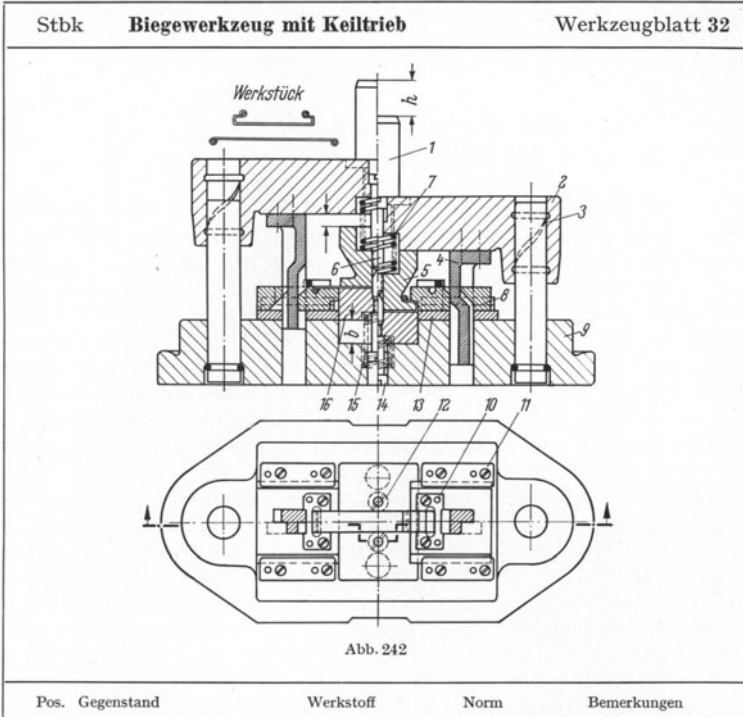
(Werkzeugblatt 32)

Werden Doppelwinkel an ihren oberen Schenkeln nochmals nach einwärts umgebogen, so daß das Werkstück nahezu einen geschlossenen Rahmen bildet, so werden sämtliche Biegungen in einem Arbeitsgang unter Zuhilfenahme von Seitenstempeln vorgenommen, wie diese zu Werkzeugblatt 13 bis 14 und deren Keilsteuerung unter Abb. 24 näher beschrieben sind. Dieses Verfahren ist jedoch nur für dünneren Werkstoff bis zu 0,5 mm Dicke ohne Nachdrücken anzuwenden. Darüber hinaus ist ein Nachdrücken der Teile nötig. Ein Beispiel hierzu zeigt Werkzeugblatt 32. Bei diesen Werkzeugen sind die Federn (Teil 7) des Biegestempels so stark zu bemessen, daß sie für das Vorbiegen ausreichen. Der Abstand  $a$  zwischen Oberteil (Teil 2) und dem federnden Stempel (Teil 5) zuzüglich des Abstandes  $b$  zwischen Grundplatte (Teil 9) und Federboden (Teil 16) ist der Hubhöhe  $h$  gleichzusetzen, damit der Stempel auf der Grundfläche des fertiggebogenen Werkstückes in der untersten Stößelstellung voll aufsitzt. Unter  $h$  ist der Teil des Hubes zwischen erstmaliger Berührung des Stempels mit dem Werkstück und unterster Stößelstellung zu verstehen. Zwecks bequemer Einlage des Werkstückes, das bei dem hier gezeigten Arbeitsbeispiel entsprechend Werkzeugblatt 40 beiderseits vorgerollt ist, wird das Oberteil in der obersten Stößellage noch um 10 bis 20 mm weiter gelüftet als hier gezeichnet ist. Das im vorausgegangenen Arbeitsgang an beiden Enden eingerollte Werkstück wird in der Einlage (Teil 10) auf den Schiebern (Teil 8) eingelegt. Beim Niedergang des Stempels (Teil 5) wird das Werkstück hochgestellt bzw. U-förmig vorgebogen, und beim weiteren Abwärtsbewegen des Oberteiles (Teil 2) schieben die Keile (Teil 4) die Schieber (Teil 8) vor zwecks Fertigbiegen. Beim Heben des Pressenstößels werden die Schieber zurückgezogen. Das fertiggebogene Teil wird vom Stempel entweder direkt von Hand oder mittels eines gabelförmigen Gerätes abgezogen. Im Hinblick auf die Führung der Keilstempel ist der Einbau des ganzen Werkzeuges in ein Säulengestell notwendig. Für größere Werkstücke ist ein Säulengestell mit übereck angeordneten Säulen besser als ein solches mit axial angeordneten, da die Schieber in der ersteren Ausführung seitlich weiter ausweichen können. Die Keilstempel sind möglichst lang zu halten und auch in oberster Stößelhaltung immer noch in der

<sup>1</sup> Oehler, G.: Biegen (München 1963), S. 54, Bild 38.

Grundplatte geführt. Sie sind entsprechend Abb. 24/VI aus einem Stück gefräst und dadurch bedeutend widerstandsfähiger, was im vorliegenden Fall zur Erzielung einer genügend großen Biegekraft notwendig ist.

Bei der hier geschilderten Ausführung muß das vom Biegestempel (Teil 5) nach dem Fertigbiegen mit nach oben genommene Teil von Hand direkt oder mittels eines Hakens, abgezogen werden. Dies ist in Verbundwerkzeugen aber



Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Einspannzapfen	St 42.11	DIN 810/9859	
2	Oberteil	GGL 25	DIN 9812	
3	Säule	C 15	DIN 9825	einsatzgehärtet
4	Keilstempel	20 MnCr 5		einsatzgehärtet
5	Biegestempel	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
6	Ansatzschraube	St. 34.13		
7	Schraubenfeder, flach	Federstahl	DIN 2099	
8	Biegeschieber	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
9	Grundplatte	GGL 25	DIN 9812	
10	Einlage	St 42		
11	Schieberführung	St 50		
12	Führungsstift	4 D	DIN 7	
13	Auflageplatte	St 42		
14	Ansatzschraube	St 34.13		
15	Schraubenfeder	Federstahl	DIN 2099	
16	Auswerferplatte	MRSt 42-2		

nicht möglich. Daher wird dort der unterschrittene Biegestempel in zwei Hälften geteilt ausgeführt. Beim Biegen gehen diese Hälften auseinander, beim Weiterschieben des Streifens zusammen. Allerdings sind dafür nur solche Teile geeignet, bei denen die umzubiegenden Schenkel im Verhältnis zur Teilbreite kurz sind. Abb. 243 zeigt die Anordnung eines solchen Verbundwerkzeuges. Im Streifenbild 243a sind die 5 Arbeitsstufen durch I bis V

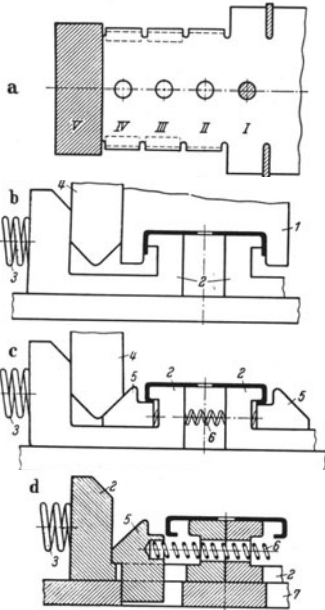


Abb. 243. Unterschrittenes Biegen in Verbundwerkzeugen

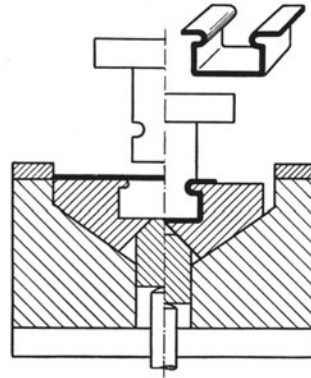


Abb. 244. Werkzeug mit schräg geführten Biegestempeln

bezeichnet. Zuerst werden bei I das Loch in der Mitte des Werkstückes und die Schlitzte geschnitten, damit in II die beiden Schenkel gemäß Abb. 243b umgelegt werden können. Das geschieht durch einen U-förmigen Stempel (Teil 1) über zwei Biegewangen (Teil 2), die seitlich verschiebbar sind und unter dem Druck beiderseitig angeordneter Druckfedern (Teil 3) stehen. Die Biegewangen sind außen mit schrägen Keilschubflächen versehen und werden durch die abwärts gehenden beiden Keilstempel (Teil 4) auseinandergelassen. Biegewangen und Keilstempel sind gleichzeitig auch in Stufe III wirksam, wie dies Abb. 243c zeigt. Die Keilstempel schieben hier noch zwei Seitenstempel (Teil 5) vor, zwischen denen sich eine Druckfeder (Teil 6) befindet. Abb. 243d zeigt endlich das Werkzeug im entlasteten Zustand. Durch die äußeren Druckfedern (Teil 3) sind die Biegewangen in der Mitte zusammengedrückt, während die mittlere Druckfeder (Teil 6) die Seitenstempel (Teil 5) so weit nach außen schiebt, bis deren untere Vorsprünge am Ende der Aussparungen in der Grundplatte (Teil 7) anschlagen. Die nächste Stufe IV ist eine reine Blindstufe, die nur deshalb nötig ist, damit für den

Ausschneidestempel in der letzten Stufe V eine genügend breite Schnittanlage geschaffen wird, die unmittelbar neben den seitlich beweglichen Werkzeugteilen (Teile 2 und 5) nicht möglich wäre.

Die hier gezeigte Anwendung von seitlich verschiebbaren Biegestempeln für unterschrittene Biegeteile ist insofern günstig, als dadurch ein Klemmen der umgelegten Schenkel im Biegewerkzeug vermieden wird und der Streifen sich ohne nennenswerten Widerstand leicht verschieben läßt. Freilich sind in der Anordnung verhältnismäßig viele bewegte Teile vorhanden, die nur allzuhäufig Anlaß zu Werkzeugstörungen geben können. Es ist auch möglich, das Verbundwerkzeug so einzurichten, daß erst die äußeren Schenkel und dann die inneren gebogen werden, damit die zuerst umgelegten Schenkel schließlich nach der zweiten Biegung waagrecht liegen. Das Werkzeug wird dadurch zwar etwas einfacher, jedoch klemmen die gebogenen Werkstücke im inneren Biegekern und erschweren somit den Streifenvorschub.

An dieser Stelle sei auf eine in den USA teilweise anzutreffende Ausführung gemäß Abb. 244 hingewiesen, wo die Biegestempel sich nicht waagrecht, sondern schräg aufeinander zu bewegen, indem der Mittelstempel das zu biegende Blech zunächst □-förmig hochstellt und bei weiterem Vordringen unter Überwindung des unter hoher Vorspannung stehenden mittleren Spreizstempels des Unterteiles beide seitlichen Biegebacken nach einwärts drückt. Die Werkzeugbauweise erscheint zwar einfach und billig, doch sind hohe Kräfte zur Überwindung der Reibung erforderlich, die etwa der 3fachen Biegekraft entsprechen. Weiterhin besteht die Gefahr einer unerwünschten Stauchung in der Stegmitte des Teiles sowie von Schürfspuren und Oberflächenschäden an jener Stelle.

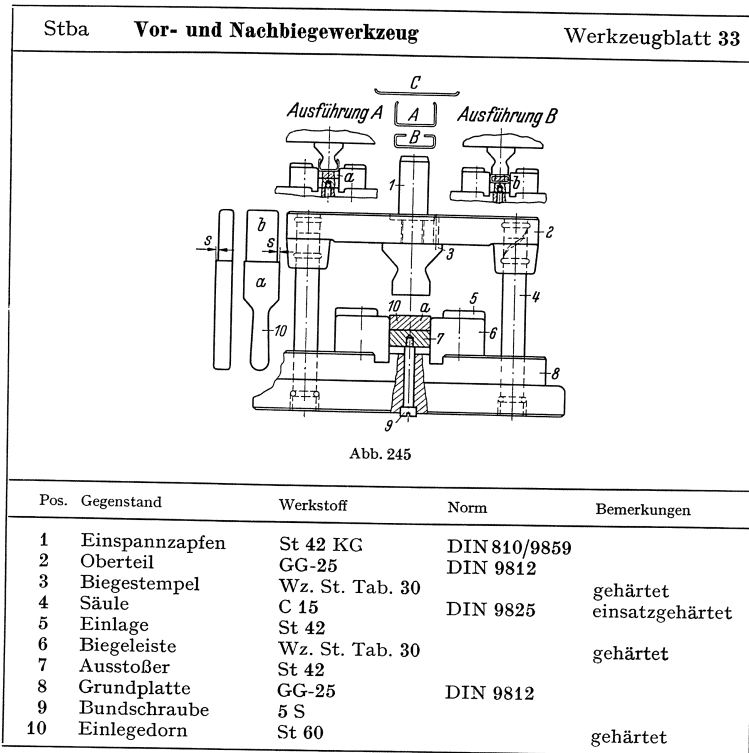
## 9. Vor- und Nachbiegewerkzeug

(Werkzeugblatt 33)

Werkstücke solcher Gestalt, wie sie im vorhergehenden Werkzeugblatt 32 beschrieben wurden, und solche, deren Lappen das □-Profil in der oberen Seitenmitte zu einem geschlossenen Rechteck gestalten, können nach zweifachem Einlegen auf zum Vorbiegen und Nachbiegen eingerichteten Werkzeugen hergestellt werden, wie ein solches in diesem Werkzeugblatt 33 erläutert wird. Dieses Werkzeug ist in der Herstellung zwar erheblich billiger als eines mit Keiltrieb; dafür ist ein doppeltes Einlegen notwendig. Bei hohen Stückzahlen ist das Keiltriebwerkzeug nach Werkzeugblatt 32, das allerdings eine Lücke zwischen den oberen Lappen des Rechteckprofils offenläßt, bei geringen das Vor- und Nachbiegewerkzeug zu Werkzeugblatt 33 wirtschaftlicher. Die Arbeitsweise dieses Werkzeuges ist folgende:

a) Zunächst ist beim Ausschneiden des Werkstückes der Schneidstempel beiderseits leicht abzurunden, so daß die Enden ähnlich wie beim Anrollen (siehe Abb. 264, A) „gekippt“ entsprechend der Form C in Abb. 245 aus dem Schneidwerkzeug anfallen.

b) Vor dem „Vorbiegen“ ist der am Griff liegende Teil *a* des Einlegedorns (10) auf die Ausstoßerplatte (Teil 7) zu legen. Seine Breite entspricht der äußeren Breite und seine Dicke einer Blechdicke zuzüglich der inneren Höhe des fertiggebogenen Werkstückes.



c) Nach dem Einlegen des Zuschnittes *C* zwischen die Einlagen (Teil 5) wird derselbe entsprechend Ausführung A U-förmig vorgebogen. Die hochgestellten Enden bleiben am emporgehenden Stempel (Teil 3) hängen.

d) Der Dorn (Teil 10) wird herausgenommen. Über das äußere Ende *b*, dessen Querschnittsmaße genau den Innenmaßen des fertigzubiegenden Stückes *B* entsprechen, wird das vom Stempel abgezogene, vorgebogene Werkstück *A* aufgeschoben und in dieser Weise in das Gesenk eingelegt.

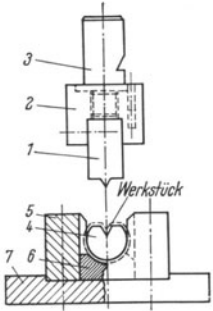
e) Beim zweiten Stößelniedergang, dem sogenannten Nachbiegen, wird das Teil aus der Form *A* in die Endform *B* fertig gebogen. Es wird mit dem Einlegedorn aus dem Werkzeug genommen und vom Dorn mittels Abziehvorrichtungen abgestreift, wie sie unter Abb. 250 und 251 des folgenden Abschnittes beschrieben werden. Das Herausnehmen des Einlegedornes kann durch eine Ausstoßvorrichtung mit den Übertragungsteilen (Teile 7 und 9), wie hier gezeigt, wesentlich erleichtert werden, da der Dorn mit dem Werkstück beim Herausziehen zwischen den Biegeleisten häufig festklemmt.

Bei größeren Stückzahlen können die Werkzeugsätze nach Ausführung A und B nebeneinander in das Säulengestell eingebaut werden. Es werden dann bei jedem Pressenhub je ein Teil der Ausführung A und B gleichzeitig hergestellt und der Einlegedorn (Teil 10) nur für B benötigt.

### 10. Biegewerkzeug mit Einlegedorn

(Werkzeugblatt 34)

Einlegedorne werden dort angewendet, wo an bereits hergestellten Hohlkörpern geringeren Durchmessers, also unter 40 mm, Formveränderungen vorgenommen werden, oder wenn mittels des Stanzvorganges ein Hohlkörper hergestellt wird, wie dies unter Werkzeugblatt 33 bei Teil 10 erläutert wurde.

Stb	Biegewerkzeug mit Einlegedorn		Werkzeugblatt 34	
 <p style="text-align: center;">Abb. 246</p>				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Biegestempel	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
2	Stempelkopf	St 42		
3	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 810/9859	
4	Einlegedorn	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
5	Seitenplatte	St 42		
6	Dornauflage	St 42		
7	Grundplatte	St 33		

Ein häufiger Mangel vieler derartiger Werkzeuge ist das Fehlen der Widerlager (Teil 6) unter den Dornen, so daß die Dorne deshalb durchfedern oder gar verbogen werden. Es ist also sehr wichtig, hierfür eine möglichst breite Aufsitzfläche und einen Werkstoff größerer Festigkeit zu wählen. Die gabelförmig ausgesparten Seitenstücke dienen nur zum bequemen Einlegen des Dornes, dagegen nicht als Auflage.

Die hier gezeigte Stempelbefestigung (Teil 1 und Teil 2) empfiehlt sich nur bei langen Stempeln. Der Stempel ist fast bis zu seiner oberen Hälfte im Stempelkopf eingelassen und wird durch einige seitliche Schrauben gehalten. Diese Ausführung ist billiger und zweckmäßiger als die Verwendung einer Stempelhalteplatte.

Einfache Schellenteile mit hochgebogenen parallelen Lappen zum Verschrauben miteinander, werden häufig in 2 Werkzeugen angefertigt. Im ersten Werkzeug wird das Teil vom Band im Abhackwerkzeug abgeschnitten,  $w$ -förmig vorgebogen und außen mit zwei Löchern versehen. Im zweiten

Werkzeug wird mittels eines Dornes, der aus zwei Seitenhaltebügeln nach dem Pressen seitlich herausgezogen werden kann, die mittlere Wölbung nach unten durchgebogen, so daß das Schellenteil beiderseits nach oben einwärts klappend sich um den Dorn schließt. Es läßt sich eine volle Rundung auch in einem einzigen Biegearbeitsgang ausführen, was allerdings ein etwas komplizierteres Werkzeug nach Abb. 247 voraussetzt. Bei dieser Bauweise besteht das Werkzeugoberteil aus einem Winkel  $a$  mit einem fliegenden Zapfen  $b$ . Das Werkzeugunterteil ist wesentlich verwickelter hergestellt, und zwar sind in der Ruhe- und Ausgangsstellung in Abb. 247 links die um eine

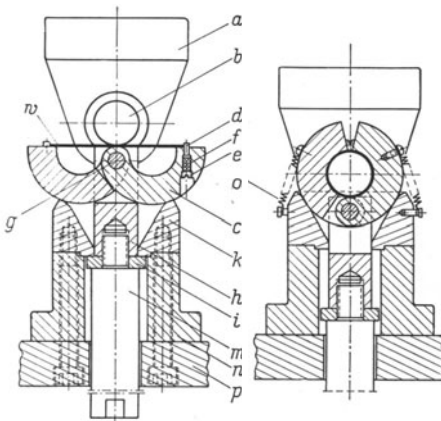


Abb. 247. Umrollbiegewerkzeug mit Schwenkbacken

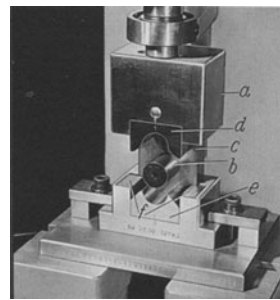


Abb. 248. Umrollbiegewerkzeug mit im Oberteil verschieblicher Dornplatte

gemeinsame Welle nach oben schwenkbaren Biegehalbschalen  $c$  geöffnet, rechts geschlossen dargestellt. Das zu biegende Blech wird zwischen nach oben vorstehende Stifte  $d$  eingelegt, die unter Druck der Gummifedern  $f$  in ihrer oberen Lage gehalten werden, die ihrerseits durch Wurmenschrauben  $e$  gegen Herausfallen gesichert sind. Sobald das am Pressenstößel befestigte Werkzeugoberteil nach unten gefahren wird, stößt der fliegend angeordnete Biegedorn  $b$  auf die Mitte des Werkstückes  $w$  und drückt die an der Gelenkwelle  $g$  schwenkbar angeordneten Schalen  $c$  nach oben und einwärts, da sie sich an den Kanten der Kurvenstücke  $k$  abwälzen. Die Gelenkwelle  $g$  wird beiderseits von einem Haltebügel  $h$  umfaßt, der unter Zwischenlage der Scheibe  $i$  vom Mittelbolzen  $m$  gehalten wird. Er wird durch einen Federdruckapparat oder ein pneumatisches Ziehkissen immer in seine Oberstellung gedrückt, wobei die Scheibe  $i$  als Anschlag gegen die Kurvenstücke  $k$  dient. Umgeben wird der Mittelbolzen  $m$  von einem Sockel  $n$  und der darunter befindlichen Grundplatte  $p$ . Es ist noch darauf hinzuweisen, daß die Biegeschalen  $c$  durch die Federn  $o$  selbsttätig geöffnet werden. Zum gleichen Ziel gelangt man, indem nach Abb. 248 der Dorn  $b$  fliegend an eine unter Federvorspannung stehende, im Werkzeugoberteil  $a$  senkrecht verschiebliche Platte  $c$  festgeschraubt wird. Die Vorspannkraft muß höher als die zum Hochschlagen der Biegeschenkel erforderliche Kraft sein, wenn der



Dorn *b* das bei *f* eingelegte Werkstück in das Untergesenk *e* drückt. Bei weiterem Stößelsenken werden die hochgeschlagenen Schenkel durch das im Werkzeugoberteil *a* eingesetzte Obergesenk *d* völlig geschlossen<sup>1</sup>. Eine andere Möglichkeit der Fertigung zeigt Abb. 249, wo es sich um Schellen



Abb. 249. Schellenbiegewerkzeug in Arbeitsstellung

mit quer umgebogenen Lappen handelt, die im Trennschneidwerkzeug nach Abb. 110, S. 110 gleichzeitig mit zwei großen Langlöchern für die Lappen und fünf kleinen Löchern versehen werden. Unter dem Dorn *a* ist ein Suchstempel *b* angeordnet, der das Werkstück *w* im mittleren Loch zentriert und im unteren Mittelgesenk *c* geführt wird. Das Oberwerkzeug trägt beiderseits einsatzgehärtete Aufschlagplatten *d*, die auf die Rollen *e* der schwenkbaren Seitengesenke *g* treffen, welche durch Zugfedern *f* auseinandergespreizt werden. Die Anschläge *h* dienen der richtigen Einlage der Werkstückzuschnitte auf die oberen Auflageflächen der schwenkbaren Seitengesenke *g*. Eine fertig gebogene Schelle liegt vor dem Werkzeug. Wie dieses Beispiel zeigt, ist häufig bei Werkzeugen mit Einlegedornen die zusätzliche Anordnung von Seitenschiebern zum Lochen oder Biegen notwendig (siehe Werkzeugblatt 13 bis 14 und 32).

Die mittels Einlegedorn nach Abb. 246 (Teil 4) hergestellten Werkstücke sitzen zuweilen nach dem Biegen fest auf und werden häufig mittels besonderer Abziehvorrichtungen vom Dorn entfernt. Das Abziehen von auf Dorn gepreßten Werkstücken geschieht in der Regel derart, daß der Dorn mit dem Werkstück in eine Vorrichtung eingelegt wird und dasselbe mittels eines

<sup>1</sup> *Oehler, G.*: Stanzwerkzeug für Rundbögen. *Werkst. u. Betr.* 101 (1968), H. 5, S. 287/288. Hier zeigt der Verfasser vier weitere Rundbiegewerkzeuge.

Handhebels abgezogen wird. Häufig wird eine derartige Vorrichtung neben dem Dornbiegewerkzeug auf einer gemeinsamen Grundplatte angeschraubt. Es empfiehlt sich bei Wiederholung derartiger Arbeiten für verschiedenste Werkstücke eine Universalabziehvorrichtung. Dieselbe besteht gemäß Abb. 250 aus einer Grundplatte, auf der ein auf einem Zapfen drehbar angeordneter Abziehhebel mit Handgriff und ein Einlegewinkel für den Dorn sich befinden. Dieser Winkel ist auf einer kleinen kugelgelagerten Drehscheibe angeschraubt. Sowohl diese Einlegewinkel als auch der Gabelkörper selbst sind auswechselbar, denn ihre Konstruktionsmaße sind von den jeweiligen Abmessungen des Dornes und des Werkstückes abhängig und entsprechend auszuführen. Nach dem Stanzen des Werkstückes wird der Dorn mit der

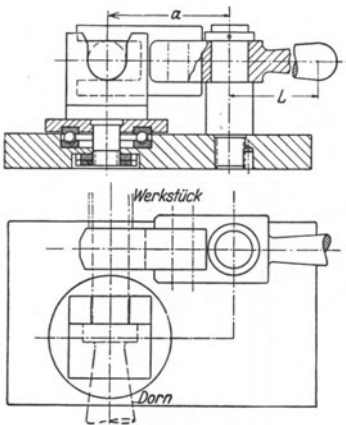


Abb. 250. Abziehvorrichtung für Biegedorne

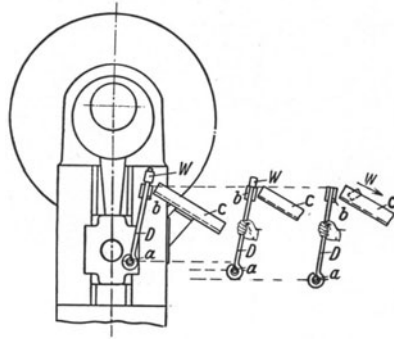


Abb. 251. Abziehvorrichtung an der Exzenterpresse

linken Hand derart in den Winkel eingelegt, daß sein Bund am Winkel anstößt. Mit der rechten Hand wird der Abziehhebel getätigt, nachdem durch Drehen des Dornes und des Winkels das freie Ende des Dornes in die Abziehgabel hineingedrückt wird. Es ist hierbei zu beachten, daß die Dorne am freien Ende leicht konisch verlaufen, so daß nur ein verhältnismäßig kurzer Weg genügt, um das Werkstück vom Dorn zu befreien. Das Längenverhältnis  $L:a$  ist zwecks einer ausreichenden Abzugskraft möglichst groß zu wählen.

Eine andere recht zweckmäßige und billige Vorrichtung ist in der Abb. 251 angegeben. Die Dorne  $D$  sind am unteren Ende, also an der Seite des Griffes, ringförmig umgeschmiedet. Nach dem Stanzen wird dieser Ring über einen Zapfen  $a$  geschoben, der am Stößel der Presse befestigt ist. Am oberen Teil der Schlittenführung befindet sich ein drehbarer Gabelkörper  $b$ , in dessen Gabelschenkel der Dorn  $D$  eingelegt wird. Nunmehr wird die Presse eingerückt, der Stößel und mit ihm der Zapfen  $a$  werden nach unten bewegt, so daß in der Gabelführung der Dorn nach unten gleitet. Dabei stößt schließlich das auf dem Dorn  $D$  befindliche Werkstück  $W$  gegen die Stirnseite des Gabelstückes  $b$  und wird vom Dorn  $D$  abgezogen. Das Werkstück  $W$  fällt

dann auf eine Rutsche *C* herab und gleitet von dieser in den Sammelkorb für die Werkstücke. Es sollte möglichst gleichzeitig mit zwei Dornen gearbeitet werden, von denen der eine sich im Biegewerkzeug der andere sich in der Abziehvorrichtung nach Abb. 251 befindet.

Bei sehr einfachen runden Formen kann auf den Einlegedorn ganz verzichtet werden, wenn dabei beachtet wird, daß der Werkstoff in der ihm anfänglich erteilten Umformrichtung ohne irgendwelche Behinderung weitergeschoben wird. Doch ist dieser Arbeitsgang nicht mehr als Biegen, sondern besser als Rollen zu bezeichnen, worüber die folgenden Werkzeugblätter 41 bis 44 Aufschluß geben.

### 11. Mehrfachbiegewerkzeug als Verbundwerkzeug

(Werkzeugblatt 35)

Werden mehrere Biegearbeitsstufen in einem Werkzeug zusammengelegt, d. h. gleichzeitig mehrere Abkantungen vorgenommen, so ist dafür Sorge zu tragen, daß infolge überlagerter Zugbeanspruchung es nicht zu unzulässig hohen Spannungen kommt. Sonst tritt an den Biegekanten eine erhebliche Schwächung des Bleches, wenn nicht sogar Bruch ein, und der zur Erreichung der endgültigen Form erforderliche Druck nimmt erheblich zu. Abb. 252

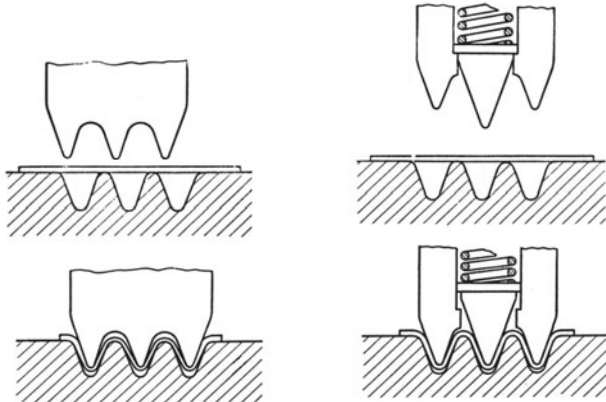


Abb. 252. Mehrfachbiegestempel aus einem Stück. Große Schlupfwirkung. Falsch!

Abb. 253. Mittlerer Stempel biegt vor. Geringer Schlupf. Richtig!

zeigt im Schema eine Biegestanze mit starker Schlupfwirkung. Die Biegestempelspitzen bremsen den Einlauf des Werkstoffes, der dadurch über seine ganze Länge gereckt und überbeansprucht wird, wobei der mittlere Teil des Werkstückes gefährlich geschwächt wird. Im Gegensatz hierzu wird bei einem Werkzeugaufbau gemäß Abb. 253 erst die mittlere Biegung mit Hilfe eines unter Vorspannung stehenden federnden Vorformstempels vollendet, bevor die äußeren Biegestempel sich an der Umformung beteiligen. Für den eigentlichen Biegevorgang ohne große Zugspannungsüberlagerung

ist genügend Material vorhanden, und es tritt an den Biegekanten keine Materialschwächung ein. Der Werkstoff wird hierbei geschont und reißt nicht.

Beim Mehrfachbiegen unsymmetrischer Teile und insbesondere dort, wo einseitig spitzwinklige und scharfe Biegekanten erzeugt werden sollen, neigt das umzuförmende Werkstück leicht dazu, sich an diesen Stellen festzuhaken. Infolgedessen wird das Blech in die Ziehform unregelmäßig eingezogen. Ein Beispiel dafür ist der Klemmbügel für eine Langfeldleuchte aus Stahlblech von 0,8 mm Dicke, 20 mm Breite und 55 mm gestreckter Breite. Das Teil wurde gemäß Abb. 254a in ein einfaches Biegegesenk eingelegt. Beim Anbiegen nach Abb. 254b wird das Blech beiderseits des U-Biegestempels hochgeschlagen. Bei weiterem Fortschreiten der Biegung nach Abb. 254c und d hält die spitze Zacke des Gesenkes den Werkstoff fester als andere Stellen, so daß nach der Umformung, wie sie Abb. 254d entspricht, keine weiteren Werkstoffverschiebungen an dieser Spitze stattfinden; in der unteren

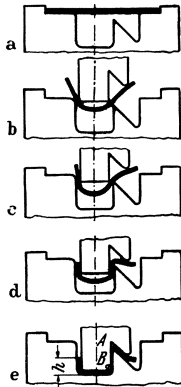


Abb. 254. Mehrfachbiegestempel aus einem Stück.  
Rißgefahr zwischen A und B. Falsch!

Endstellung des Biegestempels rutscht dann der äußere U-Schenkel nach, und seine Höhe  $h$  fällt verschieden hoch aus. Ferner wird in der Endstellung der Werkstoff zusätzlich zwischen den Punkten A und B gestreckt und geschwächt (Abb. 254e), so daß er meistens in der Nähe von Punkt A reißt. Hinzu kommt, daß zwischen den Stempelstellungen nach Abb. 254c und d der rechte U-Schenkel zwischen den Punkten B und A über die spitzwinklige Gesenkecke nach und nach geschoben und geschürft wird. Dabei wird er unnötig plastischen Verformungen unterworfen, die später in der Endstellung ausgerichtet werden müssen.

Der ungleichmäßige Ausfall der Werkstücke sowie die zahlreichen Ausschussteile veranlaßten den Bau eines Werkzeuges nach Abb. 255 in Werkzeugblatt 35. Das zu biegende Blech wird dabei in der reichlich doppelten Breite eingelegt. Es wird hier der gleiche Grundsatz angewandt wie beim Anordnen mehrerer Ziehenteile zum gleichzeitigen Ziehen in einem gemeinsamen Ziehwerkzeug, worüber auf S. 171 berichtet wurde. Durch die auf Werkzeugmitte bezogene symmetrische Anordnung für das gleichzeitige Biegen zweier Teile wird ein seitliches Verschieben vermieden. Es werden

Stb-Z	Mehrbiege- werkzeug als Verbund- werkzeug	Werkzeugblatt 35		
Abb. 255				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Grundplatte	GG 25	DIN 9819	DIN nicht für lange Teile einsatzgehärtet
2	Oberteil	GG 25		
3	Führungssäule	C 15		
4	Kupplungzapfen	MRSt 42-2	DIN 9825	
5	Zwischenplatte	blauhartes Gußstahlblech		
6	Stempelhalteplatte	St 52-3	DIN 9866	gehärtet gehärtet gehärtet gehärtet gehärtet
7	Außenbiegestempel	Werkzeugstahl siehe Tab. 30		
8	Trennschnittstempel			
9	Stechstempel			
10	Innenbiegestempel			
11	Druckfeder			Federstahl
12	Abstandshaltebolzen	St 38.13		
13	Traverse zu 10	St 37		
14	Biegegesenk	Werkzeugstahl		
15	Einlagebegrenzstifte	4 D	DIN 7	gehärtet

in Übereinstimmung zu Abb. 254b zunächst die mittleren U-Biegeformen vorgebogen. Kurz vor dem Fertigausräumen beider U-Profile werden diese mittig durchtrennt und anschließend setzt das spitzwinklige Umlegen der Außenschenkel ein. Durch die beiderseitige Anordnung wird ein einseitig wirkendes Kippmoment für die Seitenstempel vermieden. Das in Werkzeugblatt 35 rechts oben angedeutete Werkstück, das hinsichtlich seiner Biegeform mit dem nach Abb. 254 übereinstimmt, ist außerdem mit einer anzustechenden Gewindewarze versehen. Dieses Verbundwerkzeug – denn es dient nicht nur als Biegegesenk, sondern außerdem zum Trennschneiden und Warzenstechen – ist in ein übliches Säulengestell, bestehend aus Grundplatte (Teil 1), Kopfplatte (Teil 2), Führungssäulen (Teil 3) und Kupplung (Teil 4), eingebaut. Am Oberteil ist unter Zwischenlage eines blauharten Gußstahlbleches (Teil 5) die Stempelhalteplatte (Teil 6) angeschraubt, an

welcher beiderseits die Seitenbiegestempel (Teil 7) befestigt sind. In der Stempelhalteplatte hängen der mittlere Trennstempel (Teil 8) und die beiden Stechstempel (Teil 9). Die U-Biegestempel (Teil 10) sind an einer unter 4 Druckfedern (Teil 11) und 4 Abstandsbolzen (Teil 12) hängenden Traversenplatte (Teil 13) befestigt. Die Vorspannkraft der 4 Federn ist so hoch, daß die U-Biegung beendet ist, bevor beim weiteren Senken des Pressenstößels die Federn (Teil 11) zusammengedrückt werden und die seitlichen Außenbiegestempel (Teil 7) den seitlich spitzwinklig nach unten abzubiegenden Lappen umlegen. Hierbei werden die Gewindewarzen durch Stechstempel nach Abb. 273 erzeugt. Der Blechstreifen wird vor dem Biegen auf das Biegegesenk (Teil 14) zwischen die beiden nach obenvorstehenden Stifte (Teil 15) eingelegt.

In Biegewerkzeugen, ganz besonders aber unter Mehrfachbiegewerkzeugen, neigen die Werkstücke zum Rutschen. Soweit Anlagestifte diesem unerwünschten Abgleiten nicht begegnen, helfen rauhe Hobelstriche auf den vorstehenden Biegestempelkanten, wie beispielsweise an der äußeren Gesenkspitze zu Teil 14, Abb. 255 und die Stempelspitzen zu Teil 1, Abb. 221 und Teil 9, Abb. 223, sowie 224 bis 230 oder aufgerauhte Stempelunterflächen wie beispielsweise zu Teil 1, Abb. 239 oder zu Teil 5 und 16, Abb. 242.

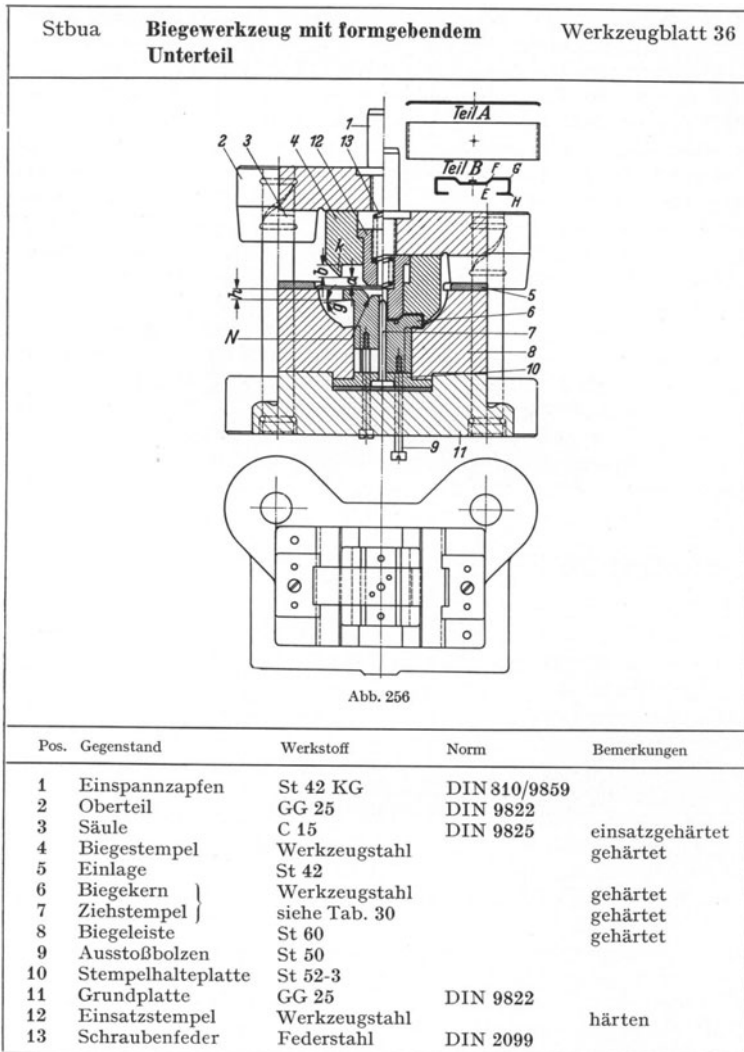
## 12. Mehrfachbiegewerkzeug mit formgebendem und beweglichem Unterstempel

(Werkzeugblatt 36)

Dieses Biegewerkzeug mit dem formgebenden, beweglichen Unterstempel (Teil 6) gestattet ein Fertigbiegen und Ziehen des zugeschnittenen Werkstückes *A*, das an beiden Enden im Schneidwerkzeug angekippt ist, in einem einzigen Arbeitsgang nach Ausführung B<sup>1</sup>. Das Teil *A* wird in ausgeschnittenem Zustand in die Einlage (Teil 5) gelegt und zunächst durch den Einsatzstempel (Teil 12) über den formgebenden Biegekern (Teil 6) gebogen und seitlich nach oben zu abgewinkelt. Da das gleichzeitige Biegen der mittleren und äußeren Partie zu einer außerordentlich hohen Dehnung des Werkstoffes bzw. zum Reißen führen würde, wird die mittlere Partie zuerst gebogen. Die Vorspannkraft der Druckfeder (Teil 13) des Einsatzstempels muß größer als die für die mittlere Biegepartie erforderliche Biegekraft bemessen sein. Noch stärker ist der Gegendruck, der über die Ausstoßbolzen (Teil 9) gegen den Biegekern (Teil 6) ausgeübt wird. Dieser darf erst überwunden werden, wenn die obere Druckfeder (Teil 13) völlig zusammengedrückt und die Biegung der Mittelpartie vollendet ist. Deshalb ist ein durch den Stößelhub gesteuerter, unter Preßluft oder Preßöl stehender Ausstoßer einem Federdruckapparat entsprechend Abb. 219 vorzuziehen. Die Fertigungsfolge sei nochmals kurz zusammengefaßt:

a) Einlegen des ausgeschnittenen Werkstückes mit den angekippten Enden nach unten zwischen die Einlagen (Teil 5).

<sup>1</sup> Unter AWF 5321 ist ein ähnliches Werkzeug angegeben. Ein weiteres mit seitlichem Werkstückauswurf beschreibt *Venninger* in *Z. Blech* 12 (1965), Nr. 7, S. 367/368.



b) Der Pressenstößel und mit ihm das ganze Werkzeugoberteil senkt sich um das Maß *a*. Dabei wird die innerste Biegung bei *E* erzeugt, die Enden des Werkstückes werden nach oben geschlagen und stoßen an der Kante *k* des Biegestempels (Teil 4) an.

c) Bei weiterem Stößelniedergang wird die bisher noch Widerstand bietende Druckfeder (Teil 13) verkürzt. Nachdem das Werkzeugoberteil sich um das weitere Maß *b* gesenkt hat, ist die Biegung an den Stellen *F*.

und  $G$  des Werkstückes vollzogen. Seine äußeren herabgebogenen Schenkel weisen nach unten.

d) Erst nach dem Abschluß dieser Biegevorgänge an den Stellen  $E$ ,  $F$  und  $G$  gibt bei weiterem Stößelniedergang der Biegekern (Teil 6) nach unten nach<sup>1</sup>. Dabei stoßen die herabgebogenen Enden des Biegeteiles auf die innen gerundete Fläche der Biegeleisten (Teil 8) und gleiten auf dieser einwärts, bis sie schließlich in der tiefsten Stellung des Pressenstößels zwischen der unteren Fläche des überragenden Biegekerns und den Biegeleisten zu liegen kommen und gedrückt werden. Damit ist die äußerste Biegung bei  $H$  vollzogen. Dem Rückfederungsvermögen des Werkstoffes ist durch eine Anschrägung entsprechend des Winkels  $g$  gemäß S. 219 bis 225 Rechnung zu tragen.

e) Inzwischen ist die Mitte des vorgelochten Werkstückes auf den Ziehstempel (Teil 7) getroffen, der dort den kragenförmigen Ansatz erzeugt. Über Blechdurchzüge und die zweckmäßige Formgebung dieses Ziehstempels wird auf S. 277 zu Abb. 269 berichtet.

f) Das fertige Werkstück wird mit einem Haken abgezogen, der auf dem Biegekern (Teil 6) in die eingefrästen Nuten  $N$  eingreift.

Werkstücke aus über 0,5 mm dickem Blech lassen sich nach diesem Verfahren nur dann herstellen, wenn die Dicke  $h$  am seitlich überragenden Teil des Biegekerns (Teil 6) mindestens der 15fachen Blechdicke des zu biegenden Teiles gleichkommt. Andernfalls müssen diese Stücke nach einem der in Werkzeugblatt 32 oder 33 beschriebenen Verfahren angefertigt werden.

### 13. Rollbiegewerkzeuge

Um Teile mit einer Rolle zu versehen, sind in den meisten Fällen zwei Werkzeuge nötig. Für flache Teile, Werkstücke unter 0,5 mm Blechdicke, genügt in der Regel ein Werkzeug. Diese bis zu 0,5 mm dicken Teile werden

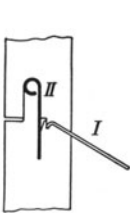


Abb. 257. Zweistufiges Werkzeug zum Ankippen oder Viertelvorbiegen (I) und Fertigrollen (II)

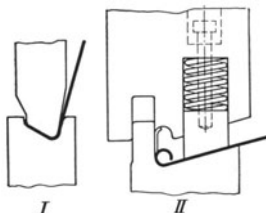


Abb. 258. Anrollen unter 2 Rollwerkzeugen

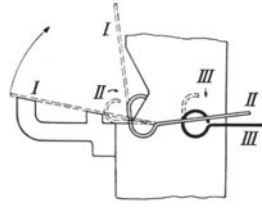


Abb. 259. Herstellung ausgekröpfter Rollen in 2 Stufen im gleichen Werkzeug

im Ausschnitt bzw. Formschnitt „angekippt“, d. h. an den zu rollenden Seiten gemäß Ausführung A in Werkzeugblatt 37 leicht rund gebogen. Das wird durch eine entsprechende Rundung am Schneidstempel erreicht, soweit nicht im Rollwerkzeug nach Abb. 257 bis 259 angekippt wird. Für über 0,5 mm dicke Teile sind ein besonderes Biegewerkzeug nach Abb. 258 oder gemäß

<sup>1</sup> Die Berechnung der Druckfeder für den im Tisch eingebauten Federapparat findet sich im Beispiel 61 auf S. 620 dieses Buches.



Abb. 257 und 259 entsprechende zusätzliche Einlegestufen im Rollwerkzeug selbst zum Ankippen der Rolle nötig. Je besser die Anrolle ausfällt, um so sauberer wird die Rolle selbst. Maßhaltige Rollen müssen über einen Dorn gerollt werden, und zwar so, daß nach Vollendung der Rolle der Stempel aufsitzt und nachdrückt. Letzteres ist vor allem für feinmechanische Geräte zu empfehlen. Derartige Arbeiten sind auch unter Folgeverbundwerkzeugen wie beispielsweise nach Abb. 114 auf S. 115 möglich. Runde Teile sind an der einzurollenden Seite zuerst zu beschneiden, daraufhin mittels eines einfachen Biegewerkzeuges anzukippen und erst dann anzurollen. Bei sehr schwachen Blechen wird meist zur Versteifung noch ein Draht mit eingerollt. Dieser wird gleichmäßig über einen Dorn auf der Drehbank spiralförmig gewickelt und mit einem Trennwerkzeug auf das gewünschte Maß abgeschnitten.

Für dickere sowie harte und mittelharte Bleche ist es günstiger, anstelle des bloßen Ankippens gemäß Ausführung A zur oberen Darstellung in Werkzeugblatt 37 und 39 das Ankippen mit dem Ausprägen des anderen Rollendes gemäß Abb. 258 I zu verbinden. Das hiernach vorgebogene Teil wird anschließend in einem zweiten Werkzeug nach Abb. 258 II fertig gerollt, wobei es durch einen gefederten Niederhalter vorgespannt wird.

Die Rollbiegeworkzeuge zu Abschnitt D 14 bis 17 betreffen einfache ungekröpfte Anrollformen. Für sogenannte ausgekröpfte Rollen sind gemäß Abb. 259 zumeist 3 Arbeitsstufen notwendig. Zunächst wird im Arbeitsgang I der obere Rollenteil bzw. der spätere Rollenschluß vorgebogen, wobei von der unteren Auflage I die Blechtafel beim Abwärtsgang des Oberstempels nach oben gegen die Oberwange geschwenkt wird. Im 2. Arbeitsgang II wird der Rollenbeginn an der Auskröpfungsstelle vorgeprägt und im letzten Arbeitsgang III wird die Rolle geschlossen. Es lassen sich demnach im gleichen Werkzeug alle 3 Arbeitsgänge durchführen.

Die in der Blechebene wirksame Biegekraft  $P_b$ , wie sie nach Abb. 257 und 260 in Stößelrichtung senkrecht angreift, beträgt nach Geleji<sup>1</sup>:

$$P_b = \frac{\sigma_s \cdot b \cdot s^2}{4r_m(1 - \mu)}. \quad (45)$$

Hierin bedeuten  $\sigma_s$  ( $\sim 0,8\sigma_B$ ) die Streckgrenzspannung in kp/mm<sup>2</sup>,  $b$  die Bandbreite,  $s$  die Blechdicke,  $r_m$  den Krümmungshalbmesser der Mittelfaser in Millimeter und  $\mu$  den Reibungskoeffizienten an der Werkzeugwand (= 0,05 bis 0,15).

Werden Teile galvanisch veredelt, so empfiehlt es sich, dieses vor dem Rollen auszuführen, weil sich innerhalb der Rolle Säuren schlecht entfernen lassen. Die Entscheidung für die Wahl des Werkstoffes der Rollstempel hängt von der jeweiligen Konstruktion ab. Bei geringen Beanspruchungen können unbedenklich die Stähle gewählt werden, die in der Werkzeugstahltabelle 30 für Biegeworkzeuge empfohlen werden. Ebenso haben die dort angegebenen Stähle auch da Gültigkeit, wo der Rollstempel an seinem Ende genügend stark dimensioniert werden kann. Dies trifft im Ausführungsbeispiel zum Werkzeugblatt 39, Teil 3 zu. Wenn hingegen gemäß Werkzeugblatt 38 der

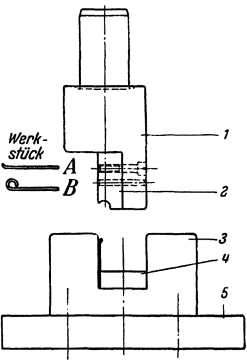
<sup>1</sup> Geleji, A.: Bildsame Formung der Metalle in Rechnung und Versuch. (Berlin 1960), Gl. (110,5), S. 663.

Rollstempel in der messerartig zugeschärften Form Verwendung finden soll, so ist ein besonders zäher Ölhärter zu verwenden. Derartige Rollstempel brauchen weniger einer Stoßbeanspruchung standzuhalten, müssen jedoch bei harter Oberfläche einen zähen Kern aufweisen.

### 14. Einfaches Rollbiegewerkzeug

(Werkzeugblatt 37)

Bei allen Anrollarbeiten ist gemäß Abb. 200 zu beachten, daß die Walzstruktur nach Möglichkeit nicht parallel zur Biegeachse, sondern quer zu ihr verläuft, da sich sonst leicht Einknicke und Risse bilden. Dies wirkt sich insbesondere bei zeilenstrukturbetontem Material aus. Weiterhin wird eine Knickung an der hier gefährdeten Stelle vermieden, wenn das Oberwerkzeug das Unterwerkzeug beiderseitig bereits vor dem Beginn des Rollvorganges umfaßt, wie dies in Abb. 257 angedeutet ist. Das dort abgebildete Werkzeug gestattet im übrigen auch das Vorrollen im Arbeitsgang I. Die Werkzeuge brauchen daher nicht ausgetauscht zu werden, wenn anschließend im Arbeitsgang II das Teil fertigerollt wird. Es empfiehlt sich, die Vorrollung soweit wie möglich vorzunehmen, etwa bis zu einem Viertel des Kreises, wobei der Krümmungsradius nicht größer als bei der endgültigen Rolle ausfallen darf. Ein reines Ankippen im Schnitt genügt im allgemeinen nur bei weichen unter 0,6 mm dicken Blechen, wie dies bei der Rollstanze nach Werkzeugblatt 37

Str	Einfaches Rollbiegewerkzeug	Werkzeugblatt 37		
 <p style="text-align: center;">Abb. 200</p>				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Oberteil	St 42	DIN 810/9859	gehärtet
2	Rolleinsatz	Wz. St. Tab. 30		
3	Gesenk	St 50		
4	Distanzstück	St 50		
5	Grundplatte	St 33		

vorgesehen ist. Dort wird das Werkstück, wie *A* zeigt, gleich im Schnitt mit angekippt und senkrecht in den frei bleibenden Schlitz zwischen dem linken Gesenkbacken (Teil 3) und dem Distanzstück (Teil 4) eingelegt. Der Stempel (Teil 1) rollt beim Niedergang das Werkstück ein. Das Rollgesenk (Teil 3) wird zweckmäßig aus einem Stück hergestellt, damit beim Einrollen dickerer Bleche kein Auffedern eintreten kann. Das Distanzstück (Teil 4) wird auf dem Boden der Gesenkklücke verschraubt. Durch Auswechseln des Distanzstückes (Teil 4) und des Rolleinsatzes (Teil 2), das am Stempel (Teil 1) verschraubt und verstiftet wird, lassen sich mit diesem einfachen Werkzeug verschieden große Rollen an verschieden dicken Blechen herstellen. Zum Werkzeug wird ein Kasten angefertigt, in welchem die verschiedenen auswechselbaren Teile (4 und 2) aufbewahrt werden. Sie werden mit den Bezeichnungen für die Blechdicke und den Rolldurchmesser versehen, damit sie laut Arbeitsvorschrift richtig eingesetzt werden. Dort, wo viele Teile gerollt werden müssen, ist der Einbau in ein Auswechselsäulengestell nach Abb. 91 zu empfehlen.

An dieser Stelle sei auf das Rollbiegewerkzeug mit Zubringerkipphelb zu Abb. 549, S. 573 besonders hingewiesen.

## 15. Rollbiegewerkzeug mit selbsttätiger Einspannung

(Werkzeugblatt 38)

Im allgemeinen genügt die einfache Anlage gemäß Werkzeugblatt 37. Doch ist zuweilen insbesondere bei harten Blechen ungleichmäßiger Dicke eine Einspannung des eingelegten Werkstückes vor dem Rollen notwendig. Dies geschieht entweder durch eine von Hand zu bedienende Spannvorrichtung oder, wie hier gezeigt, durch das niedergehende Oberteil des Werkzeuges selbst. Das an der Einrollseite angekippte (siehe *A* in Abb. 260) Werkstück wird zunächst in der bereits beschriebenen Weise zwischen Teil 2 und Teil 6 eingelegt, so daß seine durch den Schnitt erzeugte Anrolle von dem niedergehenden Stempel (Teil 1) erfaßt und in dessen runder Aussparung fertiggerollt wird. Es gibt nun verschiedene Ausführungen, bei denen entweder (Ausführung A) die Umlegung der zu biegenden Rolle fast vollständig zwangsschlüssig geschieht, während bei anderen Ausführungen nur die halbe Rolle umgelegt und durch den weiteren Niedergang des Stempels die Rolle führungslos ganz herumgeholt wird (Ausführung B), wie dies auch im Werkzeugblatt 38 angegeben ist. Erstere Ausführung nimmt das Werkstück im Stempel selbst mit in die Höhe, so daß es aus diesem seitlich herausgezogen werden muß, während bei der zweiten Ausführung das Werkstück in der eingelegten Stellung auch nach dem Rollen verbleibt. Das Werkstück wird entweder von Hand mittels eines Exzenterhebels oder eines anderen Spannelementes oder selbsttätig durch das Werkzeug selbst eingespannt. Letztere Ausführung ist in der Herstellung etwas teurer, lohnt jedoch bei größerer Mengenfertigung. Ein solches Werkzeug ist in Werkzeugblatt 38 angegeben. Das an der Stempelhälfteplatte (Teil 13) befestigte und unter Federdruck gehaltene Keilstück (Teil 10), welches zwischen den Teilen 3 und 4 geführt ist, drückt beim Niedergang auf ein weiteres waagrecht geführtes Keilstück (Teil 8), das

Str	Rollbiegewerkzeug mit selbsttätiger Einspannung	Werkzeugblatt 38		
Abb. 261				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Rollstempel	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
2	Anlegeplatte	St 42		
3	Zwischenplatte	St 42		
4	Stützplatte	St 42		
5	Grundplatte	St 42		
6	Spannplatte	St 42		
7	Bolzen	St 42 KG		
8	Vorschubkeil	St 50		
9	Schraubenfeder	Federstahl	DIN 2099	
10	Keilstempel	20 MnCr 5		einsatzgehärtet
11	Zylinderkopfschraube	5 S	DIN 84	
12	Schraubenfeder	Federstahl	DIN 2099	
13	Stempelaufnahmeplatte	St 52-3		
(14)	Druckplatte	blauhartes Gußstahlblech		nur bei hohen Stempeldrücken
15	Stempelkopf	St 42	DIN 9866	
16	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 810/9859	

über einem Zapfen (Teil 7) mittels einer Spannbacke (Teil 6) das Werkstück festhält. Beim Aufwärtsgehen des Stempels wird der Keilstempel 10 mit nach oben bewegt und das unter Federdruck stehende Werkstück freigegeben.

### 16. Rollbiegewerkzeug mit Einrollhorn

(Werkzeugblatt 39)

In der Feinmechanik kommt es zuweilen vor, daß die Innendurchmesser von Rollen toleriert sind. Hier ist es unbedingt notwendig, über den Dorn zu rollen und zu planieren. Die Anrolle für eine im Innendurchmesser tolerierte Rolle läßt sich nicht „ankippen“ bzw. im Schnitt erzeugen. Es ist vielmehr zu empfehlen, die Anrolle unter einem besonderen Hohlprägwerkzeug gemäß

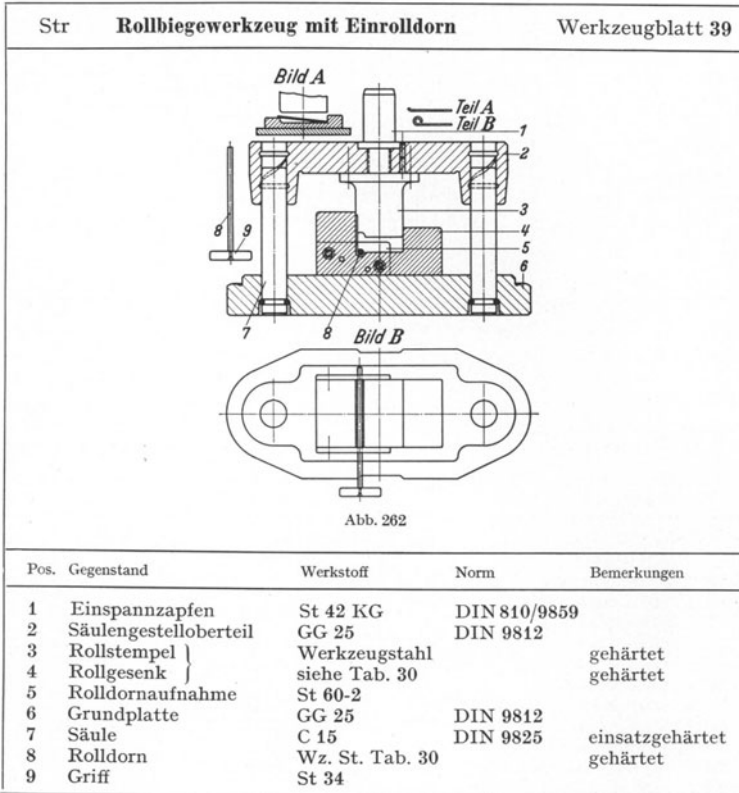


Abb. 262 Bild A herzustellen. Denn die genaue Form der Anrolle ist für den Ausfall der Rolle in bezug auf den tolerierten Innendurchmesser ausschlaggebend. Werkzeugblatt 39 zeigt ein säulengeführtes Rollbiegewerkzeug mit Einrolldorn. Je ein halbes äußeres Rollenprofil im Stempel (Teil 3) und im Rollgesenk (Teil 4) gestatten ein Anrollen des Werkstückes über den Dorn (Teil 8). Der Dorn (Teil 8) wird in den seitlich angeschraubten Blechen (Teil 5) geführt. Nach dem Rollen wird der Rolldorn (Teil 8) herausgezogen, und das fertige Werkstück wird aus dem Werkzeug herausgenommen. Im Gegensatz zur Ausführung nach Werkzeugblatt 37 und 38 wird hier das Teil mit seiner Anrolle nach unten gelegt und so um den Dorn gerollt. Im oberen Teil des Werkzeugblattes 39 sind links zu Bild A das Prägewerkzeug, rechts das darin vorgebogene Teil A und darunter das Fertigteil B angegeben. Auf der Herstellung kleinster Rollen über Vorlochdorne von 0,8 mm Durchmesser wurde bei dem Folgeschnittwerkzeug zu Abb. 127 bereits hingewiesen.

## 17. Rollbiegewerkzeug mit Keiltrieb

(Werkzeugblatt 40)

In vielen Fällen, und dies besonders bei größeren, flachen Werkstücken, wird dasselbe waagrecht aufgelegt und der Rollstempel seitlich herangedrückt, während das anzurollende Teil durch eine gefederte Auflage von oben festgehalten wird. Sollen Werkstücke an beiden Seiten angerollt werden, so empfiehlt sich stets die waagerechte Auflage des Werkstückes. Beide Rollstempel greifen seitlich an unter Steuerung durch Leitkurven oder Keile, wie diese unter Abb. 24 näher beschrieben sind. Für große Herstellungsmengen sind säulengeführte Keiltriebsstanzen zu empfehlen.

Werkzeugblatt 40 zeigt eine solche Rollstanze zum Anrollen eines Doppelscharnierbeschlages an zwei gegenüberliegenden Seiten. Das Teil soll mit Rollen versehen werden, die mit der äußeren Längskante des Teiles abschnei-

Strk	Rollbiegewerkzeug mit Keiltrieb	Werkzeugblatt 40		
Abb. 263				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 810/9859	
2	Oberteil	GG 25	DIN 9812	
3	Säule	C 15	DIN 9825	einsatzgehärtet
4	Keilstempel	20 MnCr 5		einsatzgehärtet
5	Rollschieber	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
6	Niederhalter	St 42		gehärtet
7	Schraubenfeder	Federstahl	DIN 2099	
8	Schieberführung	St 42		
9	Einlage	St 42		
10	Grundplatte	GG 25	DIN 9812	
11	Aufnahmeplatte	St 42		

den. Zu diesem Zweck wird das Teil an der Rollenbreite etwas eingeschnitten, um die Rolle gut mit der Längskante abschneiden zu lassen. Es wird auch hierdurch ein Verspannen der zwischenliegenden ebenen Fläche vermieden. Das vorgeschchnittene und im Schneidwerkzeug angekippte (Abb. 260A) Werkstück wird in die Einlage (Teil 9) auf der Aufnahmeplatte (Teil 11) eingelegt. Beim Niedergang des Stößels wird das Werkstück durch den federnden Stempel (Teil 6) und die Feder (Teil 7) plan gehalten. Dieser Stellung des Werkzeuges entspricht die linke Hälfte der Zeichnung zu Werkzeugblatt 40. Während des weiteren Niederganges werden die beiden Schieber (Teil 5), die in Führungsschienen (Teil 8) geführt sind, mittels Keilstempel (Teil 4) nach der Mitte zu geschoben, wie dies in der rechten Hälfte des Werkzeugblattes 40 dargestellt ist. Nach dem Hochgang des Oberteiles (Teil 2) liegt das Teil fertigerollt und frei auf der Unterplatte. Die Keile sind entsprechend Ausführung VI, Abb. 24, gefräst und bleiben auch beim Hochgang des Oberteiles noch in der Grundplatte (Teil 10) geführt. Hierdurch wird selbst bei dickeren Blechen ein Abdrängen der Keile und somit eine Verkürzung des Rollstempelvorschubes ausgeschlossen.

## 18. Rollbiegewerkzeug zum Umbördeln runder Teile

(Werkzeugblatt 41 und 42)

Der Bördelstempel (Teil 1) wird ebenso wie der Schneidstempel zwischen Oberplatte und Stempelhalteplatte aufgenommen. Ausführung A zeigt das Herstellen eines Außenbördels, Ausführung B das eines Innenbördels. Im Stempel sind die entsprechenden Aussparungen einzudrehen. Beim Innenbördel steht der Stempelrand etwas nach unten über, um das Material schon vor dem eigentlichen Bördelvorgang nach innen zu einzuführen und ein Ausweichen nach der falschen Richtung hin zu verhüten. Das gleiche gilt für den Außenbördel, nur steht in diesem Falle der innere Teil des Stempels etwas vor, um das Blech allmählich nach außen zu krümmen. Beim Innenbördel reißt in der Regel nur der Bördel selbst, und zwar an seinem untersten Teil. Doch kann dieser Mißstand wohl mit in Kauf genommen werden, da gerade dieser Teil des Bördels nicht sichtbar ist. Der Bördel wird meistens an derartigen Blechgegenständen vorgesehen, wo eine scharfe und schartige Kante zur Verhütung von Handverletzungen vermieden werden soll, z. B. an Schaltergriffen, Gefäßrändern usw.

Es ist zweckmäßig, wenn Bördelstempel und Aufnahmestück mittels eines Führungsstiftes nach Abb. 264 gegenseitig zentriert oder die Bördelwerkzeuge in ein Säulengestell eingebaut werden. Mit dem Bördelarbeitsgang werden oft andere Arbeitsgänge verbunden, doch lasse man sich nie dazu verleiten, ungeführte schwache Werkzeuge anzubringen, wie dies in der Ausführung A des Werkzeugblattes 41 als abschreckendes Beispiel gezeigt wird. Dieser ungeführte Stempel (Teil 2) wird leicht ausbrechen. Eine Stempel-führungsplatte kann jedoch nur in erheblichem Abstand über der Matrizenbüchse angeordnet werden, da das Werkstück über den Aufnahmedorn geschoben werden muß. Es ist deshalb zweckmäßig, diesen Arbeitsgang auf einem anderen Werkzeug fertigzustellen, oder aber der Stempel erhält, wie

Str	Rollbiegewerkzeug zum Umbördeln runder Teile	Werkzeugblatt 41		
Abb. 264				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Bördelstempel	Werkzeugstahl siehe Tab. 30	DIN 9861	gehärtet
2	Schneidstempel			
3	Stempelaufnahmeplatte	St 52-3	DIN 9867	gehärtet
(4)	Druckplatte	blauhartes Gußstahlblech		
5	Stempelkopf	St 42	DIN 9866	nur bei hohen Stempeldrücken
6	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 310/9859	
7	Aufnahmedorn	St 42		
8	Grundplatte	St 33	DIN 9867	
9	Matrizen-Einsatzbuchse	Werkzeugstahl	DIN 9845	gehärtet

in Abb. 265 dargestellt, eine federnde Führung, wobei die Führungsplatte gleichzeitig als Werkstückniederhalter dient. Ein Werkzeug für eine größere Haube, die am Rande nach innen eingebördelt und im Haubenboden gelocht wird, zeigt Werkzeugblatt 42. Es ist ein Säulengestell mit übereck angeordneten Säulen, das aus einer Grundplatte (Teil 1), dem Werkzeugoberenteil (Teil 2), den beiden Führungssäulen (Teil 3) und dem Kupplungzapfen (Teil 4) für den Aufnahmehalterbolzen im Pressenstößel besteht. Auf der Grundplatte ist das Werkstückaufnahmegeßel (Teil 5) aufgeschraubt, gegen das sich der Ausstoßring (Teil 6) unter der Kraft einer Feder (Teil 7) anlehnt, damit das Teil nach dem Lochen und Bördeln leicht herausgenommen werden kann. Ferner ist auf der Grundplatte die Schneidplatte (Teil 8) befestigt. (Befestigungsschrauben und -stifte sind nicht mit eingezeichnet.) Die Lochstempel (Teil 9) liegen mit ihren oben angestauchten Köpfen gegen eine gehärtete Zwischenplatte (Teil 10) an und werden im mittleren Teil des Bördelringes (Teil 11) gehalten. Der äußere Umfang dieses Ringes ist gehärtet. Der Halbmesser  $r$  entspricht dem Außenhalbmesser der Bördelrundung. Diese soll möglichst groß gehalten werden, da bei zu kleinen Rundungen die innere Randfaser des Bördels zu sehr gestaucht und die äußere zu sehr gestreckt wird, so daß leicht Brüche eintreten. Außerdem werden verschieden große Randhöhen, wie sie sich durch das anisotrope



Str – Sfr	Bördelschneidwerkzeug	Werkzeugblatt 42		
Abb. 265				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Grundplatte	GG 25	DIN 9819	
2	Werkzeuberteil	GG 25	DIN 9819	
3	Führungssäule	C 15	DIN 9825	
4	Kupplungszapfen	MRSt 42-2		einsatzgehärtet
5	Werkstückaufnahme- gesenk	St 42		
6	Ausstoßring	St 50.11		
7	Schraubenfeder zu 6	Federstahl	DIN 2099	
8	Schneidplatte	Werkzeugstahl		gehärtet
9	Lochstempel	siehe Tab. 30	DIN 9861	gehärtet
10	Zwischenplatte	blauhartes Gußstahlblech		
11	Bördelring	20 MnCr 5		einsatzgehärtet
12	Führungsstück	St 42		
13	Zylinderschraube	4 S	DIN 84	
14	Schraubenfeder zu 12	Federstahl	DIN 2099	

Verhalten des Bleches beim Ziehen ergeben, leicht ausgeglichen. Das Führungsstück (Teil 12), in dem die Lochstempel geführt sind, dient gleichzeitig als Werkstückniederhalter. Seine Abmessungen entsprechen den Innenmaßen des Werkstückes. Mit ihm sind im Werkzeuberteil eingehängte Zylinderschrauben befestigt, die mittels der sie umgebenden Druckfeder (Teil 14) in der links gezeichneten Ruhestellung des Werkzeuges den Niederhalter nach unten pressen. Die rechts gezeichnete Arbeitsstellung zeigt die zusammengedrückten Federn (Teil 7 und 14).

Die Anwendung des Außen- und des Innenbördelns möge an zwei Beispielen der Praxis erläutert werden. Beim Außenbördeln von Töpfen, Milchkannen und ähnlichen Gefäßen aus dünnen Blechen hilft man sich derart, daß im vorausgehenden Ziehungsarbeitsgang ein stehengebliebener Flansch nach

Abb. 402, S. 432 dicht an der Zarge beschnitten und somit ein Viertel des kreisförmigen Rollquerschnittes vorgeformt wird. Das Teil wird gemäß Abb. 266 mit dem Boden nach oben und dem Rand nach unten auf eine Platte *a* mit halbkreisförmig eingedrehter Rille des Halbmessers *r* entsprechend der äußeren Rollform gelegt. Blechteile von über 1,5 mm Dicke lassen sich ohne weitere Werkzeugausstattung auf einer solchen aus einer gewöhnlichen Platte *a* bestehenden Vorrichtung nach Abb. 266 links mit Außenrollrand versehen. Bei dünneren Blechen bedarf es nach Abb. 266 rechts eines Aufnahmedornes *d* des inneren Gefäßdurchmessers, um Einknicke zu vermeiden. Am Pressenstößel genügt bei Blechen über 1,5 mm Dicke wie links angegeben, die Befestigung einer Holzplatte *h* auf der Arbeitsfläche, bei dünneren ein der Bodenform entsprechendes ausgearbeitetes Druckstück *b* aus Hartholz oder Stahl mit Auswerfer *c* nach der rechten Darstellung in Abb. 266.

Während der Außenbördel tangential gestreckt wird, unterliegt der Werkstoff des Innenbördels einer Stauchbeanspruchung, also erleidet das Blech Verdickungen an den einwärts gelegenen Stellen des Querschnittes. Ein Beispiel für eine solche Innenbördelung ist die Herstellung balliger Griffe,

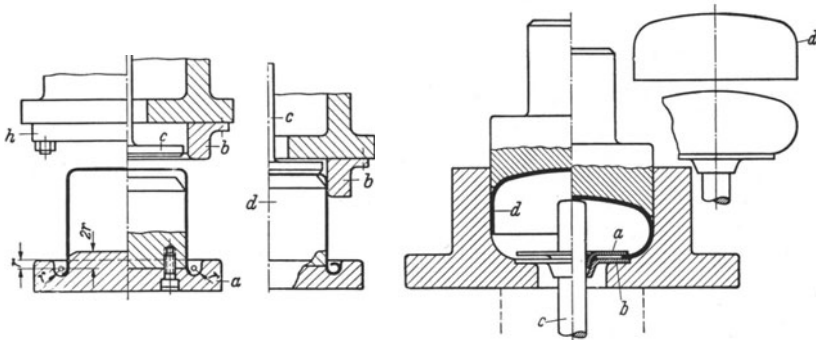


Abb. 266. Außenrandbördel

Abb. 267. Innenbördelwerkzeug zur Befestigung runder balliger Handgriffe

die am Ende von Wellen oder Bolzen angebracht werden. Gemäß Abb. 267 werden am Ende eines Dornes zunächst zwei mit Kragen vorgezogene Scheiben *a* und *b* über den Dorn *c* geschoben, der in eine Vorrichtung eingehängt wird. Die beiden angekragten Scheiben werden durch Hartlot nach Einlage von vorgebogenen Kupferdrähten unter Schutzgas am Dorn befestigt. Der Griffknopf *d* wird aus einer Blechscheibe vorgezogen. Dann wird in ein Werkzeug nach Abb. 267 das Ende der Welle mit den hartaufgelöteten Scheiben so eingelegt, daß die untere Scheibe *b* in einer Ausparung des Werkzeuges liegt. Nach Einsatz des vorgezogenen Griffes *d* wird derselbe durch einen Oberstempel nach unten gedrückt derart, daß eine Innenbördelung entsteht und der innere Rand, der infolge der Stauchwirkung sich verstärkt, zwischen die Scheiben *a* und *b* eingeschoben wird. Nach Aufwärtsgang des Pressenstößels kann aus dem Werkzeug der mit dem Griff verbundene Dorn herausgezogen werden. Dabei ist es nicht nötig, daß, wie hier

in Abb. 267 gezeichnet, der Griff  $d$  in der Mitte innen gegen das Dornende anliegt. Jedoch ist es erforderlich, daß, insbesondere bei langen Dornen, der Pressentisch mit einer Bohrung versehen ist, durch welche beim Einlegen des Teiles der Dorn hindurchgesteckt werden kann.

Ein durch vorausgehendes Tiefziehen hochgestellter Bördelrand läßt sich mittels eines einfachen Einbördelwerkzeuges gemäß Abb. 268 nach innen

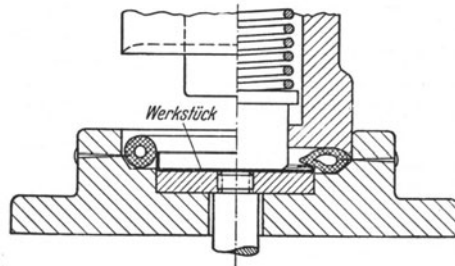


Abb. 268. Einbördelwerkzeug

umlegen. Das Werkstück wird mit seinem hochgestellten Rand auf die Ausstoßerplatte im Unterwerkzeug eingelegt. Am äußeren Umfang wird die Einlage durch einen in das Unterwerkzeug eingelegten Gummischlauch begrenzt. Seitlich durch feine Bohrungen eingetriebene Nägel halten den Schlauch in seiner unteren Lage fest, so daß er beim Ausheben des fertig eingebördelten Werkstückes nicht mit emporgenommen werden kann. Die Enden des in sich geschlossenen Schlauches sind durch Vulkanisierung bei etwa 125 °C miteinander verbunden, so daß die Größe des Gummischlauches der jeweiligen Umfangsform und Größe angepaßt werden kann. Das Werkzeugoberteil enthält einen mittels Druckfeder abgestützten Niederhalterstempel, der zunächst beim Herabgehen des Pressenstößels das Werkstück auf die Ausstoßerplatte preßt. Anschließend wird der in sich geschlossene Schlauch durch das den Niederhalter umgebende Werkzeugoberteil breitgequetscht, wobei der Bördelrand umgelegt wird. Es dürfen dabei keine zu weichen Schlauchqualitäten einer Shorehärte C nicht unter 60 verwendet werden, damit beim Einbördeln keine Falten entstehen.

### 19. Blechdurchzüge (Kragenziehen)

Das Anziehen von Kragen – auch Stechen genannt –, wie es die Scheiben  $a$  und  $b$  der Abb. 267 zeigen, ist ebenfalls ein Bördelvorgang. Diese Anwendung des Rundbördels ist besonders im Apparatebau beliebt, wo es gilt, in dünnwandige Blechteile einzuschneiden oder Bolzen einzupressen oder aus Blechabfällen Ansatzflansche herzustellen. Die erreichbare Gewindehöhe ist diesmal größer als beim Schneiden des Gewindes in das glatte Blech. Es gibt zwei voneinander verschiedene Verfahren für das Anziehen von Kragen. Einmal wird nach Abb. 269 un  $d$  271 vorgelocht, oder es wirkt nach Abb. 273 der Stechstempel selbst mit als Schneidstempel. Nach

dem ersten in Abb. 269 dargestellten Verhalten wird das Blech der Dicke  $s$  mit einem geringeren Durchmesser  $d_1$  zunächst vorgelocht. In dieses ausgeschnittene Loch drückt ein abgerundeter Stempel, welcher den Werkstoff seitlich umlegt. Die Abrundung eines Stempels vom äußeren Durchmesser  $d_2$  beträgt etwa an der Spitze  $r = 0,3d_2$  und verläuft von der Spitze bis zur zylindrischen Ausführung mit  $r = 2d_2$ . Diese Abrundungsmaße haben sich bewährt und entsprechen näherungsweise einer Schleppkurve gemäß Abb. 316 und 317 auf S. 342, da hierbei die Unterfläche des Kragens nach Abb. 269

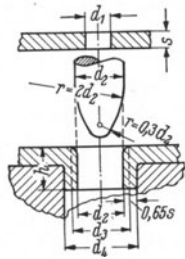


Abb. 269. Ziehen eines Rundbördels mit Vorloch an Blechteilen zur Verlängerung des Gewindes

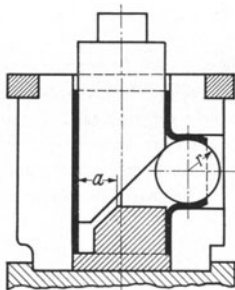
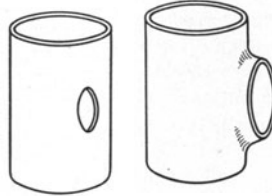


Abb. 270. Blechdurchzug von innen mit Hilfe von Kugeln



einigermaßen eben und parallel der hier waagrecht gezeichneten Blechfläche verläuft. Beim Halbkugelstempel nach Abb. 271 wird die Kragenringfläche zu einer nach außen abfallenden Kegelfläche und bei kleinerer Abrundung eines spitzkegelförmigen Stempels zu einem Innenkegel. Im ersteren Fall wird die erreichbare Kragenhöhe etwas größer, im zweiten Fall kleiner. Doch ist der Unterschied unerheblich.

Auch andere Stempelformen sind möglich. So werden beispielsweise die vorgelochten Bleche über einen zylindrischen mehrfach abgestuften Dorn unter Erweiterung des Vorloches gedrückt, wobei das von innen aus wirkende Druckstück die äußere Formgebung des Kragens bestimmt. Ferner werden Kugeln durch das vorgelochte Blech hindurchgedrückt, ein Verfahren, das sich insbesondere bei Kragen großer Abmessungen bewährt und schon seit über 30 Jahren in der deutschen Fahrradindustrie für die Herstellung von Tretlagergehäusen und Rohrverbindungshülsen bekannt ist. Ein einfaches Werkzeug dieser Art ist in Abb. 270 dargestellt. Der Rohr-

abschnitt mit seitlicher Öffnung wird in das Werkzeug so von oben eingesetzt, daß die Öffnung konzentrisch zur späteren Kragenmitte liegt. Dies läßt sich dadurch erreichen, daß in die Werkzeugöffnung ein hier nicht dargestellter kegelförmiger Zentrierdorn eingeschoben wird, der die genaue Stelle der Lochung im Rohr zur Kragenausziehöffnung bestimmt. Es braucht nur eine Kugel eingeworfen zu werden, die durch einen Keilstempel nach außen gedrückt, das Umformen bewirkt. Dabei ist darauf zu achten, daß der Kugelhalbmesser  $r$  größer ist als der Kantenabstand  $a$  von der Kugelaufgabe, damit nicht etwa die Kugel nach links in eine Grube abrollen kann, aus der sie erst wieder durch den Keilstempel hochgepreßt werden muß. Schließlich empfiehlt es sich, den Druckstempel nicht einfach in Form einer schrägen Ebene, wie hier gezeichnet, abzufachen, sondern eine schräge Innenwölbung vorzusehen, deren Halbmesser kaum größer als  $r$  sein soll. Das Werkzeug ist in zwei Hälften geteilt und wird unten durch den ringförmigen Aufnahme-sockel, oben von einem umgebenden Schließring umschlossen, damit das Werkstück nach dem Kragenziehen wieder aus der Form herausgenommen werden kann. Es ist dies eine einfache Vorrichtung für solche Teile, wie sie sich für kleinere Stückzahlen empfiehlt. Für große Stückzahlen sind kompliziertere Vorrichtungen erforderlich, bei denen die Werkzeughälften mechanisch oder ölhydraulisch geöffnet werden und die Kugeln dem großen Stempel zugeführt und aus ihm seitlich herausgedrückt werden. Auch die Werkstücke werden dort selbsttätig zugeführt.

Es ist weiterhin möglich, eine derartige Kragenerzeugung mit anderen Umformvorgängen zu verbinden. So können beispielsweise in einem gemeinsamen Arbeitsgang an einer Platte nicht nur der innere Kragen, sondern auch der äußere Rand hochgestellt, ein gewölbter Boden mit eingezogenem Kragen oder ein unterschrittenes Biegeteil gemäß Abb. 256 oder eine Langfeldleuchte nach Abb. 255 mit einem mittig angezogenen Kragen hergestellt werden.

Unter Hinweis auf die in Abb. 269 und 273 eingetragenen Maße gilt für die Gesamtkragenhöhe aufgrund von Untersuchungen<sup>1</sup> an 1 bis 2 mm dicken Stahlblechen der Güte R St 13 03

$$h = s \frac{(d_4^2 - d_1^2)}{(d_4^2 - d_2^2)} \left( 1 + \frac{2,5 \left( 2,5 - \frac{2s}{d_4 - d_2} \right)^2 + \left( 2,5 - \frac{2s}{d_4 - d_2} \right)}{10} \right). \quad (46)$$

Es haben sich auch bei größeren Kragenabmessungen und stärkeren Blechen hiervon keine allzu starken Abweichungen ergeben. Anstelle des Rechnungsbeiwertes von 2,5 ist für weichere Bleche ein größerer, für härtere ein geringerer zu wählen, doch überschreitet dies nicht eine Abweichung von  $\pm 20\%$ . Weiterhin ist zu beachten, daß infolge des Krageneinzuges an den inneren und in Abb. 269 oberen Einzugskanten für das Gewindeschneiden

<sup>1</sup> Untersuchungen am Inst. Prof. Dr.-Ing. Kienzle, T. H. Hannover. Mitt. Forsch. Blechverarb. 1952, Nr. 13, 1953, Nr. 19, 1954, Nr. 1, 4, 6 und Nr. 150 Forsch. d. Wirtschafts- u. Verkehrsmin. Nordrhein-Westfalen. Siehe auch R. Wilken: Das Biegen von Innenborden mit Stempeln. Werkstattst. u. Maschb. 48 (1958), H. 8, S. 413–420. — Oehler, G.: Blechdurchzüge. Mitt. Forsch. Blechverarb. (1963), Nr. 18/19, S. 259–275. — VDI-Richtlinie 3359. — DIN 7952.

nicht die ganze Höhe  $h$  zur Verfügung steht, sondern nur ein Teil  $h' = h - 0,3s$ . Eine allseitig umschlossene Kragenform mit senkrecht verlaufender Außenwand wird erzielt bei  $2s/(d_1 - d_2) > 2,0$ . Für diesen Bereich allein gilt Gl. (46), an deren Stelle nach *Timmerbeil*<sup>1</sup> auch die vereinfachte Beziehung treten kann:

$$h = c \cdot s \frac{(d_4^2 - d_2^2)}{(d_4 - d_2)} \tag{47}$$

Der Faktor  $c$  ist in Abb. 271 in Abhängigkeit vom Ziehspalt  $u_z = (d_4 - d_2)/2$  für das jeweilige Aufweitverhältnis  $d_1/d_2$  oder  $d_2/d_1$  abzugreifen. Bei einem  $2s/(d_4 - d_2) < 2,0$  fällt die Außenwand kegelig ab. Doch ist der erstgenannte Bereich nach oben nur eng beschränkt, denn bei  $2s/(d_4 - d_2) > 2,5$  platzt der Kragen.

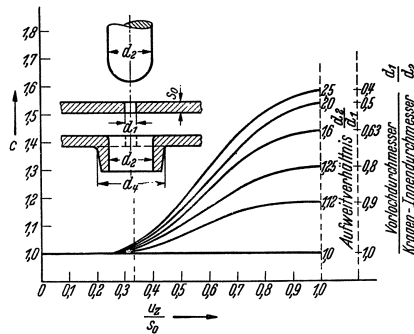


Abb. 271. Korrekturfaktor  $c$  zur Ermittlung der Kragenhöhe  $h$

Beim Anziehen von Kragen für Gewindewarzen ergibt sich infolge der Schwächung der Werkstoffdicke am Kragenrand um  $0,35s$  das Maß  $d_2$  aus dem Kerndurchmesser des zu schneidenden Gewindes. Der Bohrungsdurchmesser  $d_4$  der Matrize wird wie folgt berechnet:

$$d_4 = d_2 + 1,3s \tag{48}$$

Der äußere Gewindedurchmesser  $d_3$  entsprechend der Nennbezeichnung des metrischen Gewindes ist insofern wichtig, als die Tiefe des einzuschneidenden Gewindes die verbleibende Blechdicke des angezogenen Bördels schwächt. Es kann sogar vorkommen, daß bei größerem Gewinde in dünnen Blechen  $d_3$  größer als  $d_4$  ausfallen müßte. In solchen Fällen ist selbstverständlich die Ausführung unmöglich. Wenn das Gewinde halten soll, so darf  $d_3$  nicht näher an  $d_4$  als an  $d_2$  liegen. Der Grenzfall dürfte etwa im Mittelwert zu suchen sein. Der äußere Durchmesser des Gewindes  $d_3$  muß also folgende Bedingung erfüllen:

$$d_3 \leq \frac{d_4 + d_2}{2} \tag{49}$$

<sup>1</sup> *Timmerbeil, F. W.*: Durchziehen von Kragen... Werkstattst. u. Maschb. 44 (1954), H. 5, S. 22.

Durch Versuche ergab sich bei verschiedenen Werkstoffen und auch verschieden starkem Werkstoff folgende einfache Beziehung für den Vorlochdurchmesser  $d_1$  zu Gewindewarzen:

$$d_1 = 0,45 d_2. \quad (50)$$

**Beispiel 17:** In einem Schalterdeckel von 1,5 mm Blechdicke soll metrisches Gewinde M4 (also  $d_3 = 4$ ) nach DIN 13 und 14 geschnitten werden. Dieses Gewinde hat einen Kerndurchmesser von 3,028 mm.  $d_2$  kann also zu 3 mm gewählt werden. Das Blech ist vorzulochen mit einem Stempel des Durchmessers

$$d_1 = 0,45 d_2 = 1,35 \text{ mm.}$$

Der Matrizenndurchmesser  $d_4$  ergibt sich zu:

$$d_4 = d_2 + 1,3s = 3 + 1,95 = 5 \text{ mm.}$$

Die Bedingung

$$d_3 \leq \frac{d_4 + d_2}{2} = \frac{5 + 3}{2} = 4$$

ist erfüllt. Aus Gl. (46) wird für eine solche Warze eine Gesamthöhe  $h$  zu 3 mm, und eine tragende Gewindehöhe  $h'$  von  $h - 0,3s = 2,5$  mm berechnet.

Um für sämtliche bestehenden und künftige Blechwerkstoffe, – soweit sich nicht diese wie beispielsweise austenitische Bleche außergewöhnlich stark verfestigen, – eine allgemeingültige Richtlinie zu schaffen und insbesondere den Bedürfnissen des Teilkonstruktors Rechnung zu tragen, beschränkt sich die neue DIN 7952 auf die drei  $h/s$ -Verhältnismerte 1,6, 1,8 und 2,0. Jeder Blechdicke entspricht nach Multiplikation mit dem gleichen  $h/s$ -Verhältnis ein und dieselbe Kragenhöhe. Die Anzahl  $n$  der tragenden Gewindegänge einer Ganghöhe  $i$  beträgt:

$$n = \frac{(h - 0,3s)}{i}. \quad (51)$$

Unter Annahme eines Sicherheitsfaktors  $S$  gilt für die in Durchziehrichtung axial gerichtete übertragbare Kraft  $P_z$  in kp, wobei anstelle von  $\tau_B$  näherungsweise  $0,8\sigma_B$  eingesetzt werden können:

$$P_z = \frac{n \cdot i \cdot d_2 \cdot \pi \cdot \tau_B}{S}. \quad (52)$$

Dies ist der kritischste Belastungsfall. Eine Belastung entgegen der Durchziehrichtung gestattet eine um 15% höhere Beanspruchung durch eine Kraft  $P_d = 1,15 P_z$ . Daher sind Schrauben vorzugsweise in Durchzugsrichtung einzuschrauben.

Größere Kragenhöhen  $h$  lassen sich mittels des auf S. 463 bis 473 beschriebenen Oillet-Verfahrens erreichen. Hierbei wird jedoch der Mantel derart geschwächt und verfestigt, daß die hiernach gefertigten Blechdurchzüge als Gewindewarzen nicht in Betracht kommen. Hingegen läßt sich auch für Blechdurchzüge mit Gewinde durch vorbereitende Umformstufen gemäß Abb. 272 eine Vergrößerung der Kragenhöhe um etwa 50% gegenüber den herkömmlichen Verfahren erreichen. Hierbei können die Gewinde während des Stanzens innerhalb des Verbundfolgewerkzeuges nach Abb. 125, S. 131 geschnitten werden. Abb. 272 zeigt einige Arbeitsstufen eines solchen Werk-

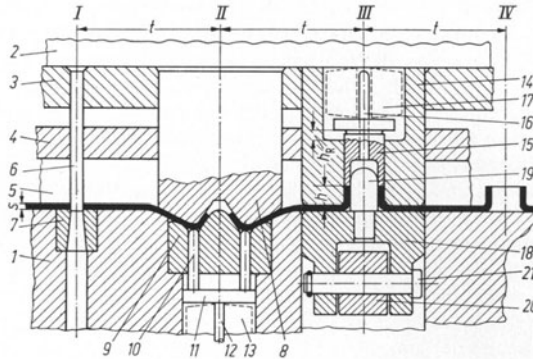


Abb. 272. Verbundfolgewerkzeug zur Erzeugung hoher Kragens für Gewinde

zeuges, das aus dem Grundplattensockel (Teil 1), der Kopfplatte (Teil 2) mit der Stempelhalteplatte (Teil 3), einer Werkzeugführungs- oder Abstreifeplatte (Teil 4) mit den zugehörigen Seitenleisten (Teil 5) zur Umgrenzung des Streifenkanals besteht. In der Vorlochstufe I locht der Lochstempel (Teil 6) das über der Schneidbuchse (Teil 7) eingeführte Band oder den Blechstreifen. In der Stufe II drückt ein Formstempel (Teil 8) das Blech gegen ein vertieft liegendes Hohlgesenk (Teil 9), aus dem es mittels Druckstiften (Teil 10) über eine Scheibe (Teil 11) durch Wirkung einer Tellerfedersäule (Teil 13) nach vollzogener Umformung emporgehoben wird. In Stufe III wird das in Stufe II nach unten gewölbte Blech außerhalb des Kragens erstens durch den von oben wirkenden Planierstempel (Teil 14) und zweitens durch den über einen hier nicht eingezeichneten seitlich angebrachten Druckstift sowie einen Schwenkhebel (Teil 20) betätigten und mit diesem verstifteten (Teil 21) höhenverschieblichen Gegenstempel (Teil 18) wieder eben gerichtet. In den Gegenstempel ist der Durchzugstempel (Teil 19) eingepreßt. Zur Erhaltung einer möglichst ebenen Kragenstirnfläche kann innerhalb des Planierstempels (Teil 14) zusätzlich ein unter Druck einer Tellerfedersäule

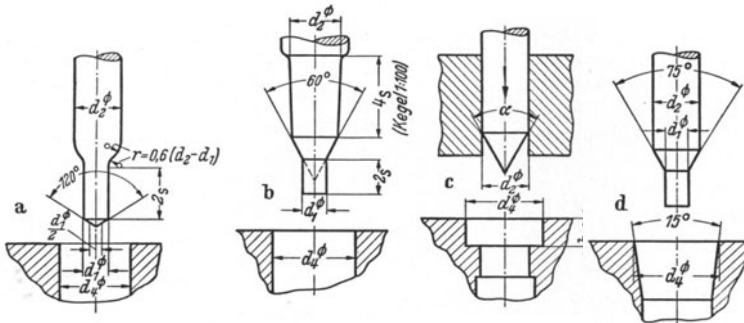


Abb. 273. Stechstempel für Blechdurchzüge ohne Vorlochung



(Teil 17) stehender höhenverschieblicher Ringstempel (Teil 15) mit Zentrierstift (Teil 16) eingebaut werden; jedoch ist dies nicht unbedingt erforderlich.

Die Stempelform für Blechdurchzüge ohne Vorlochung nach Abb. 273a weicht von der Form nach Abb. 269 insofern ab, als die Stempelunterfläche als scharfer Schnitttrug des Durchmessers  $d_1$  ausgebildet ist und in der Mitte noch eine flache Kegelspitze des Außendurchmessers  $0,5d_1$  trägt. Sonst ist jedoch zur Durchmesserabstufung das gleiche wie bei der anderen Form zu sagen, besonders hinsichtlich der Durchmesser- und Höhenberechnung. Gegenüber der hier empfohlenen Ausführung a besteht noch ein Vorschlag von *Eysen*<sup>1</sup>, Ausführung b, sowie eine Ausführung c nach S. & H.-Werksnorm ZWMN – 086 in Übereinstimmung zur alten DIN 7952 und eine solche d nach *Lauter*<sup>2</sup>. Die Ausführung a ist teuer infolge des Flachkegelansatzes, der aber das saubere Durchschlagen des Vorloches vor der Umformung vorbereiten hilft. Hingegen ist der gerundete Übergang von  $d_1$  nach  $d_2$  mittels der Kreisbögen  $r = 0,6(d_2 - d_1)$  im Hinblick auf die Kerbwirkung nach Abb. 28, S. 31 günstiger als die scharfkantig abgesetzten Kegel zu  $60^\circ$  nach b oder  $75^\circ$  nach d. Die von *Eysen* vorgeschlagene kegelige Erweiterung des  $d_2$ -Schafes nach oben erleichtert etwas das Abstreifen, gewährleistet aber kein genau zylindrisches Loch. Hierauf wird es jedoch in den meisten Fällen nicht ankommen. Die Ausführung c nach alter DIN 7952 sieht vor, daß der Ziehstempel in einer Kegelspitze ausläuft und in einer Führungsplatte geführt ist, um nicht abgedrängt zu werden. Der Kegelwinkel  $\alpha$  beträgt  $60^\circ$  für Bleche einer Dicke  $s > 1,5$  mm und  $55^\circ$  für eine Dicke  $s < 1,5$  mm. Im Gegensatz zu den anderen drei Ausführungen a, b und d ist hier bei c die Matrize so ausgearbeitet, daß darin der gesamte Kragen untergebracht wird. Die Tiefe dieser Ausarbeitung für den Durchmesser  $d_4$  entspricht der Gesamtkragenhöhe einschließlich der Blechdicke. Dies hat den Vorteil, daß beim Einquetschen des Kragens in diesen Raum sich der Werkstoff etwas verteilt und Zipfelungen entfallen. Ob allerdings die nach unten gestülpte Kragenstirnfläche eine saubere Ringfläche bildet, ist bei dem Spitzenstempel zweifelhaft, zumal bei ungleichmäßigen Werkstoffen hier leicht einzelne Lappen ausreißen. Die Ausführung d hat den Vorteil, daß infolge der Erweiterung von  $15^\circ$  an der Matrize sich die Kragenwand außen leicht schräg stellt und die damit bedingte Durchmesserverkürzung der Verdichtung des Gefüges am Kragenrand zugute kommt. Es ist durchaus möglich, diese Erkenntnis nach d auch für die Matrizen zu den Bauarten nach a und b zu verwenden. Der Kraftaufwand beim Durchziehen vorgelochter Löcher mit Stempeln nach Abb. 269 entspricht dem 1,5- bis 2fachen, beim vorlochlosen Stechen mit Stempeln nach Abb. 273c dem 2- bis 2,5fachen und nach Abb. 273a, b und d dem 2,5- bis 3fachen der Kraft, die nach Gl. (7), S. 27 für das Ausschneiden des Vorloches allein nötig wäre. Voraussetzung hierzu ist, daß  $d_1 \cong 0,5d_2$  ist. Bei kleineren Vorlöchern sind die obigen Beiwerte zu erhöhen, bei größeren herabzusetzen.

Hinsichtlich der Anordnung von Stechstempeln in Verbundwerkzeugen ist darauf zu achten, daß sie nicht zu lang sind und erst nach vollzogener

<sup>1</sup> DIN-Mitt. 1951, H. 4, S. 54.

<sup>2</sup> *Lauter, F.*: Neue Erkenntnisse im Ziehen von Gewindewarzen. Ind. Anz. 73 (1951), Nr. 94, S. 1028.

Schneid- und anderen Umformarbeitsstufen zur Wirkung gelangen. Es wird hierdurch vermieden, daß während des Aushalsens infolge Zugbeanspruchung des Stanzstreifens an einer anderen Stufe das Blech sich seitlich verschiebt, die Stechstempel brechen oder zumindest die Wandfläche des Kragens verschieden dick ausfällt.

## 20. Richtprägewerkzeug

(Werkzeugblatt 43)

Beim Ausschneiden von Blechen unter Schneidwerkzeugen oder infolge unzureichender Lagerung entstehen zuweilen Spannungen, die eine leichte Verformung mit sich bringen. In anderen Fällen ist der Blechstreifen bereits beim Einführen in das Schneidwerkzeug nicht gleichmäßig eben, so daß auch die herausgeschnittenen Teile keine einwandfrei ebene Fläche aufweisen. Meistens sind derartige ungewollte geringe Verbiegungen belanglos, manchmal werden jedoch in dieser Hinsicht weitgehende Ansprüche gestellt und deshalb die fertiggeschnittenen Werkstücke nochmals unter einem besonderen Werkzeug nachgerichtet. Für dickere Bleche kommt ein Richten unter der Presse kaum in Frage, dies geschieht vielmehr durch Hammer Schlag von Hand oder noch besser unter einer Blechrichtmaschine und zuweilen durch Schrumpfpunkte im Flammrichtverfahren.

Die für schwächeres Material unter Pressen zu verwendenden Richtprägewerkzeuge werden für den jeweiligen Zweck verschiedenartig ausgeführt. Sehr weiches Material, wie Al 99,5w, von über 1 mm Dicke wird zwischen zwei plan geschliffene Werkzeugstahlblöcke nach Abb. 274 II gedrückt.

Stpl	Richtprägewerkzeug	Werkzeugblatt 43		
Abb. 274				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Unterstempel	Werkzeugstahl	DIN 9867	gehärtet
2	Oberstempel	siehe Tab. 30	DIN 9862	gehärtet
3	Grundplatte	St 33		
4	Stempelkopf	St 42	DIN 9866	
5	Einspannzapfen	St 42 KG	DIN 810/9859	

Feinere Bleche, z.B. Kondensatorbleche des Radioapparatebaues, werden auf eine geschliffene Ebene gelegt und mittels eines gezahnten Stempels gerichtet, wie in Abb. 274 III dargestellt. Das Zahnen der Druckfläche geschieht unter einem Profilwinkel von etwa 60 bis 90° durch Fräsen oder Hobeln bis zu einer Tiefe, die etwa der doppelten Blechdicke entspricht. In den meisten Fällen wird nicht nur die Druckplatte des Stempels (Teil 2), sondern auch die Druckplatte des Unterteiles (Teil 1) gezahnt. Hierbei ist darauf zu achten, daß beim Arbeitsgang die Zahnspitzen einander gegenüberstehen, weshalb dort Säulenwerkzeuge bevorzugt werden. Andernfalls tritt ein Strecken und somit ein Verspannen ein, wodurch das Gegenteil von dem erreicht wird, was beabsichtigt wurde.

Für das Richten sehr schwacher und empfindlicher Bleche (z.B. Bronze-, Messing- und Aluminiumblech) ist bei der Zahnung zu beachten, daß die Zähne nicht in scharfe Spitzen auslaufen, da diese auf die Blechteile eine Schneidwirkung ausüben und die Festigkeit derselben beeinträchtigen würden. Deshalb führt man die Zahnung nur abgefacht aus, so daß eine kleine Fläche von etwa 1 bis 6 mm<sup>2</sup> je Zahn verbleibt, wobei der untere Wert härteren ( $\sigma_B > 50 \text{ kp/mm}^2$ ), der obere Wert weichen ( $\sigma_B \leq 20 \text{ kp/mm}^2$ ) Blechwerkstoffen entspricht. Wird die Platte bei gleicher Teilung in der einen Richtung und in der anderen um 90° hierzu versetzt gehobelt bzw. gefräst, so bilden die Druckflächen kleine Quadrate. Ist der Riefenabstand in der einen Richtung größer als in der anderen, so werden die Druckflächen von Rechtecken begrenzt oder von Parallelogrammen, wenn die zweite Bearbeitungsrichtung einen von 90° abweichenden Winkel mit der ersten einschließt. Die Art und Weise der Zahnung von Planierwerkzeugen ist von keiner besonderen Bedeutung für die Planierwirkung selbst, doch ist sie evtl. nicht unwichtig, wenn gleichzeitig mit der Planierwirkung eine Musterung des gerichteten Bleches erzielt werden soll. Aus Ersparnisgründen wird bei dicken weichen Blechen zuweilen versucht, möglichst mit plan geschliffenen Druckplatten auszukommen. Allerdings ist ein Planieren zwischen ungezahnten Platten erfolglos, wenn die zu beseitigenden Krümmungen innerhalb des elastischen Bereiches liegen, d.h.  $r_{t \max}$  nach Gl. (32) zu S. 208 überschritten wird.

Nach *Naujoks*<sup>1</sup> beträgt für ein quadratisch angeordnetes Rasterfeld mit 90°-Eindringpyramiden unter Berücksichtigung einer Vickershärte  $H_{V10}$  des Blechwerkstoffes in kp/mm<sup>2</sup> die erforderliche Kraft  $P$  zum Erreichen einer ausreichenden Ebenheit zu

$$P = 4 H_{V10} \cdot h^2, \quad (53)$$

wobei  $h$  die Eindringtiefe bedeutet. Aufgrund von Versuchen wurde eine günstige Rasterteilung  $t$  zu 3 bis 4 mm gefunden. Dabei wurde ein optimaler Spitzenabschliff zu  $a = 0,05t$  oder eine geringer als oben empfohlene Pyramidenstumpfläche  $f = 0,01t^2$  ermittelt.

Für Ober- und Unterstempel sind am zweckmäßigsten Ölhärter zu wählen, die bereits im Anlieferungszustand eine verhältnismäßig hohe Härte von

<sup>1</sup> *Naujoks, B.*: Richten von Blechen durch Richtprägen bzw. Rauhplanieren. DFBO-Mitt. 23 (1972), Nr. 1, S. 9–14.

etwa  $H_B = 220 \text{ kp/mm}^2$  aufweisen. Nach dem Anlassen soll eine Rockwell-C-Härte von etwa 65 an der Arbeitsfläche erreicht werden. Im allgemeinen werden die Beanspruchungen unterschätzt, welche derartige Richtprägewerkzeuge aushalten müssen.

### 21. Stauchwerkzeug zum Planieren

Es sei an dieser Stelle hervorgehoben, daß mit Planierwerkzeugen im allgemeinen nur Verbiegungen von Blechen und höchstens ganz flache, leichte und kleine Beulungen ausgerichtet werden können. Bei größeren Beulen, insbesondere auch solchen in größeren Blechteilen, helfen Planierwerkzeuge nicht. Es muß dort vielmehr der Werkstoff gestaucht, also verdickt werden, damit sich die Beulen zusammenziehen. Hierzu dienen Schlagwerkzeuge, die beim Auftreffen den Werkstoff beiderseits fassen und nach einwärts drücken, wobei derselbe nicht seitlich ausweichen darf. Dies geschieht gemäß Abb. 275 und 276 durch verzahnte Backen  $c$ , die an der Werkstückauflagefläche eine nach der Mittellinie zu gerichtete eingehobelte Verzahnung aufweisen. Nach einer schon vor dem Kriege im Flugzeugbau bewährten Einrichtung nach Abb. 275 können sich die Keilaufschlagstücke  $c$  in einer schrägliegenden

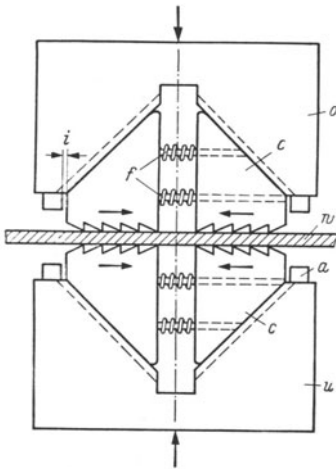


Abb. 275. Stauchwerkzeug *Junkers-Verfahren*

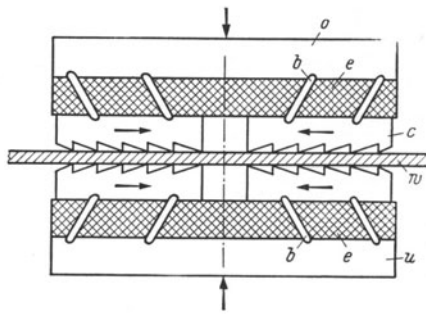


Abb. 276. Stauchwerkzeug *Eckold-Verfahren*

Führung des Oberteiles  $o$  und des Unterteiles  $u$  hin und her bewegen, wobei sie in ihrer äußeren Stellung gegen die Anschlagleiste  $a$  durch Druckfedern  $f$  gehalten werden. Nach dem Aufprall gegen das Werkstück  $w$  haben die Keile das Bedürfnis, um ein wenig nach einwärts sich vorzuschieben. Das Voranschubmaß  $i$  beträgt dabei nur den Bruchteil eines Millimeters. Durch viel Schläge hintereinander wird immerhin eine merkbare Stauchwirkung und Spannung des Werkstoffes bei Einebnen der Beulung erreicht. Aus diesem zuerst vor dem Kriege im Flugzeugbau erprobten Verfahren hat sich später

das *Eckold*-Verfahren entwickelt, das im Schema in Abb. 276 dargestellt ist. Hier werden in die Oberteilplatte *o*, in die Unterplatte *u* und in die Stauchvorschubplatten *c* Rillen eingehobelt, in die schrägliegende Lamellen *b* einrasten, die in einer elastischen Zwischenschicht *e* eingebettet sind. Beim Zusammenschlagen von Oberwerkzeug *o* gegen Unterwerkzeug *u* wird der dazwischen liegende Werkstoff *w* von den Stauchbacken gefaßt und in Pfeilrichtung gedrückt, wobei sich die Lamellen in der Zwischenschicht noch schräger stellen. Die in Abb. 276 gezeigten Teile sind von einem Gehäuse umkapselt, aus dem nur die gezahnten Stauchbackenflächen zur Blechseite hindurchtreten. Auch hier handelt es sich jeweils um kleine Vorschübe, die bei rasch aufeinanderfolgenden Schlägen die gewünschte Wirkung herbeiführen.

## 22. Prägewerkzeuge

Unter dem Begriff Prägen werden verschiedene Formveränderungen verstanden. Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen

a) Prägen mit unveränderlicher Werkstoffdicke. Dieses Verfahren wird als Hohlprägen, Flachprägen oder Formstanzen bezeichnet. Die Herstellung geschieht unter Kurbel-, Reibrad- oder Exzenterpressen bei nicht allzu starken Teilen (Arbeitsbeispiel Werkzeugblatt 44).

b) Prägen mit Veränderung der Werkstoffdicke. Hierbei treten Änderungen in der Fläche und Dicke des Werkstoffes ein. Dieses Verfahren wird zumeist als das eigentliche Prägen bezeichnet. Daneben wird es im Gegensatz zum Verfahren zu a) auch als Voll- oder Massivprägung bezeichnet. Derart geprägte Stücke werden unter hydraulischen und Kniehebelpressen (Arbeitsbeispiel Werkzeugblatt 46) hergestellt.

Die Prägekraft  $P_{pr}$  errechnet sich aus dem Produkt der vom Stempel prägenden Fläche  $F$  in  $\text{mm}^2$  und eines aus Tabelle 12<sup>1</sup> zu entnehmenden Druckwertes  $p$  in  $\text{kp/mm}^2$ :

$$P_{pr} = F \cdot p. \quad (54)$$

Versuche<sup>2</sup> mit gleichen Vollprägewerkzeugen unter verschiedenen Pressenarten ergaben, daß bei jeweils gleichen Kräften die Kniehebelpresse das größte Maß an Verformung und der Fallhammer die geringste Verformung bringt. Im Bereich bis zu etwa 300 Mp Prägekraft liegen die Umformungen unter der Kniehebelpresse, der hydraulischen Presse und der Spindelpresse aber nicht weit voneinander. Immerhin ergibt sich die Reihenfolge: Kniehebelpresse, Hydraulische Presse, Schlagspindelpresse, Fallhammer. Nur bei der Versuchsreihe mit Chrom-Nickel-Stahl lag im Bereich bis zu 300 Mp die Umformung auf der Schlagspindelpresse etwas höher als die auf der hydraulischen Presse.

<sup>1</sup> Aufgrund von Erfahrungswerten der Fa. Schuler A. G. Göppingen zusammengestellt.

<sup>2</sup> Scheven, E.: Prägen von Bestecken und ähnlichen Werkstücken. Z. Metallkunde 50 (1959), H. 3, S. 106–112.

Tabelle 12. Prägedrucke  $p$  in  $\text{kp/mm}^2$ 

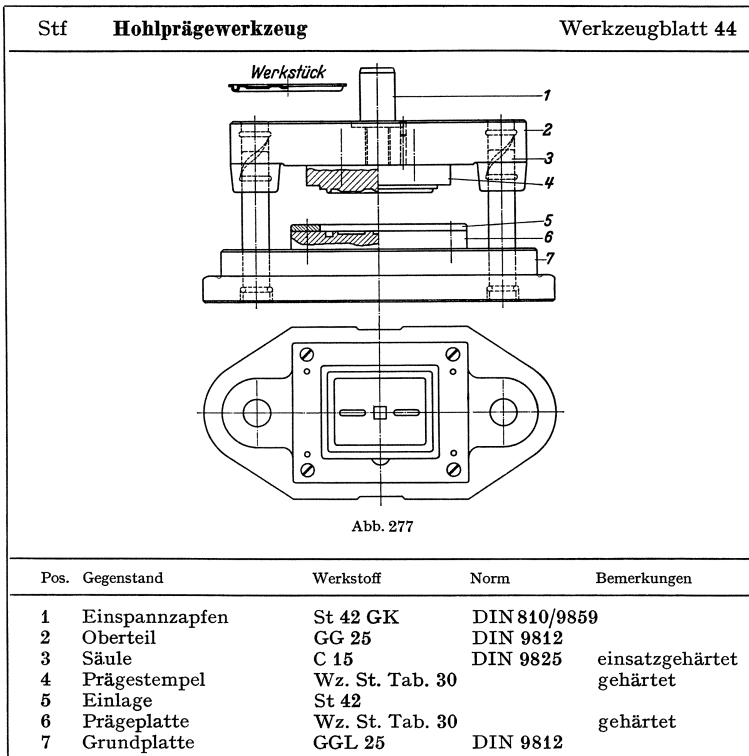
Werkstoff	$\sigma_B$  $\text{kp/mm}^2$	Art des Prägeverfahrens				
		Schrift- und Gravur- prägen	Voll- prägen	Hohlpräg. ohne hart- sitzendem Stempel	Hohlprägen mit	
					Dicke mm	hart- sitzendem Stempel
Aluminium 99 %	8–10	5–8	8–12	5–8	bis 0,4 0,4–0,7	8–12 6–10
Aluminium leg. (Höchstwerte)	18–32	15	35	14	–	20
Messing Ms 63	29–41	20–30	150–180	20–30	bis 0,4 0,4–0,7 über 0,7	100–120 70–100 60–80
Kupfer, weich	21–24	20–30	80–100	10–25	bis 0,4 0,4–0,7 über 0,7	100–120 70–100 60–80
Kupfer, hart	–	30–50	100–150	–	–	–
Nickel, rein	40–45	30–50	160–180	25–35	bis 0,4 0,4–0,7 über 0,7	100–150 70–90 60–80
Neusilber	35–45	30–40	180–220	25–40	bis 0,4 0,4–0,7 über 0,7	120–150 100–120 70–100
Stahl USt 12–13	28–42	30–40	120–150	35–40	bis 0,4 0,4–0,7 über 0,7	180–250 125–160 100–120
Rostfreier Stahl 18/8	–	60–80	250–320	60–90	bis 0,4 0,4–0,7 über 0,7	220–300 160–200 120–150
Silber	–	–	150–180	–	–	–
Gold	–	–	120–150	–	–	–

**23. Hohlprägewerkzeug für unveränderliche Werkstoffdicke**

(Werkzeugblatt 44)

Bei derartigen Werkzeugen ist das Prägemuster im Unterteil vertieft und im Oberteil erhaben eingearbeitet, so daß die aufgelegte Blechtafel in die Vertiefung des Unterteiles gezogen oder gebogen oder gedrückt wird, wobei das Material lediglich auf Biegung oder Dehnung beansprucht wird. Es empfiehlt sich in allen Fällen, vor allem aber dort, wo sauber aussehende Teile verlangt werden, das Werkzeug in ein Säulengestell einzubauen. Andernfalls besteht die Gefahr, daß Ober- und Untergesenk außermittig

zueinander liegen. Bei erhabenen Prägungen fallen diese dann an der einen Seite nicht rechtwinklig und daher unscharf aus, an der anderen Seite wird der Werkstoff gequetscht oder gar aufgerissen. Hinzu kommt, daß bei einer derartigen ungleichmäßigen Beanspruchung des Werkstoffes die Oberfläche des Bleches an den gestreckten Stellen nach dem Veredeln schlecht aussieht. In der Regel werden Prägestempel (Teil 4) mit dem Oberteil (Teil 2) und Prägeplatte (Teil 6) mit der Grundplatte (Teil 7) fest verschraubt und verstiftet. Ein Reißen empfindlicher Werkstücke kann zuweilen dadurch ver-



hindert werden, indem die Stößelgeschwindigkeit der Maschine herabgesetzt wird, oder es werden zwischen Prägestempel und Oberteil sowie zwischen Prägeplatte und Grundplatte 5 mm dicke und 10 mm breite Gummistreifen in Abständen von 4 mm nebeneinander gelegt, so daß hierdurch elastische Zwischenlagen entstehen. Führen diese Maßnahmen nicht zum Ziel, so ist entweder die Konstruktion des Werkstückes zwecks Vermeidung scharfer Vorsprünge zu ändern, oder es ist ein Werkstoff eines größeren Dehnungsvermögens bzw. einer besseren Tiefzieheignung gemäß Tabelle 36 zu wählen.

Für leichte Hohlprägearbeiten kommen auch das hydromechanische Tiefziehen gemäß S. 541 bis 547 und das Magneformverfahren nach Abb. 538, S. 561 in Betracht.

## 24. Hohlprägewerkzeug für Zieheteilzargen

(Werkzeugblatt 45)

Wird nicht, wie im vorausgegangenen Werkzeugblatt 44 gezeigt, der Boden geprägt, sondern die Zarge eines Zieheteiles mit Schriftprägungen, Sicken oder Lochungen versehen, so erfolgt dies meist unter Bockstanzen nach S. 141 und 145 oder in Verbindung mit Beschneidewerkzeugen durch Keilstempel nach Werkzeugblatt 13 und 14. Ein allseitiges Eindrücken einer Sicke am Rand von Brennstoffbehälterhälften geschieht mittels eines Spreizwerkzeuges<sup>1</sup> nach Abb. 278. Vom rückseitig hochgeklappten Oberteil ist nur

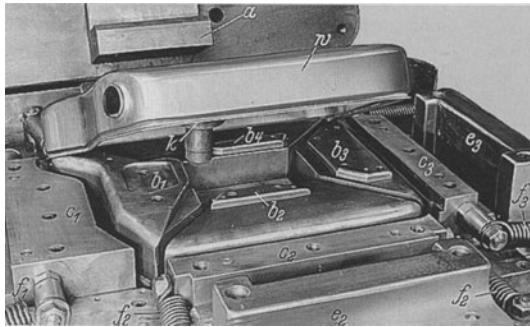


Abb. 278. Spreizwerkzeug zum Hohlprägen einer umlaufenden Sicke in Kraftstoffbehälterhälften

ein flacher Keilstempel *a* sichtbar. Das bereits fertiggestellte Teil *w* ist von seiner Auflage hochgeklappt dargestellt, damit die 4 Kernspreizstempel *b*<sub>1</sub>, *b*<sub>2</sub>, *b*<sub>3</sub>, *b*<sub>4</sub> darunter erkennbar sind. Über diese 4 auseinander gefahrenen Kernstempel wird das vorgezogene Werkstück *w* aufgesetzt. Nun fährt das Werkzeugoberteil nach unten, wobei die Keilstempel *a* die Vorschubstempel *c*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub>, *c*<sub>3</sub> nach innen drücken, die die umlaufende Sicke erzeugen. Diese Vorschubstempel werden mittels Zugfedern *f*<sub>1</sub>, *f*<sub>2</sub>, *f*<sub>3</sub> nach außen gegen die feststehenden Führungsstücke *e*<sub>2</sub>, *e*<sub>3</sub> gedrückt, gegen die sich die Schulter der Keilstempel *a* anlehnt. Die Kernspreizstempel *b*<sub>1</sub>, *b*<sub>2</sub>, *b*<sub>3</sub>, *b*<sub>4</sub> werden gleichzeitig durch einen mittleren, von unten wirkenden und hier nicht sichtbaren vierseitigen Keilstempel auseinandergetrieben, wodurch die Zarge des Werkstückes festgespannt wird. Sobald das Werkzeugoberteil nach oben, der mittlere Keilstempel nach unten geht, läßt sich das fertig gesickte Werkstück herausnehmen.

Es kommt zuweilen vor, daß in die senkrechten Zargen von Blechzieheteilen vom Boden aus senkrecht zum Rande zu verlaufende Rillen einge-

<sup>1</sup> Bauart Schmidtchen & Co., Berlin.



drückt werden. Dies gilt für besonders runde, kapselförmige Ziehteile, die auf diese Weise gegen Verdrehung gesichert werden, oder bei denen ein Zapfen für einen Bajonettverschluß aufgenommen werden soll. In anderen Fällen dienen derartige Rillen zur Verzierung oder Versteifung. Das in Abb. 279 links oben dargestellte Werkstück ist ein solches rundes napfförmiges Ziehteil, von dessen Boden nach oben einspringende senkrechte Rillen verschiedener

Stfza	Hohlprägewerkzeug für Zargenrillen in der Ziehrichtung	Werkzeugblatt 45		
<p style="text-align: center;">Abb. 279</p>				
Pos.	Gegenstand	Werkstoff	Norm	Bemerkungen
1	Grundplatte	St 33		
2	Aufnahmedorn	Wz. St. Tab. 30		gehärtet
3	Zylinderstift	4 D	DIN 7	
4	Werkzeugoberteil	St 42	DIN 810/ (9859)	evtl. in Säulen- gestell einbauen
5	Ausstoßer	St 42		
6	Klemmkugel	Cr-Stahl		gehärtet
7	Kugeldruckstift	St 50-2		
8	Druckfeder	Federstahl	DIN 2099	
9	Deckplattenring	St 42		
10	Zylinderschraube	4 S	DIN 84	

Höhen  $h_1$  und  $h_2$  ausgehen. Während des Ziehens lassen sich äußerstenfalls ganz durchlaufende Rillen herstellen, wenn das Ziehverhältnis gering ist und die Rillenkanten nicht scharf ausgeprägt zu werden brauchen. Dort aber, wo die Rillen nur bis zu einer bestimmten Höhe verlaufen und wo mit der vorgeschriebenen Zieheteilhöhe beinahe die höchstmögliche erreicht wird, ist nach dem Ziehen ein weiterer Arbeitsgang wie hier beschrieben, erforderlich.

Ein dafür in Frage kommendes Werkzeug ist im Werkzeugblatt 45 dargestellt. Das Unterwerkzeug besteht aus einer Grundplatte (Teil 1), einem aufgeschraubten Zapfen als Werkstückaufnahme (Teil 2) und einem in die Grundplatte (Teil 1) eingeschlagenen Stift (Teil 3), der den Zapfen gegen Verdrehung sichert. Der Zapfen kann mit durchlaufenden Rillen versehen werden. Sein Außendurchmesser ist so zu wählen, daß sich das Werkstück in einer Spielpassung aufchieben läßt. Das Oberteil des Werkzeuges, das man am besten in einer Exzenter- oder Kurbelpresse mit einem im Pressenstößel befindlichen Auswerferbalken nach Abb. 177 unterbringt, kann mit dem Einspannzapfen aus einem Stück gedreht werden. Selbstverständlich ist auch ein getrennter Einspannzapfen nach Abb. 2 bis 6 möglich, der dann mit dem Oberteil (Teil 4) verschraubt werden müßte. Dasselbe besitzt eine mittlere Bohrung, die dem äußeren Zieheteildurchmesser entspricht und die weiterhin nach oben zur Aufnahme des Auswerferstößels (Teil 5) durchgeführt ist. Außerdem sind je nach Anzahl der Rillen schräge Bohrungen vorhanden, in denen Kugeln (Teil 6), Kugeldruckstifte (Teil 7) und Druckfedern (Teil 8) untergebracht sind. Die Arbeitsstellung der Kugeln entspricht dem Rillenquerschnitt an der Außenseite des Werkstückes. Sie treten nur bis zu einer bestimmten Tiefe in den mittleren Hohlraum des Oberteiles (Teil 4) ein. Unten werden die Schrägbohrungen von einem Deckplattenring (Teil 9) abgeschlossen, der mittels Zylinderschrauben (Teil 10) mit dem Werkzeugoberteil (Teil 4) verbunden ist. Beim Niedergang des Werkzeugoberteiles wird das Werkstück zunächst durch den kegeligen Einlauf in die Mittelbohrung eingemittet. Nach einer bestimmten Eintauchtiefe berührt der Boden des Zieheteiles die Kugeln (Teil 6), die dann die Rillen erzeugen, während sich das Werkstück dem Rillenprofil des Aufnahmezapfens (Teil 2) anschmiegt. Der auf dem Zieheteilboden aufliegende Ausstoßer (Teil 5) wird dabei nach oben gehoben. Das Werkstück wird infolge der seitlichen Quetschwirkung durch die Kugeln sowohl an dieser als auch an der benachbarten Bohrungswand hängenbleiben und beim Aufwärtsgang des Pressenstößels mit nach oben genommen. Dabei stößt schließlich das obere Ende des Ausstoßers (Teil 5) gegen den Auswerferbalken, und das Zieheteil wird nach unten herausgestoßen. Hierbei werden die Kugeln nach auswärts zurückgedrückt. Ihre Sperrwirkung in der Arbeitsstellung entspricht etwa derjenigen, die wir vom Freilaufgetriebe her kennen. Dies setzt voraus, daß die Bohrungen steil, d. h. unter einem Winkel bis zu höchstens  $25^\circ$  zur Mittellinie verlaufen. Weiterhin kommt es bei diesem Werkzeug auf eine genaue Stößelhöheneinstellung an.

Sollen an die senkrechten Rillen sich noch Querrillen wie beim Bajonettverschluß anschließen, so ist das Oberteil (Teil 4) mehrteilig auszuführen, indem seine untere Partie nach Einstecken eines kräftigen Schwenkhebels von Hand gegen den oberen fest eingespannten Kopf gedreht wird, so daß die

Klemmkugeln beim Drehen die waagerechten Rillen mit Steigung erzeugen. Dieses nur für schwache Bleche bis etwa  $s \leq 0,6$  mm mögliche Verfahren muß bei dickeren durch Keilvorschubwerkzeuge entsprechend Werkzeugblatt 13, 14, 32 oder 40 abgelöst werden.

### 25. Höhenverstellbares Prägewerkzeug für rotationssymmetrische Teile

Mitunter werden Hohlprägearbeiten, wie beispielsweise zur Anfertigung von Membranen, vollzogen, wobei erhebliche überlagerte Zugbeanspruchungen auftreten. Für größere Teile eignen sich dazu Schlagziehpressen, unter denen gemäß S. 514 bis 518 die Werkstücke auf eine geringere Höhe vorgezogen und anschließend im gleichen Arbeitsgang fertig auf Maß geschlagen werden. Kleinere Teile lassen sich ebenso unter einfachen Pressen herstellen, ohne daß deshalb der Tisch dafür in seiner Höhe verstellt werden braucht. So zeigt Abb. 280 ein höhenverstellbares Prägegesenk zur Herstellung mem-

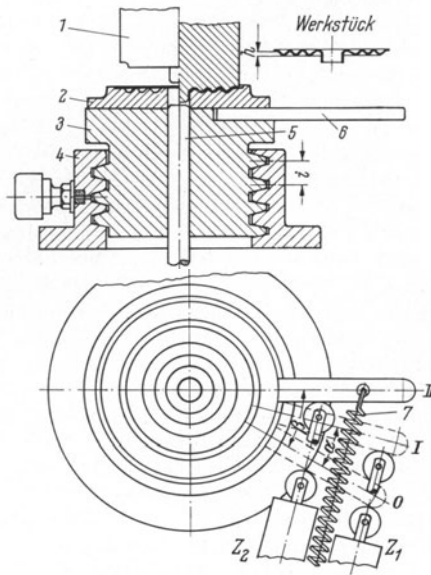


Abb. 280. Höhenverstellbares Prägegesenk

branähnlicher Teile mit starker Zugüberlagerung, die beim einfachen Pressen-  
 prägehub reißen würden. Die Teile werden dabei zunächst auf halbe Höhe  
 vorgezogen und dann nach Anheben des Prägegesenkes in einer oder mehreren  
 Stufen, d.h. in anschließenden Schlägen, genau auf Maß fertiggeschlagen.  
 In Abb. 280 ist oben der Prägestempel 1 und darunter das Prägegesenk 2  
 dargestellt, das mit einem Gewindesockel 3 verschraubt ist. Der schwenkbare  
 Gewindesockel wird von der Gewindemutterführung im Werkzeugunterteil 4

aufgenommen. In einer im Gewindesockel eingefrästen Nute ist ein Hebel  $\delta$  befestigt, der durch eine Zugfeder  $\gamma$  in seine Ausgangsstellung  $\theta$  zurückgezogen wird. Bei dem hier gezeigten Beispiel sind nur zwei Stufen vorgesehen, wobei zwei Arbeitszylinder  $Z_1$  und  $Z_2$  mit begrenztem Kolbenweg den Hebel  $\delta$  um verschiedene Drehwinkel  $\alpha$  und  $\beta$  vorschieben. Es kann beispielsweise der Hebel von  $Z_1$  aus um den Winkel  $\alpha$  bis in die Stellung von I und von  $Z_2$  aus um den Winkel  $\beta$  in die obere Einstellung II geschwenkt werden. Dabei wird das konzentrische Prägegesehk der Gewindesteigung  $i$  entsprechend angehoben. So könnte man beispielsweise die Ausgangsstellung so wählen, daß beim ersten Schlag bis zu  $0,5h$  Tiefe geprägt wird. Anschließend schiebt die mit einer Rolle am Kopfende versehene Kolbenstange zu  $Z_1$  den Hebel  $\delta$  in die Stellung I. Hier wird im zweiten Schlag infolge Anhebens die Prägung etwas tiefer, und zwar etwa bis zu  $0,8h$  ausfallen. Jetzt schiebt die andere mit einer Rolle versehene Kolbenstange zu  $Z_2$  den Hebel weiter bis in die Endstellung II vor, wo mit Rücksicht auf die Rückfederung eine größere Höhe als  $h$  von beispielsweise  $1,1h$  beim dritten Pressenschlag erreicht wird. Die verschiedenen Prägetiefen, die Vorschubwinkel  $\alpha$  und  $\beta$  sowie die Gewindeganghöhe  $i$  sind aufeinander abzustimmen, wobei unter Berücksichtigung der Prägekraft das Gewinde auf Scherfestigkeit nachzurechnen ist. Es wird öfters zu schmieren sein, wobei unter Ausheben der Feder und Abheben der Arbeitszylinder der Gewindesockel über mehrere Gänge durchzudrehen ist. Nach Abb. 280 ist dafür eine Schmierbuchse vorgesehen. Haftet das Teil, wie bei der Skizze beispielsweise dargestellt, in der Bohrung der Matrize  $2$ , so kann durch einen über ein Luftkissen im Tisch zu bedienenden Auswerfer  $5$  das Werkstück nach dem Prägen ausgestoßen werden. Haftet es hingegen im oberen Teil, so ist der am Stempel  $I$  angeordnete mittlere Zapfen zum Zweck des Auswerfens als ein im Stempel geführter Bolzen auszubilden, der in seiner oberen Endstellung gegen einen den Pressenstößel durchlaufenden Querbalken stößt, dessen Anschläge außerhalb der Stößelführung am festen Pressengestell gemäß Abb. 177 je nach Bedarf verstellt werden.

Die Arbeitszylinder  $Z_1$  und  $Z_2$  können bei geringen Kräften pneumatisch, bei größeren Kräften hydraulisch betätigt werden. Im allgemeinen dürfte für kleine Werkstücke eine pneumatische Steuerung ausreichen und nur bei großen und schweren Gewindesockeln  $3$  ein ölhydraulischer Antrieb erforderlich sein. Wegen des Schmierens des Sockelgewindes und Ausprobierens der geeigneten Prägetiefenzwischenstufen sollten die Feder  $\gamma$  und die Zylinder  $Z_1$  und  $Z_2$  leicht abnehmbar und auf der hier nicht gezeichneten Grundplatte an verschiedenen Stellen anschraubbar vorgesehen werden, damit die Vorrichtung nach Austausch von Prägestempel  $I$  und Gesenk  $2$  vielseitig verwendet werden kann. Schließlich ist es bei kleinen Gesenken möglich, auf Arbeitszylinder zu verzichten und den Hebel  $\delta$ , der in seiner Endstellung II gegen einen Anschlag anliegt, von Hand zu bedienen.

Die hier beschriebene Vorrichtung ist nur für rotationssymmetrische Werkstücke zu verwenden. Andere Teile können in gleicher Weise mittels der im folgenden beschriebenen Tischhubvorrichtung geprägt werden.

### 26. Selbsttätige Tischhubvorrichtung für Präge- und Kalibrierwerkzeuge

In Ergänzung zum zuvor zu Abb. 280 erläuterten nur für geringe Schlagenergie geeigneten höhenverstellbaren Prägwerkzeug bis zu 10 Mp Stößelkraft sei hier eine selbsttätige Tischhubvorrichtung beschrieben, die einen ähnlichen Effekt bewirkt, indem im Verlauf mehrerer aufeinanderfolgender Stempelhübe das Unterwerkzeug oder Prägegesenk gleichfalls um ein geringes Maß gegen den Prägestempel angehoben wird, wodurch die Kanten des Werkstückes immer schärfer geprägt werden. Auf diese Weise lassen sich Teile auch unter schwächeren Pressen bis zu 40 Mp Stößelkraft mit verhältnismäßig geringen Stößelkräften fertigen, da diese im ersten Hub noch nicht so scharfkantig auszufallen brauchen, wie dies für das endgültige Erzeugnis erfordert wird. Für höhere Beanspruchungen über 40 Mp Stößelkraft sei auf die Schlagziehpresse zu S. 514 bis 518 dieses Buches verwiesen. Für eine solche Tischhubvorrichtung unter Pressen nach Abb. 281 ist ein kräftig

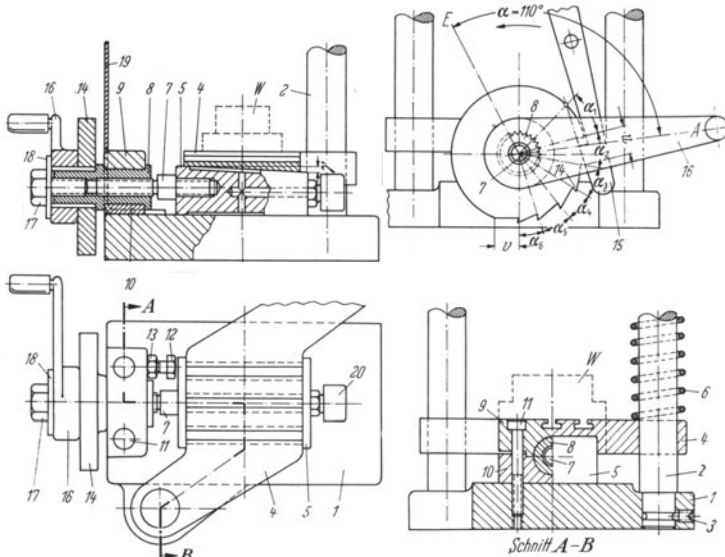


Abb. 281. In ein Säulengestell eingebaute Tischhubvorrichtung für Prägwerkzeuge

gehaltenes Säulengestell mit schräg übereck angeordneten Säulen etwa nach DIN 9819 zu wählen, dessen Oberteil mit dem daran befestigten Prägestempel nicht dargestellt ist. Auf der Grundplatte 1 sind die beiden Führungssäulen 2 unter Preßsitz eingeschlagen und durch Wurmsschrauben 3 gesichert. Außer dem hier nicht gezeichneten Gestelloberteil ist in diesen Säulen auch die Werkzeugaufspannplatte 4 höhenverschieblich geführt. Sie ist zur Aufspannung des gestrichelt angedeuteten Prägegesenkes  $w$  mit T-Nuten versehen. Mittels eines Keiles 5 läßt sich ihr Abstand zum Werk-

zeugoberteil verändern. Wenn auch ein Abheben der Tischplatte 4 vom Teil 5 infolge ihrer Gewichtskraft und der des Werkzeugunterteiles bzw. Prägegesenkes nicht eintritt, so können doch durch die aufeinander folgenden Schläge Schwingungen eintreten, die die Keilführung beeinträchtigen. Daher sind über die Säulen gesteckte Druckfedern 6 zu empfehlen, wobei anstelle der in Abb. 281 rechts unten angegebenen Schraubenfeder aus Draht auch Tellerfedern oder Gummifedern mit darüber liegenden Rohrabschnitten verwendet werden können. An der kleineren Keilstirnfläche ist eine Fettbüchse angeschraubt, die über Bohrungen und eingefräste Schmierriefen die Keilführungsflächen auf Grundplatte 1 und Aufspanntisch 4 mit Fett versorgt. Gegenüber der Fettbüchse 20 ist an der größeren Keilstirnfläche die Vorschubspindel 7 eingeschraubt. Ihr Vorschub wird durch Drehen der Gewindehülse 8 betätigt. Sie wird zwischen dem Unterlager 10 und dem Oberlager 9 nach Anzug der Schrauben 11 gehalten und liegt beiderseits durch Bund am Lager an. Auf dem Lagerdeckel kann eine weitere Fettbüchse zur Lager-schmierung aufgeschraubt werden. Die Gewindehülse 8 ist an ihrem äußeren Ende außen spitzverzahnt, damit sowohl das Vorschubrad 14 als auch die Handkurbel 16, die entsprechend innenverzahnt sind, im gewünschten Winkel dort aufgesteckt werden können. Diese aufgesteckten Teile werden mittels Sechskantschraube 17 und Vorlagescheibe 18 an der Gewindehülse 8 befestigt. Wird in die Gewindehülse Fett eingefüllt, so wird es beim Anzug der Halteschraube 17 zwischen Spindel 7 und Hülse 8 in die Gewindegänge gepreßt. Keil 5 und Spindel 7 bilden eine verschiebliche und Hülse 8, Vorschubrad 14, Handkurbel 16 und Halteschraube 17 mit Vorlagescheibe 18 eine drehbare Einheit. Die Handkurbel läßt sich über einen Bogenwinkel  $\alpha$  bis zu  $110^\circ$  bequem handhaben. Am Werkzeugoberteil ist ein Mitnehmerhebel 15 schwenkbar angelenkt. In der im Bild rechts gezeichneten Arbeitsstellung faßt er mit seinem hakenförmigen Vorsprung unter den ersten Zahn des Vorschubrades und dreht dasselbe beim Aufwärtsgang des Pressenstößels um eine Zahnteilung weiter. Beim folgenden Hub überfährt der Hebel beim Abwärtsgang den zweiten Zahn und hebt ihn beim Aufwärtsgang an. In mehreren aufeinanderfolgenden Hübten wird auf diese Weise das Vorschubrad ruckartig in kurzen zeitlichen Abschnitten gedreht. Im Bild sind dafür sechs Zähne vorgesehen, so daß mit bis zu sechs aufeinanderfolgenden Hübten gearbeitet werden kann. Die Teilung der Zähne, d. h. ihr Abstand kann der gleiche sein. Doch ist ebenso, wie hier dargestellt, eine unterschiedliche Teilung möglich, indem der erste Hub  $u$  der größte ist, die nächsten Hübte geringer werden und schließlich der letzte  $v$  am kleinsten ausfällt. Doch sollte  $v > 0,7u$  gewählt werden und nicht kleiner sein, da sonst der Hebel 15 einen Zahn überspringt. Nach dem Bild sei angenommen, daß sich die Handkurbel an der linken Seite der Vorrichtung befindet und von der vor der Presse sitzenden Bedienungsperson von vorn nach hinten, d. h. von der Ausgangsstellung  $A$  in Pfeilrichtung zur Endstellung  $E$  gedreht wird. In diesem Fall ist die Vorschubspindel mit normalem Rechtsgewinde versehen. Erscheint aus arbeitsphysiologischen Erwägungen die umgekehrte Richtung zweckmäßiger, so ist Linksgewinde zu wählen. Außerdem müssen Vorschubzahnrad 14 und Mitnehmerhebel 15 nicht rechts, sondern spiegelbildlich links der Mittellinie angeordnet werden. Zur Begrenzung der Ausgangs-

stellung  $A$  ist ein Keilanschlag notwendig, der im Bild von einer in das Unterlager  $10$  eingeschraubten Sechskantschraube  $12$  mit Gegenmutter  $13$  gebildet wird. Nicht unbedingt erforderlich wäre ein entsprechender Anschlag für die Endstellung  $E$  an der kleineren Keilstirnseite neben der Fettbuchse  $20$  gegen eine dort auf der Grundplatte  $1$  aufzuschraubende Leiste. Auf der Grundplatte ist an der Kurbelseite ein Schutzblech oder Schutzgitter  $19$  zu befestigen, so daß selbst bei einer noch so ungeschickten Handbewegung jede Unfallgefahr ausgeschlossen wird. Der Mitnehmerhebel  $15$  dürfte schon infolge seines Eigengewichtes in die Zähne des Vorschubzahnrades einrasten. Andernfalls ist eine Zug- oder Druckfeder je nach Anordnung am hier nicht gezeichneten Werkzeugoberteil hierfür vorzusehen. Weiterhin ist eine Möglichkeit zum Hochschwenken des Mitnehmerhebels zu berücksichtigen, der am besten mittels einer Schraube in Waagerechtlage am Werkzeugoberteil zwecks Außerbetriebsetzung des Vorschubrades befestigt wird. Im folgenden seien drei Einsatzmöglichkeiten der Tischhubvorrichtung erläutert.

### 1. Feineinstellung des Abstandes zwischen Ober- und Unterwerkzeug

Dient die Vorrichtung allein diesem Zweck, so sind Vorschubrad und Mitnehmerhebel, wie zuvor beschrieben, außer Betrieb zu setzen. Selbstverständlich gilt dies auch für die Presse selbst, wenn es sich um Werkzeugeinrichtearbeiten handelt. Für einen solchen Fall ist ein genügend weiter seitlicher Abstand der Kurbel von der Werkzeugmitte von vornherein beim Entwurf der Vorrichtung vorzusehen, damit die Kurbel bei mehreren Umdrehungen nicht durch die Tischplatte behindert wird, es sei denn, daß das Säulengestell sich auf dem Tisch unter Zwischenlage entsprechend hoher Unterlagleisten aufspannen läßt.

### 2. Vorschub durch Handkurbel

Auch hier bleiben Mitnehmerhebel und Vorschubrad außer Betrieb. Der Vorschub wird allein von Hand betätigt, indem zwischen den einzelnen aufeinanderfolgenden Hübten die Handkurbel abschnittsweise geschwenkt wird. Dies sollte nach dem ersten Hub in einem größeren Winkel als in den nächstfolgenden geschehen. Bei dieser Arbeitsweise empfiehlt es sich, nicht nur für die Ausgangsstellung  $A$  sondern auch für die Endstellung  $E$  einen Keilanschlag vorzusehen. Bei Einlegearbeiten sollte für die rechte Hand eine Einhandeinrückvorrichtung vorgesehen werden, da die linke Hand die Handkurbel  $16$  bedient.

### 3. Selbsttätiger Vorschub durch Mitnehmerhebel

Hierfür ist bei Einlegearbeiten eine Zweihandeinrückvorrichtung notwendig, da die Handkurbel nur zum Umlegen aus der Endstellung  $E$  zurück in die Ausgangsstellung  $A$ , von Hand bedient wird. Durch Niedertreten des Fußhebels läßt man die Presse so viele Hübte verrichten, bis der Mitnehmerhebel  $15$  nicht mehr in die Zahnlücken des Vorschubrades  $14$  eingreift. Im folgenden Beispiel sei der erreichbare Vorschub erläutert:

**Beispiel 18:** Es betragen nach Abb. 281 die Vorschubwinkel  $\alpha_1$  bis  $\alpha_6$   $28^\circ$ ,  $24^\circ$ ,  $22^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $19^\circ$  und  $18^\circ$ , der Keilwinkel  $\gamma = 3^\circ$  und die Gewindesteigung  $t$  der Vor-

schubspindel  $h = 3,2$  mm. Die erreichbare Vorschubhöhe des Werkzeugaufspanntisches errechnet sich zu:

$$h_v = \frac{\alpha}{360} h \cdot \tan \gamma.$$

Hiernach ergeben sich für

$$\begin{aligned} \alpha_1 h_{v1} &= 0,0131 \text{ mm} \\ \alpha_2 h_{v2} &= 0,0109 \text{ mm} \\ \alpha_3 h_{v3} &= 0,0102 \text{ mm} \\ \alpha_4 h_{v4} &= 0,0095 \text{ mm} \\ \alpha_5 h_{v5} &= 0,0089 \text{ mm} \\ \alpha_6 h_{v6} &= 0,0084 \text{ mm} \\ h_{v\text{ges}} &= 0,0610 \text{ mm}. \end{aligned}$$

Ein solcher Wert von etwa 0,06 mm Höhenverkürzung bei sechs Schlägen ist für Massivprägearbeiten an mittelharten Werkstoffen durchaus angemessen. Für weiche Werkstoffe sowie für Hohlprägearbeiten kann die Höhe noch weiter bis zu etwa 0,5 mm verkürzt werden. Eine solche Steigerung des Tischhöhenvorschubes läßt sich durch einen größeren Keilwinkel bis zu etwa  $7^\circ$ , eine größere Gewindesteigung der Spindel und durch mehr Zähne des Vorschubrades erreichen. So erstreckt sich die Verzahnung des Vorschubrades nach dem Bild nur auf  $1/4$  des Umfanges, während bis zu  $3/4$  des Umfanges allerdings bei einer größeren Anzahl von Pressenhüben sich ausnützen lassen. Ebenso sind auf einem vergrößerten Außendurchmesser des Vorschubrades mehr oder größere Einzelhübe möglich.

## 27. Vollprägewerkzeug für veränderliche Werkstoffdicke

(Werkzeugblatt 46)

Zum Prägen von Plaketten oder Schildern mit vertiefter oder erhabener Schrift oder sonstigen Mustern mit Veränderung der Werkstoffdicke werden nur vollständig aus Stahl hergestellte, für schwere Kaltprägung und Warmprägung sogar gegossene Werkzeuge verwendet, wie dies das Warmpräge-

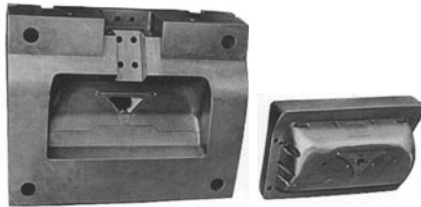


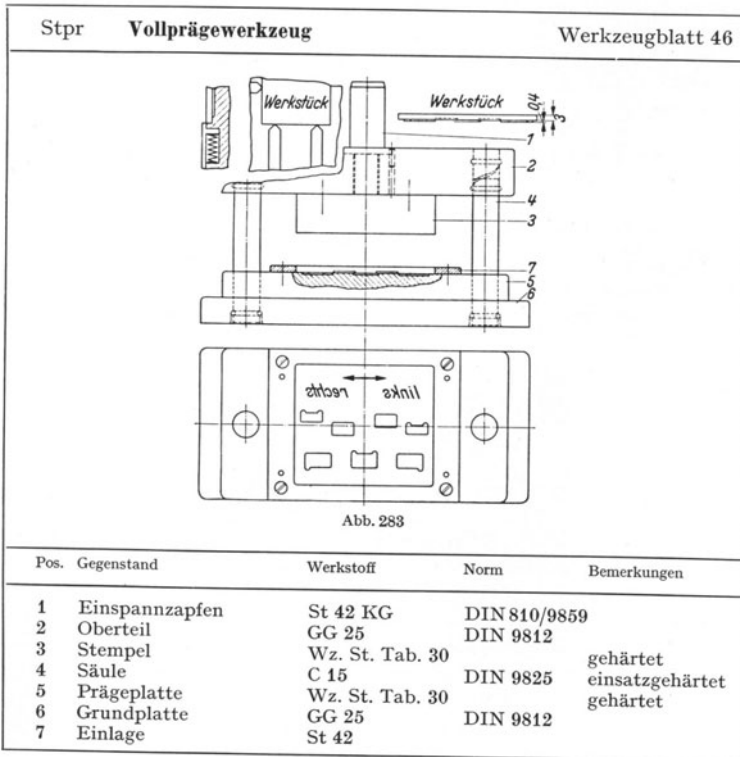
Abb. 282. Gegossenes Wärmprägegesenk für Schreibmaschinengehäuse

werkzeug für Schreibmaschinengehäuse zu Abb. 282 zeigt. Über die Auswahl dafür geeigneter Gußstähle wird auf S. 625 bis 626 noch berichtet. Der zum Prägen notwendige statische Druck, worüber die vorausgehende Tabelle 12 Auskunft gibt, läßt sich nur unter Kniehebelprägepressen oder hydraulischen Pressen erreichen. Infolge der Werkstoffwanderung ist es notwendig, die



Werkzeuge in Säulenführung herzustellen. Werkzeugblatt 46 zeigt ein solches Werkzeug für ein 3 mm dickes Schalterschild. Der Ursprungswerkstoff des Werkstückes muß selbstverständlich weich sein. Nach dem Prägen erhält dasselbe an den verdichteten Stellen eine hohe Festigkeit. Beim Einarbeiten der Vertiefungen in das Gesenk ist zu beachten, daß diese ein wenig konisch einwärts verlaufen, da andernfalls sich das geprägte Teil nicht aus dem Unterteil herausheben läßt. Liegen die Prägungen zu dicht am Rande des Teiles, so ist eine feste und geschlossene Einlage (Teil 7) nicht möglich, weil die geprägten Stellen des Werkstückes gegen die Einlagewand drücken und dasselbe nicht ausgehoben werden könnte. In solchen Fällen ist eine federnde Anlage gemäß der in Werkzeugblatt 46 links oben angegebenen Darstellung anzubringen. Das Teil wird nur dort gegen die Spitzen der unter Federdruck stehenden Leisten angelegt und kann sich nach dem Prägen in alle Richtungen ausdehnen.

Die Verdichtung des Werkstoffes, wie sie für solche Ausprägearbeiten häufig erforderlich ist, setzt gemäß Tabelle 12 große Kräfte voraus. Gerade hier besteht in vielen Werkstätten die Gefahr von Maschinenbrüchen, da die Form bei Kurbel- und Exzenterpressen nahe der untersten Totpunktlage



geprägt wird, wo die Kräfte unkontrollierbar hoch sind. Große Betriebe, in denen viel Prägearbeiten anfallen, besitzen zumeist für das Prägen Sonderpressen, die nur mit solchen Arbeiten belegt werden. In den Mittel- und Kleinbetrieben, wo nur gelegentlich Prägearbeiten anfallen, liegen die Verhältnisse jedoch wesentlich anders. Es ist dort nicht die Ausnahme, sondern sogar die Regel, daß unter Pressen, die zumeist für Schneidarbeiten vorgesehen sind, Prägwerkzeuge eingespannt werden. Für diesen Fall empfehlen sich Einsatztische mit Überlastsicherung, die gemäß Abb. 284 so gestaltet sind, daß mit der Außenverschalung sich im mittleren Durchbruch des Pressentisches eine unter Vorspannung stehende Federsäule unterbringen läßt. Die Platten dieser Tischeinsätze müssen selbstverständlich mit Nuten für Aufspannschrauben versehen sein, die ein bequemes und schnelles Aufspannen der Prägwerkzeugunterteile gewährleisten. Für Prägearbeiten ist die Anwendung von Ringfederüberlastsicherungen infolge ihres großen Dämpfungsvermögens und ihrer Charakteristik vorteilhaft und wichtig. Auf S. 615 dieses Buches wird auf die Berechnung von Ringfedersätzen, die bei kleiner Federverkürzung große Kräfte aufnehmen, noch ausführlich eingegangen. Da nicht alle Pressen so gebaut sind, daß sie den Einbau von Tischeinsätzen gemäß Abb. 284 ermöglichen, so sei auf die Anbringung solcher Überlastsicherungen an Prägwerkzeugen selbst näher eingegangen.

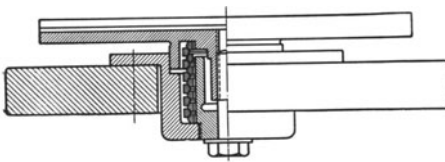


Abb. 284. Untersatztisch für Prägearbeiten

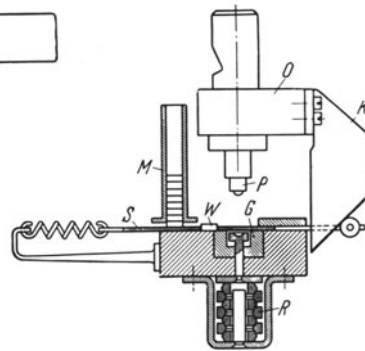


Abb. 285. Münzprägewerkzeug

Abb. 285 zeigt die Anordnung einer Ringfedersäule unter einem Münzprägewerkzeug. Im Magazin *M* werden die zugebrachten Scheiben übereinander gestapelt und mittels Schieber *S*, dessen Bewegung durch das am Oberteil *O* angebrachte Keilstück *K* gesteuert wird, in das Prägegesenk *G* gebracht. Die bereits unter geringer Vorspannung stehende Ringfedersäule *R* wird beim Prägen durch den herabgehenden Prägestempel *P* noch weiter verkürzt und stößt nach Entlastung das geprägte Werkstück *W* nach oben heraus, das durch eine hier nicht gezeichnete Druckluftblasvorrichtung weggeschleudert werden kann. Hier dient also die Ringfedersäule nicht nur als Überlastsicherung, sondern außerdem als Auswerfer, wozu sie allein sonst nicht geeignet ist.

Ein anderes Anwendungsgebiet für Ringfedern sind Schneidprägewerkzeuge, die im allgemeinen allerdings nur für flaches Umformen von Blechen ohne bemerkenswerte Veränderung der Werkstoffdicke verwandt werden. Tellerfedern lassen sich für solche Werkzeuge deshalb kaum anwenden, da der Lochdurchmesser der Tellerfederscheiben im Verhältnis zu den Abmessungen der Prägestempel viel zu klein ist, so daß eine mittige Anordnung der Tellerfedern außerhalb des Stempels wäre zwar in mehreren auf den Umfang verteilten Federsäulen möglich, würde jedoch sehr große und teure Werkzeuge bedingen: Eine den Stempel umgebende Schraubenfeder dürfte trotz

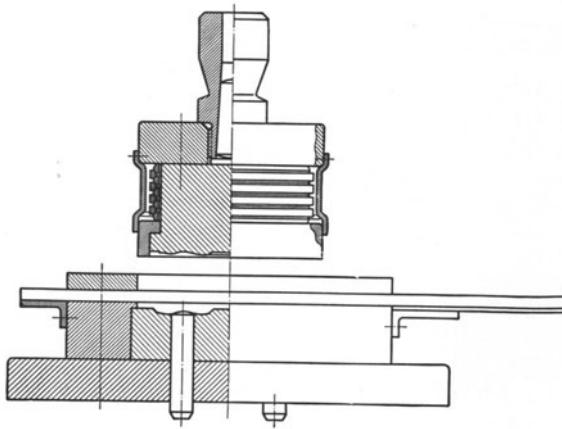


Abb. 286. Schneidprägewerkzeug

größtmöglichen Federdrahtquerschnittes nicht die notwendige Vorspannung und Steifigkeit zum Abtrennen starker Bleche aufbringen. In solchen Fällen, wo also starke und harte Bleche geschnitten und anschließend geprägt oder nur flachgezogen<sup>1</sup> werden, ist die Anwendung vorgespannter Ringfedern gegenüber anderen bekannten Federelementen vorteilhaft. Abb. 286 zeigt ein solches Schneidprägewerkzeug, wobei das Teil zunächst aus dem durchgeführten Streifenmaterial herausgeschnitten und anschließend geprägt wird. Zwecks bequemen Aushebens empfiehlt es sich, im Untergesenk Auswerferstößel vorzusehen, die durch ein Luftkissen unter dem Pressentisch betätigt werden.

<sup>1</sup> Siehe Werkzeugblatt 52. Ziehwerkzeug für Heizkörperrippen.