Werkzeuge und Einrichtung der selbsttätigen Drehbänke

Von

Ph. Kelle
Oberingenieur in Berlin

Mit 348 Textabbildungen, 19 Arbeitsplänen
und 8 Leistungstabellen

Berlin
Verlag von Julius Springer
1929

ISBN-13: 978-3-642-98507-2 e-ISBN-13: 978-3-642-99321-3
DOI: 10.1007/978-3-642-99321-3

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

Vorwort.

Sowohl beim erstmaligen Erscheinen als auch bei der zweiten Auflage meines Buches „Automaten“ wurde von der Kritik der Wunsch nach einer Erweiterung des Kapitels „Werkzeuge“ geäußert. Ich konnte diesem Wunsche nicht nachkommen, weil das in erster Linie für den Maschinenkonstrukteur geschriebene Buch mit einer erschöpfenden Behandlung der Werkzeuge zu sehr belastet worden wäre.

Ich entspreche jedoch diesem, auch aus dem Leserkreise vielfach geäußerten Wunsche mit der vorliegenden Arbeit, bei welcher die Werkzeuge für Revolverbänke und Automaten — weil organisch zusammengehörig — eingehend behandelt sind.

Die beschriebenen Werkzeuge sowie die deren praktische Anwendung zeigenden Arbeitspläne entstammen sämtlich der Praxis.

Da nicht nur die Werkzeuge selbst, sondern vor allen Dingen deren richtige Anordnung die Leistung gewährleisten, ist diese Anordnung, d. h. das „Einrichten“ der Maschine, eingehend behandelt, ebenso die Methode, aus der Einrichtung die Leistung zu bestimmen. Um Wiederholungen zu vermeiden, konnten nicht alle vorhandenen Automaten bearbeitet werden, sondern es ist aus jeder Systemgruppe ein Automat herausgegriffen und mit Bezug auf Werkzeuge, Einrichtung usw. eingehend erläutert. Ich glaube aber, daß jeder Fachmann die aus diesem Buche geschöpften Informationen bei jeder Revolverbank oder jedem Automaten anzuwenden in der Lage ist.

Berlin, im Juni 1929.

Ph. Kelle.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

A. Spannwerkzeuge 1

I. Spannfutter für Stangenarbeit 1

1. Spannpatronen 1
2. Keilspannfutter 6
3. Kniehebelspannfutter 7
4. Hebelbackenfutter 8
5. Leichtes Federfutter 8

II. Spannfutter für 2. Aufspannung 8

1. Hebelspannung auf Zug oder Druck 8
2. Handradspannung 10
3. Sonderfutter 11

III. Spannfutter für Futterarbeit 13

1. Universal-Zweibackenfutter 13
2. Rollenfutter 14
3. Schwenkfutter 14
4. Sonderfutter 17
5. Preßluft-Spannung 23

B. Schneidwerkzeuge und Werkzeughalter 25

I. Langdreh-Werkzeuge 26

1. Einfache Stähle 26
2. Spannhülsen für einfache Stähle 27
3. Stahlhalter ohne Lünetten 27
4. Stahlhalter für mehrere Stähle 28
5. Stahlhalter mit Lünetten 29
6. Pendelnde Stahlhalter 30
7. Stahlhalter für Bohr- und Fräswerkzeuge 31
8. Schnellbohrwerkzeuge 33
9. Hinterdreh- und Bohrwerkzeuge 34
10. Kombinierte Bohr- und Drehwerkzeuge 37
11. Tangential-Stahlhalter 38

II. Form- und Abstechwerkzeuge 40

1. Flache Formstähle und Stahlhalter 40
2. Tangential-Formstähle und Stahlhalter 42
   a) Ihre Berechnung 42
   b) Ihre Herstellung 43
3. Kreisrunde Formstähle und Halter 46
4. Flache Abstechstähle und Stahlhalter 49
5. Kreisrunde Abstechstähle und Stahlhalter 51

Seite

III. Gewindeschneid-Werkzeuge 52
1. Schneideisen und Halter 52
2. Gewindebohrer und Halter 54
3. Gewindeschneidköpfe 54

IV. Werkzeuge für verschiedene Zwecke 62
1. Kordierwerkzeuge 62
2. Konischdreh- und Kopierwerkzeuge 65
3. Sonderwerkzeuge 68
4. Stahlhalter für Schraubenautomaten 72

C. Die Werkzeugeinrichtung 74

I. Das Einrichten der Werkzeuge 74

II. Das Einrichten der Kurven und Anschläge 85
1. eines Automaten nach dem Mehrkurvensystem (Gridley) . . 85
2. eines Automaten nach dem Hilfskurvensystem (Index) . . . 90
3. eines Offenbacher Schraubenautomaten (Schmidt) 110
4. eines Automaten nach dem Schweizer System (Gauthier) . . 114
5. eines Automaten nach dem Hilfskurvensystem (Löwe) 122
6. eines Mehrspindelautomaten 124

D. Die Leistungsberechnung 125
1. Bei Revolverdrehbänken 125
2. Bei Einspindelautomaten 127
3. Bei Mehrspindelautomaten 127

E. Genauigkeit und Toleranzen 130
F. Arbeitspläne mit Erläuterungen 133
G. Leistungsangaben aus der Praxis 133

Einleitung.

Bei Revolverdrehbänken und Automaten wird die höhere Leistung gegenüber einer normalen Drehbank durch die besondere Ausführung der Werkzeuge erzielt. Die Anordnung und das Zusammenarbeiten dieser Werkzeuge wird als „Einrichtung" der Maschine bezeichnet. Je besser die Einrichtung, desto höher die Leistung, daraus folgt, daß bei Revolverdrehbänken und Automaten den Werkzeugen, d. h. der Werkzeugeinrichtung eine größere Bedeutung zukommt als bei jeder anderen Arbeitsmaschine. Schon auch deshalb, weil diese Werkzeuge, wenn eingestellt, halb- oder vollautomatisch, d. h. ohne Bedienung arbeiten müssen.

Sie sind infolgedessen besonders durchkonstruiert, manchmal kleine Maschinenelemente für sich und bei einem Vergleich der Entwicklung von der einfachen Drehbank über die Revolverdrehbank zum Automaten ergibt sich folgende Abstufung:

1. Einfache Drehbank mit einfachen Stählen, von denen meist nur einer arbeitet und für die verschiedenen Arbeiten z. B. Langdrehen, Plandrehen usw. stets umgestellt und besonders ausgebildet sein muß.

Kennzeichen: Weites, fast unbegrenztes Arbeitsgebiet für alle Dreharbeiten, billige, für alle Zwecke brauchbare Werkzeuge, aber lange Arbeitszeit, geringe Leistung, geringe Arbeitsstückzahlen in Einzelanfertigung.

2. Revolverdrehbank mit kombinierten Werkzeugen, die alle Arbeitsoperationen in 6—8 Arbeitsgängen zusammenfassen, genaue Einstellung der Werkzeuge für diese Operationen.

Kennzeichen: Begrenztes Arbeitsgebiet, nicht einfache Werkzeuge, aber kürzere Arbeitszeit ohne Werkzeugwechsel und Umstellung, erhöhte Leistung, erhöhte Arbeitsstückzahlen.

3. Automat mit ganz konzentrierten Werkzeugen, die alle Arbeitsoperationen in höchstens 4—6 Arbeitsgänge zusammenfassen, genaue Einstellung der Werkzeuge für ein bestimmtes Arbeitsstück.

Kennzeichen: Engbegrenztes Arbeitsgebiet, komplizierte Werkzeuge, aber kurze Arbeitszeit, hohe Leistung, hohe Arbeitsstückzahlen.

Von der Drehbank zum Automaten verkleinert sich das Arbeitsgebiet, verteuern sich die Werkzeuge, aber erhöhen sich die Stückzahlen

und verkürzen sich die Arbeitszeiten, erhöht sich die Leistung. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß durch das genaue Einstellen der Werkzeuge ein gleichmäßiges austauschbares Arbeitsstück erzielt wird und das bei der einfachen Drehbank erforderliche Messen und Kontrollieren der einzelnen Teile fortfällt.

Die nachstehend beschriebenen Werkzeuge können mit wenigen Ausnahmen sowohl auf der Revolverbank als auch auf dem Automaten benutzt werden, da in beiden Fällen der Werkzeugträger der Revolverkopf ist, der in einem Falle von Hand, im anderen automatisch vorgeschoben wird.

A. Spannwerkzeuge.

I. Spannfutter für Stangenarbeit.

1. Spannpatronen.

Bei Stangenarbeit besteht das Spannen des Materials in dem periodischen Festhalten der Materialstange, die durch die hohle Arbeitsspindel hindurchgesteckt wird und von der die einzelnen Arbeitsstücke abgearbeitet werden. Zur Anwendung gelangt noch heute in der Hauptsache die Spannpatrone, zuerst bekanntgeworden durch das Patent des Amerikaners Parkhurst vom Jahre 1871 (Kelle, Automaten, S. 8 und 9).

Abb. 1—3 zeigen die gebräuchliche Ausführung. Bei der Konstruktion und Ausführung ist zu beachten, daß sich Material von etwa 70 bis

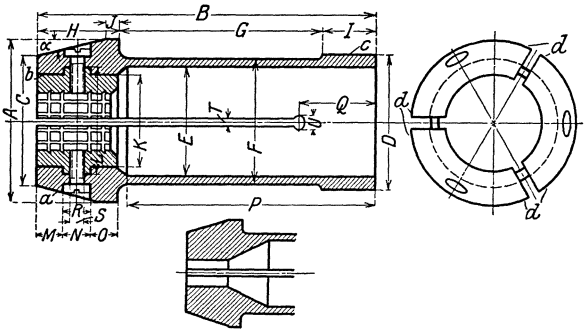


Abb. 1—3. Spannpatronen.

80 kg/cm² Festigkeit, gut federnd, bewährt hat. Beim Härten soll es auf ca. 720° C erhitzt und in Wasser abgekühlt werden. Gehärtet wird nur der vordere spannende Teil, der hintere weich bleibende Teil wird auf einer Anlaßplatte angelassen. Dadurch erhält die Patrone eine gute Federhärte. An den Stellen *a*, *b*, *c* wird sie geschliffen und an den Stellen *d* etwas abgeflacht, wodurch sie besser auseinanderfedert. Für verschiedene Spanndurchmesser werden in die Patronen Einsatzbacken eingesetzt, und zwar zur Entlastung der Befestigungsschrauben mit Ringnuten. Zum guten Festhalten des Materials besitzen die Patronen bzw. die Spanneinsätze in der Bohrung Rillen in axialer und radialer Richtung. Die letzteren sind nach hinten rechtwinklig, nach vorn

schräg. Dadurch entsteht ein sägenartiger Querschnitt, der sich in das Material eindrückt und ein Zurückdrücken desselben infolge des Spandruckes verhindert.

Für die Abmessungen der Spannpatronen haben sich die in nachstehender Tabelle festgelegten Werte in der Praxis als geeignet erwiesen.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	∢α
54,7	96,04	43,2	48,6	39,7	47,6	53,2	25,4	17,5	2,38	31,8	12° 20′
78,5	146,1	62,4	66,7	57,6	63,5	93,7	33,3	19,1	3,2	47,6	15°
88,9	127,8	71,1	76,2	68,3	74,6	67,5	38,1	22,2	4,8	60,3	14° 30′

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	∢α
34,1	7,9	9,5	7,9	68,0	19,8	9,5	6,8	1,6	3,9	14° 20′
52,4	11,1	12,7	11,1	114,3	25,4	12,7	9,5	3,2	6,4	15°
66,7	14,3	12,7	14,3	82,6	27,0	12,7	9,5	3,2	6,4	14° 30′

Außerdem hat der deutsche Normenausschuß eine Tabelle aufgestellt (DIN-Normen).

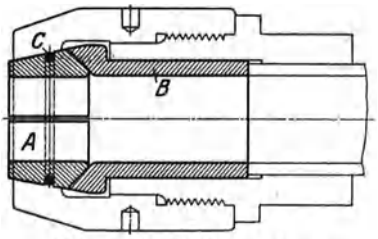


Abb. 4. Geteilte Spannpatrone.

Die Spanngrenzen der Spannpatronen betragen etwa 0,5—0,75 mm, sie sind daher hauptsächlich für gezogenes Material zu verwenden, für Material mit größeren Toleranzen und für rohgewalztes Material empfiehlt sich die Ausführung nach Abb. 4 (D. R. G. 693057). Diese Patrone besteht aus einem hinteren geschlossenen Teil *B* und einem dreiteiligen Kopf *A*, der durch einen Drahtring *C* zusammengehalten

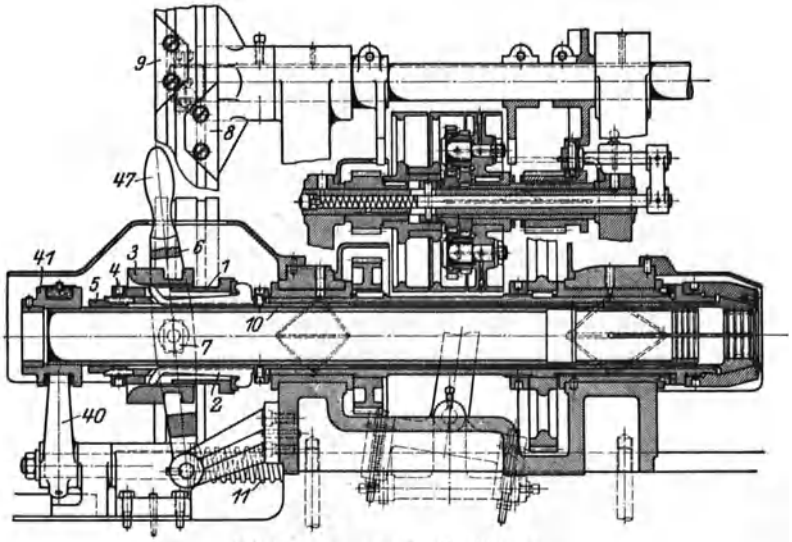


Abb. 5. Spannpatronen-Einrichtung.

wird. Die Spanntoleranzen dieser Patrone sind erheblich größer, auch erfordert sie zum Spannen einen geringeren axialen Druck des Spannrohres.

Das Schließen der Spannpatrone erfolgt dadurch, daß durch das Spannrohr der vordere konische Kopf der Patrone in einen entsprechenden Innenkonus geschoben wird. Durch diese axiale Verschiebung der Patrone im Moment des Spannens wird natürlich das zu spannende Material mit nach vorne geschoben und übt einen Druck gegen den Materialanschlag aus (Abb. 5). Bei größeren Spanndrücken verwendet man daher Bauarten, bei denen die Patrone festliegt und sich der Innenkonus über diese schiebt.

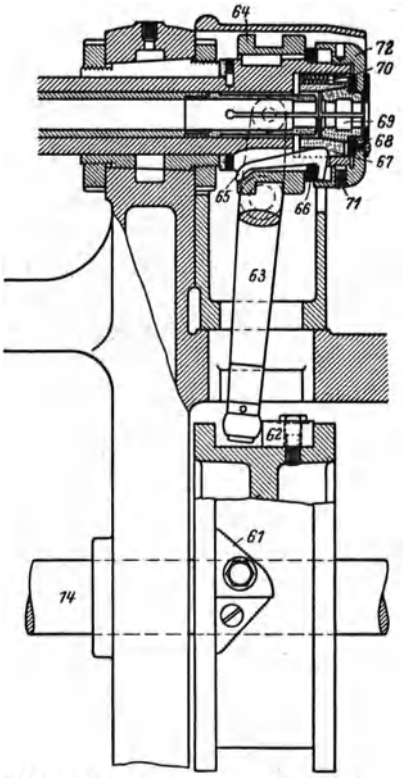


Abb. 6. Spannpatrone ohne Axialverschiebung.

In Abb. 6 z. B. ist auf der Arbeitsspindel die Kappe *72* fest aufgeschraubt. Gegen einen gehärteten Ring *68* dieser Kappe legt sich die dreiteilige Spannpatrone *69*, und über dieser ist der Innenkonus *67* verschiebbar. Auf der Spindel sitzt ferner die Muffe *64*, in der die Spannhebel *65* gelagert sind. Die Muffe *64* wird durch die Kurven *61*, *62* auf der Steuerscheibe *60* nach links und rechts bewegt. Bei Verschiebung nach links werden die Spannhebel

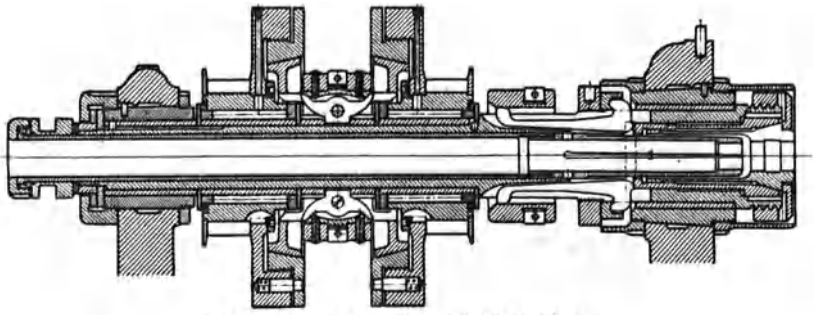


Abb. 7. Spannpatrone ohne Axialverschiebung.

nach innen gedrückt und drücken, da sie sich mit ihren kurzen Schenkeln an dem Ring *66* abstützen, den Konus *67* nach vorne über die Spannpatrone, wodurch sich die letztere schließt. Eine axiale Ver-

schiebung der Spannpatrone und damit des Materials kann nicht stattfinden, da die Spannpatrone gegen den Ring *68* liegt. Beim Öffnen der Patrone wird der Spannkonus *67* durch die Federn *70* nach links gedrückt.

In Abb. 7 findet ebenfalls keine Verschiebung der Spannpatrone statt, die Konstruktion geht aus der Abbildung ohne weiteres hervor.

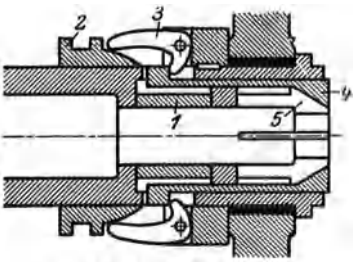


Abb. 8. Spannpatrone auf Zug.

Ebenso ist es in Abb. 8. Dort stützt sich die Spannpatrone *5* nach links, d. h. also nach hinten ab. Beim Verschieben der Spannmuffe *2* nach rechts ziehen die kurzen Schenkel der Spannhebel *3* den Innenkonus *4* nach hinten über die Spannpatrone *5*. Bei dieser Konstruktion findet demnach sogar eine Verschiebung der Spannpatrone nach hinten, also entegegengesetzt der Richtung des Materialvorschubes statt. In Abb. 9—11 werden durch Verschiebung der Muffe *1* die Spannhebel *2* nach innen gedrückt. Sie stützen sich dabei mit ihren kurzen Schenkeln ab gegen den fest auf die Spindel aufgeschraubten Spannkonus *3* und bewirken daher, da sie mit Bolzen *4* an die Muffe *5* angelenkt sind, eine Verschiebung dieser letzteren nach links. Die mit *5* verschraubte Kappe *6* drückt dabei

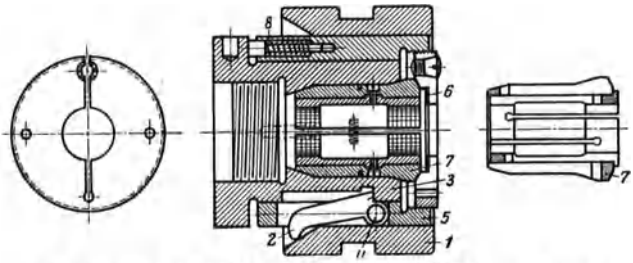


Abb. 9—11. Spannkopf für geschlitzte und geteilte Spannpatronen.

die Spannpatrone *7* in einen doppelten Innenkonus von *3*. Die Regulierung erfolgt durch Einstellung der geschlitzten mit Außengewinde versehenen Kappe *6* in der Muffe *5*. Beim Öffnen des Futters wird Muffe *5* durch die Federn *8* wieder nach rechts geschoben.

Wie schon erwähnt, besitzen die Spannpatronen eine begrenzte Spanntoleranz. Für ungleichmäßiges Material und für besonders kräftige Spannung kommen die nachstehend beschriebenen Futter in Frage.

2. Keilspannfutter.

Abb. 12 zeigt das Keilspannfutter, das sich bei allerdings etwas längerem Spannweg durch besondere Spannkraft infolge seiner Keilwirkung auszeichnet.

Durch den Hebel *a*, von Hand oder durch Kurvenbetätigung von der Steuerwelle aus, wird durch Ritzel *b* und Zahnstange *c* die Spannmuffe *d* verschoben. Beim Verschieben der Muffe nach rechts verschiebt sich der Spannkeil *e* senkrecht zur Futterachse, drückt den Spannkegel *f* vor und schließt dadurch die drei-

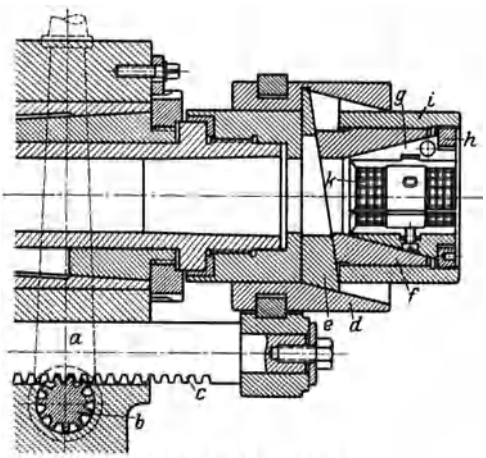


Abb. 12. Keilspannfutter.

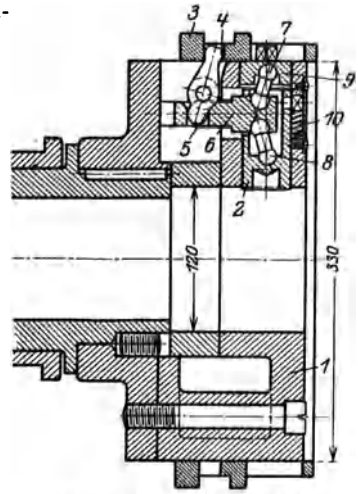


Abb. 13. Kniehebelspannfutter.

teilige Spannpatrone *g*. Eine einstellbare Ringmutter *h* in dem Futtergehäuse *i* reguliert die Spannkraft. Für die verschiedenen Materialdurchmesser wird die Spannpatrone mit Einsatzbacken *k* versehen.

3. Kniehebelspannfutter.

Für besonders starke Spannung ist das Kniehebelfutter Abb. 13 bestimmt. Auf der Arbeitsspindel ist mittels eines Flansches der Futterkörper *1* befestigt, in dem die Schieber *2* radial verschiebbar sind. Über den Futterkörper schiebt sich die Muffe *3*. Beim Verschieben nach links nimmt sie die Hebel *4* mit, die mit ihrem unteren Schenkel *5* die Bolzen *6* nach rechts drücken. Dadurch stellen sich die beiden Hebel *7*, *8* senkrecht und bewirken eine radiale Verschiebung der Schieber *2* nach innen. An *2* sind mit Zapfen die auswechselbaren Spannbacken eingesetzt. Die Regulierung erfolgt durch den Gewindebolzen *9*, gegen den sich der Hebel *7* abstützt. Beim Öffnen des Futters werden die Schieber *2* durch die Federn *10* wieder nach außen gedrückt.

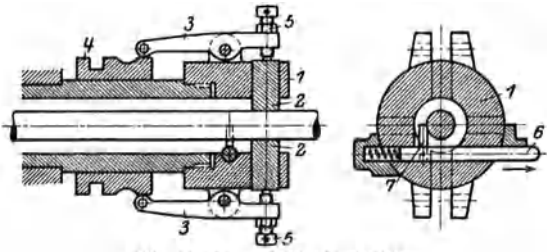


Abb. 14—15. Hebelbackenfutter.

4. Hebelbackenfutter.

Ein leichteres Hebelfutter für Schraubenautomaten zeigen Abb. 14 und 15.

Auf dem vorderen Spindelende sitzt der Futterkopf *1*, in dem vier Spannbacken *2* nebst den Spannhebeln *3* gelagert sind, die letzteren werden in bekannter Weise durch Verschieben der Spannmuffe *4* betätigt. Die Spannbacken *2* können durch die Schrauben *5* für verschiedene Spanndurchmesser eingestellt werden.

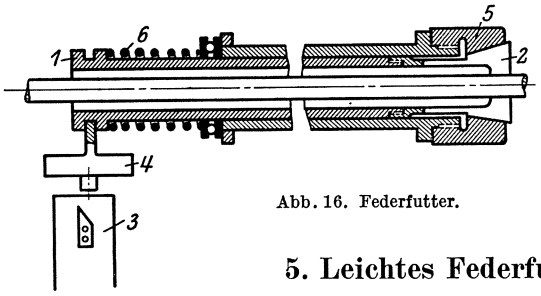


Abb. 16. Federfutter.

5. Leichtes Federfutter.

Für ganz leichte Spannungen bei kleinen Schraubenautomaten dient Abb. 16.

Die Spannpatrone *2* wird durch die Feder *6* in den Innenkonus *5* gedrückt.

II. Spannfutter für 2. Aufspannung.

Von der Stange gearbeitete Arbeitsstücke können dabei vielfach nicht fertig bearbeitet werden. Meist bleiben auf der hinteren, der Spannpatrone zugekehrten Seite Innen- oder Außenoperationen übrig, die in einer zweiten Aufspannung auf der Revolverdrehbank oder dem Automaten vorgenommen werden müssen. Dabei müssen diese Teile teils außen, teils innen, teils auf oder in einem Gewinde gespannt werden, und es sind daher für diese Spannungen die verschiedensten Spannfutter erforderlich.

Da es sich um schon bearbeitete Teile von genauem Durchmesser handelt, kommen auch hier vielfach Spannpatronen zur Anwendung, die in ihrer Form jedoch dem Arbeitsstück entsprechend ausgeführt sind. Dabei ergibt sich, daß je nach dem Arbeitsstück die Spannpatrone beim Spannen nach vorn oder nach hinten geschoben werden muß. Dies geschieht durch die sog. Hebelzangenspannung, die, wenn die Spannpatrone nach vorn geschoben wird, auf Druck, und beim Schieben der Spannpatrone nach hinten auf Zug arbeitet.

1. Hebelspannung auf Zug oder Druck.

In Abb. 17 ist die Hebelzangenspannung dargestellt. Durch Verschiebung der Muffe *b*, bei Revolverdrehbänken von Hand durch Hebel *a*, bei Automaten selbsttätig durch Kurven von der Steuerwelle, werden die langen Schenkel der Spannhebel *c* nach außen, die kurzen Schenkel und damit das Spannrohr und die Spannpatrone nach vorn

gedrückt. Die Spannung arbeitet auf Druck. Bei Anordnung der Spannhebel nach Abb. 18 stützen sich bei Verschiebung der Muffe *4* nach links die kurzen Schenkel der Spannhebel *5* an der Büchse *1* ab und die Muffe *6* bewegt sich nach links. Büchse *3*, Stange *2* und die am vorderen Ende der letzteren verschraubte Spannpatrone werden mitgenommen. Die Spannung arbeitet auf Zug. Dasselbe wird erreicht durch Anordnung der Spannhebel und Spannmuffe nach Abb. 19. Es ist dort ferner ersichtlich,

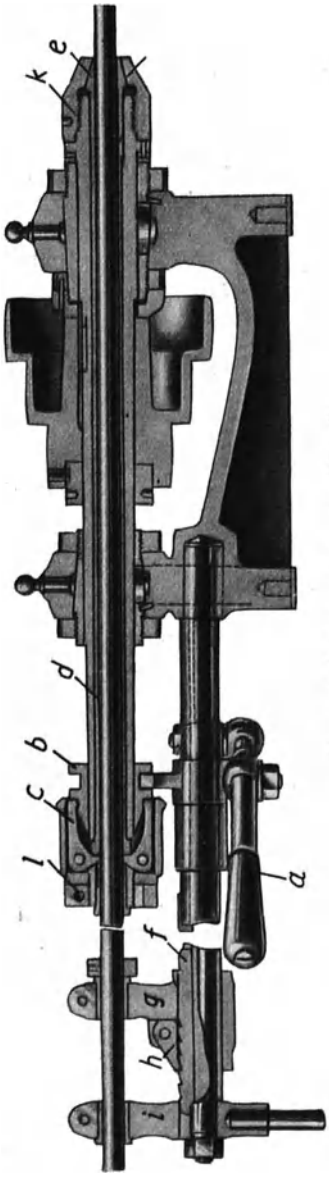


Abb. 17. Hebelzangenspannung auf Druck.

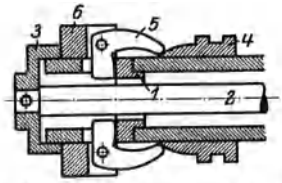


Abb. 18. Hebelzangenspannung auf Zug.

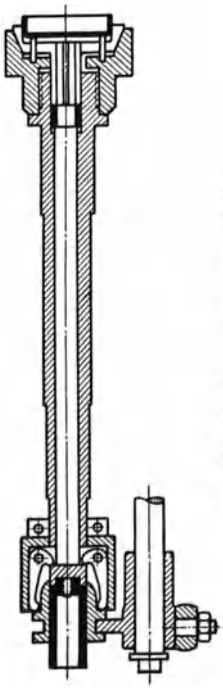


Abb. 19. Hebelzangenspannung auf Zug.

wie durch den Zug der Spannpatrone nach hinten in einen Innenkonus das Arbeitsstück, eine Hülse *f* gespannt wird. Zur Erzielung genauer Breite wird das Arbeitsstück dabei gegen Anschlagstifte gezogen.

Ein weiteres Beispiel der Zugspannung zeigt Abb. 20. Dort ist die Spannmuffe *1* als Innenkonus ausgebildet und die Spannpatrone *b* in weitgehender Weise der Form des Arbeitsstückes angepaßt.

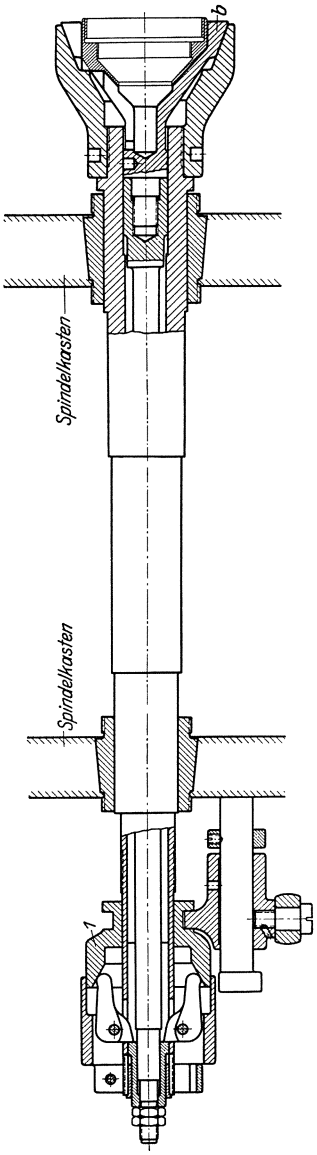


Abb. 20. Zugspannung.

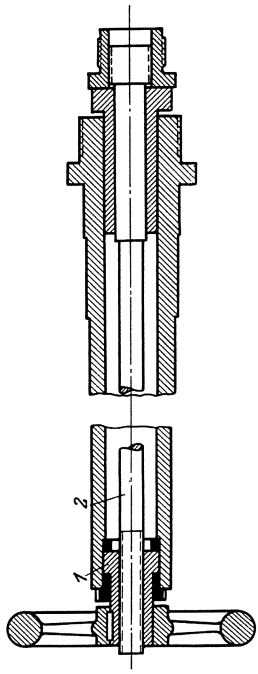


Abb. 21. Handradspannung.

2. Handradspannung.

An Stelle der Spannhebel kann das Verschieben der Spannpatrone oder auch des Arbeitsstückes selbst durch ein Handrad erfolgen wie in Abb. 21. Die Verschiebung kann in beiden Richtungen erfolgen dadurch, daß Mutter *1*, an der Verschiebung gehindert, mittels des Handrades gedreht wird und dadurch den Dorn *2* oder eine Hülse mit Spannpatrone in beiden Richtungen verschiebt.

Abb. 21 ist ferner ein Beispiel zum Aufnehmen eines Arbeitsstückes im Gewinde. Würde man das Stück einfach auf einen festen Gewindedorn schrauben, so würde es sich durch den Spandruck der Bearbeitung so fest ziehen, daß es schwer zu lösen wäre. In der Abbildung jedoch wird das Stück lose aufgeschraubt und dann mit dem Handrad fest

gegen einen Bund gezogen. Nach Lösen des Handrades kann das Stück leicht abgeschraubt werden.

3. Sonderfutter.

Nachstehend sind nun eine Anzahl von Sonderfuttern beschrieben, bei denen das Arbeitsstück durch vorbeschriebene Hebelspannung oder Handradspannung in verschiedenster Weise gespannt wird. Da bei

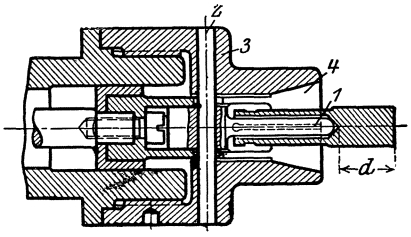


Abb. 22. Sonderfutter.

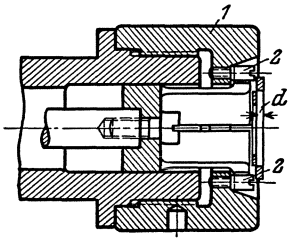


Abb. 23. Sonderfutter.

dieser zweiten Aufspannung die zweite (vorher hintere) Seite bearbeitet wird, so werden dabei auch die endgültigen Längenmaße des Arbeitsstückes festgelegt, und es ist daher erforderlich, das letztere beim Spannen in den nachstehenden Beispielen gegen einen festen, am Futterkörper sitzenden Anschlag zu schieben. Es muß gegen diesen Anschlag diejenige, in der ersten Aufspannung bereits bearbeitete Fläche liegen, die in einem bestimmten genauen Abstande von den in der zweiten Aufspannung zu bearbeitenden Flächen liegen soll.

Das in Abb. 22 gezeichnete Arbeitsstück soll in der zweiten Aufspannung ein genau gleichmäßiges Maß *d* ergeben. Es ist deshalb der feste Anschlagbolzen *1*, gegen den sich die Bodenfläche der Bohrung legt, durch einen Stift *2* mit dem Futterkörper *3* verstiftet.

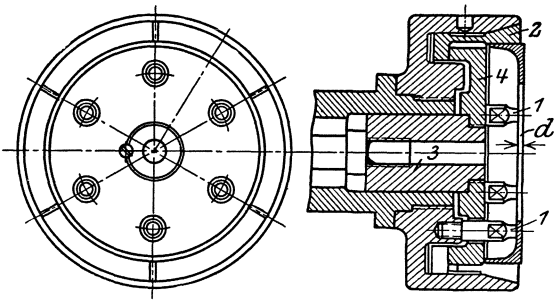


Abb. 24—25. Sonderfutter.

Die Spannpatrone *4* schiebt sich beim Schließen über das Arbeitsstück nach innen und drückt dasselbe fest gegen den Anschlagbolzen *1*.

Dasselbe ist der Fall in Abb. 23. Hier legt sich die vorher bearbeitete Seite des Arbeitsstückes gegen die in den Futterkörper *1* eingeschraubten Anschlagstifte *2*, um eine gleichmäßige Stärke *d* zu erreichen.

In Abb. 24—25 ist das Arbeitsstück, eine gezogene Blechkappe, innen roh, sie soll in der zweiten Aufspannung am Boden plangedreht werden. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Bodenstärke legt sich die

innere rohe Seite gegen die festen Anschlagstifte *1*. Die Spannpatrone *2* wird durch den, auf die Stange aufgeschraubten Teil *3* und den mit diesem verbundenen Teil *4* nach innen gezogen. Die Stifte *1* ragen durch Löcher des Teiles *4* hindurch.

Die ebenfalls gezogene Hülse (Abb. 26) soll die gleichmäßige Bodenstärke *d* erhalten. Der innere rohe Boden legt sich gegen die Hülse *1*, die durch Schrauben *2* im Futterkörper *3* befestigt ist. Die Schrauben fassen in Ansätze der Hülse *1*, die durch die Schlitze der Spannpatrone hindurchragen.

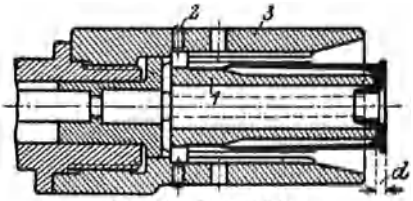


Abb. 26. Sonderfutter.

Die Hülse *1* in Abb. 27 wird von innen gespannt, die nach hinten gezogene Spannpatrone *2* schiebt sich über einen Konus *3* und zieht das Arbeitsstück dabei gegen die Anschlagstifte *4*.

Das Stück *1* in Abb. 28 soll in einer Eindrehung zwischen zwei Bunden gespannt werden, eine Spannpatrone würde sich nicht genügend öffnen, um das Stück einzuführen. Eine nach vorn geschobene

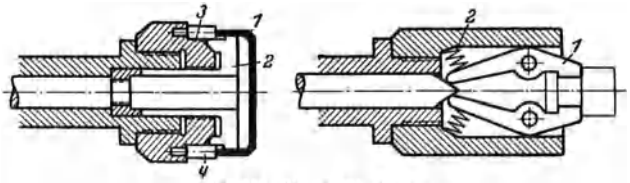


Abb. 27—28. Sonderfutter.

Stange mit Kegelkopf schließt die beiden Spannhebel *1*, die durch Federn **2** wieder geöffnet werden.

In Abb. 29 wird das Arbeitsstück *1* in den Futterkörper *2* gegen die vorgeschobene Stange *3* geschraubt. Nach erfolgter Bearbeitung wird Stange *3* zurückgezogen, und das Arbeitsstück läßt sich leicht abschrauben.

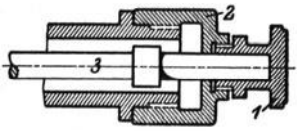


Abb. 29. Sonderfutter.

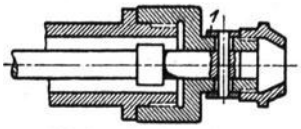


Abb. 30. Sonderfutter.

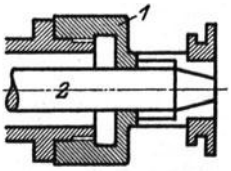


Abb. 31. Spreizpatrone.

In Abb. 30 bildet die Hülse *1* den Anschlag, der durch einen Stift mit der Stange verbunden ist.

Teile mit fertig bearbeiteter Bohrung können auf einem Spreizdorn von innen gespannt werden (Abb. 31). Als Außen- und Innenspannfutter für verschiedene Durchmesser werden die sog. Stufenfutter ver-

wendet nach Abb. 32—35. Es sind Spannpatronen, die entweder bei Innenspannung (Abb. 32) auf einen Außenkonus (Abb. 34) oder bei

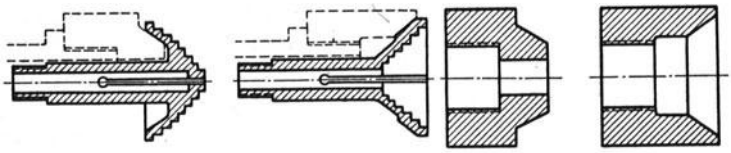


Abb. 32—35. Stufenfutter.

Außenspannung (Abb. 33) in einen Innenkonus (Abb. 35) gedrückt werden.

III. Spannfutter für Futterarbeit.

Bei Futterarbeit wird das Arbeitsstück bei stillstehender Arbeitsspindel von Hand eingespannt. Als Spannfutter dienen allgemein für regelmäßige Arbeitsstücke die Zwei- und Dreibackenfutter, Planscheiben usw., die bekannt sind.

Es gibt jedoch eine große Zahl unregelmäßiger Arbeitsstücke, die nur in Sonderfuttern gespannt werden können, von denen nachstehend die wichtigsten behandelt sind.

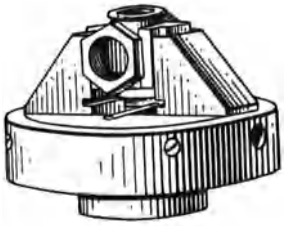


Abb. 36. Universal-Zweibackenfutter.

1. Universal-Zweibackenfutter.

Dieselben sind mit auswechselbaren Spannbacken versehen, die in ihrer Form dem Arbeitsstück angepaßt sind, also Formbacken darstellen (Abb. 36).

Die Ausführung dieser Formbacken bzw. die Einlagerung des Arbeitsstückes in diese zeigt beispielsweise Abb. 37. Das Arbeitsstück *1*, ein Fleischhackmaschinengehäuse, liegt in den Formbacken *2*, die wieder auf den unteren Spannschiebern *3* befestigt und auswechselbar sind.

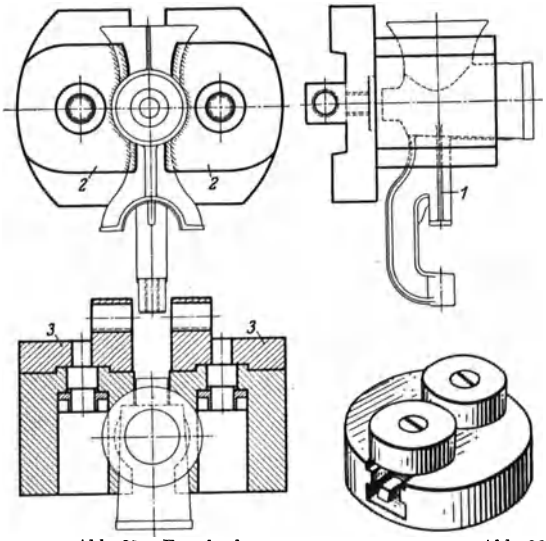


Abb. 37. Formbacken.

Abb. 38. Rollenfutter.

2. Rollenfutter.

Bei diesen sind die Formbacken als Rollen ausgebildet, auf deren Umfang die Form mehrerer verschiedener Arbeitsstücke eingearbeitet werden können (Abb. 38).

3. Schwenkfutter.

Häufig haben Arbeitsstücke mehrere in verschiedenen Achsen liegende Bohrungen. Um diese in einer Aufspannung bearbeiten zu können, verwendet man die Schwenkfutter.

Für sich kreuzende Achsen ist das Schwenkfutter Abb. 39 bestimmt. Der eigentliche Futterkörper *1*, ein Winkel ist mit der Laufscheibe *2* auf die Arbeitsspindel aufgeschraubt. Auf dem Winkel *1* ist drehbar der Winkel *3* angeordnet, er trägt die untere feste Formbacke *4* und die obere vertikal verstellbare Formbacke *5*. Der Winkel *3* kann mit dem Arbeitsstück, und zwar ohne dessen Spannung zu lösen, um den Bolzen *6* gedreht und durch den Federbolzen *7* fixiert werden.

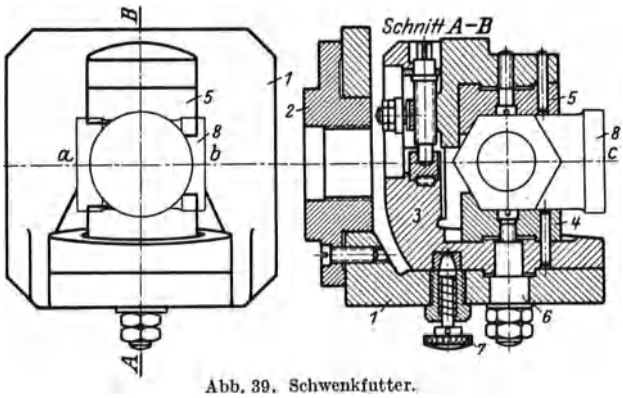


Abb. 39. Schwenkfutter.

Auf diese Weise können die drei sich im Winkel von 90° kreuzenden Bohrungen des Arbeitsstückes *8*, eines Ventilgehäuses, in einer Aufspannung bearbeitet werden.

Für parallele Bohrungen und Achsen sind die Schwenkfutter Abb. 40 und 41 bestimmt.

Auf dem Futterkörper *1* (Abb. 40) sitzt drehbar die Scheibe *2*, auf der das Arbeitsstück, ein Motorradzylinder, auf dem Bolzen *3* zentriert und mit der Mutter *4* festgespannt ist. Die beiden Ventilkammern des Zylinders werden in einer Aufspannung bearbeitet und beide nacheinander durch Drehen der Scheibe *2* und Fixierung derselben durch Bolzen *6* in die Achse der Arbeitsspindel gebracht. Die Abbildung zeigt ferner den Arbeitsgang und die Anordnung der Werkzeuge. In Abb. 41 sitzt in dem Futterkörper *1* exzentrisch der Spannkörper *2*. In diesem ist das Arbeitsstück, ein Lagerkörper mit zwei parallelen Bohrungen

in der Formbacke *3* eingelagert und mit Schraube *4* festgespannt. Der Körper *2* ist in *1* drehbar und feststellbar. Bei einer Drehung von *2*

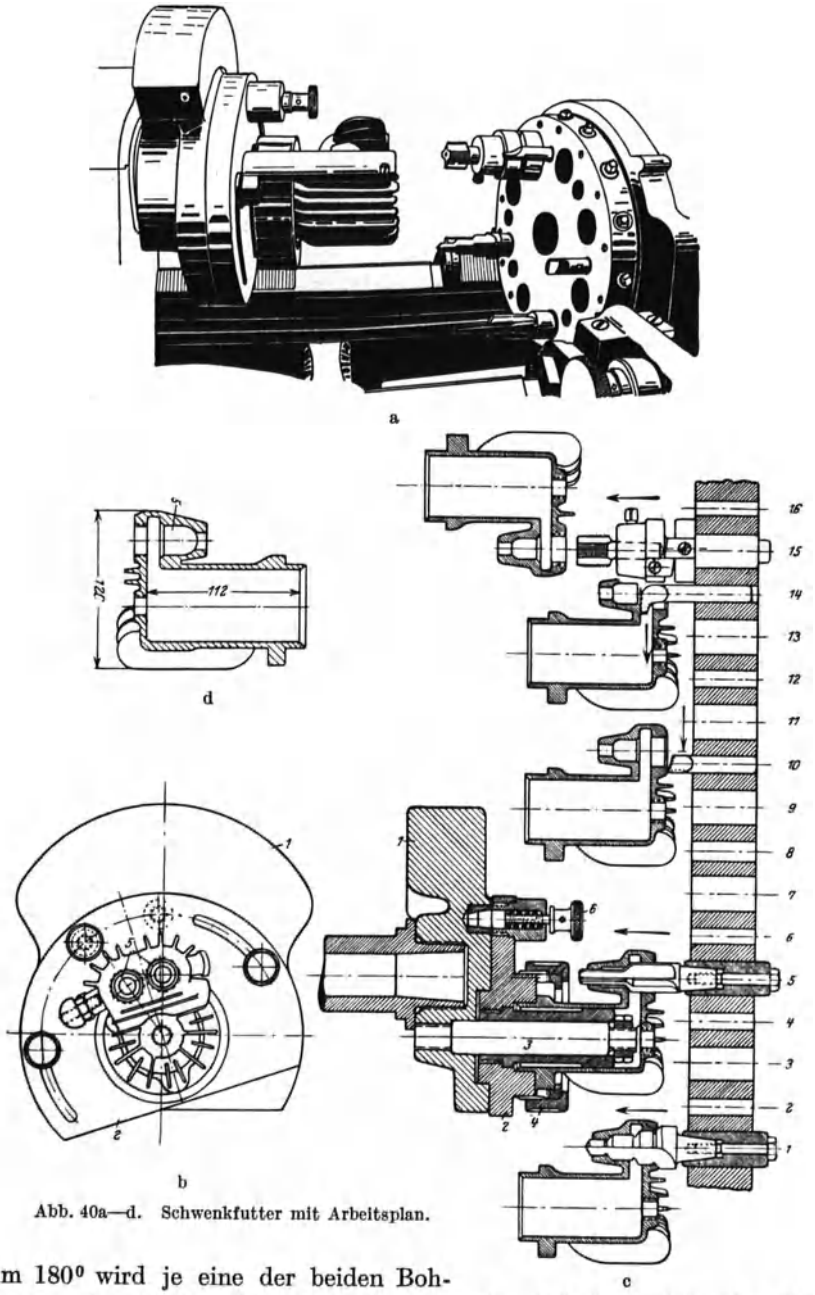
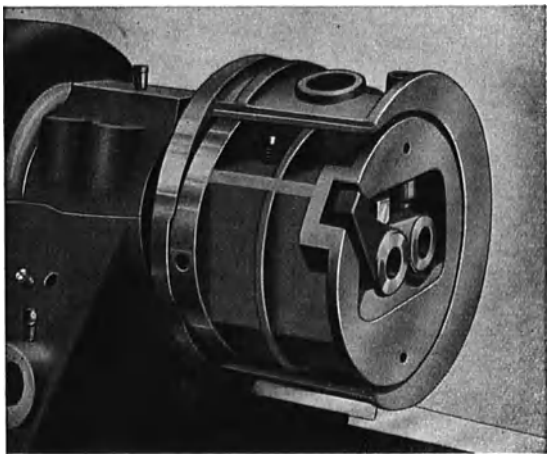


Abb. 40a—d. Schwenkfutter mit Arbeitsplan.

um 180° wird je eine der beiden Bohrungen des Arbeitsstückes in die Achse der Arbeitsspindel gebracht.

Das Schwenkfutter Abb. 42 dient zum Spannen eines Ventilgehäuses, dessen drei Flanschen in einer Aufspannung bearbeitet werden sollen.



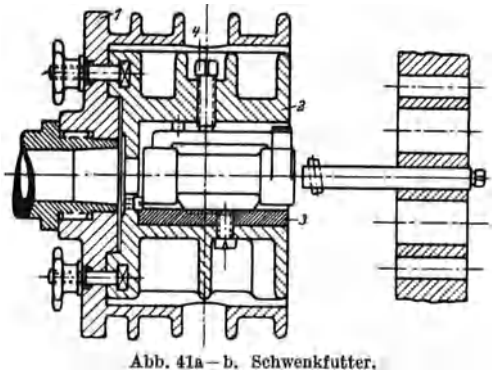


Abb. 41a—b. Schwenkfutter.

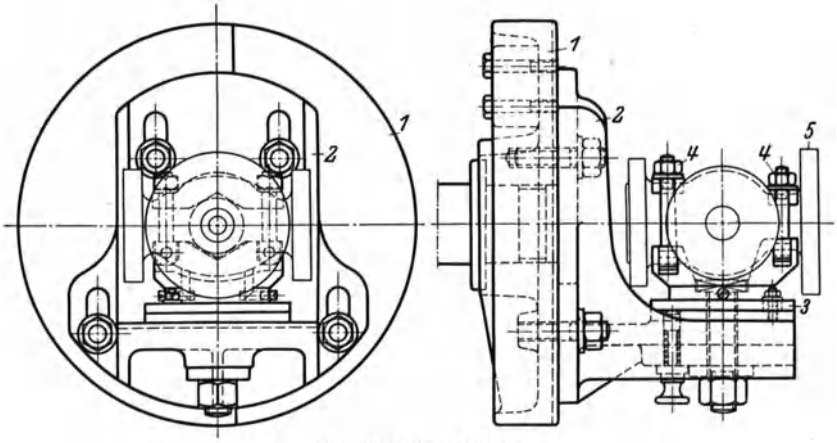


Abb. 42. Schwenkfutter.

Auf der Arbeitsspindel sitzt die Planscheibe *1*, auf der der Winkel *2* einstellbar befestigt ist. Auf Winkel *2* ist das Unterteil *3* im Kreise

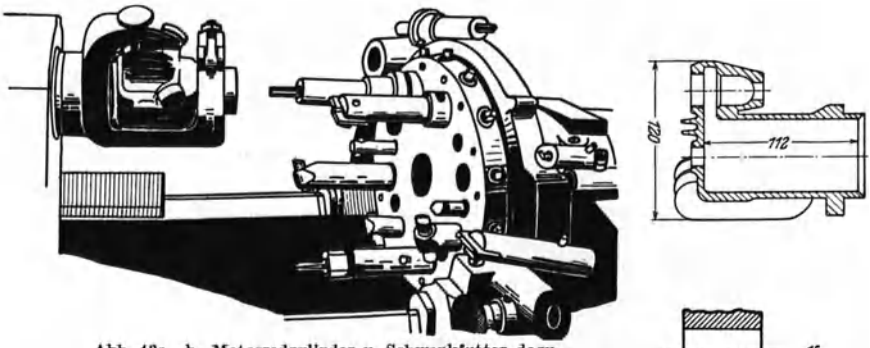


Abb. 43a—b. Motorradzylinder u. Schwenkfutter dazu.

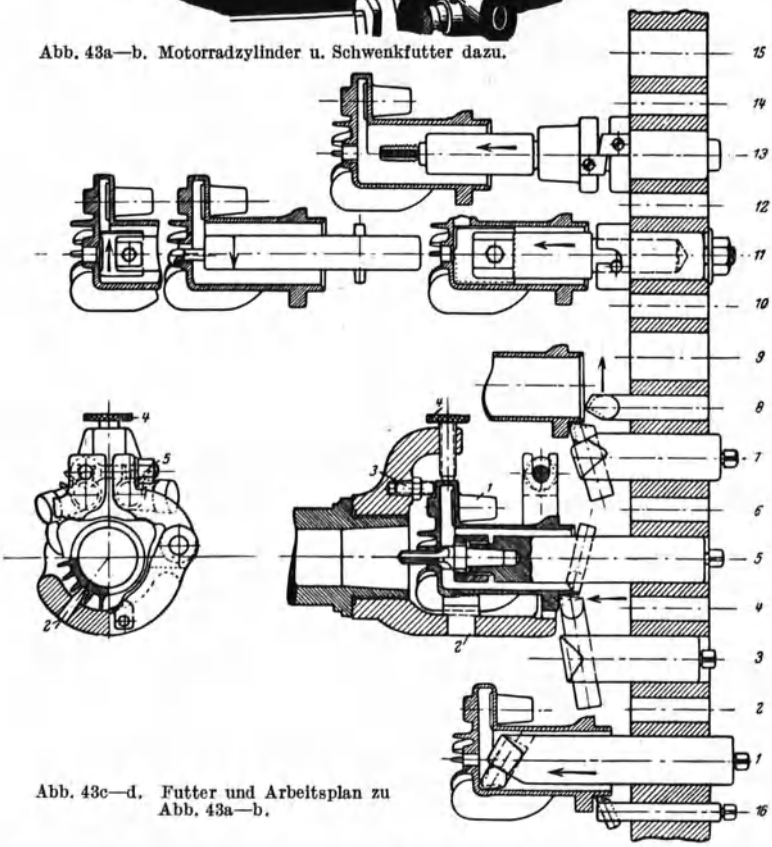


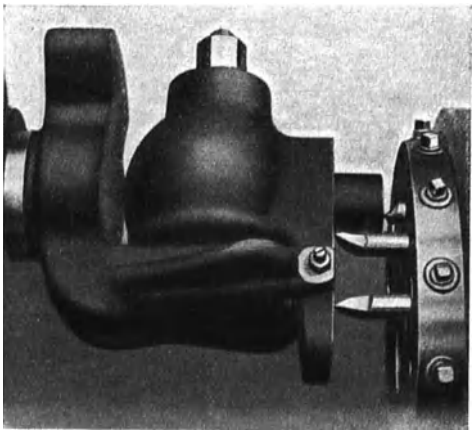
Abb. 43c—d. Futter und Arbeitsplan zu Abb. 43a—b.

schwenkbar, es kann durch einen Federbolzen fixiert werden und auf diesem Unterteil wird das Arbeitsstück *5* durch die Spanneisen *4* gehalten.

4. Sonderfutter.

Häufig erfordern Arbeitsstücke ihrer Form wegen ein reines Sonderfutter. Nachstehend sind einige beschrieben.

Das Futter Abb. 43 dient zur Spannung eines Motorradzylinders. Das Arbeitsstück *1* wird durch Keil *2* und Anschlagbolzen *3* in seiner Lage fixiert und durch Schraube *4* und Spannbügel *5* gespannt. Die Abbildung zeigt ferner die Werkzeuge und die Bearbeitungsfolge.



In Abb. 44—45 ist ein Futter zur Spannung eines Kegelradgehäuses gezeigt. Das Arbeitsstück *3* wird auf dem Bolzen *1* zentriert und mit den Spannschrauben *2* gespannt. Ein Futter für Lagerschalen zeigt Abb. 46. Das Arbeitsstück *1* ist in den Formbacken *2* gelagert und wird mit dem Spanneisen *3* gespannt. *4* ist ein Gegengewicht zum Gewichtsausgleich des Futters.

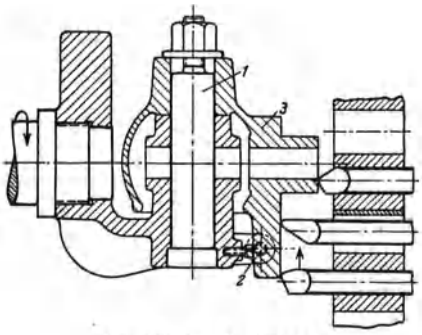


Abb. 44—45. Sonderfutter.

Ein interessantes Futter zeigt Abb. 47. Das Arbeitsstück *1*, eine Stufenscheibe, wird von innen gespannt.

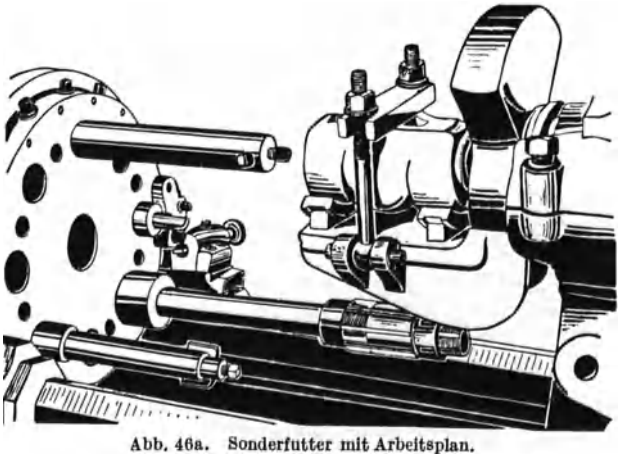


Abb. 46a. Sonderfutter mit Arbeitsplan.

Auf der Arbeitsspindel *2* sitzt der Futterkörper *3*, in dem das Kegelrad *4* gelagert ist. Wenn *4* durch eines der drei Kegelritzel *5* mittels

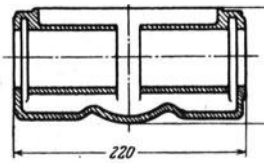


Abb. 46b.

eines Schlüssels gedreht wird, so dreht *4* durch seine Innenverzahnung die Mutter *6*. Diese verschiebt die Hülse *7* mit dem Konus *8* und dem Konusring *9* in der Richtung aufeinander zu. Dadurch bewegen sich die Schieber *10*, *11* radial nach außen und pressen die segmentartigen Spannbacken *12* von innen gegen das Arbeitsstück. Beim Lösen des Futters bewirken die Blattfedern *13* und die Spiralfeder *14* das Zurückgehen der einzelnen Futterteile in die alte Stellung.

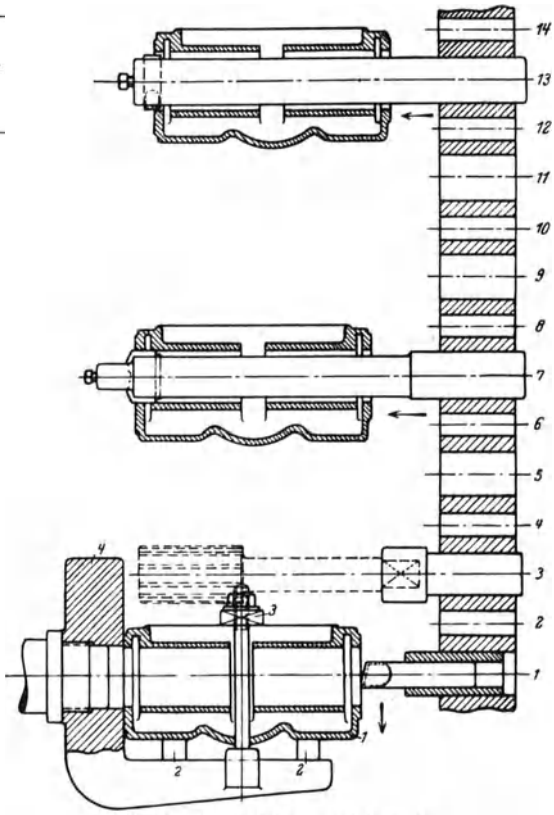


Abb. 46c. Sonderfutter mit Arbeitsplan.

Ein Kreuzschlittenfutter zeigt Abb. 48. Der vordere Aufspannwinkel kann in beiden Richtungen verstellt werden, wodurch die verschiedensten

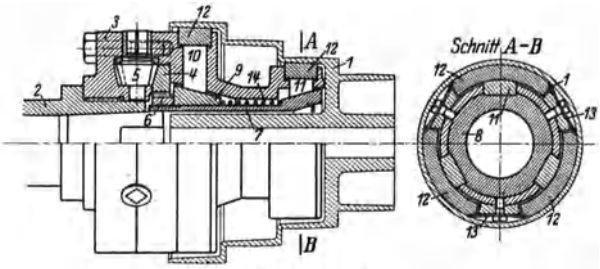


Abb. 47. Sonderfutter.

Stellen des Arbeitsstückes in die Achse der Arbeitsspindel gebracht werden können. Das Sonderfutter Abb. 49 und 50 nimmt das Arbeitsstück

Abb. 51, ein Hahngehäuse, auf. Das letztere wird auf einer Platte aufgeschraubt und ferner von oben durch Druckschrauben gehalten. Bei der zweiten Aufspannung wird das Arbeitsstück auf einem konischen Dorn aufgenommen und durch Spannbacken gehalten. In beiden Aufspannungen sitzen in dem Futter Büchsen zur Führung der Bohrwerkzeuge.

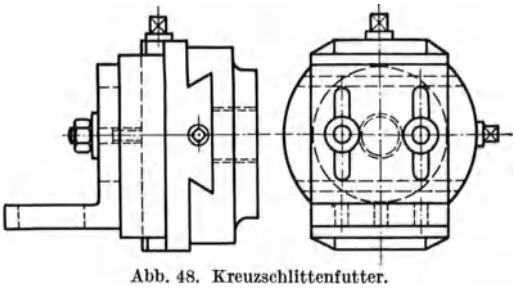


Abb. 48. Kreuzschlittenfutter.

Der Gelenkzapfen Abb. 52 wird in dem Futter Abb. 53 und 54 gespannt. Er wird mit seinen beiden Zapfen in den Lagern *1* gelagert und durch Spannbügel gespannt. Ferner wird er durch die Druckschrauben *2* ausgerichtet.

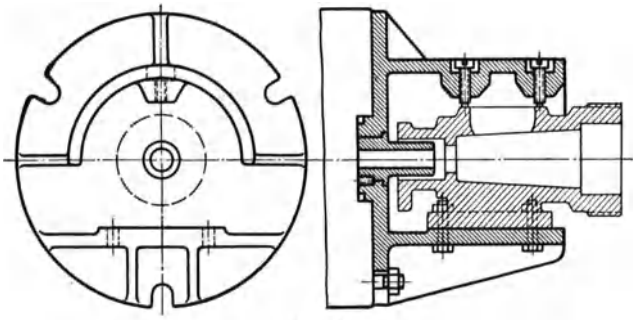


Abb. 49.

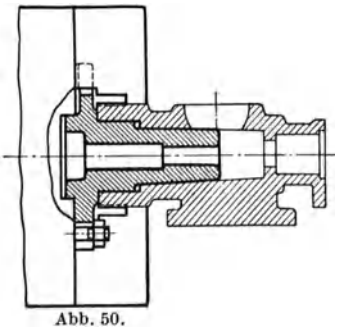


Abb. 50.

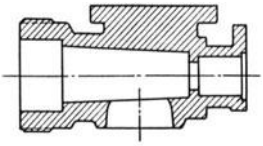


Abb. 51.

Abb. 49—51. Sonderfutter.

Der Spannkörper *3* kann durch die drei Schrauben *4* in den Schlitzen der Planscheibe ausgerichtet und genau auf Mitte gebracht werden.

Ein Futter von besonderer Baulänge erfordert das Arbeitsstück Abb. 55. Das Futter Abb. 56 ist deshalb in einer Rollenlünette gelagert.

Zum Aufspannen von Motorkolben dient das Futter Abb. 57 und 58. Der Kolben wird auf einen pendelnden Dorn *1* gesteckt, dessen vorderer Kopf sich hinter die Naben der Bohrung für den Kolbenbolzen legt. Durch Anziehen des Dornes nach hinten legt sich der Kolben fest gegen

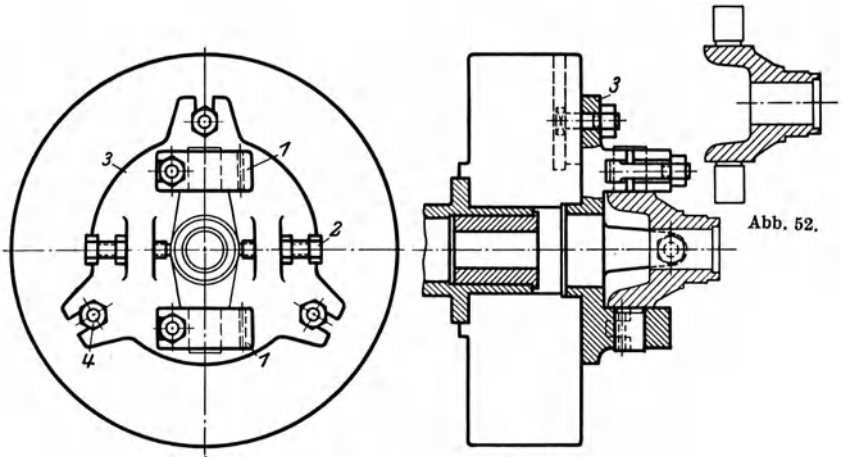


Abb. 53. Abb. 54.

Abb. 52—54. Sonderfutter.

den Anschlagring *2*, auf dem er gleichzeitig mit seiner vorher ausgedrehten Bohrung zentriert wird. Ein anderes Futter für Kolben zeigt Abb. 59, hier wird zum Spannen das schon gebohrte Kolbenbolzenloch benutzt. Auf der Arbeitsspindel *1* sitzt der Futterkörper *2* und auf

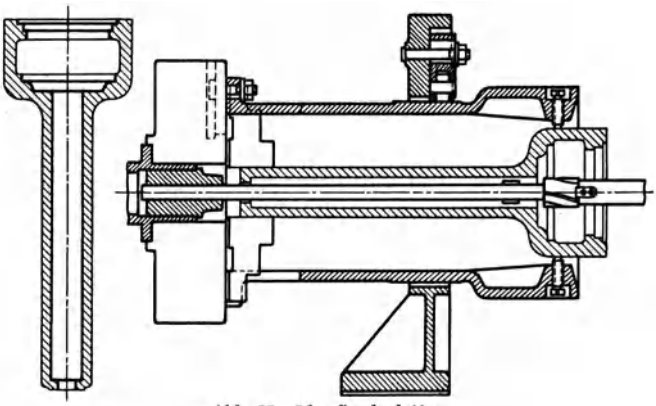


Abb. 55—56. Sonderfutter.

diesem drehbar das Handrad *3*. Durch Drehen des letzteren wird die Muffe, die durch ein Gewinde mit *3* verbunden ist, axial verschoben, sie nimmt den Keil *5* mit, dieser den Bolzen *6*, und der Bolzen *6* zieht den durch das Kolbenbolzenloch gesteckten Spannbolzen *8* an. Das

Futter Abb. 60 dient zur Spannung einer Radscheibe an dem Radboden, so daß Bohrung und Außendurchmesser gleichzeitig bearbeitet werden können. Die Stange *1*, die durch Handradspannung gedreht wird, zieht die Muffe *2* und damit die Bolzen *3* nach hinten. Diese legen sich mit

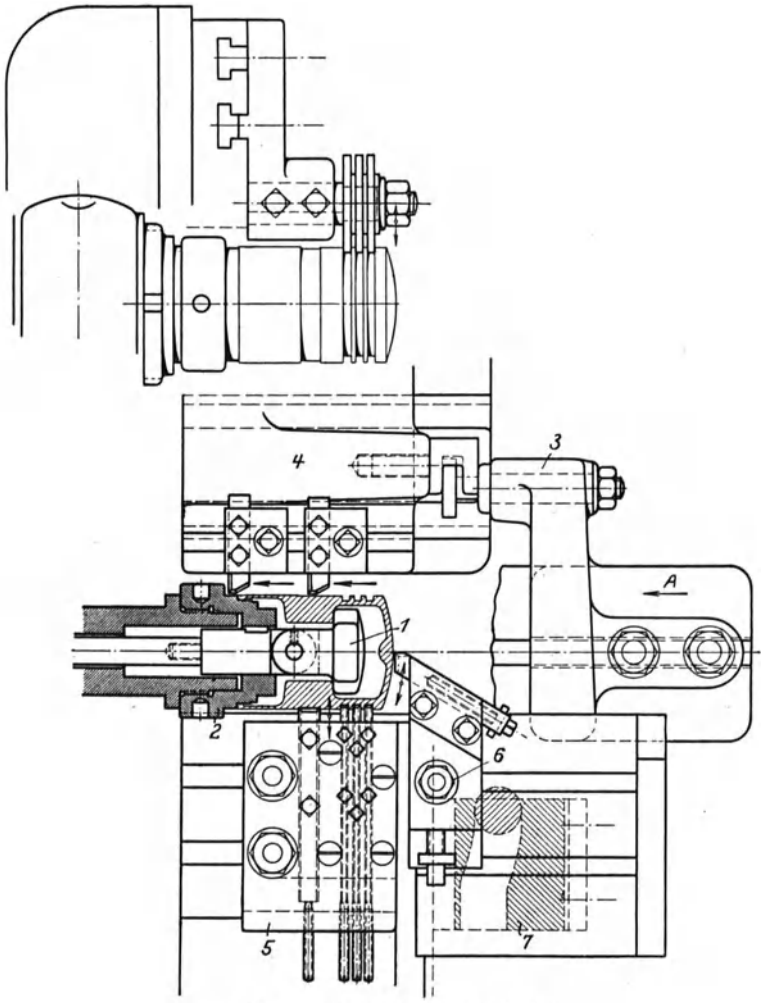


Abb. 57—58. Sonderfutter für Motorkolben.

ihren hakenförmigen Köpfen gegen das Werkstück und ziehen es fest gegen die Scheibe *4*.

Zum Spannen von Elektromotorenschildern dient das Futter Abb. 61. Auf dem Futterkörper *1* sitzen zunächst die Spannbacken *2*, die das Werkstück auf der Nabe halten. Außerdem sitzt auf dem Futterkörper das Gehäuse *3*, in dem eine Anzahl Winkelhebel *4* gelagert

sind. Durch Drehen des großen Gewinderinges *5* werden die Winkelhebel *4* gedreht und spannen das Werkstück am äußeren Umfange.

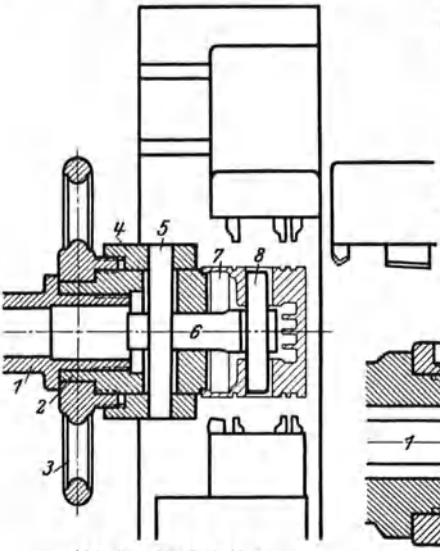


Abb. 59. Sonderfutter.

5. Preßluftspannung.

Neuerdings führt sich die Preßluftspannung ein. Sie hat den Vorteil, daß die Spannung schnell und ohne Kraftaufwand

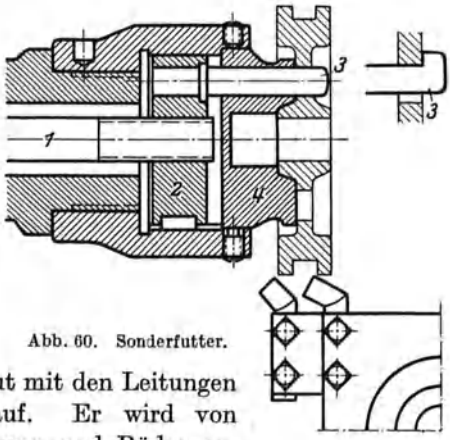


Abb. 60. Sonderfutter.

des Arbeiters erfolgt. In Abb. 62 ist im Fuß des Automaten ein Kompresser eingebaut mit den Leitungen für Kühlwasserab- und -zulauf. Er wird von der Maschine selbst durch Riemen und Räder angetrieben. Die Preßluft geht durch einen Windkessel *2* in die Leitung *3*

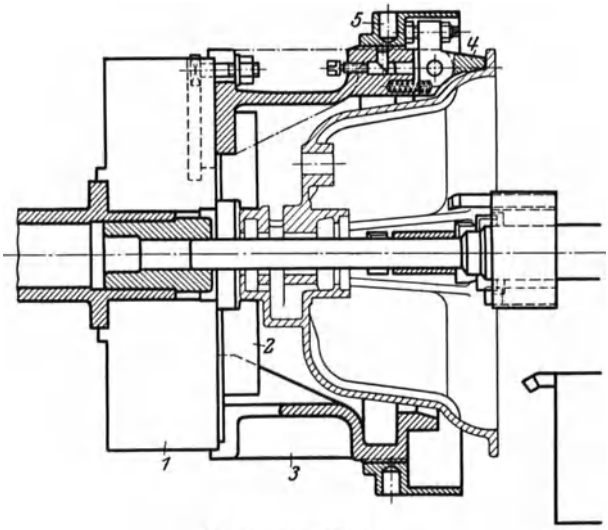


Abb. 61. Sonderfutter.

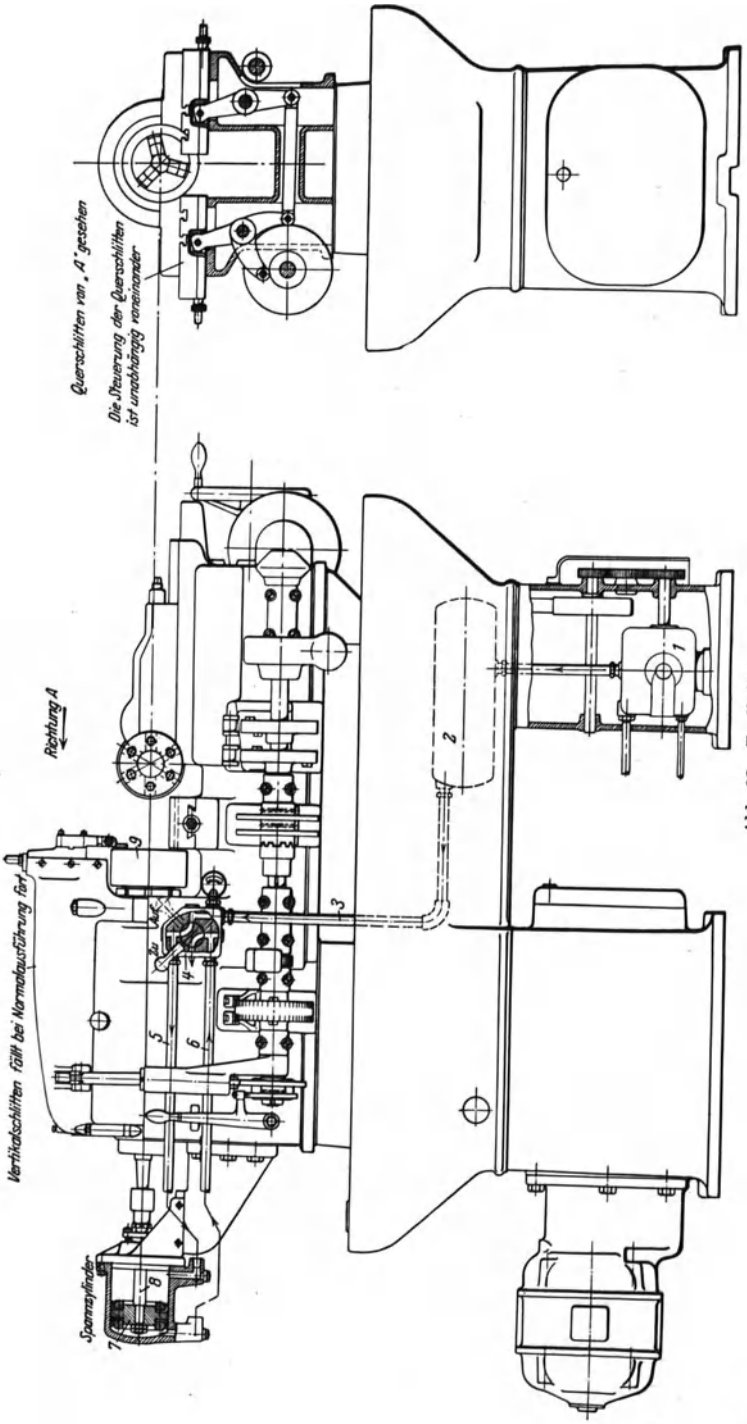


Abb. 62. Preßluftspannung.

und wird weiter durch einen Hahn *4* von Hand oder automatisch abwechselnd in die Leitungen *5* oder *6* geführt. Dadurch gelangt die Preßluft abwechselnd vor und hinter den Druckzylinder *7* und bewegt diesen sowie die Stange *8* vor und zurück. Die Vor- und Rückbewegung der Stange *8* bewirkt in der auf den vorstehenden Seiten mehrfach beschriebenen Weise das Öffnen und Schließen des Spannfutters *9*.

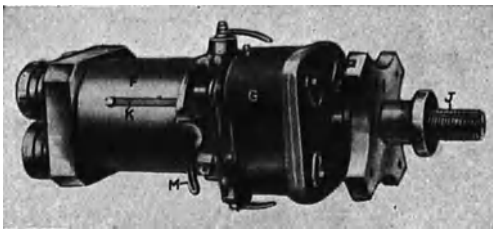


Abb. 63. Preßluftspannung bei Futterautomaten.

Abb. 63 zeigt die Preßluftspannung bei einem Vierspindelfutterautomaten. Die Abbildung zeigt den Revolverkopf *F* mit den Spannfuttern und den hinter dem Revolverkopf sitzenden Druckzylinder *G*.

B. Schneidwerkzeuge und Werkzeughalter.

Während die im vorhergehenden Abschnitt behandelten Spannwerkzeuge zum Festhalten des Materials dienen und demgemäß auf der Arbeitsspindel sitzen, sind die Schneidwerkzeuge zur Bearbeitung des Materials, also zur Spanabnahme, bestimmt und daher auf dem Werkzeugträger befestigt.

Der Werkzeugträger ist bei Revolverdrehbänken und Automaten meist ein Revolverkopf, d. h. ein drehbarer Körper, auf dessen Umfang sämtliche zur Bearbeitung eines Arbeitsstückes erforderlichen Werkzeuge sitzen, die dann durch Drehen des Revolverkopfes nacheinander in die Arbeitsstellung gebracht werden.

Während das Spannwerkzeug mit dem Material örtlich festliegt, dagegen rotiert und dadurch die Haupt- und Schnittbewegung ausführt, bewirkt der Werkzeugträger mit den feststehenden Werkzeugen die axiale Vorschubbewegung und die drehende Schaltbewegung.

Wenige Ausnahmen von dieser Regel finden statt bei Mehrspindelautomaten, bei denen der Materialträger zuweilen die Schaltbewegung ausführt, und wo ferner zuweilen das Arbeitsstück die Vorschubbewegung und die Werkzeuge die rotierende Schnittgeschwindigkeit ausführen.

In den Abb. 64—68 sind die Lagen dargestellt, die der Werkzeugträger gegenüber der Arbeitsspindel einnimmt, und es ist klar, daß entsprechend diesen verschiedenen Lagen auch die Werkzeuge, besonders die Werkzeughalter, verschieden ausgebildet sein müssen.

In der Praxis werden die Anordnungen Abb. 64—66 als Trommelrevolver, Abb. 67 als Sternrevolver und Abb. 68 als Schlittenrevolver bezeichnet. Die Gruppierung ist auch bei den nachstehend erläuterten Werkzeugen angewandt. Die Buchstaben bedeuten:

A die Arbeitsspindel,
R der Revolverkopf,
L die Richtung des Längsvorschubes,
P die Richtung des Planvorschubes,
S die Schaltbewegung.

Es ist ersichtlich, daß nur die Trommelrevolver Abb. 64 und 65 eine Planbewegung haben, die anderen nicht.

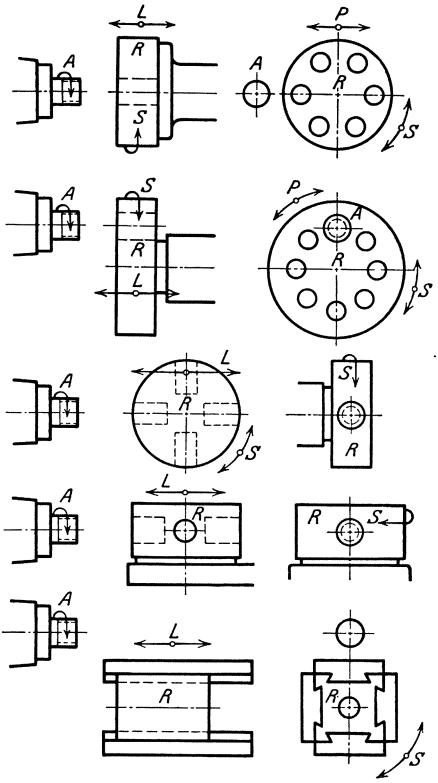


Abb. 64—68. Revolverkopfstellungen.

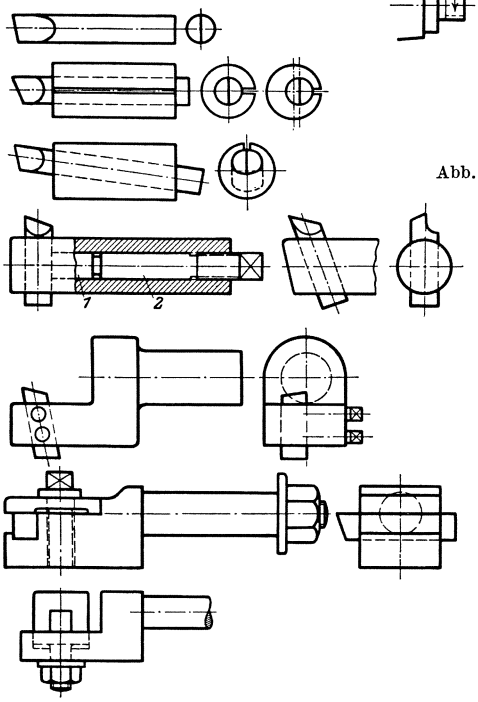


Abb. 69—78. Stähle, Hülsen und Halter.

Daher sind bei diesen Trommelrevolvern die Werkzeuge am einfachsten, während bei den übrigen, sobald eine Planbewegung in Frage kommt, diese in den Werkzeughalter gelegt werden muß.

I. Langdrehwerkzeuge.

1. Einfache Stähle.

Die einfachste Form, anwendbar bei Trommelrevolvern mit Planbewegung, ist ein runder Stahl nach Abb. 69.

Er wird in der Bohrung des Revolverkopfes befestigt durch Spannhülsen nach Abb. 70—72 und ist im Revolverkopf etwas einstellbar dadurch, daß diese Hülsen mit zentrischer, exzentrischer und schräger Bohrung ausgeführt sind.

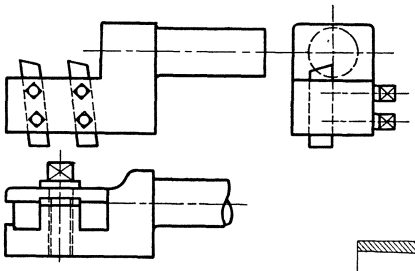


Abb. 79—80.
Doppelstahlhalter.

2. Spannhülsen für einfache Stähle.

Die Spannhülsen sind geschlitzt und werden mit den Klemmschrauben des Revolverkopfes gespannt.

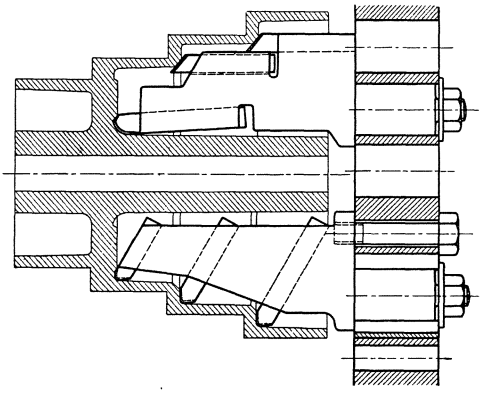


Abb. 81. Mehrfachstahlhalter.

3. Stahlhalter ohne Lünetten.

Wiederum die einfachste Form zeigen Abb. 73 und 74, ein runder Stahlhalter mit rundem Stahl. Er kann im Revolverkopf längs verschoben und eingestellt werden. *1* ist ein Druckstück, *2* die Spannschraube.

Für Vierkantstähle dienen die Halter Abb. 75 und 76. Der letztere ist besonders für kräftige Späne geeignet, da der

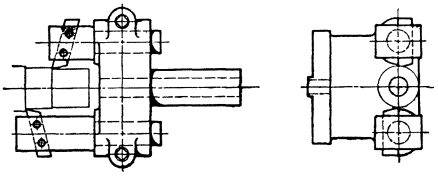


Abb. 82—83. Doppelstahlhalter, längs einstellbar.

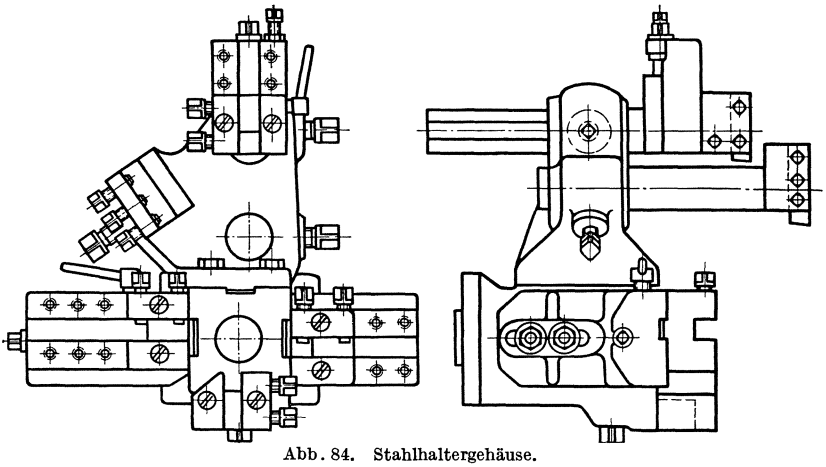


Abb. 84. Stahlhaltergehäuse.

Stahl sehr solide in dem Halter befestigt ist, und dieser wiederum durch eine Mutter fest in den Revolverkopf gespannt ist. Eine Ausführung, bei der der Stahl längs und plan einstellbar ist, zeigt Abb. 77, eine solche mit drehbarem Stahl Abb. 78.

4. Stahlhalter für mehrere Stähle.

Stahlhalter für hintereinander liegende Stähle zeigen Abb. 79 und 80. Wieweit diese Mehrfachstahlhalter ausgebildet und angewendet werden,

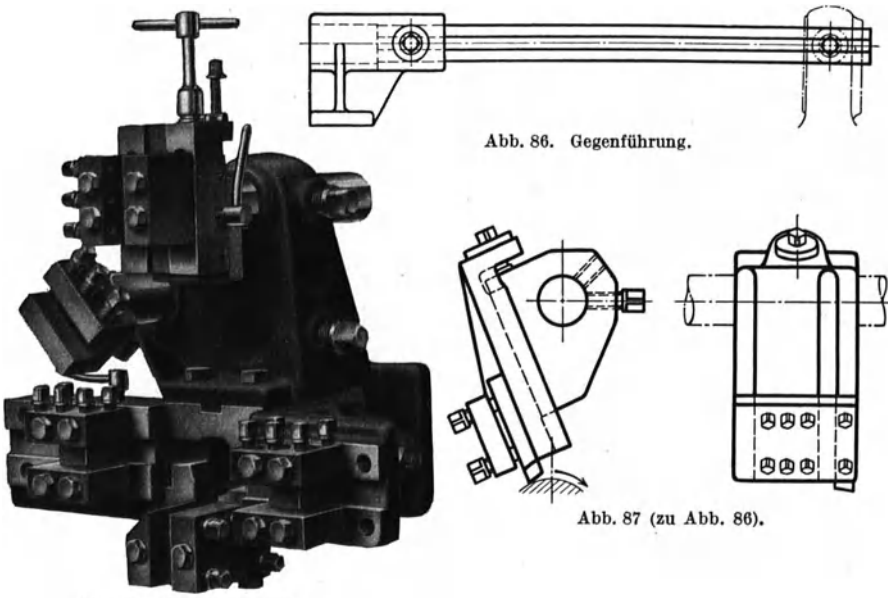


Abb. 86. Gegenführung.

Abb. 87 (zu Abb. 86).

Abb. 85. Stahlhaltergehäuse.

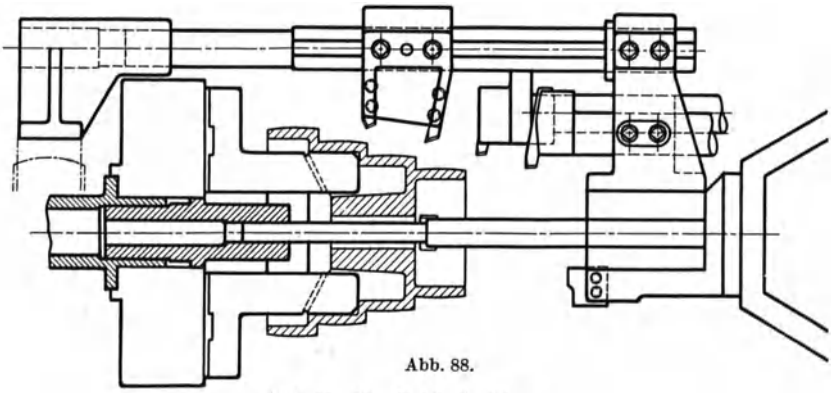


Abb. 88.

Abb. 86—88. Stahlhalterführung.

zeigt Abb. 81 bei der Bearbeitung einer Stufenscheibe. Für gegenüberliegende Stähle, die längs einstellbar sind, dient der Halter Abb. 82 bei

Trommel- und Sternrevolvern, Abb. 83 bei Schlittenrevolvern. Bei größeren Revolverdrehbänken und Halbautomaten wachsen sich diese Mehrfachstahlhalter zu großen Gehäusen aus, wie in Abb. 84 und 85 gezeigt. Diese Gehäuse sind mit einer großen Fläche an dem Revolverkopf angeschraubt und tragen verschiedene, auf Schlitten und Stangen einstellbare Werkzeugschlitten. Zuweilen ist es erforderlich, diese Gehäuse außerdem noch zu unterstützen, und zwar durch eine Gegenführung, die sich in einem Lager auf dem Spindelstock führt wie in Abb. 86. Auf dieser Gegenführung können dann weitere Stahlhalterschlitten angebracht werden (Abb. 87). Die Anwendung dieser Stahlhaltergehäuse mit Gegenführung zeigt Abb. 88 bei der Bearbeitung einer Stufenscheibe.

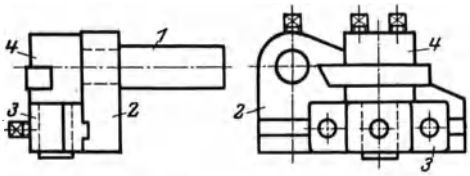


Abb. 89. Einstellbarer Halter.

In Abb. 89 ist ein Halter gezeigt, bei dem der Stahl dreifach einstellbar ist. Auf dem Schaft *1* ist der Körper *2* zunächst drehbar, auf *2* kann der Schieber *3* plan in einem Schlitz verstellt werden, und endlich ist der Stahlhalter *4* in dem Schieber *3* vertikal mit seinem Zapfen einstellbar.

5. Stahlhalter mit Lünetten.

Längere Arbeitsstücke müssen durch Lünetten unterstützt werden. Sie können entweder für sich im Revolverkopf angebracht oder mit dem Stahlhalter verbunden werden. Abb. 90 zeigt eine Backenlünette für Trommelrevolver, Abb. 91 eine Rollenlünette für Schlittenrevolver.

Abb. 92—94 zeigen Stahlhalter mit Lünetten, Abb. 95 und 96 solche mit mehreren Stählen und Lünetten.

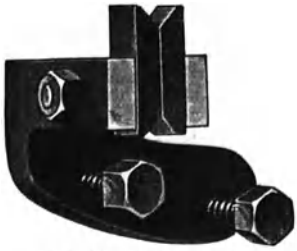


Abb. 90. Backenlünette.

Abb. 91. Rollenlünette.

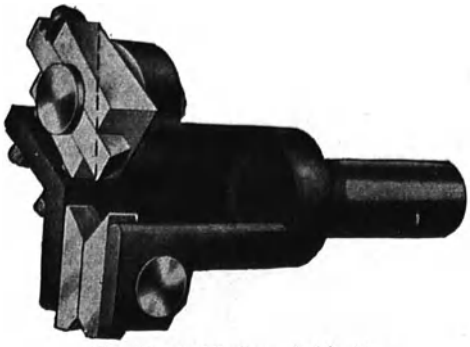


Abb. 92. Stahlhalter mit Lünette.

In Abb. 97 wird das Werkstück durch eine Büchse geführt und in Abb. 98 kann vor und hinter dem Stahl eine Führungsbüchse angeordnet werden.

Ein Mehrfachhalter mit Rollenlünette für mehrspindlige Schlittenrevolver (Gridley) ist in Abb. 99 dargestellt.

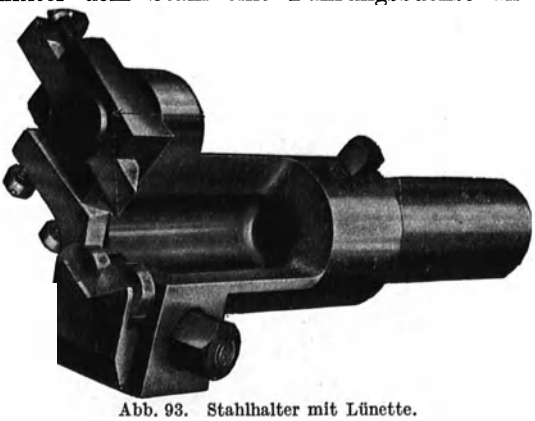


Abb. 93. Stahlhalter mit Lünette.

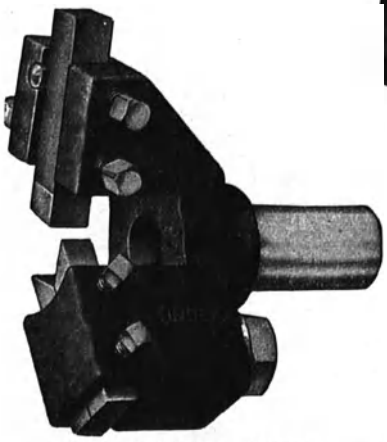
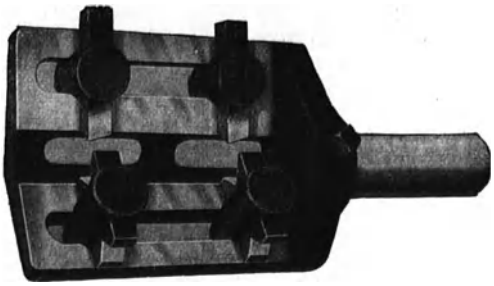


Abb. 94. Stahlhalter mit Lünette.



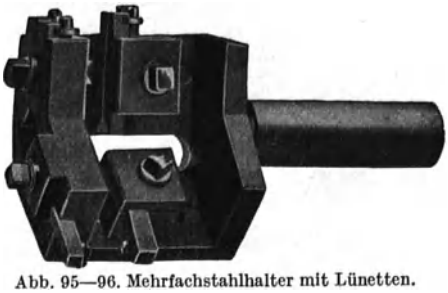


Abb. 95—96. Mehrfachstahlhalter mit Lünetten.

6. Pendelnde Stahlhalter.

Damit der Stahl bei seinem Rückgange über die gedrehte Fläche keine Spirale schneidet, muß er etwas abgehoben werden. Dies geschieht durch pendelnde Stahlhalter. In Abb. 100 ist in dem Körper *1* der eigentliche Stahlhalter *2* um den Punkt *3* drehbar.

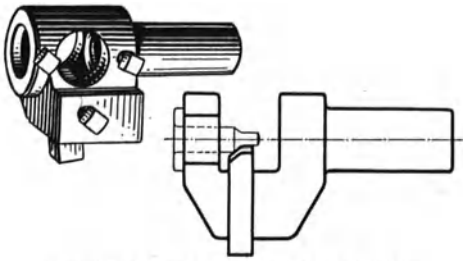


Abb. 97—98. Halter mit Führungsbüchse.

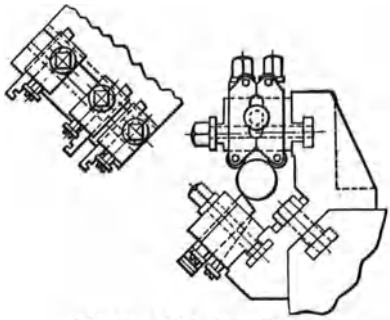


Abb. 99. Stahlhalter mit Lünetten.

Durch den Spandruck auf den durch die Schraube *4* befestigten Stahl *5* wird der Halter *2* auf seine Unterlage gedrückt, entgegen dem Drucke der Feder *6*. Sobald beim Rückgange des Stahles der Span-

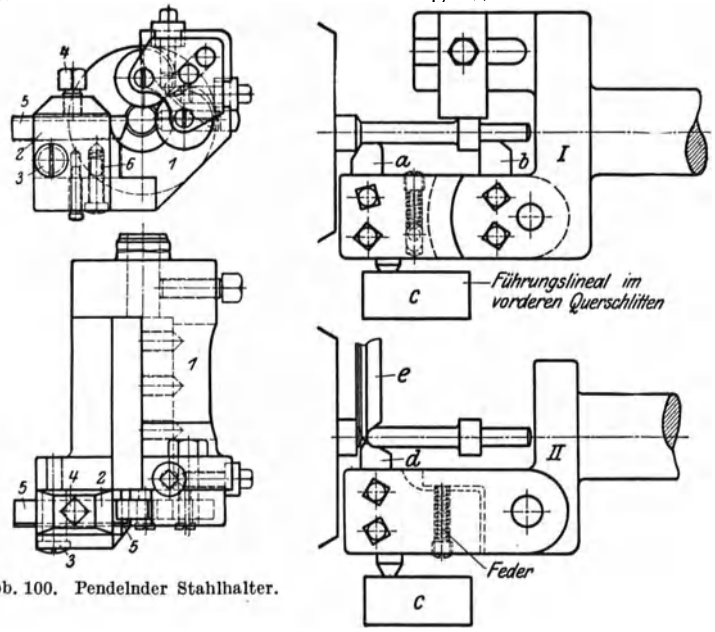


Abb. 100. Pendelnder Stahlhalter.

druck aufhört, hebt die Feder den Stahlhalter hoch und damit den Stahl von dem Werkstück ab (D. R. P. 206765).

Ähnliche Halter zeigen Abb. 101—103. Hier wird der Stahl

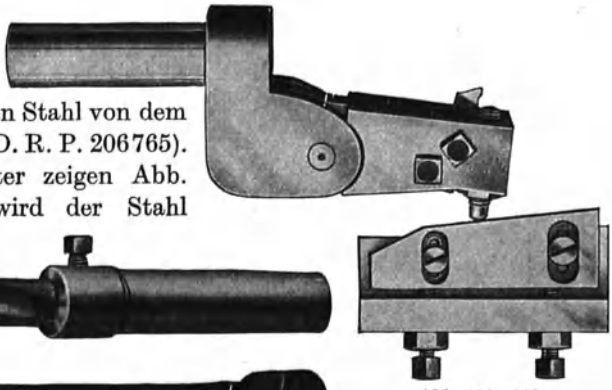


Abb. 101—103. Pendelnde Stahlhalter.

Abb. 104—106. Halter für Bohr- und Fräswerkzeuge.

durch ein auf dem vorderen Quersupport der Maschine befestigtes Lineal geführt beim Drehen von Ansätzen hinter einem Bund.

7. Stahlhalter für Bohr- und Fräswerkzeuge.

Abb. 104 Halter für Bohrer und Fräser mit zylindrischem Schaft für Sternenrevolver, Abb. 105 desgl. mit Spannpatrone.

Abb. 106 Bohrerhalter für Trommelrevolver.

Abb. 107 Bohrstangenhalter für größere Maschinen. Eine Gruppe dieser Bohrstangen zeigt Abb. 108—117.

Abb. 118 und 119 Bohrstangenhalter für Schlittenrevolver. Zum schnellen Auswechseln der Bohrstangen dient die im Revolverkopfe sitzende Hülse mit Bajonettverschluß (Abb. 120).

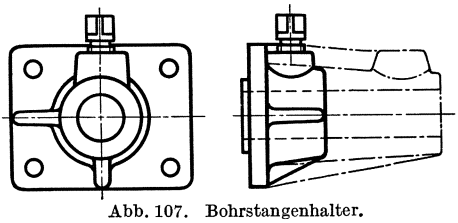


Abb. 107. Bohrstangenhalter.

Abb. 121 zeigt einen Halter für Fräser mit einem Facemesser.

Der Halter Abb. 122 ist genau auf Mitte Arbeitsspindel einstellbar, indem Vorderteil *1* sich auf Hinterteil *2* etwas verstellen läßt, da die

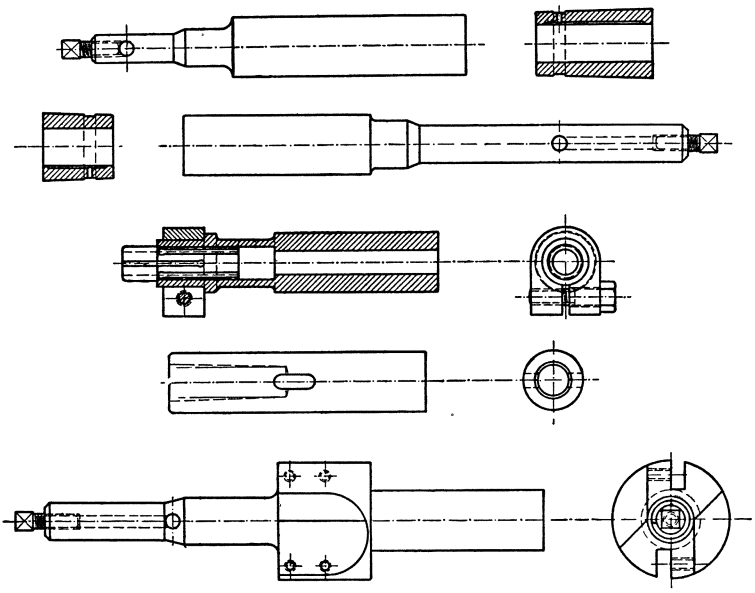


Abb. 108—117. Bohrwerkzeuge für Halbautomaten.

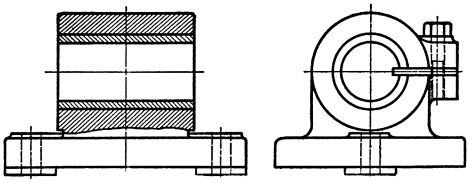


Abb. 118—119. Bohrstangenhalter.

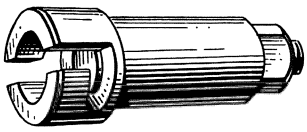


Abb. 120. Bajonettverschluß.

Schraubenlöcher etwas Luft haben. Eine seitliche Verstellung durch Spindel ermöglicht der Bohrerhalter Abb. 123 und 124 für Schlittenrevolver.

8. Schnellbohrwerkzeuge.

Bei kleineren Bohrungen genügt nicht die Rotation der Arbeitsspindel mit dem Werkstück, sondern auch das Werkzeug rotiert in

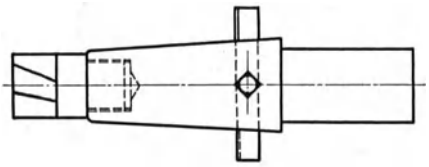


Abb. 121. Fräserhalter.

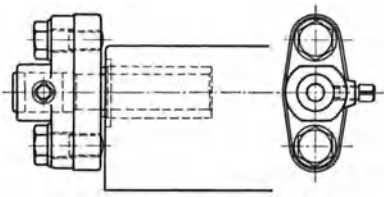


Abb. 122. Einstellbarer Halter.

entgegengesetzter Richtung, so daß aus der Summe dieser beiden Geschwindigkeiten die erforderliche Schnittgeschwindigkeit resultiert.

Abb. 123—124. Bohrstangenhalter mit Querverschiebung.

In Abb. 125 wird das Bohrwerkzeug durch einen zentral durch den Revolverkopf gehenden Antrieb in Umdrehung versetzt. Für mehrere auf einem Lochkreis liegende Bohrungen kann am Revolverkopf ein

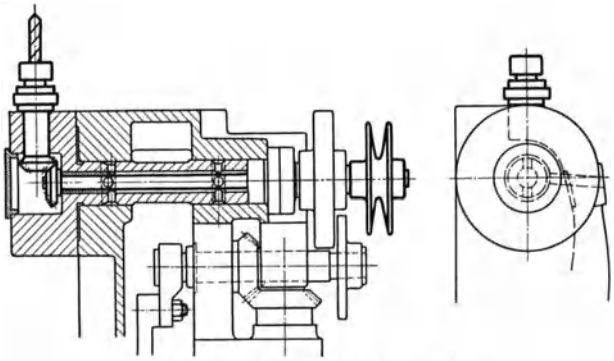


Abb. 125. Rotierendes Bohrwerkzeug.

angetriebener Bohrkopf nach Abb. 126 befestigt werden. In dem Bohrkopf *1* ist die Welle *4* gelagert, die durch Zahnräder *3* und *2* die einzelnen Bohrer *5* antreibt.

9. Hinterdreh- und Bohrwerkzeuge.

Unter Hinterdrehung oder Hinterbohrung versteht man eine Bearbeitung, die, von den Werkzeugen aus gesehen, hinter einem Bund liegt, also die Bearbeitung eines kleineren Durchmessers hinter einem größeren

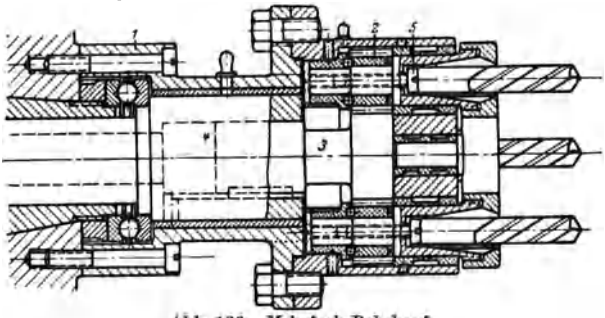


Abb. 126. Mehrfach-Bohrkopf.

oder einer größeren Bohrung hinter einer kleineren. Solche Arbeiten sind bei Revolverköpfen mit Planbewegung ohne weiteres, bei Revolverköpfen ohne Planbewegung nur mit Werkzeughaltern, die selbst eine Planbewegung ermöglichen, auszuführen. Diese Werkzeuge arbeiten mit Lang- und Planbewegung hintereinander oder gleichzeitig.

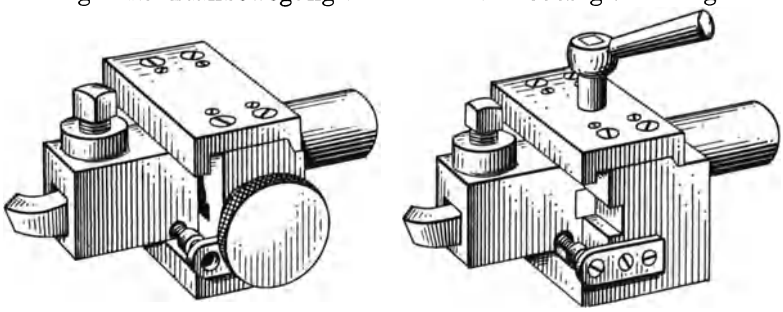


Abb. 127—128. Bohrwerkzeuge mit Planbewegung.

Abb. 127 ist ein Werkzeug mit Planbewegung durch Spindel. Abb. 128 ein gleiches mit Planbewegung durch Zahnstange und Handhebel. Die Planbewegung kann bei stillstehender Längsbewegung oder auch gleichzeitig mit dieser ausgeführt werden, z. B. beim Kopieren. Die Betätigung der Planbewegung des Werkzeughalters kann bei Revolverdrehbänken von Hand, bei Automaten automatisch, etwa durch einen Querschlitten, erfolgen.

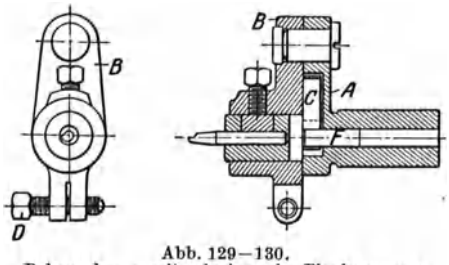


Abb. 129—130.
Bohrwerkzeug mit schwingender Planbewegung.

Ein Halter mit schwingender Planbewegung ist in Abb. 129 und 130 dargestellt. Auf dem Halter *A* ist der Stahlhalter *B* um einen Zapfen

drehbar. *C* ist eine an dem Stift *F* anliegende Blattfeder, die den Halter in seine Anfangsstellung zurückbringt. Die Schraube *D* wird von dem Quersupport der Maschine und damit der Halter *B* bewegt. In Halter *B* ist der Bohrstahl befestigt.

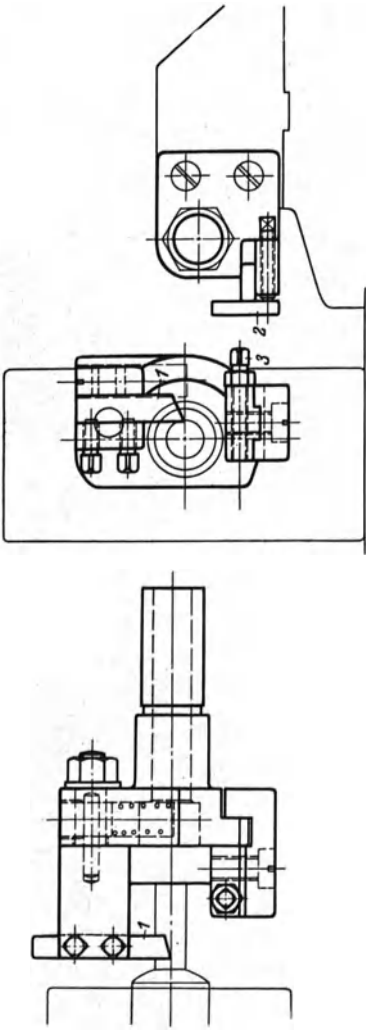


Abb. 131. Hinterdrehwerkzeug.

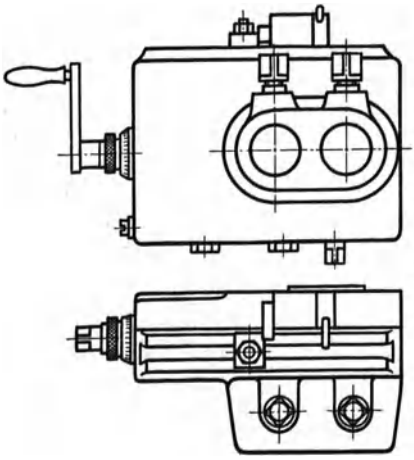


Abb. 132. Bohrwerkzeug mit Planbewegung.

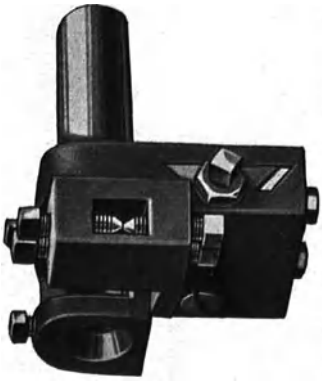


Abb. 133. Bohrwerkzeug mit Planbewegung.

Ein ähnliches Werkzeug zum Hinterdrehen eines Außendurchmessers zeigt Abb. 131. An Stelle eines Bohrstahls kann in dem Halter der Drehstahl *1* eingesetzt werden. *2* ist der am vorderen Quersupport befestigte Anschlag, der auf die einstellbare Schraube *3* drückt.

Einen größeren Halter mit Spindelbewegung und zur Aufnahme von 2 Bohrstangen zeigt Abb. 132.

Sind derartige Hinterstiche und Eindrehungen an schwachen Arbeitsstücken vorzunehmen, so müssen die letzteren durch eine Führungsbüchse unterstützt werden wie bei Abb. 133.

In Abb. 134 ist ein Halter mit Querschlitten zur Aufnahme von 2 Bohrern gezeigt. Die Verschiebung erfolgt durch Zahnstange und Handhebel, wobei oben ein einstellbarer Anschlagstern zur Begrenzung des Handhebelausschlags angebracht ist.

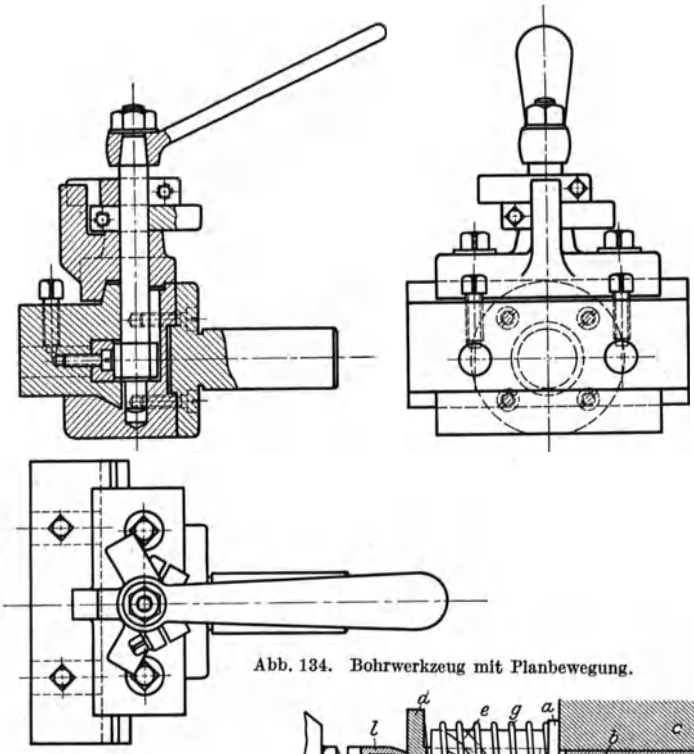


Abb. 134. Bohrwerkzeug mit Planbewegung.

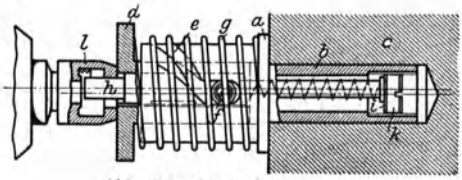


Abb. 136. Hinterdrehwerkzeug.

Abb. 135. Hinterdrehwerkzeug.

Für kleinere Einstiche bis zu etwa 10 mm dient das Werkzeug Abb. 135. Die Planbewegung wird durch Drehung des exzentrisch zum Hinterteil gelagerten Vorderteiles bewirkt.

Ähnlich arbeitet das Werkzeug Abb. 136. Beim Vorschub legt sich die Scheibe *d* gegen das Arbeitsstück *l* und verhindert den weiteren Vorschub des Werkzeuges *h*. Die äußere Hülse *a* geht aber weiter vor, und dabei schiebt sich die Spiralnute *e* der Hülse über die Rolle *f* des Werkzeuges. Dadurch dreht

sich dieses und führt infolge der exzentrischen Lagerung von *h* in *a* eine Planbewegung aus. Das Werkzeug sticht zunächst eine Nute in die Bohrung des Werkstückes. Ist die Rolle *f* am Endpunkte der Nute *e* angelangt, so schiebt die im Schaft *b* einstellbare Mutter *k* auf das hintere Ende *i* des Halters *h* und verschiebt diesen weiter nach vorn. Dadurch wird die eingestochene Nut zu einer Ausdrehung von beliebiger Länge erweitert (D. R. G. M. 526204).

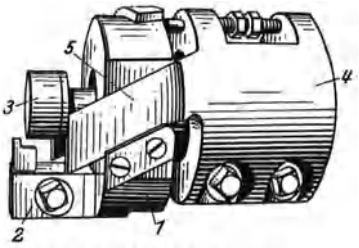


Abb. 137. Hinterdrehwerkzeug.

Für rotierende Werkzeuge ist die Ausführung Abb. 137 bestimmt. Das Vorderteil *1* mit dem Stahlhalter *2* legt sich beim Vorschub gegen das Arbeitsstück oder die Spannvorrichtung. Zu diesem Zwecke ist *3* als Kugellager ausgebildet. Das weiter vorschiebende Hinterteil *4* schiebt das stillstehende Vorderteil *1* infolge der schrägen Gleitbahnen *5* radial nach innen, wobei *1* auf *4* in einer radial verlaufenden Führung gleitet.

10. Kombinierte Bohr- und Drehwerkzeuge.

Um Werkstücke gleichzeitig außen und innen zu bearbeiten, also zu überdrehen und zu bohren, werden Halter zur gleichzeitigen Auf-

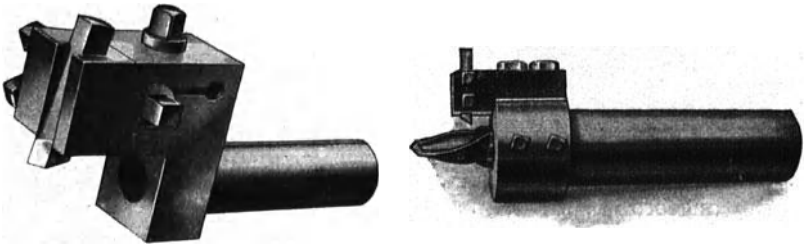


Abb. 138—139. Bohr- und Drehwerkzeuge.

nahme von Bohrwerkzeugen und Drehstählen verwendet. In Abb. 138 und 139 sind einfache Halter dieser Art gezeigt. In Abb. 140 trägt

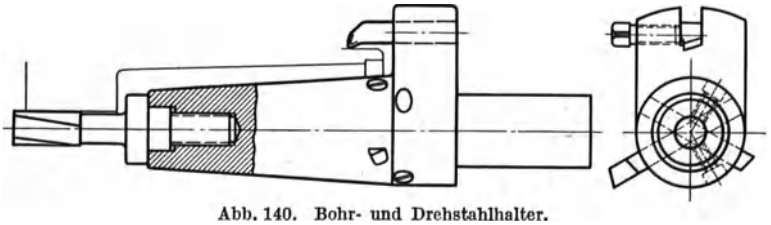


Abb. 140. Bohr- und Drehstahlhalter.

der Halter ein Bohrwerkzeug, mehrere Facestähle und einen Außendrehstahl.

Bei dem Halter Abb. 141 ist der Drehstahl längs einstellbar, bei dem Halter Abb. 142 dagegen plan einstellbar.

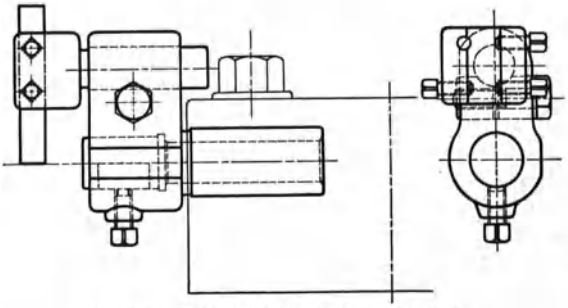


Abb. 141. Drehstahlhalter, längs einstellbar.

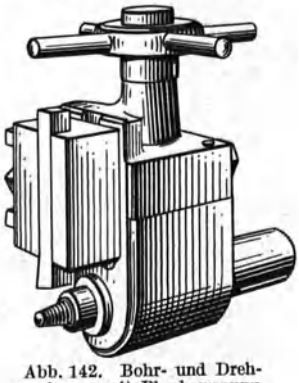


Abb. 142. Bohr- und Drehwerkzeug mit Planbewegung.

Eine Kombination von 5 Bohr- und Drehwerkzeugen zeigt Abb. 143, und ihre Anwendung zeigt Abb. 144. In der runden Stahlhalterscheibe *1* sitzt in der Mitte das Bohrwerkzeug. Auf einem Lochkreise sind 4 Bohrungen angeordnet, in denen entweder einfache runde Stähle *2*, *3* in Spannhülsen *4*, *5* oder Stahlhalter *6* befestigt sind, je nach der erforderlichen Lage der Stähle.

Abb. 143. Bohr- und Drehwerkzeug.

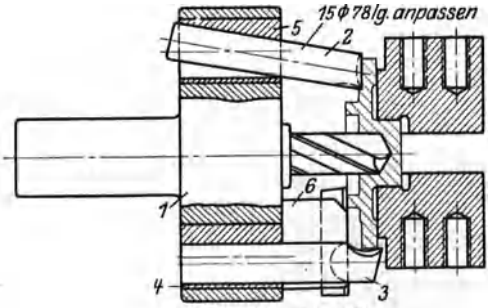


Abb. 144 (zu Abb. 143).

11. Tangentialstahlhalter.

Bei den üblichen Radialstahlhaltern hat der Stahl die in Abb. 145 gezeigte Stellung zum Werkstück. Der Anstellwinkel α und der Schnittwinkel β müssen durch Schleifen hergestellt werden. Beim Nachschleifen des stumpf gewordenen Stahles müssen diese Winkel stets von neuem eingehalten werden. Gibt man dem Stahl dagegen die Stellung zum Arbeitsstück nach Abb. 146, so bleibt der Winkel α stets

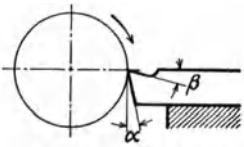


Abb. 145. Radialstahl.

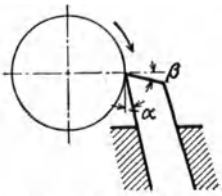


Abb. 146. Tangentialstahl.

konstant. Beim Nachschleifen des Stahles von oben ist ferner die Einhaltung des Winkels β durch eine bestimmte Lage des Stahles zur Schleifscheibe sehr einfach. Außerdem bieten diese, tangential zu dem Werkzeug liegenden Stähle dem Spanndruck einen besseren Widerstand, da sie nicht auf Biegung beansprucht werden wie der Stahl Abb. 145.

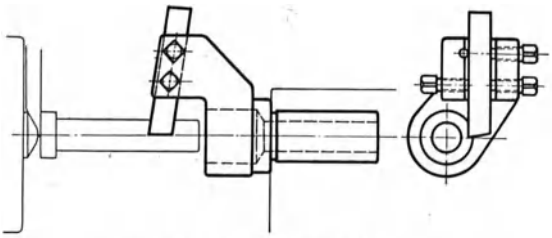


Abb. 147. Tangential-Stahlhalter.

Einen einfachen Tangentialstahlhalter zeigt Abb. 147, einen solchen mit Backenlünetten Abb. 148 und einen mit Rollenlünetten Abb. 149.

Für Schlittenrevolver ist der Halter Abb. 150 und für mehrspindlige Schlittenrevolver der Halter Abb. 151 bestimmt, der auf der Ecke des Revolverkopfes befestigt ist. Ein besonders einstellbarer Halter, der sowohl Tangentialstähle als auch Radialstähle (wie gezeichnet) aufnehmen kann, ist in Abb. 152 dargestellt. Der Messerhalterkörper *1* ist am Revolverkopf befestigt, auf *1* ist der Messerschlitten *2* plan in einer Prismaführung verstellbar, und zwar durch eine senkrechte Ritzelwelle *3*, die wiederum durch Schneckenwelle *4* gedreht wird. Dadurch ist eine sehr feine Einstellung des Stahles möglich, begrenzt durch einstellbaren Anschlag *5*. Die Höhenverstellung des Stahles *6* erfolgt durch die Messerauflage *7* und die darunterliegenden Einstellschrauben *8*. Die beiden Lünettenrollen *9* sind in den Schlitten *10* gelagert und durch die Stellschrauben *11* einstellbar.

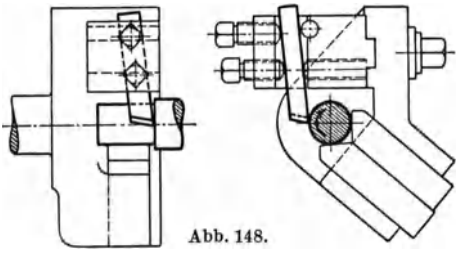


Abb. 148.

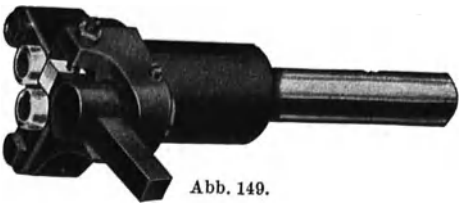


Abb. 149.

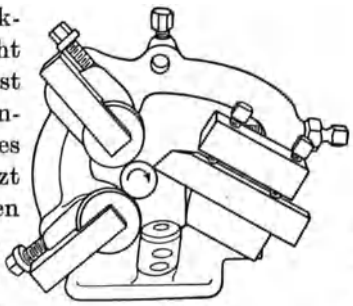


Abb. 150.

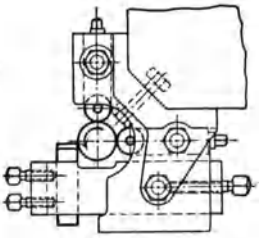


Abb. 151.

Abb. 148—151. Tangentialstahlhalter mit Lünetten.

II. Form- und Abstechwerkzeuge.

Sie arbeiten mit senkrecht zur Achse der Arbeitsspindel gerichtetem Vorschub und sind daher auf den Querschlitten befestigt. Man unterscheidet in der Hauptsache je nach ihrer Lage zum Werkstück:

1. flache Formstähle nach Abb. 153,
2. senkrechte oder Tangentialformstähle nach Abb. 154 und
3. kreisrunde Formstähle nach Abb. 155.

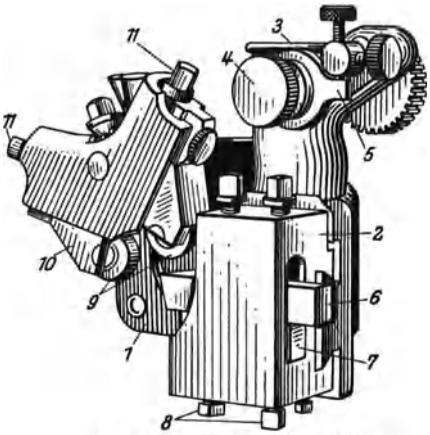


Abb. 152. Universal-Stahlhalter.

Flache und senkrechte Formstähle sind vorzuziehen, wenn es sich um schwere breite Schnitte handelt, da sie in einem entsprechenden Halter gut befestigt und bis dicht an die Schneidkante unterstützt werden können, was bei kreisrunden Formstählen nicht der Fall ist.

Weist die zu drehende Form direkt senkrechte Flächen auf, z. B. *a*, *b* in Abb. 156, so wird man diese Stellen stets etwas unsauber erhalten, weil der Stahl an diesen Stellen nicht hinterschliffen werden kann;

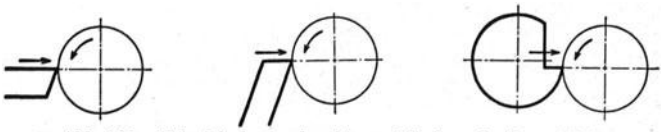


Abb. 153—155. Flache, senkrechte und kreisrunde Formstähle.

denn sonst würde er beim Schleifen von oben die Form verlieren. Legt man daher Wert darauf, auch diese Flächen absolut sauber zu erhalten, so empfiehlt sich die Benutzung von senkrechten Formstählen, die in diesem Falle an den strichpunktierten Linien geteilt werden (Abb. 156). Damit der mittlere Stahl an der schraffierten Fläche in Abb. 157 nicht reibt, kann er bis zu der punktierten Linie seitlich hinterschliffen werden, wobei in der Regel schon $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ mm genügen. Hat er durch das Nachschleifen von oben zuviel an Form verloren, muß er bis zur punktierten Linie abgeschliffen und von neuem hinterschliffen werden.

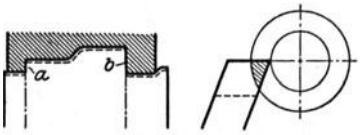


Abb. 156—157 (zu Abb. 153—155).

1. Flache Formstähle und Stahlhalter.

Da besonders bei Formstählen ihre genaue Höhenlage zur Achsenmitte des Werkstückes wichtig ist, müssen die Halter mit entsprechender Einstellvorrichtung versehen sein.

Abb. 158 zeigt Stahlhalter verschiedener Höhe, in den Abb. 159, 160 und 161 ist der Stahl durch eine Keilunterlage in der Höhe einstell-

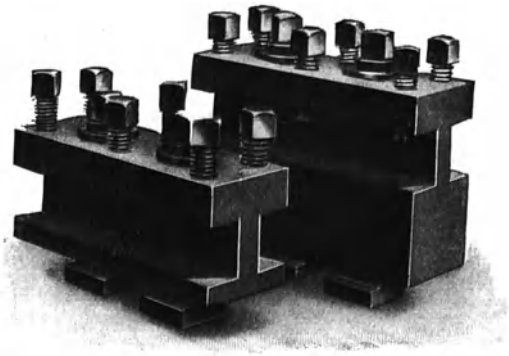


Abb. 158. Formstahlhalter ohne Höheneinstellung.

bar. In Abb. 162 und 163 ist der Stahl schwenkbar durch eine gewölbte Unterlage. Abb. 164 zeigt einen Halter mit angebauter Kordierrolle.

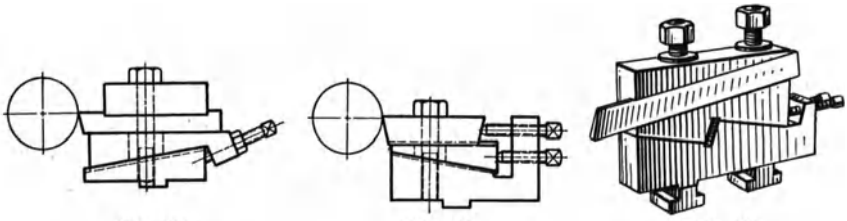


Abb. 159. Abb. 160. Abb. 161.

Abb. 159—161. Formstahlhalter mit Keilunterlage.

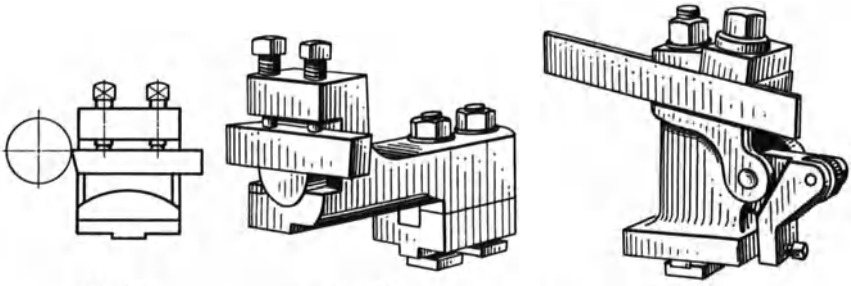


Abb. 162. Abb. 163. Abb. 164.

Formstahlhalter mit schwenkbarer Unterlage. Formstahlhalter mit Kordierrolle.

Eine Ausführung mit Keilunterlage und umdrehbarem Formstahl mit beiderseitiger Schneide zeigt Abb. 165.

Abb. 166 und 167 zeigen einen doppelten Stahlhalter mit gewölbter Unterlage für zwei nebeneinanderliegende und Abb. 168 einen solchen für zwei gegenüberliegende Formstähle mit Materialanschlag.

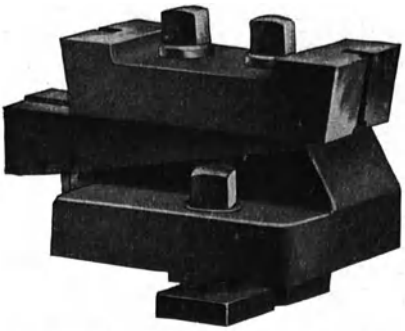


Abb. 165. Doppelschneidiger Formstahlhalter.

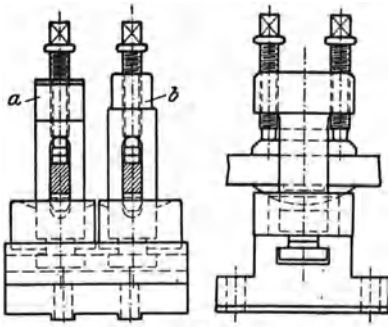


Abb. 166—167. Doppel-Stahlhalter.

Für mehrere schwere breite Formstähle dient der Halter Abb. 169.

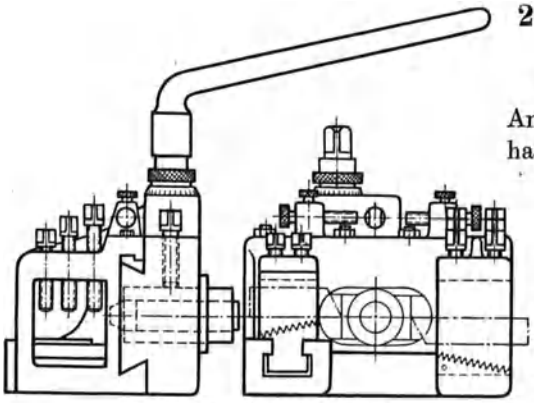


Abb. 168. Doppelstahlhalter.

2. Tangentialformstähle und Stahlhalter.

a) Ihre Berechnung. Als Anstellwinkel α (Abb. 170) hat sich in der Praxis ein Winkel von 12° als geeignet erwiesen. Man ist daher genötigt, die senkrechten Maße des Arbeitsstückes z. B. a umzurechnen, um die Tiefenmaße für das Profil des Formstahles (b) zu erhalten.

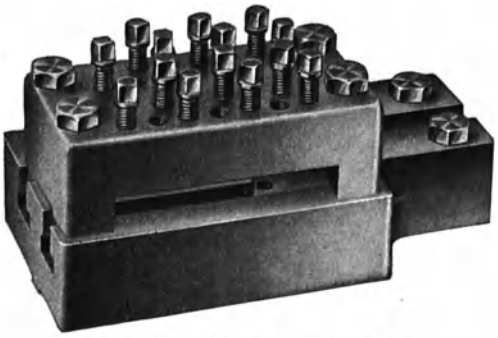


Abb. 169. Schwerer Formstahlhalter.

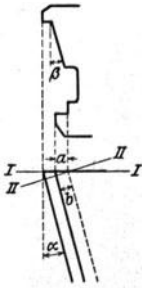


Abb. 170.

Es ist $b = a \cdot \cos\alpha$. Bei einem Maß $a = 10$ mm würde daher das Tiefenmaß b des Formstahles betragen: $b = 10 \cdot 0{,}978 = 9{,}78$ mm.

Ist eine Fläche des Werkstückes in einem Winkel β zur Achse geneigt, so erhält man die Größe dieses Winkels β_1 für den Formstahl aus der Formel: $\operatorname{tg}\beta_1 = \operatorname{tg}\beta \cdot \cos\alpha$. Bei einem Winkel von $\beta = 15^0$ und einem Anstellwinkel $\alpha = 12^0$ würde man erhalten:

$$\operatorname{tg}\beta_1 = 0{,}268 \cdot 0{,}978 = 0{,}262 \cdot \beta_1 = 14^0\,40\,.$$

b) Ihre Herstellung. Nachdem die Maße und Winkel des Formstahles festgestellt sind, wird der auf der unteren und den seitlichen Flächen bearbeitete Stahl auf einer Reißplatte angerissen, und zwar

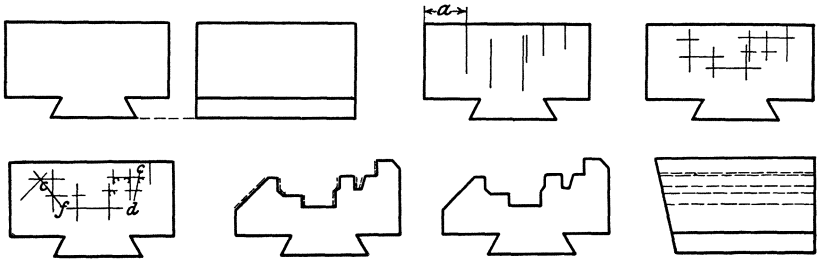


Abb. 171. Arbeitsgang für flache Formstähle.

zunächst die senkrechten und dann die wagerechten Linien, ferner die schrägen Linien und endlich die Abrundungen in den Ecken. Dann wird das Profil ausgehobelt, wobei an den seitlichen Flächen etwa $^2/_{10}$ mm zum Schleifen stehenbleiben. Nach dem Härten wird die Form auf Maß geschliffen, wobei darauf zu achten ist, daß die Formflächen genau parallel zu der unteren und den seitlichen Flächen des Stahles sind.

Wenn man vorher die obere Schnittfläche in dem Anstellwinkel von 12^0 schleift, so kann man beim Schleifen der Form das Profil kontrollieren

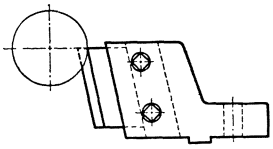


Abb. 172. Formstahlhalter.

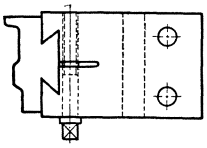
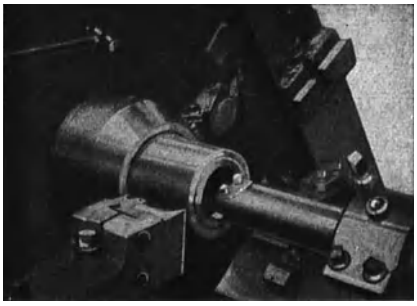


Abb. 173. Formstahlhalter.

durch eine nach den Maßen des Werkstückes hergestellte Lehre oder durch das Werkstück selbst. Dieser Arbeitsgang ist aus Abb. 171 ersichtlich. Es ist dort ferner ersichtlich, daß die untere Fläche des Stahles schwalbenschwanzförmig ist. Diese Form gestattet ein gutes und festes Einspannen des Stahles im Halter, wie in Abb. 172 und 173 gezeigt. Ein solches Werkzeug auf einem Einspindelautomaten zeigt Abb. 174, auf einem Mehrspindelautomaten Abb. 175. Das letztere ist als Doppelstahlhalter ausgebildet mit zwei Formstählen, von denen der untere

schruppt, der obere schlichtet. In Abb. 176 ist der Formstahl durch eine Schraube auf genaue Höhenlage einstellbar.



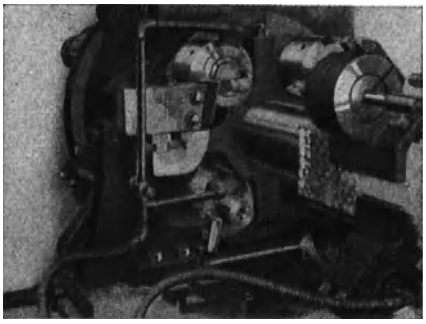


Abb. 174—175. Halter für flache Formstähle.

Handelt es sich um breite Schnitte an schwachen Werkstücken, so ist eine Unterstützung der letzteren erforderlich, da sich sonst das Werkstück abbiegt und der Formstahl durch das Federn des Werkstückes stumpf wird und nicht sauber und genau arbeitet.

Abb. 176. Halter für flache Formstähle.

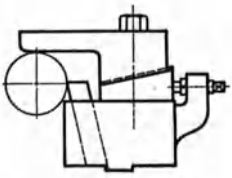


Abb. 177. Halter mit Führung.

Eine einfache Führung ist aus Abb. 177 ersichtlich; sie besteht aus einer in der Höhe einstellbaren, das Werkstück oben, d. h. gegenüber dem Spandruck, abstützenden Leiste und ist anwendbar an Werkstücken, bei denen eine Stelle des Außendurchmessers unbearbeitet oder vorher überdreht ist. Einen Tangential-Formstahl-

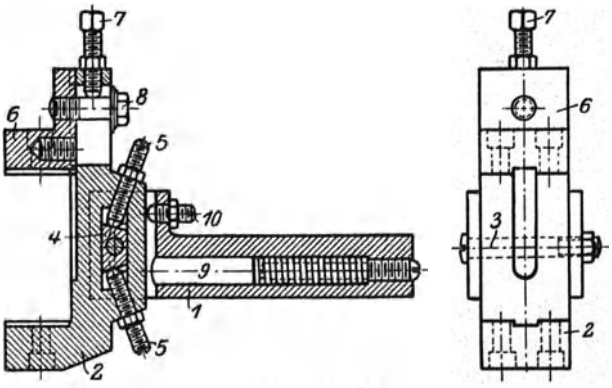


Abb. 178—179.

halter mit Einstellung zeigen Abb. 178 und 179. In dem Halter *1* ist der Bügel *2* um den Bolzen *3* drehbar angeordnet. Auf letzterem

sitzt der Stein *4*, auf den sich die Druckschrauben *5* legen. Auf dem Bügel ist der Schlitten *6* durch Schraube *7* einstellbar und durch Schraube *8* feststellbar. Der Bügel federt unter dem Drucke des Federbolzens *9* nach oben bis gegen die Schraube *10*. Auf dem

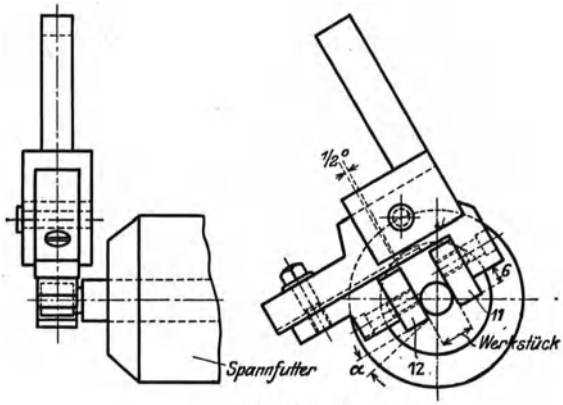


Abb. 180—181.

unteren Schenkel des Bügels ist der Gegenhalter *11* (Abb. 180 und 181) befestigt, an dem Schlitten *6* der Formstahl *12*. Gegenhalter und Formstahl haben das gleiche Profil. Beim Arbeiten legt sich der etwas vorstehende Gegenhalter zuerst an das Arbeitsstück und zieht

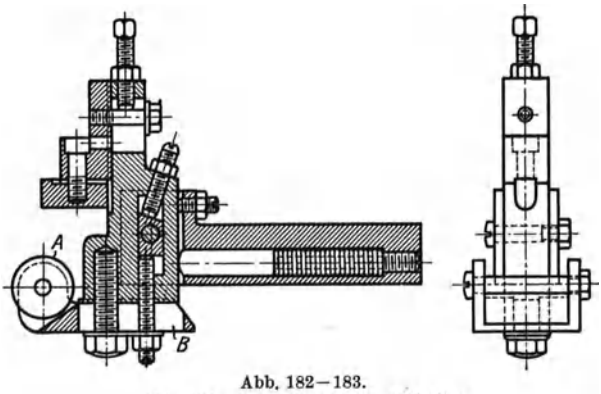


Abb. 182—183.
Abb. 178—183. Tangentialstahlhalter.

den Formstahl heran. Die Entfernung zwischen Gegenhalter und dem Formstahl entspricht dem Durchmesser des Werkstückes.

Ein ähnlicher Halter mit Rollengegenhaltern ist in Abb. 182 und 183 gezeigt.

In Abb. 184—186 sind in dem Halter *1* die beiden Teile *2*, *3* gelagert, sie können durch den Keil *5* in der Höhe und durch den Keil *4* in ihrer

Entfernung zueinander genau eingestellt werden. An dem Teil *2* ist der Formstahl *6* und an dem Teil *3* der Gegenhalter *7* befestigt.

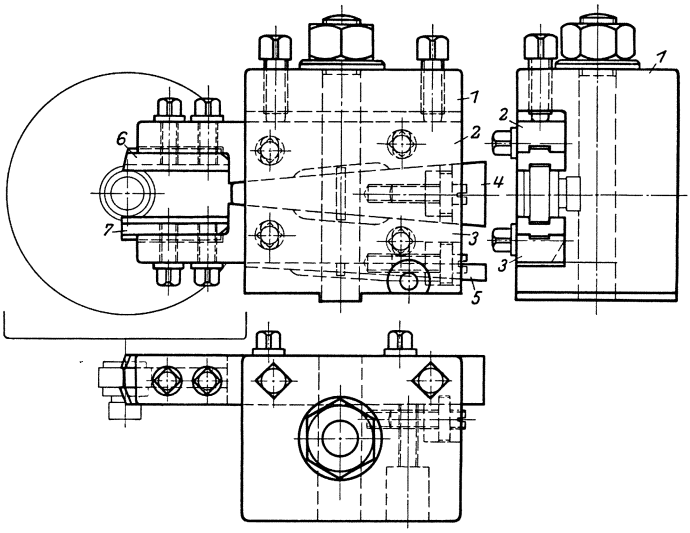


Abb. 184—186. Tangentialstahlhalter.

3. Kreisrunde Formstähle und Halter

haben den Vorteil, daß ihre Form durch Drehen leicht herzustellen ist.

a) Ihre Berechnung. Damit ein Anstellwinkel erzielt wird, muß die Mitte des Formstahles höher bzw. tiefer stehen als die Mitte des Werkstückes. Würde der Formstahl in gleicher Höhe mit dem Werkstück

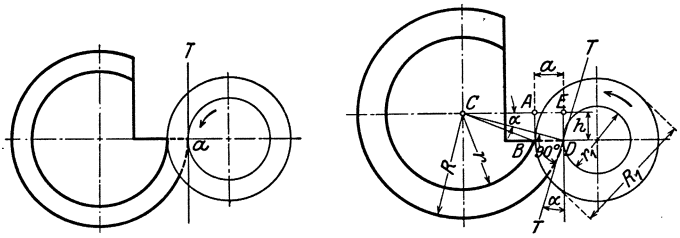


Abb. 187—188. Kreisrunde Formstähle.

stehen, so ergäbe sich bei α kein Anstellwinkel (Abb. 187), da die Tangente $T—T$ senkrecht steht. In Abb. 188 ergibt sich der Anstellwinkel α. Aus der Größe desselben ergibt sich das Maß h.

In dem Dreieck CDE ist $CD = R =$ dem größten Durchmesser des Formstahles, der Winkel DCE ist gleich dem Anstellwinkel α.

Daher ist $h = R \cdot \sin\alpha$.

Der kleinste Durchmesser des Formstahles berechnet sich aus: $r = \sqrt{h^2 + CA^2}$; darin ist $CA = CE - a$, $CE = R \cdot \cos\alpha$, $a = \frac{R_1 - r_1}{2}$

gleich der Differenz zwischen dem größten und kleinsten Radius des Werkstückes.

Infolge des Anstellwinkels entspricht das Profil des Formstahles nicht genau dem Profil des Werkstückes, sondern es muß beim Drehen des ersteren nach einer Schablone gearbeitet werden, bei deren Abmessungen das auf S. 42 für die senkrechten Formstähle Gesagte berücksichtigt werden muß.

b) Ihre Herstellung ist verhältnismäßig einfach, da sie in der Hauptsache auf der Drehbank erfolgen kann. Sie erhalten in der Mitte eine Bohrung, mit der sie auf einem Bolzen drehbar gelagert werden können.

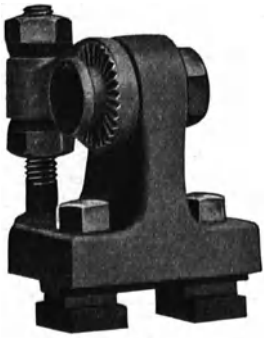


Abb. 189.

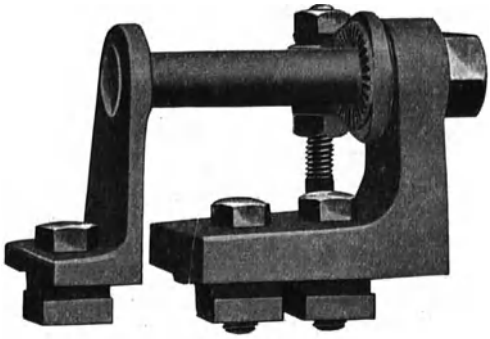


Abb. 190.

Diese Drehbarkeit gestattet ein genaues Einstellen der Schneide auf Mitte Arbeitsstück und ein Nachstellen des geschliffenen Stahles, so daß diese Stähle bis auf einen kleinen Sektor aufgebraucht werden können. Zur Feststellung gegen Drehung während des Arbeitens werden sie seitlich mit einem Stift oder einer Verzahnung versehen.

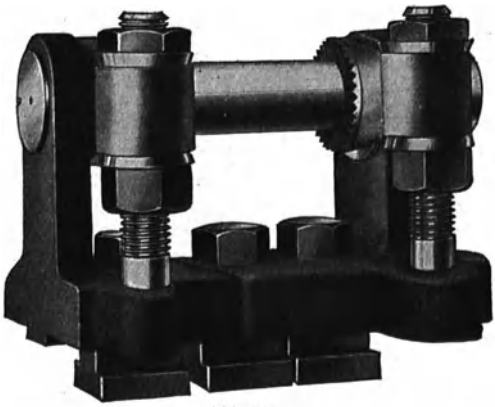


Abb. 191.

Abb. 189—191. Stahlhalter für runde Formstähle.

Als Halter dient in der Regel ein auf dem Querschlitten befestigter Bock (Abb. 189). Ein Hebel mit verzahnter Nabe, die in eine entsprechende Verzahnung des Formstahles eingreift, dient zur Höheneinstellung der Stahlschneide. Für breitere Stähle kommt ein zweiter Gegenbock hinzu (Abb. 190) und für ganz breite Stähle, die meist aus mehreren einzelnen Formstählen zusammengesetzt sind, wird ein Doppelbock (Abb. 191) verwendet.

In Abb. 192 findet die Feststellung des Formstahles durch einen Mitnehmerstift und die Bewegung des Einstellhebels durch eine Schnecke statt. Für ganz schwere Schnitte dient der Halter Abb. 193. Derselbe

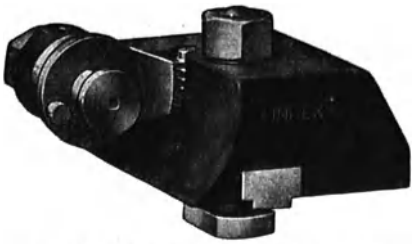


Abb. 192. Halter für runde Formstähle.

Abb. 193. Halter für schwere Formstähle.

ist in einer schwalbenschwanzförmigen Führung in der Längsrichtung der Arbeitsspindel einstellbar und an jeder Stelle feststellbar.

Für dünne Arbeitsstücke empfiehlt sich die Anbringung von Auflageflächen für das Material, um Vibrationen zu verhindern. Sie bestehen aus gehärteten, einstellbaren Stahlplatten *b*, *c* (Abb. 194).

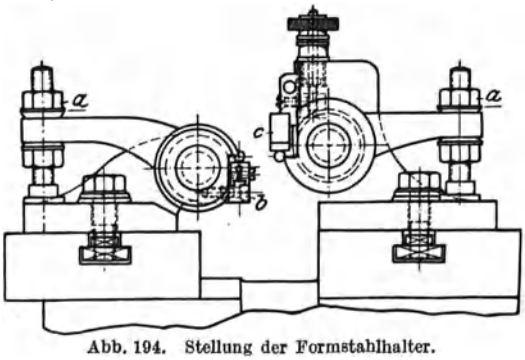


Abb. 194. Stellung der Formstahlhalter.

Je nachdem nun der Stahl vorn oder hinten am Arbeitsstück schneidet, ergeben sich verschiedene Lagen der Stahlmitte. Der Druck soll möglichst nach unten wirken, damit der Stahlhalter nicht abgehoben wird. Deshalb soll bei Rechtslauf der Arbeitsspindel der Formstahl vorn, bei Linkslauf hinten auf dem Querschlitten sitzen (Abb. 195).

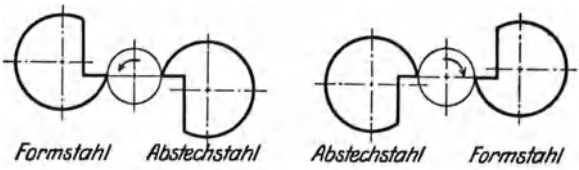


Abb. 195. Richtige Lage der Formstähle.

In gewissen Fällen ist es ratsam, die Stahlschneide etwas über die Mitte des Arbeitsstückes zu setzen, um das Hacken des Stahles zu vermeiden. Die Größe dieser Überhöhung ergibt sich am besten aus praktischen Versuchen je nach Art des zu bearbeitenden Materials.

Es ergibt sich dann außer dem Winkel α (Abb. 188) noch ein weiterer Winkel γ (Abb. 196). Die Summe β dieser beiden Winkel ist dann der Berechnung zugrunde zu legen. Bei nicht zu langen Arbeitsstücken ist

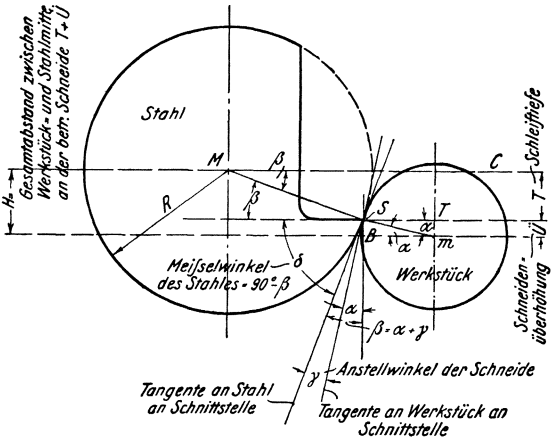


Abb. 196. Berechnung der Formstähle.

die Leistung der Maschine stets zu erhöhen durch reichliche Anwendung von Formstählen an Stelle von Langdrehoperationen. Einige Beispiele sind in Abb. 197 angegeben.

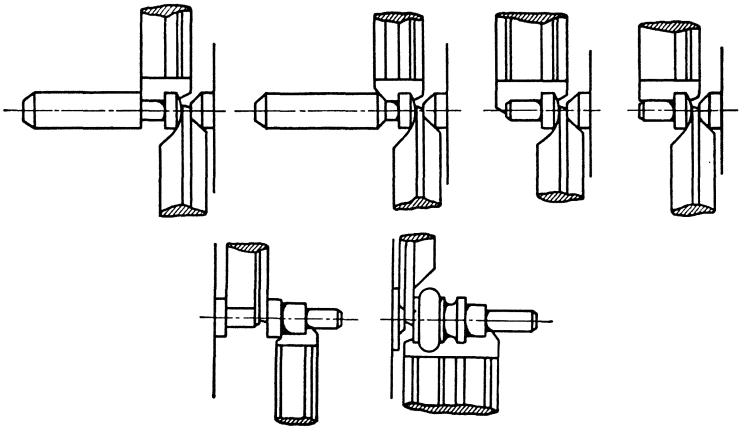


Abb. 197. Anwendung von Formstählen.

4. Flache Abstechstähle.

Bei Abstechstählen, die in der Regel größere, senkrechte Planflächen zu bearbeiten haben, ist die Frage des seitlichen Hinterschliffes von besonderer Bedeutung. Ist der Stahl nach hinten hinterschliffen (Abb. 198), so reibt die Kante *b* am Arbeitsstück, ist er nach unten hinterschliffen, die Kante *a* (Abb. 199). Die letztere Form ist die vorteilhaftere, weil

der Stahl von vorn nachgeschliffen wird und stets seine Stärke behält, während ein nach hinten hinterschliffener Stahl von oben nachgeschliffen

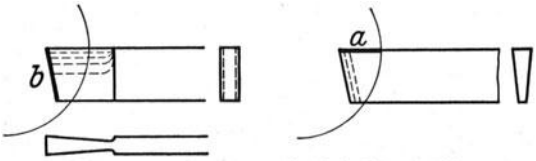


Abb. 198—199. Hinterschliff bei Abstechstählen.

werden müßte, wobei ein Heben des Stahles auf Mitte erforderlich wäre und eine andauernde Schwächung der Schneide eintreten würde.

Abb. 200 und 201 zeigen einen einfachen Halter für flache Abstechstähle ohne Einstellung, Abb. 202 einen solchen mit schrägliegendem

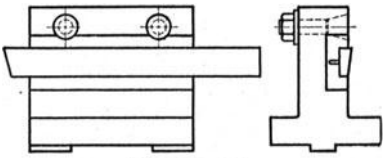


Abb. 200—201.

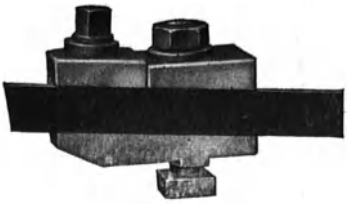


Abb. 202.

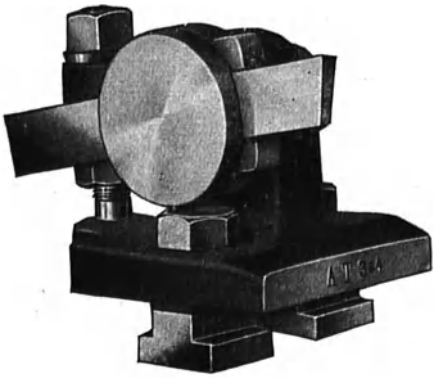


Abb. 203.

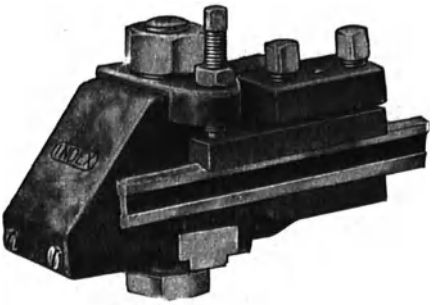


Abb. 204.

Abb. 205.

Abb. 200—205. Abstechstahlhalter.

Stahl zur Erzielung des oberen Anstellwinkels. In Abb. 203—205 ist die Stahlschneide einstellbar durch Drehung des Stahlhalters.

Es kommt häufig vor, daß mehrere Arbeitsstücke gleichzeitig von der Stange bearbeitet und abgestochen werden. Abb. 206 zeigt einen Mehrfach-Abstechstahlhalter.

In Abb. 207 befinden sich zwischen den einzelnen Abstechstählen *A* die Schieber *H*, die an einer gemeinschaftlichen Hülse *F* befestigt sind. *B* ist der Stahlhalter. Die Hülse wird durch Federn *G* nach hinten gedrückt in eine Stellung, in der die Schieber *H* bei erfolgtem Abstich dicht vor dem Arbeitsstück liegen. Beim Rückgang des Querschlittens legt sich ein im Bock *D* gelagerter und von der Steuerwelle betätigter Bolzen *E* gegen die Hülse. Die Schieber *H* bleiben stehen, während die Abstechstähle zurückgehen, und verhindern ein Festklemmen der abgestochenen Werkstücke zwischen den Abstechstählen, indem sie die ersteren abstreifen.

Abb. 206.
Mehrfacher Abstechstahlhalter.

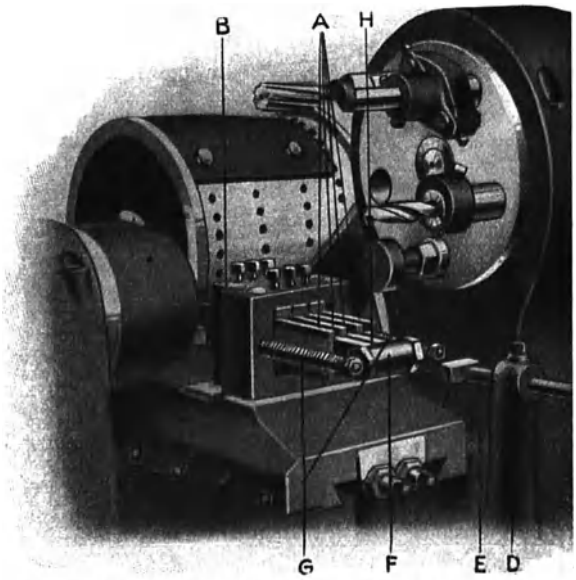


Abb. 207. Mehrfacher Abstechstahlhalter.

5. Kreisrunde Abstechstähle und Stahlhalter.

Hier liegt der Fall bezüglich des Hinterschliffes umgekehrt wie bei den flachen Formstählen. Die einfachste Herstellung gestattet der nach hinten hinterschliffene Stahl (Abb. 208), dessen Schneide auch beim

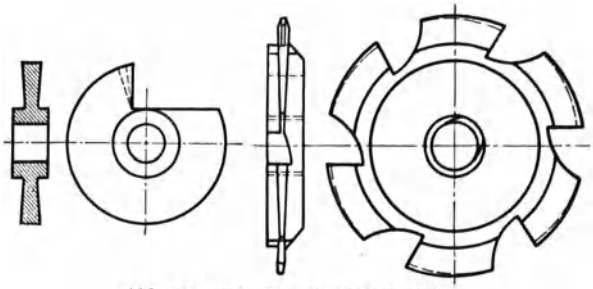


Abb. 208—209. Runde Abstechstähle.

Nachschleifen von oben nicht geschwächt wird. Soll dagegen der Stahl nach unten hinterschliffen sein, so müßte er nach Art eines teuren hinterdrehten Fräsers hergestellt werden (Abb. 209).

Kreisrunde Abstechstähle werden in gleicher Weise wie kreisrunde Formstähle in Haltern nach Abb. 189 eingespannt.

III. Gewindeschneidwerkzeuge.

1. Schneideisen und Halter.

Eine besonders in Amerika gebräuchliche Art von Schneideisen ist in Abb. 210—211 dargestellt. Dasselbe wird in einem Ring gehalten und durch Schrauben eingestellt (Abb. 212) oder in sog. Gewindepatronen. Diese Schneideisen sind indessen nur für leichtere Gewinde zu benutzen, da sie infolge der tiefen Spaltung leicht federn und brechen.

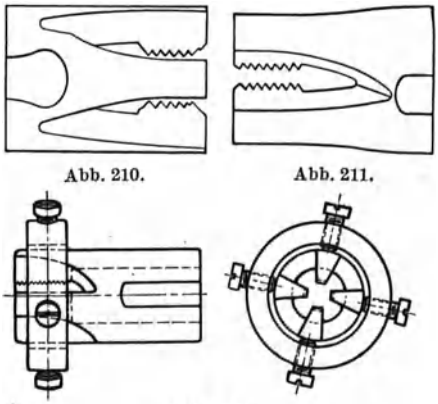


Abb. 210. Abb. 211.

Abb. 212.

Abb. 210—212. Gewindeschneidpatronen.

Solider ist das Schneideisen Abb. 213—215.

Damit ein Anschnitt bei *a* entsteht, soll das Gewinde in das Schneideisen mit einem etwas kleineren Bohrer als die zu schneidende Schraube geschnitten werden. Die Schneideisen werden in Halter eingesetzt. Die einfachste Form zur Benutzung auf Handrevolverbänken zeigt Abb. 216. Der Halter wird mittels des Handgriffs von Hand vor- und zurückgeschoben, er ist in dem Bock gegen Drehung gesichert.

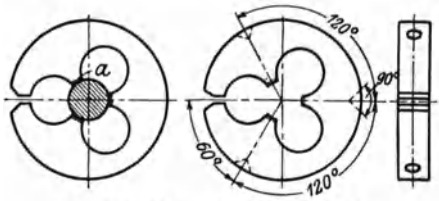


Abb. 213—215. Gewinde-Schneideisen.

Abb. 216. Hand-Schneideisenbock.

Um die Gewindelänge von der Schaltung des Rechts- und Linkslaufes der Arbeitsspindel unabhängig zu machen, sind die Schneideisenhalter zweiteilig ausgeführt (Abb. 217—219). Das Hinterteil *1* steckt mit seinem Schaft fest im Revolverkopf, das Vorderteil *2* ist auf *1* verschiebbar. In der gezeichneten Stellung verhindert der am Hinterteil sitzende Zahn *3* ein Drehen des Vorderteiles, indem er sich gegen den am letzteren

sitzenden Zahn *4* legt. Das Vorderteil wird festgehalten, und das in der Pfeilrichtung sich drehende Werkstück *5* schraubt sich in das Schneideisen *6* ein, das Vorderteil *2* mit nach vorn ziehend, solange dasselbe

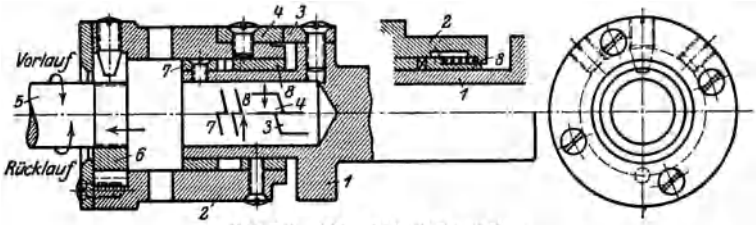


Abb. 217—219. Schneideisenhalter.

gegen Drehung festgehalten wird. Ist die Gewindelänge erreicht, so gleitet Zahn *4* an Zahn *3* ab, da der Revolverschlitten mit langsamerem Vorschub bewegt wird als das Vorderteil durch die Steigung des zu schneidenden Gewindes. Das Vorderteil dreht sich nunmehr lose auf dem Hinterteil mit dem Werkstück. Beginnt der Revolverschlitten seine Rückwärtsbewegung, so ist zuvor die Arbeitsspindel auf Rücklauf geschaltet, das Hinterteil geht mit zurück, und die Kupplung *7* hält die Kupplung *8* und damit das Vorderteil fest, so daß sich das letztere von dem Werkstück herunterschraubt. Der Rückgang des Revolverschlittens muß der Gewindesteigung ungefähr angepaßt sein, damit die Kupplungen *7*, *8* in Eingriff bleiben. Um hierin etwas Bewegungsfreiheit zu haben, kann die Kupplung *8* mit dem Vorderteil nicht fest, sondern gegen eine Feder verschiebbar angeordnet sein (Abb. 218). Die durch die Kupplungen *7*, *8* entstehenden Stöße sind vermieden bei dem Halter mit stoßfreier Umsteuerung (Abb. 220—223). Wenn sich das Vorderteil *1* aus dem Halter *2* herauszieht, kommen die Mitnehmerstifte *3* außer Eingriff mit der Platte *4*. Das Schneidzeug läuft mit dem Arbeitsstück. Beim Umsteuern des letzteren auf schnellen Linksgang werden die Kugeln *5* durch ihre Fliehkraft nach außen in die Aussparungen *6* geworfen. Das Vorderteil wird festgehalten, und das Schneideisen läuft ab. Dieser Halter ist ferner ohne weiteres

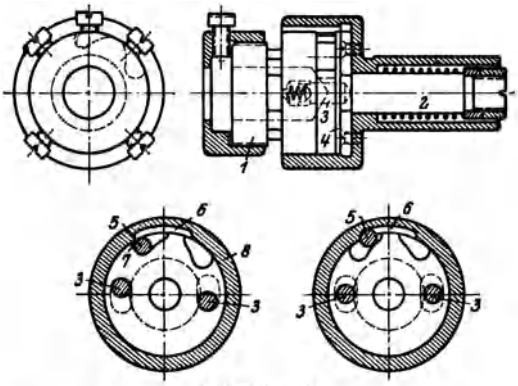


Abb. 220—223.
Schneideisenhalter mit stoßfreier Umsteuerung.

Abb. 224.
Schneideisenkappe.

zum Schneiden von Rechts- und Linksgewinde zu benutzen, indem die Kugeln entweder in die Aussparungen *7* oder *8* gelegt werden. Um Schneideisen verschiedener Größe in einem Halter aufnehmen zu können, werden die Schneideisenkappen Abb. 224 benutzt, die in das Vorderteil eingeschraubt werden. Sie sind mit Aussparungen versehen, so daß das Schneideisen in der Kappe nachgeschliffen werden kann.

2. Gewindebohrer und Halter.

Gewindebohrer werden in prinzipiell gleichen Haltern wie Schneideisen befestigt. Sie arbeiten auf Automaten nur dann gut, wenn sie etwas konisch und mit genügend breiten Nuten versehen sind, damit die Späne Platz haben.

3. Gewindeschneidköpfe

a) für Außengewinde

haben gegenüber Schneideisen und Gewindebohrern den Vorteil, daß die Gewindebacken nur mit ihrer Schneidkante anliegen, das Werk-

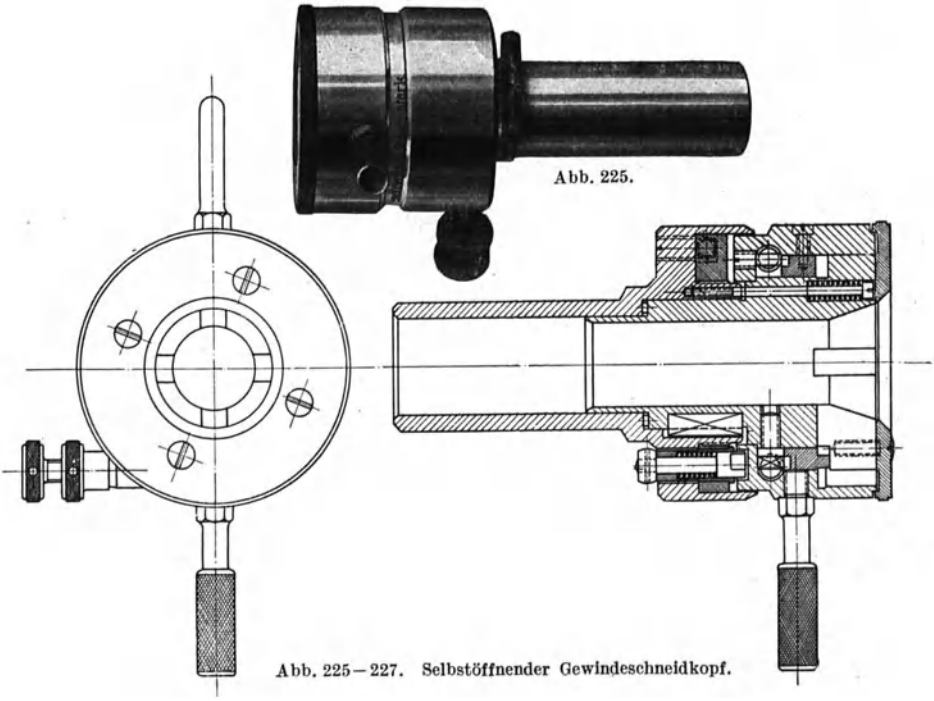


Abb. 225.

Abb. 225—227. Selbstöffnender Gewindeschneidkopf.

stück daher weniger erwärmen und vor allen Dingen die Gewindegänge beim Rücklauf nicht beschädigen, da der letztere bei geöffneten Schneidbacken erfolgt (Abb. 225—229).

Der feststehende zum Einspannen dienende Schaft *1* (Abb. 228—229) ist gehärtet und ganz durchbohrt, damit Gewinde von beliebiger Länge geschnitten werden können. Auf den inneren Gewindeteil des Schaftes ist der Einstellring *2* aufgeschraubt. Fest in diesem sitzt die Hülse *7* mit dem federnden Haltestift *8*, auf dessen hinterem Ende der Griff *9* durch einen Stift *10* befestigt ist. Eine Haltestiftfeder *25* drückt den Haltestift ständig nach vorn. Die Hülse mit dem Haltestift geht in einem Langloch durch die hintere Wand des Schaftgehäuses hindurch. Rechtwinklig zur Hülse sitzt, im Schaftgehäuse angeordnet, die Einstellschraube *11*. Sie drückt seitlich an die Hülse und verdreht beim Nachstellen der Schraube den Einstellring und mit ihm das Vorderteil des Schneidkopfes. Die geschlitzte Sicherungshülse *27* und die Gegenmutter *12* schützen die Einstellschraube *11* gegen unbeabsichtigtes Verdrehen. Eine Nachstellfeder *24*, die in einer Aussparung des Einstellringes gelagert ist und gegen diesen und die Nachstellfederschraube *19* im Schaftgehäuse drückt, bewegt den Einstellring und mit ihm das Vorderteil des Schneidkopfes beim Zurückschrauben der Einstellschraube wieder zurück.

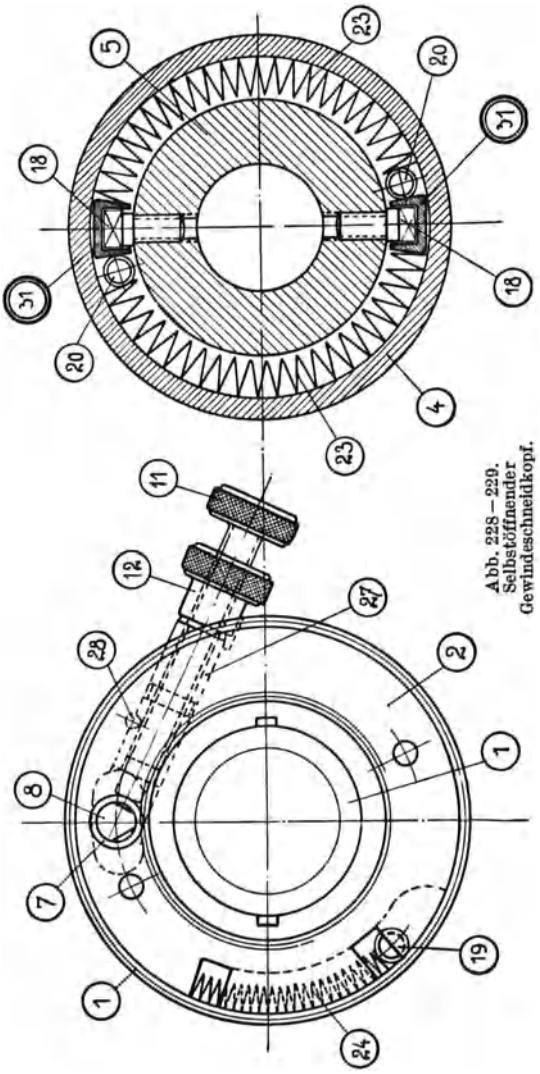


Abb. 228—229. Selbstöffnender Gewindeschneidkopf.

In einer Bohrung des Schaftes und durch zwei Rückzugfederschrauben *15* und Rückzugfedern *26* in der Längsrichtung federnd damit verbunden, führt sich der Körper *5*, der außerdem durch zwei

Federkeile *22* gegen Verdrehung im Schaft gesichert ist. In den vorderen Teil des Körpers sind 4 Nuten eingearbeitet, in denen die Gewindeschneidbacken sichere Aufnahme und volle Anlage finden. Auf einem Ansatz des Körpers drehen sich, soweit dies zum Öffnen und Schließen des Kopfes erforderlich ist, der innere und äußere Führungsring *3* und *4*. Beide Ringe sind durch die Führungsschrauben *17* miteinander fest verschraubt. Die in den äußeren Führungsring eingearbeiteten Schließkurven liegen auf der ganzen oberen Breite der Schneidbacken an, während die an dem inneren Führungsring befindlichen Öffnungskurven in eine an der hinteren Seite der Schneidbacken befindliche Nute eingreifen.

Der äußere Führungsring hat an seiner Rückseite eine Aussparung, in welcher die Raste *21* eingelassen ist. In den übrigen freien Teil der Aussparung greift der zweimal, und zwar ungleichmäßig abgeflachte Kopf des Haltestiftes *8*, der die genaue Schlußstellung der Schneidbacken bewirkt. Zur leichteren Einstellung der zu schneidenden Gewindestärke sind am Umfang des äußeren Führungsringes Teilstriche mit den Endbezeichnungen stark — schwach und diesen gegenüber am Schaft ein Nullstrich angebracht. Wird der Griff *9* umgedreht, so daß sich das Vorderteil von stark auf schwach verdreht, so schließen sich die Backen durch den ungleich abgeflachten Kopf des Haltestiftes noch etwas, und das Gewinde wird schwächer. Diese Vorrichtung benutzt man zum Vor- und Nachschneiden stärkerer Gewinde.

Zur Handhabung beim Schließen sind am Umfang des Schneidkopfes ein Schließgriff *13* sowie ein Anschlagstift *14* angebracht. Geschlossen wird der Schneidkopf durch Verdrehung seiner Führungsringe, bis der Haltestift in die Raste des äußeren Führungsringes einschnappt; dabei schieben die Schließkurven des äußeren Führungsringes die Schneidbacken nach innen. Dagegen ziehen die Öffnungskurven des inneren Führungsringes die Backen nach außen, wenn das Vorderteil des Kopfes zum Öffnen so weit vorgezogen wird, daß der Haltestift die Führungsringe freigibt. Das Öffnen bewirken zwei im äußeren Führungsring gelagerte Öffnungsfedern *23*, die am Körper gegen zwei Federanlageschrauben *18* und im äußeren Führungsring gegen die Öffnungsfederschrauben *20* gleichmäßig drücken. Zwischen den Öffnungsfedern und Schrauben liegen die Federstützen *31*. Sie drücken die Federn beim Zusammensetzen des Kopfes in die richtige Lage und bilden Öffnungen, in die der Körper leicht eingelegt werden kann.

Das Öffnen des Kopfes geschieht selbsttätig, wenn beim Schneiden die Vorwärtsbewegung des Schneidkopfes aufgehalten wird.

Die Schneidbacken werden in den Nuten des Kopfes von drei Seiten geführt. Mit der vierten vorderen Seite liegen sie an dem gehärteten Deckel *6*, der mittels vier Deckelschrauben *16* am Körper befestigt ist und über den äußeren Führungsring greift.

Die Schneidbacken zeigen die Abb. 230—234.

Winkel α = Steigungswinkel.

Winkel β = Anschnittwinkel oder Anschnitt der vorderen angeschliffenen Gewindegänge beträgt normal 20°, bei kurzem Anschnitt bis 35°, bei Trapez- und ähnlichem Gewinde 15°.

Winkel γ = Keilwinkel, 72° für weiches Eisen, 74° für härteres Material, 75° für Temperguß und Stahl, 76° für Kupfer, 80° für Messing.

Fläche F = Schneidfläche der Backen, soll rechtwinklig zum Steigungswinkel α sein. Bei Gewinden mit großem Steigungswinkel jedoch nicht höher als 6° und bei Feingewinde nicht unter 2°.

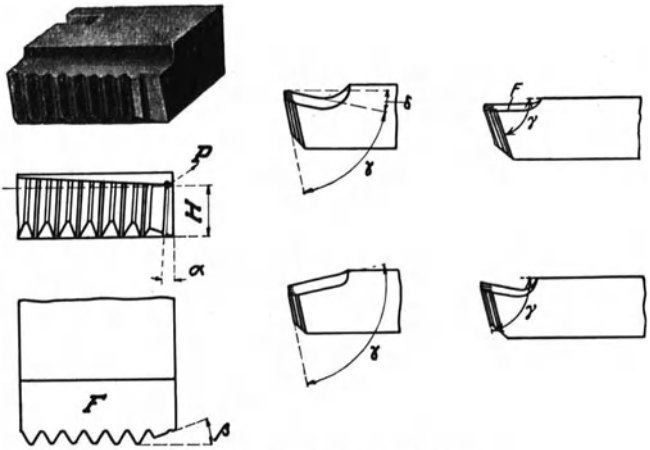


Abb. 230—234. Schneidbacken.

Die Gewindezähne der Schneidbacken sind gleich denen der Gewindestähle bzw. Strähler gerade. Es schneiden deshalb nur die vorderen angeschliffenen Zähne, während die nachfolgenden gleich einer Leitmutter zur Führung im geschnittenen Gewinde dienen. Zum Schneiden von Messing, weichem Eisen und Schraubenstahl werden Backen aus Spezialwerkzeugstahl, zum Schneiden von Chromnickelstahl, rohem Material und Kupfer Backen aus Schnellschnittstahl benutzt.

Zum Kühlen der Backen ist gutes Öl, kein Seifenwasser zu verwenden.

Für gutes und dauerhaftes Arbeiten der Backen ist die richtige Schnittgeschwindigkeit von Bedeutung. Nachstehende Tabelle Abb. 235 resultiert aus praktischen Versuchen.

Das Schleifen der Backen soll öfter geschehen, nicht erst dann, wenn die Backen ganz stumpf sind. Es geschieht am besten in geeigneten Schleifvorrichtungen. Eine solche für den Anschnittwinkel β zeigt

Gewindedurchmesser, Schnittgeschwindigkeiten und Umlaufzahlen für den Gebrauch der selbstöffnenden Gewindeschneidköpfe.

Gewindedurchmesser mm	engl. Zoll	Gas	Umlaufzahlen in der Minute bei einer Schnittgeschwindigkeit von Metern in der Minute 2	3	4	5	6	7	8	10	12	15
3	1/8	—	—	318	425	531	637	743	849	1060	1274	1592
3,5	—	—	—	273	364	455	546	637	728	910	1092	1365
4	5/32	—	—	239	318	398	478	557	637	796	955	1194
4,5	3/16	—	—	212	283	354	425	495	566	708	850	1062
5	—	—	—	191	255	318	382	446	510	636	765	955
5,5	7/32	—	—	174	231	289	347	405	463	578	694	868
6	1/4	—	—	159	212	265	318	371	425	530	636	795
7	—	—	—	136	182	227	273	318	364	454	546	682
8	5/16	—	—	119	159	199	239	279	318	398	478	597
9	—	—	—	106	141	177	212	248	283	354	425	531
10	3/8	1/8	64	96	127	159	191	223	255	318	382	478
11	7/16	—	58	87	116	145	174	203	232	290	348	435
12	—	—	53	80	106	133	159	186	212	266	318	398
—	1/2	1/4	49	74	98	123	147	171	196	246	294	368
14	—	—	46	68	91	114	136	160	182	228	272	342
16	5/8	3/8	40	60	80	100	119	140	160	200	240	300
18	—	—	35	53	71	88	106	124	142	176	212	266
—	3/4	—	33	50	67	84	100	117	134	168	200	252
20	—	—	32	48	64	80	96	112	128	160	192	240
—	—	1/2	30	45	61	76	91	106	122	152	182	228
22	7/8	—	29	43	58	72	87	101	115	145	174	216
—	—	5/8	28	41	55	69	83	96	110	138	166	206
24	—	—	27	40	53	66	80	93	106	132	160	198
—	1	—	25	38	50	63	75	88	100	125	150	188
27	—	3/4	24	35	47	59	71	82	94	118	142	176
—	1 1/8	—	22	33	45	56	67	78	90	112	135	168
30	—	7/8	21	32	42	53	64	74	85	106	128	160
—	1 1/4	—	20	30	40	50	60	70	80	100	120	150
33	—	1	19	29	39	48	58	68	78	96	116	145
—	1 3/8	—	18	27	36	45	55	63	72	90	110	135
36	—	—	18	27	35	44	53	62	70	88	105	132
—	—	1 1/8	17	25	34	42	50	59	68	84	102	126
39	1 1/2	—	16	24	33	41	48	57	65	82	98	122
42	1 5/8	1 1/4	15	23	30	38	45	53	60	76	90	114
45	1 3/4	1 3/8	14	21	28	35	42	49	56	70	84	105
48	1 7/8	1 1/2	13	20	27	33	40	47	54	66	80	100
52	2	1 5/8	12	18	24	31	36	42	48	62	72	92
54	—	1 3/4	12	17	23	29	35	40	46	58	60	86

Schnittgeschwindigkeit in m/min.

Zu schneidende Gangzahl oder Steigung Gang	mm	Rohmaterial und Stahl über 60 kg Festigkeit	Eisen und Stahl von 40—55 kg Festigkeit	Messing u. ähnl. weiches Material
1. Für Backen aus Spezialwerkzeugstahl:				
4,5— 6	6 —4,5	—	3 —3,5	4— 6
7 — 9	4 —3	—	3,5—4	5— 8
10 —14	2,5—1,75	—	4 —4,5	6— 9
16 —24	1,5—1	—	4,5—5	7—10
2. Für Backen aus Schnellschnittstahl:				
4,5— 6	6 —4,5	2,5—3	4 —4,5	6—10
7 — 9	4 —3	3 —3,5	4,5—5	7—12
10 —14	2,5—1,75	3,5—4	5 —6	8—14
16 —24	1,5—1	4 —4,5	5,5—7	10—16

Abb. 235.

Abb. 236, eine solche für die Fläche F in Abb. 230—234 zeigt Abb. 237 und eine einstellbare Schleifvorrichtung für den Anschnittwinkel und die Schneidfläche F ist in Abb. 238 dargestellt.

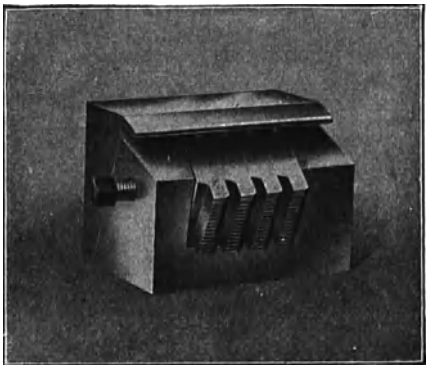


Abb. 236.

Beim Wiedereinsetzen der Backen in den Schneidkopf ist darauf zu achten, daß sie in richtiger Reihenfolge der aufgeschlagenen Zahlen eingesetzt werden, und zwar bei Rechtsgewinde im Drehsinn des Uhrzeigers (Abb. 239), bei Linksgewinde umgekehrt.

Die Anwendung der Schneidköpfe kann sowohl auf der einfachen Drehbank als auch auf der Revolverdrehbank und dem Automaten erfolgen. Wie aus vorstehender Beschreibung der Wirkungsweise ersichtlich, muß beim Öffnen des Kopfes das Hinterteil in seiner Vorschub-

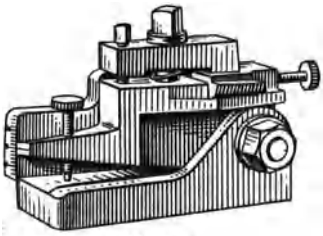


Abb. 237.

Abb. 238.

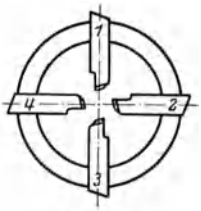


Abb. 239.

Abb. 236—239. Schleifen der Schneidbacken.

bewegung festgehalten, beim Schließen des Kopfes das Vorderteil gedreht werden. Diese Handgriffe können bei der Drehbank und der Revolverbank von dem Arbeiter ausgeführt werden von Hand, bei dem Automaten jedoch müssen Anschläge an der Maschine angebracht werden, die diese Handgriffe selbsttätig ausführen.

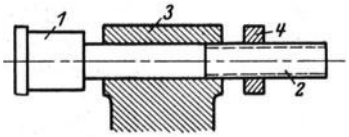


Abb. 240.
Handschneidkopf.

Bei feineren Gewinden empfiehlt sich, den Schneidkopf allein vorzuschieben ohne die Masse des Werkzeugschlittens. In Abb. 240 ist der Schneidkopf an einem längeren Schaft *2* befestigt, der verschiebbar, aber nicht drehbar in dem Reitstock einer Drehbank oder im Revolverkopf gelagert ist. Durch den einstellbaren Anschlag *4* wird das selbsttätige Öffnen bewirkt, wenn der Schaft mit dem Schneidkopf von Hand vorgeschoben wird.

Abb. 241 zeigt die Befestigung des Schneidkopfes in einem Trommelrevolver, Abb. 242 die Befestigung in dem Strählerhebel *1* einer Re-

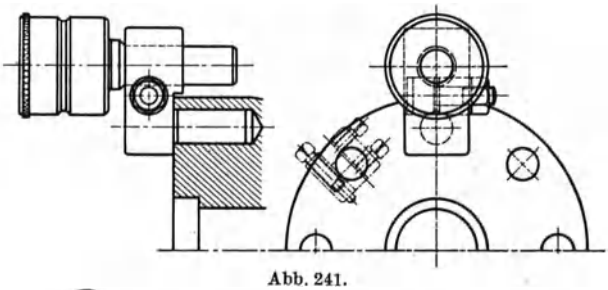


Abb. 241.

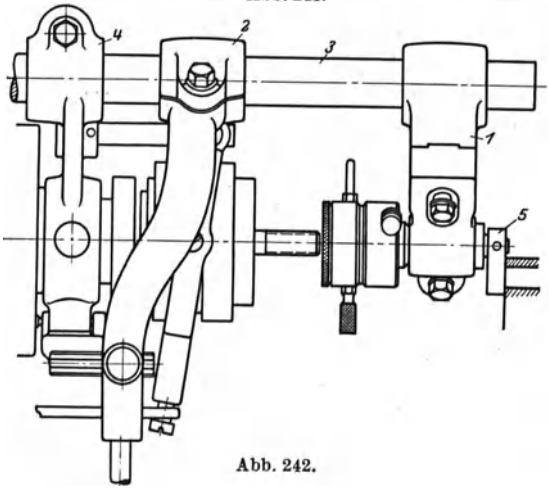


Abb. 242.

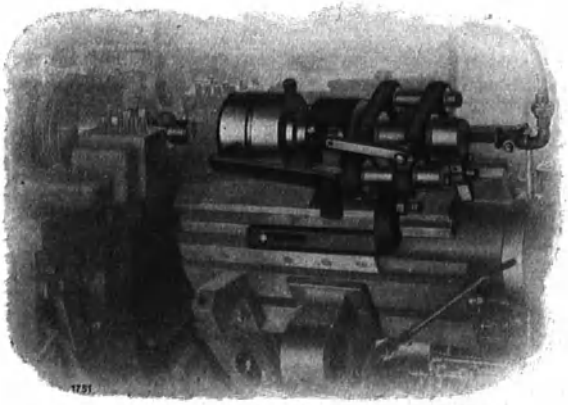


Abb. 243.

volverbank. Der Schneidarm *2* des Strählerhebels wird auf der Welle *3* so eingestellt, daß *2* bei erreichter Gewindetiefe gegen das Lager *4*

stößt und das Hinterteil des Schneidkopfes zurückhält. Der Vorschub des Kopfes erfolgt durch einen im Revolverkopf sitzenden Anschlag *5*.

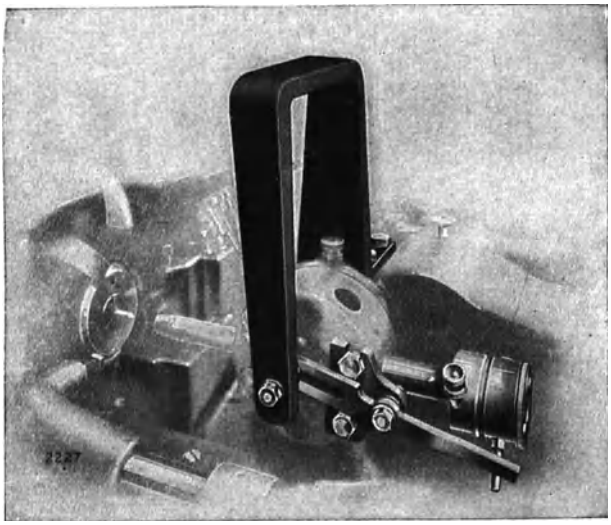


Abb. 244.
Abb. 241—244. Schneidköpfe auf Revolverbänken und Automaten.

In den Abb. 243 und 244 ist die Anwendung des Schneidkopfes auf Automaten gezeigt, es sind dort die Mechanismen ersichtlich, die das Öffnen und Schließen des Schneidkopfes selbsttätig bewirken.

b) Für Innengewinde.

Die selbstschließenden Schneidköpfe für Innengewinde entsprechen in der Konstruktion den vorstehend beschriebenen selbstöffnenden Schneidköpfen für Außengewinde. Ihre Wirkungsweise ist jedoch in-

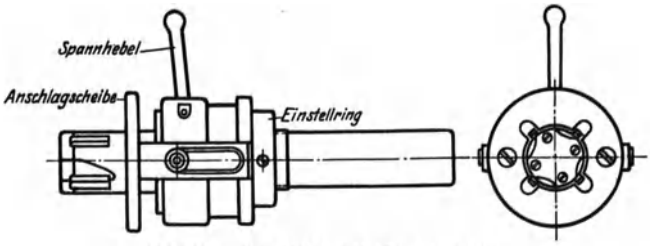


Abb. 245. Schneidkopf für Innengewinde.

sofern entgegengesetzt, als beim Öffnen nicht das Hinterteil, sondern das Vorderteil in seiner Vorschubrichtung festgehalten wird.

In Abb. 245 sitzt am Vorderteil eine Anschlagscheibe, die direkt gegen das Werkstück stößt.

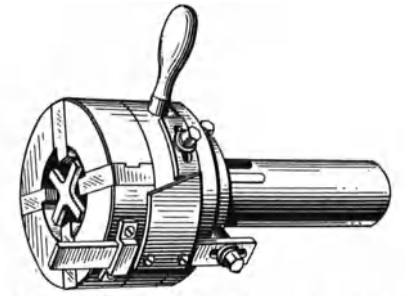


Abb. 246. Schneidkopf für konische Gewinde.

c) Für konische Gewinde

wird ein einstellbares Konuslineal verwendet. Das Öffnen bzw. Schließen der Schneidbacken kann sowohl durch einen Innenanschlag, der gegen das Werkstück stößt, als auch durch einen von der Maschine betätigten Außenanschlag bewirkt werden (Abb. 246).

IV. Werkzeuge für verschiedene Zwecke.

1. Kordierwerkzeuge

dienen zum Einwalzen einer geriffelten Oberfläche mit parallelen oder gekreuzten Riffeln (Fischhaut) in das Arbeitsstück. Das Werkzeug besteht aus einer gehärteten geriffelten Rolle, die entweder in der Längsrichtung oder in der Querrichtung gegen oder über das Arbeitsstück geführt wird. Im ersteren Falle ist es im Revolverschlitten, im letzteren Falle im Querschlitten befestigt. Manche Kordieroperationen erfordern auch eine zusammengesetzte Bewegung des Werkzeuges, indem es z. B. vom Revolverschlitten vorgeschoben und in einer bestimmten Stellung vom Querschlitten gegen das Arbeitsstück gedrückt wird.

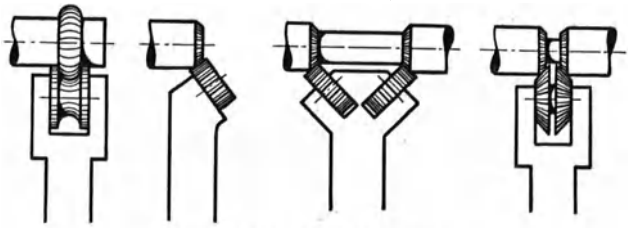


Abb. 247—250. Kordieroperationen.

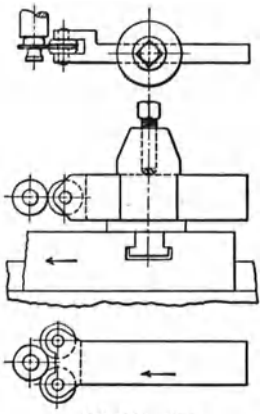


Abb. 251—253. Kordierwerkzeug.

Abb. 247—250 zeigen einige Kordieroperationen.

Abb. 251—253 zeigen ein einfaches auf dem Querschlitten befestigtes Kordierwerkzeug mit einer und zwei Kordierrollen.

Abb. 254 ein einfaches am Abstechhalter befestigtes Werkzeug.

Abb. 255 ein einstellbares am Halter für runde Formstähle (Abb. 189) befestigtes Werkzeug.

Desgleichen ist das Werkzeug Abb. 256 zur Anbringung an dem Halter Abb. 192 bestimmt.

Für den Halter Abb. 204 ist das Werkzeug Abb. 257 bestimmt.

Abb. 258 und 259 vertikal einstellbares am Abstechhalter befestigtes Kordierwerkzeug.

Abb. 260 ist ein Werkzeug mit zwei Rollen, durch Spindeln einstellbar, in Abb. 261 sind die Rollen durch schwenkbare Hebel einstellbar.

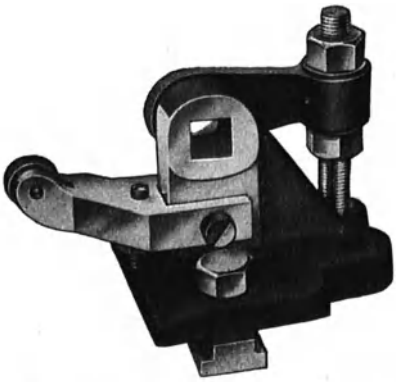


Abb. 254. Kordierwerkzeug am Abstechhalter.

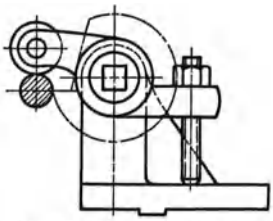


Abb. 255. Kordierwerkzeug, einstellbar am Abstechhalter.

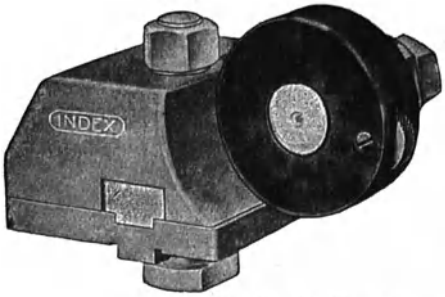


Abb. 256—257. Kordierwerkzeug am Formstahlhalter.

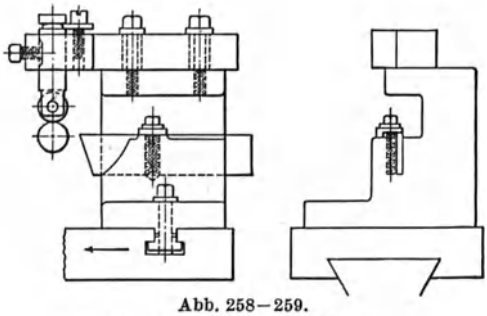


Abb. 258—259.
Kordierwerkzeug am Formstahlhalter.

Abb. 260. Doppeltes Kordierwerkzeug.

Abb. 262 und 263 pendelndes Kordierwerkzeug am Querschlitten. Im Halter *1* ist Bügel *2* um Bolzen *3* drehbar. Untere Rolle fest,

obere Rolle im Schieber *4* durch Schraube *5* einstellbar und Schraube *6* feststellbar.

Abb. 264—266. Im Revolverkopf sitzendes, axial vorgehendes Kordierwerkzeug mit drei einstellbaren Rollen.

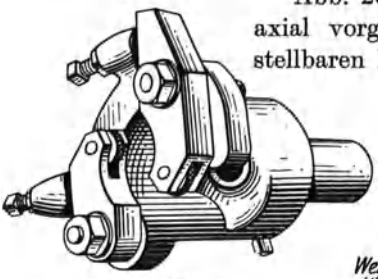


Abb. 261.
Doppeltes Kordierwerkzeug.

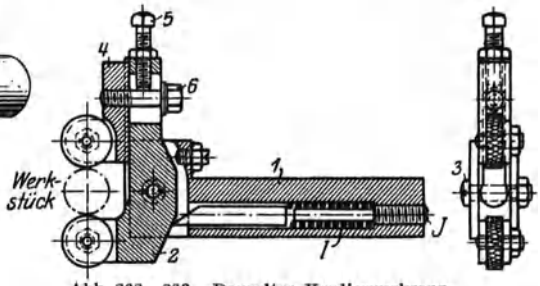


Abb. 262—263. Doppeltes Kordierwerkzeug.

Abb. 267 und 268. Im Revolverkopf sitzendes Werkzeug mit zwei konischen Rollen für eine schräge Innenkordierung.

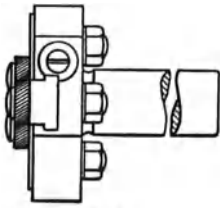


Abb. 264.

Abb. 265.

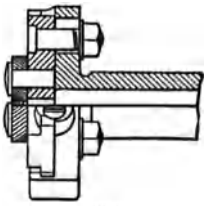


Abb. 266.

Abb. 269. Werkzeug für eine Plankordierung.

Abb. 270 und 271. Im Revolverkopf sitzendes, durch den Querschlitten vorgeschobenes Werkzeug mit drehbarer Rolle. Auf dem Schaft *1* ist Halter *2* um Bolzen *3* drehbar. In *2* ist Gabel *4* vertikal dreh- und feststellbar. Der Vorschub des Halters *2* erfolgt durch den Querschlitten, der Rückzug durch Feder *5*.

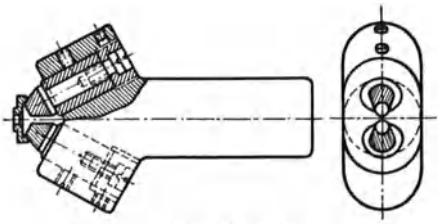


Abb. 267—268.

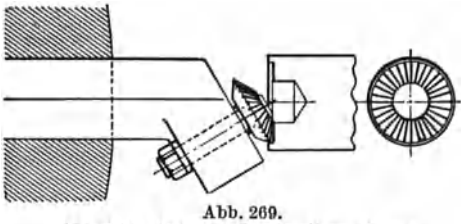


Abb. 269.

Abb. 264—269. Sonder-Kordierwerkzeuge.

Abb. 272 und 273. Im Revolverkopf sitzendes, vom Querschlitten betätigtes Werkzeug mit zwei einstellbaren Rollen. An dem Schaft *1* sind die Halter *2* um Bolzen *3* drehbar, sie sind verbunden durch Hebel *4* und Scheibe *5*. Der Querschlitten stößt an die Stell-

schraube *6* und bewegt beide Rollen gleichzeitig nach innen. Die Feder *7* bringt die Rollen wieder nach außen.

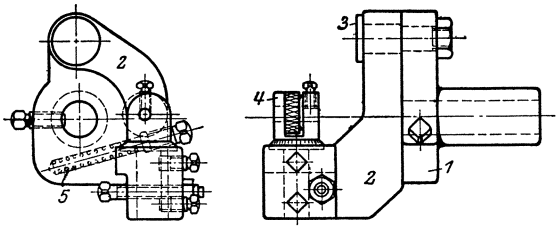


Abb. 270—271. Kordierwerkzeug.

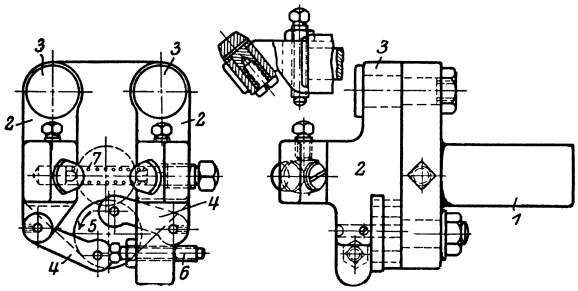


Abb. 272—273. Kordierwerkzeug.

2. Konischdreh- und Kopierwerkzeuge.

Abb. 274 zeigt ein Werkzeug für konische Stifte. In dem Halter *1* führt sich das Werkstück in einer Büchse *2*. Der Stahl *3* führt sich in einem Schlitz des Halters und ist in dem Schieber *4* befestigt, der durch einen Gelenkbolzen auf einem einstellbaren, auf dem Teil *6* befindlichen Konuslineal *5* gleitet. *6* ist auf dem Querschlitten montiert.

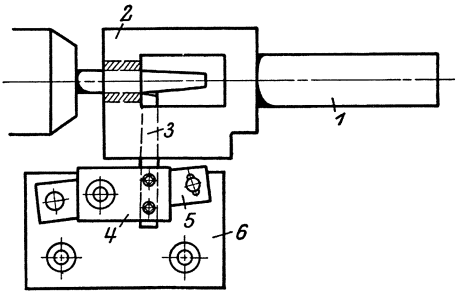


Abb. 274.

Abb. 275 zeigt ein gleiches Werkzeug für drei Stähle, die radial in dem Halter *1* gelagert sind und durch Drehung der Scheibe *2* mit exzentrischen Nuten *3* radial verstellt werden. Die Drehung erfolgt durch den als Zahnstange ausgebildeten und in eine Außenverzahnung der Scheibe *2* eingreifenden Federbolzen *4*, der an

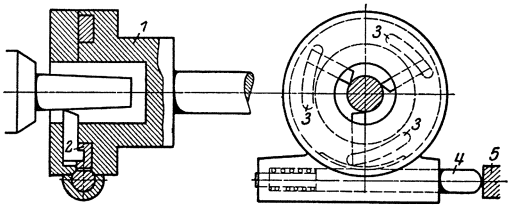


Abb. 275. Konischdrehwerkzeuge.

einem auf dem Querschlitten einstellbaren Konuslineal *5* entlang gleitet. Durch geeignete Form des letzteren können auch gewölbte Formen kopiert werden.

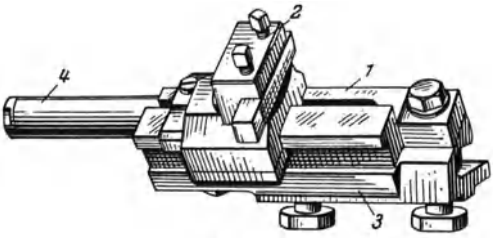


Abb. 276.

Das Werkzeug Abb. 276 wird auf dem vorderen Quersupport befestigt. Der obere Schlitten *1* mit dem Stahlhalter *2* kann auf dem Unterteil *3* auf den zu drehenden Konus eingestellt werden. Durch einen im Revolverkopf sitzenden Anschlag *4* wird der Schlitten verschoben.

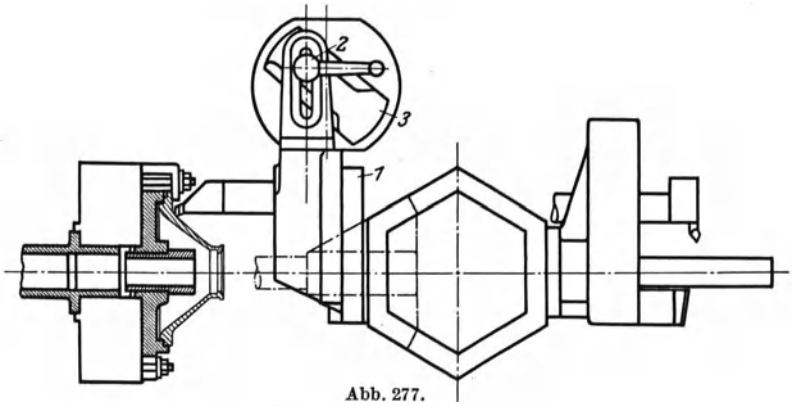


Abb. 277.

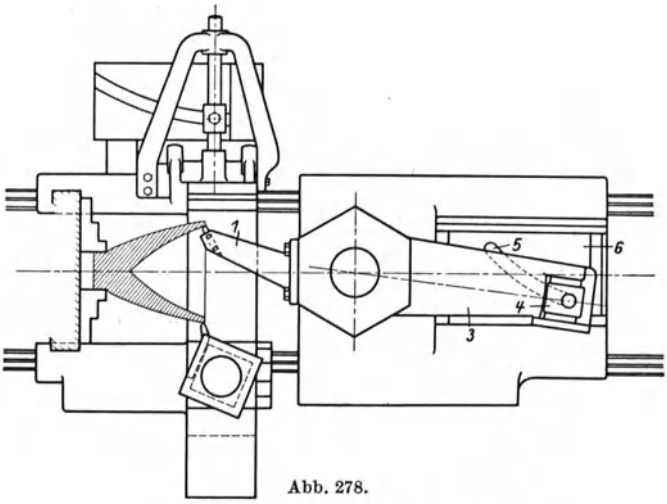


Abb. 278.

Abb. 276—278. Kopierwerkzeuge.

In Abb. 277 gleitet das im Revolverkopf sitzende Werkzeug *1* mit einer Rolle *2* in eine am Bett der Maschine befestigte einstellbare Führung *3*.

Das Werkzeug *1* in Abb. 278 ist im Revolverkopf befestigt, auf der entgegengesetzten Seite des Revolverkopfes sitzt der Arm *3* mit dem Stein *4*, dessen Rolle in eine Führungsnut des Schiebers *6* greift. Da Schieber *6* beim Vorschub des Revolverkopfes fest auf dem Bett bleibt, folgt die Rolle der Nute *5*, wodurch der Revolverkopf sich dreht und der Stahlhalter *1* die zu kopierende Form beschreibt.

In der Abbildung ist ferner ersichtlich, wie die äußere Form des Werkstückes durch den Quersupport kopiert wird. In Abb. 279 sitzt

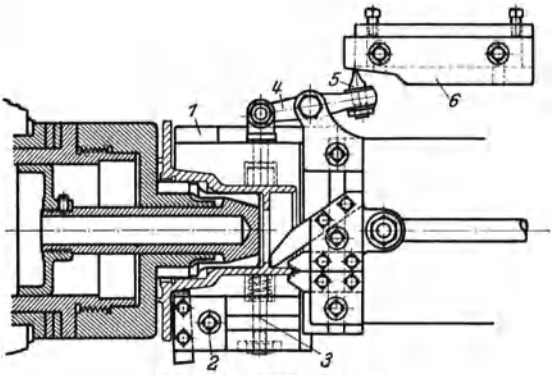


Abb. 279. Kopierwerkzeug.

auf dem Revolverschlitten der Halter *1*, auf dem der Schieber *2* senkrecht zum Werkstück verschiebbar ist. Diese Verschiebung erfolgt während des Vorschubes des Revolverschlittens dadurch, daß der an der Stange *3* angelenkte Hebel *4* mit seinem Stift *5* an dem Kopierlineal *6* entlang gleitet.

Durch Kombination von Längsbewegung des Revolverschlittens und Querbewegung des Quersupports erzeugt das Werkzeug Abb. 280—281

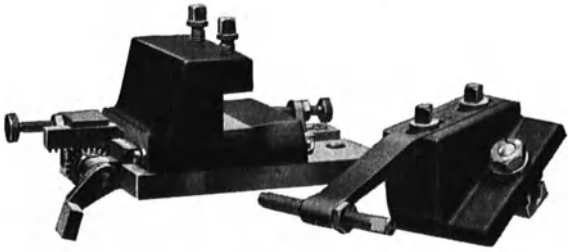


Abb. 280—281. Konischdrehwerkzeug.

einen Konus. Auf dem Revolverschlitten sitzt die Platte, auf der der Stahlhalter quer verschiebbar ist durch Zahnstange und Ritzel. Die Verschiebung bewirkt der auf dem Querschlitten sitzende Bock, der mit seiner Anschlagschraube gegen einen Hebel auf der Ritzelwelle vorstößt.

3. Sonderwerkzeuge.

Ein Werkzeug zum Zentrieren zeigt Abb. 282. Damit der Zentrierbohrer genau auf Mitte arbeitet, sind vor demselben drei einstellbare Zentrierrollen angeordnet. Das Werkzeug Abb. 283 dient zum Bohren und zur Außenbearbeitung des Werkstückes *1*. Im Revolverkopf sitzt der Halter *2* und in diesem der Halter *3* mit dem Hohlfräser *4*. Die Bohrspindel *5* mit dem Bohrer *6* rotiert durch einen zentral durch den Revolverkopf gehenden Antrieb zur Erzielung der nötigen Schnittgeschwindigkeit.

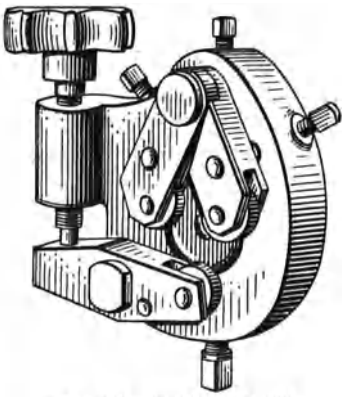


Abb. 282. Zentrierwerkzeug.

Abb. 284 zeigt ein rotierendes Werkzeug zum Exzentrischdrehen des Bolzens *1*, der in den vorhergehenden Operationen zentrisch gedreht ist. Im Revolverkopf *1* sitzt der Halter *2*, in dem die Welle *2a* mit dem Hohlfräser exzentrisch gelagert ist. Der Antrieb von *2* erfolgt durch Kegelräder *4*, Welle *5* und Scheibe *6*.

Ein Langdrehwerkzeug zum Zwecke, den normalen Längsvorschub des Revolverschlittens zu verlängern und zu beschleunigen, zeigt Abb. 285. Auf dem Revolverschlitten *1*, der mittels seiner Rolle in normaler Weise durch die Kurventrommel vorgeschoben wird, ist der Schlitten *2* verschiebbar und an dem nicht verschiebbaren

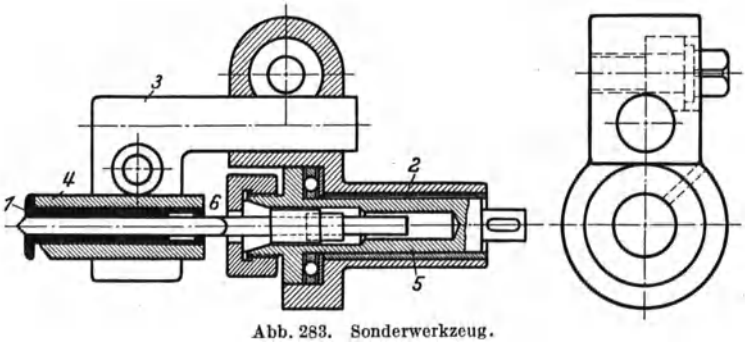


Abb. 283. Sonderwerkzeug.

Schlittenrevolver ist ein Bock *3* befestigt, in dem eine Ritzelwelle *4* gelagert ist. Das Ritzel *5* greift in eine am Schlitten *1* befestigte Zahnstange *7*, das Ritzel *6* in eine solche am Schlitten *2*. Wird der Schlitten *1* verschoben, so verschiebt sich der Schlitten *2* im Verhältnis der Durchmesser der Ritzel *5*, *6* schneller, wodurch der Hub des Schlittens *1* für den Schlitten *2* mit den Werkzeugen entsprechend verlängert und beschleunigt wird.

Abb. 286—289 zeigen ein Fräswerkzeug für Schraubenräder, das mit seinem Schaft im Revolverkopf sitzt. Beim Vorschub des Revolverkopfes schiebt sich die unter Federdruck stehende Dreikantspitze *1* in die Bohrung des in der Arbeitsspindel rotierenden Werkstückes. Sie wird mitgenommen und dreht durch das lange Schraubenrad *2* das Schraubenrad *3*, weiterhin das mit diesem auf gleicher Welle sitzende Stirnrad *4*, ferner die

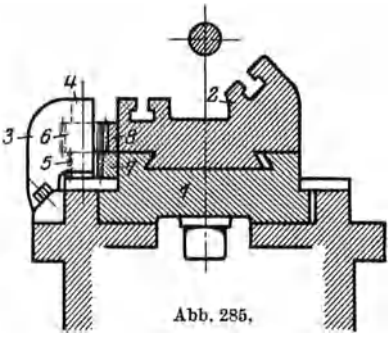


Abb. 285.

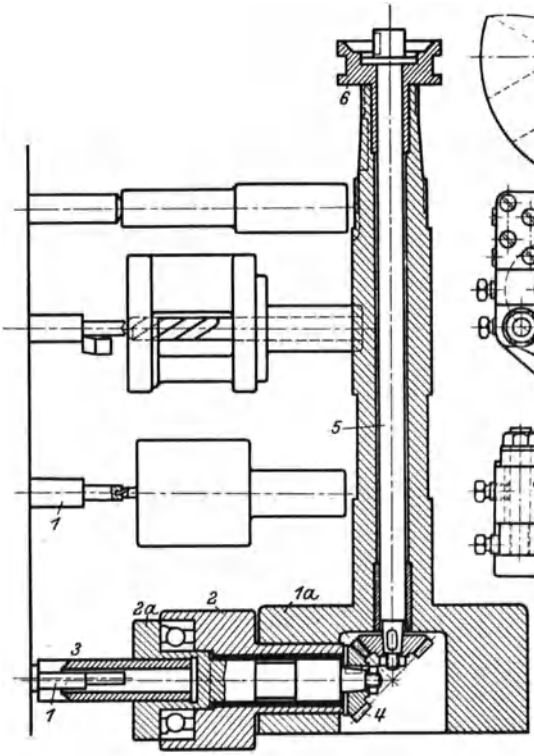


Abb. 284.

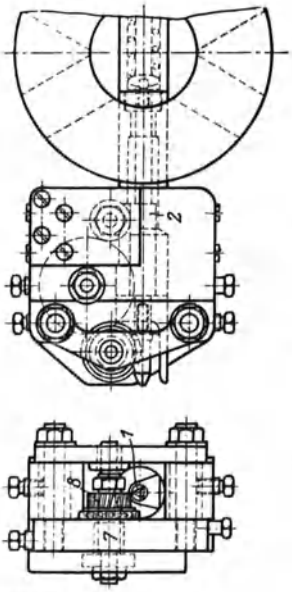


Abb. 286—289.

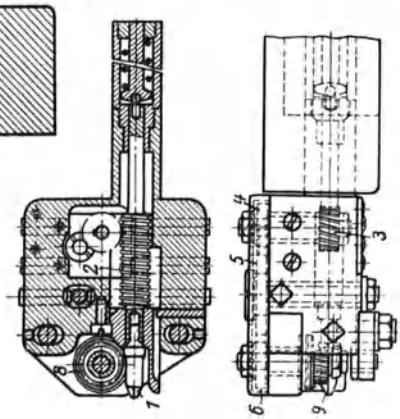


Abb. 284—289. Sonderwerkzeuge.

Räder *5*, *6* und die Frässpindel *7*. Auf der letzteren sitzt das Werkzeug *8* in Form eines gehärteten Schraubenrades aus Werkzeugstahl von gleicher Größe und Zähnezahl wie das Rad, das mit dem zu

fräsenden Rade kämmen soll. Es wird durch die Antriebsräder auch in gleichem Verhältnis wie dieses zu dem zu fräsenden Rade gedreht und stellt mithin einen Abwälzfräser dar, der mit seiner vorderen geschliffenen Kante *9* auf Mitte Werkstück steht und beim Vorschieben über das Werkstück die Verzahnung erzeugt. Damit

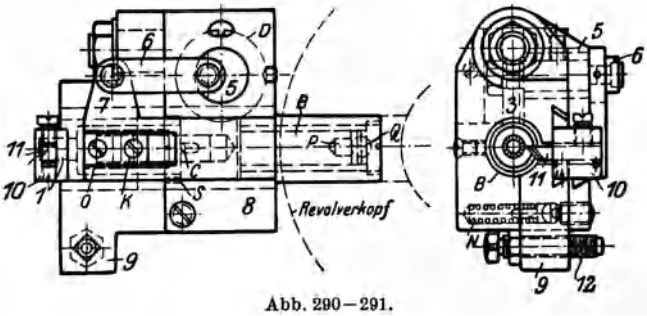


Abb. 290—291.

auch beim Rückgang des Revolverkopfes der Eingriff zwischen Werkstück und Fräser gewahrt bleibt, wird die Dreikantspitze *1* durch eine Feder in der Bohrung des Werkstückes so lange gehalten, bis der Fräser das Werkstück verlassen hat.

Abb. 290—296 stellen ein Werkzeug dar zum Schneiden von spiralgewundenen Ölnuten in das Werkstück Abb. 297. Das im Revolver-

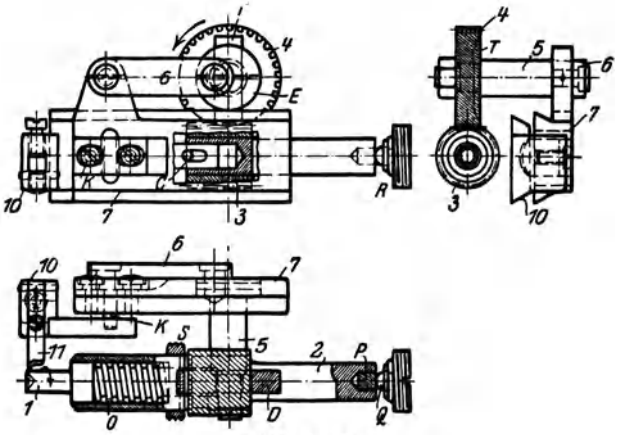


Abb. 292—294.

kopf befestigte Werkzeug geht vor und kommt mit dem Treiber *1* in Berührung mit dem Werkstück. Derselbe dreht sich mit dem letzteren und überträgt die Drehung auf die Welle *2* und durch das Schraubenrad *3* auf Schraubenrad *4* der Welle *5*. An diese ist exzentrisch die Stange *6* angelenkt, die mit dem Schieber *7* verbunden ist. Dieser gleitet in einer Führung des Hauptkörpers *8*, und in dem letzteren ist

der Körper *9* in der Querrichtung schwenkbar befestigt. In einer Führung von *9* gleitet der Stahlhalter *10* mit dem Werkzeug *11*, er ist durch den Klotz *12* mit dem Schieber *7* verbunden. Sobald nun

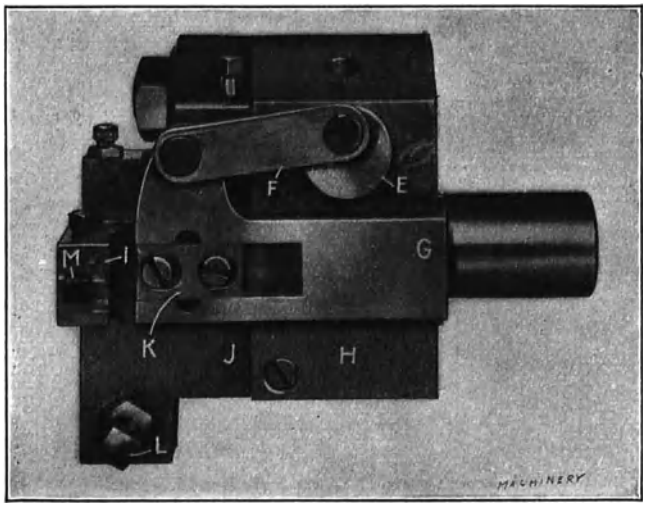


Abb. 295.

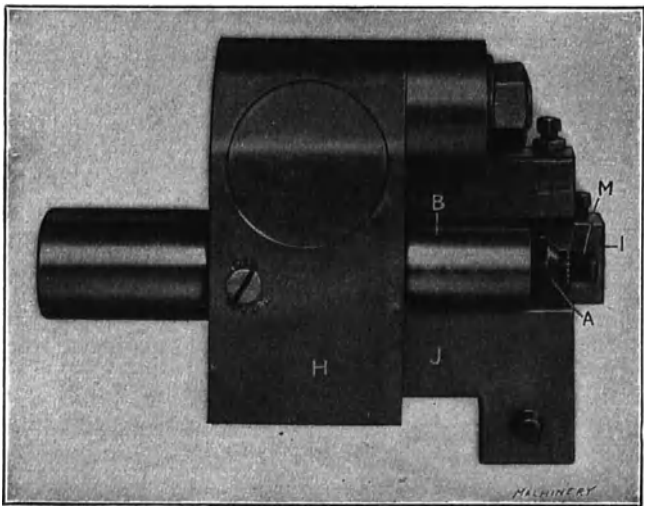


Abb. 296.

Abb. 290—296. Sonderwerkzeug für Spiralnuten.

der Werkzeughalter mit dem Werkstück in Berührung kommt, geht der vordere Querschlitten der Maschine vor, drückt gegen die Schraube *12* und bewegt den Körper *9* mit dem Stahlhalter *10* senkrecht gegen

das Werkstück. Da infolge der Drehung der Welle *5* die Stange *6* dem Schieber *7* gleichzeitig eine hin und her gehende Bewegung erteilt, schneidet der Stahl *11* eine Spiralnute.

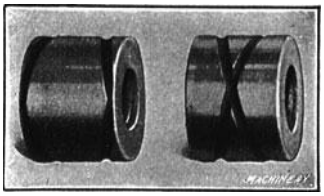


Abb. 297 (zu Abb. 290—296).

Abb. 298 zeigt ein Werkzeug zum gleichzeitigen Innen- und Außendrehen von Laufringen. Im Revolverkopf sitzt der Halter *1* mit der um Punkt *2* drehbaren Klappe *3*. Diese trägt den Formstahl *4*. Auf dem Querschlitten ist der Halter *5* mit dem Formstahl *6* befestigt. Wenn der Halter *1* in die richtige Stellung vorgeschoben ist, bleibt der Revolverschlitten stehen, der Querschlitten geht vor und drückt mit der Schraube *7* die Klappe *3* nach vorn, wodurch gleichzeitig die innere und äußere Form bearbeitet wird. *8* ist ein Gegenhalter, der sich zum Schluß als Stütze gegen den Halter *1* legt.

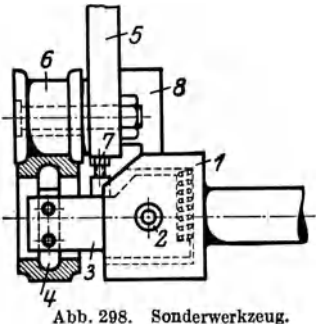


Abb. 298. Sonderwerkzeug.

4. Stahlhalter für Schraubenautomaten.

Bei Schraubenautomaten sitzen die Werkzeuge vielfach nicht auf Schlitten, sondern auf Hebeln, deren Drehung um ihren Drehpunkt die Vorschubbewegung des Stahles bewirkt. Sie müssen eine besonders weitgehende Einstellmöglichkeit aufweisen.

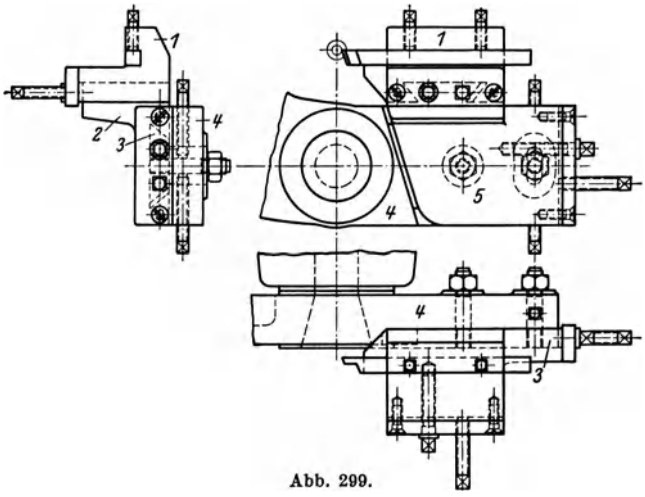


Abb. 299.

In Abb. 299 gleitet der eigentliche Stahlhalter *1* auf einer Schwalbenschwanzführung des Kreuzstückes *2*, und zwar parallel zur Werkstoff-

achse. Das Kreuzstück *2* ist wiederum auf dem Schieber *3* senkrecht zur Werkstoffachse verstellbar. Außer dieser Längs- und Querstellung des Stahles kann der letztere vertikal auf genaue Mitte des Werkstückes

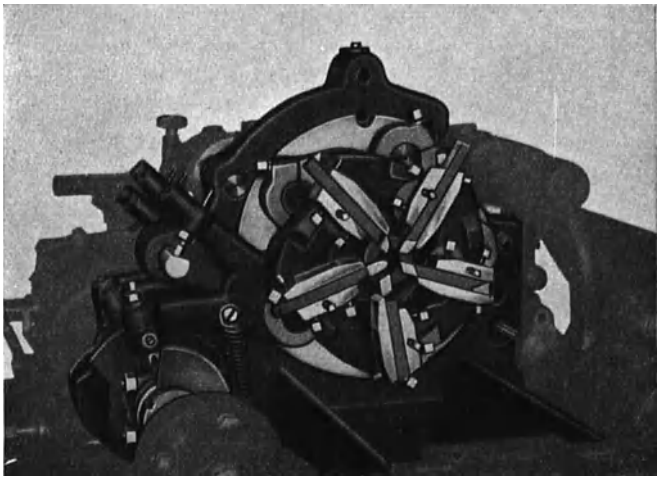


Abb. 300.

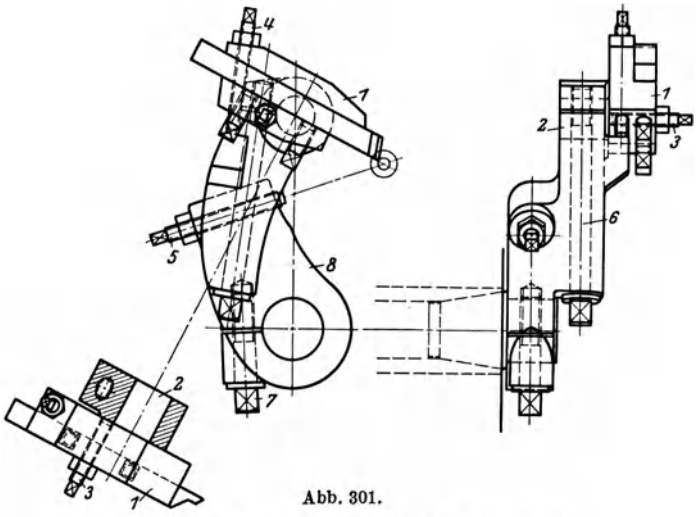


Abb. 301.

Abb. 299—301. Stahlhalter für Schraubenautomaten.

eingestellt werden dadurch, daß der Schieber *3* auf dem durch die Steuerscheibe bewegten Hebel *4* um die Schraube *5* geschwenkt werden kann.

Alle Verstellungen erfolgen nicht durch eine Gewindespindel mit dem mit der Zeit unausbleiblichen Spiel im Gewinde, sondern durch Schraube und Gegenschraube, die stets gegeneinander angezogen werden können und jeden toten Gang ausschalten.

Bei dem Gauthier-Automaten sind fünf Werkzeuge um die Achse angeordnet, wobei der Kopf des einen Halters über die Nabe des anderen hinwegschwingen muß. Die Halter müssen daher gekröpft und von gedrängter Konstruktion sein (Abb. 300—301).

Der eigentliche Stahlhalter *1* (Abb. 301) trägt einen angesetzten Zapfen *2*, der eine Verschiebung des Stahlhalters parallel zur Werkstoffachse gestattet. Das Verschieben erfolgt durch Anziehen der Schraube *3* und das Zurückschieben durch Lockern der Schraube und Zurückklopfen des Stahlhalters. Die Einstellung der Stahlschneide auf Achsenmitte geschieht durch Verdrehen des Stahlhalters um den Zapfen *2*, vermittels der Schraube *4* und die Einstellung des Stahles in radialer Richtung durch die Stellschraube *5*, die sich in der Arbeitsstellung des Stahles gegen einen festen Anschlag legt. Schraube *6* dient zum Feststellen des Stahlhalters bzw. Stahlhalterzapfens nach erfolgter Einstellung, Schraube *7* zur Feststellung der Wippe *8* auf ihrem Drehzapfen.

C. Die Werkzeugeinrichtung

einer Revolverdrehbank oder eines Automaten besteht in dem Einrichten, d. h. richtigen Anordnen der Werkzeuge selbst und ferner in dem Einrichten und richtigen Anbringen der Kurven und Anschläge, welche das Bewegen und Arbeiten der Werkzeuge bewirken.

I. Das Einrichten der Werkzeuge.

Es ist in der Hauptsache ein Resultat von Übung und Erfahrung, jedoch gibt es eine Anzahl Grundformeln, die der Einrichter beherrschen muß.

1. Vor dem Einrichten ist auf alle Fälle die Maschine zu untersuchen und festzustellen ob:

a) die Spindellager richtig einreguliert sind,

b) die Schlittenführungen richtig eingestellt sind,

c) alle Schmiereinrichtungen und die Kühleinrichtung für die Werkzeuge in Ordnung sind,

d) die Schaltung des Revolverkopfes einwandfrei arbeitet,

e) die Werkzeuglöcher des Revolverkopfes sauber und in Ordnung sind,

f) irgendein Teil der Maschine bei der letzten Arbeit beschädigt worden ist.

Alle diese Punkte müssen, wenn nötig, in Ordnung gebracht werden, da man sonst nach erfolgter Einrichtung Betriebsstörungen zu gewärtigen hat.

2. Vor dem Einrichten sind die einzelnen Operationen in einem Arbeitsplan festzulegen. Auch erfahrene Einrichter können dadurch Zeit sparen.

3. Die Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für die einzelnen Operationen sind an Hand des zu bearbeitenden Materials und der Werkzeuge festzulegen, darnach sind dann die zu verwendenden Kurven zu bestimmen (s. S. 87). Dabei kann man für geringe Stückzahlen vorhandene, angenäherte Kurven benutzen, für große Stückzahlen empfiehlt sich jedoch auf alle Fälle die Anfertigung richtiger, dem gewünschten Vorschub entsprechende Kurven.

4. Alle noch von der letzten Arbeit benutzten Werkzeuge müssen entfernt und die Maschine muß durch einen kurzen Leerlauf auf richtiges Funktionieren aller Teile geprüft werden. Alle Nocken, Anschläge und Kurven müssen gelöst werden, damit sie lose auf den Trommeln sitzen und beim Einrichten keine unbeabsichtigten Schaltungen bewirken.

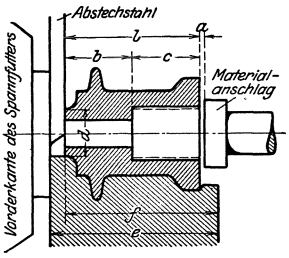


Abb. 302.

5. Man bringe jetzt nacheinander die Werkzeuge auf die Maschine, und zwar zunächst den Abstechstahl. Dieser wird möglichst dicht am Futter eingestellt, hierauf ist von der vorderen Kante des Abstechstahles die Länge des Arbeitsstückes abzutragen und darnach der Materialanschlag einzustellen (Maß l in Abb. 302), wobei das Maß a zuzugeben ist für die Bearbeitung der vorderen Planfläche.

Hierauf erfolgt die Einstellung der übrigen Werkzeuge.

6. Dann erfolgt die Grobeinstellung aller Anschläge und Kurven für Vor- und Rückgang der Werkzeuge, Rechts- und Linkslauf, Revolverschalten usw.

Dabei ist zu beachten, daß die Stellung des Stahles in der Anfangsstellung, dicht vor dem Werkstück und in der Endstellung (in Abb. 303 mit a, b, c bezeichnet) mit der Stellung der Rolle und mit der Stellung der Anschläge für Schnell- und Langsamgang der Steuerwelle in Übereinstimmung gebracht wird.

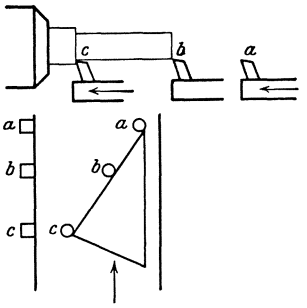


Abb. 303.

Am besten wird nach einem fertiggedrehten Werkstück der Stahl in die Endstellung c gebracht, dann die Kurve so eingestellt, daß sich die Rolle auf dem höchsten Punkt derselben (c) befindet. Gleichzeitig wird die Nocke c für den Schnellgang eingestellt, da aus der Endstellung der schnelle Rückgang des Stahles erfolgen soll.

Darauf stellt man den Stahl zurück in die Anfangsstellung a und prüft, ob die Rolle bei a sich noch auf der Kurve befindet. Die Nocke a wird ebenfalls für Schnellgang eingestellt, da sich der Stahl aus der Anfangsstellung bis vor das Werkstück (b) schnell bewegen soll. Schließ-

lich wird in der Stellung *b* des Stahles der Nocken *b* für Langsamgang eingestellt, da in *b* der langsame Vorschub des Stahles beginnt.

Sinngemäß wird auch bei der Einstellung der Quersupportwerkzeuge verfahren. Die Abb. 303 ist natürlich nur schematisch gedacht, da die Lageverhältnisse zwischen Stahl, Kurven und Nocken bei den verschiedenen Automaten verschieden sind.

7. Nachdem die Werkzeuge, Kurven und Nocken eingestellt sind, drehe man den ganzen Arbeitsgang mit der Handkurbel durch, um festzustellen, ob die Werkzeuge nicht kollidieren.

8. Nunmehr kann die automatische Arbeit beginnen. Nach dem ersten Werkstück prüfe man die Maße und Toleranzen desselben. Die Werkzeuge müssen jetzt fein eingestellt werden, bis die verlangte Genauigkeit und Toleranz erreicht ist, was einem guten Einrichter etwa nach dem dritten bis vierten Arbeitsstück gelungen ist. Die Kurven, Nocken und Anschläge werden jetzt ebenfalls genauer eingestellt, um die Totzeit auf ein Minimum zu reduzieren.

9. Bei der Aufstellung des Arbeitsplanes müssen folgende allgemeingültige Regeln beachtet werden:

10. Schrupp- und Schlichtoperationen sollen nie gleichzeitig vorgenommen werden, da die durch das Schruppen hervorgerufenen Vibrationen ein sauberes Arbeiten der Schlichtwerkzeuge verhindern.

11. Nachdem innen geschlichtet ist, darf nicht außen geschruppt werden oder umgekehrt, da beim Schruppen ein Verziehen des Werkstückes eintreten kann. Es soll vielmehr nach Beendigung aller Schruppoperationen mit dem Schlichten begonnen werden.

12. Ist eine erweiterte Bohrung, z. B. wie in Abb. 302 zu bearbeiten, so soll zuerst der größere Bohrer und dann der kleinere arbeiten. In diesem Falle hat der größere Bohrer den Weg *c* (+ Zugabe), der kleinere den Weg *b* zurückzulegen. Würde zuerst der kleinere Bohrer arbeiten, so hätte er einen größeren Weg, nämlich $b + c$, zu nehmen.

13. Wird ein Werkstück an der hinteren Seite (Futterseite) auf einen kleinen Durchmesser gedreht (*d* in Abb. 302) und vorn mit einem kräftigen Gewinde versehen, so muß das letztere geschnitten werden, bevor das Werkstück hinten gedreht und dadurch geschwächt wird, andernfalls liegt die Gefahr des Verdrehens und Verziehens vor infolge der starken Beanspruchung beim Gewindeschneiden.

14. Bevor ein Werkstück mit dem Formstahl bearbeitet wird, soll es mit einem Span überdreht werden, damit der Formstahl nicht auf der Materialkruste arbeitet.

15. Bei genauen Arbeiten soll je ein Formstahl zum Schruppen und Schlichten vorgesehen sein.

16. Die Breite des Formstahles soll die Breite des Abstechstahles einschließen (Maß *e* in Abb. 302, nicht Maß *f*). In diesem Fall hat der

Abstechstahl nur den Durchmesser *d* zu durchstechen, andernfalls den ganzen Materialdurchmesser.

17. Beim Arbeiten mit breiten Formstählen muß die Anschlagschraube des Quersupports so eingestellt werden, daß der Quersupport bei erreichter Endstellung des Werkstückes auf Spannung steht. Dadurch wird erreicht, daß der Quersupport zurückfedert, noch bevor ihn die Rückzugskurve erfaßt. Andernfalls würde der Formstahl in der Zeit von dem Verlassen der Vorschubkurve bis zum Erfassen durch die Rückzugskurve auf der gedrehten Fläche schaben und keine saubere und blanke Fläche hinterlassen.

18. Nach erfolgter Einrichtung der Maschine empfiehlt es sich, die Stellung der Werkzeuge sowie aller Anschläge und Kurven in einem Einstellplan festzulegen, damit bei späterer Einrichtung für dasselbe Werkstück Zeit gespart wird.

Abb. 304 zeigt einen Arbeitsplan und Abb. 305 einen Einstellungsplan dazu. Ferner ist in Abb. 306 ein Arbeitsplan für das Werkstück Abb. 307 und in der Abb. 308 ein Einstellplan dazu dargestellt.

Es ist dort ersichtlich, daß die Stellung aller Kurven, Nocken, Anschläge sowie der Werkzeuge durch Maße und Skalenreihen festgelegt ist.

Bei Mehrspindelautomaten ist noch besonders zu beachten:

19. Die Verteilung der Werkzeuge auf die einzelnen Spindeln ist so vorzunehmen, daß möglichst gleiche Arbeitswege und gleiche Arbeitszeiten sich für alle Werkzeuge ergeben. Dadurch, daß kein Werkzeug auf ein anderes warten muß, ergeben sich hohe Leistungen. Besonders lange Arbeitswege werden verkürzt durch Verteilung auf mehrere Spindeln.

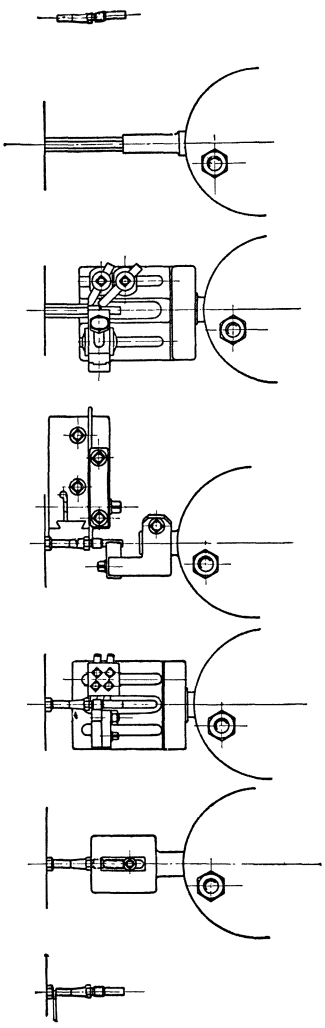


Abb. 304. Arbeitsplan.

20. Die Verteilung der Werkzeuge richtet sich natürlich nach dem Werkstück, allgemein gilt aber:

1. Spindel: außen schruppen mit Formstahl, Zentrieren oder Vorbohren.

2. Spindel: außen schlichten, Bohrung fertigbohren und schlichten.

3. Spindel: Hinterdrehen, genaue Ansatzlängen schlichten, Gewindeschneiden.

4. Spindel: Aufreiben, Kanten runden und ähnliches abstechen.

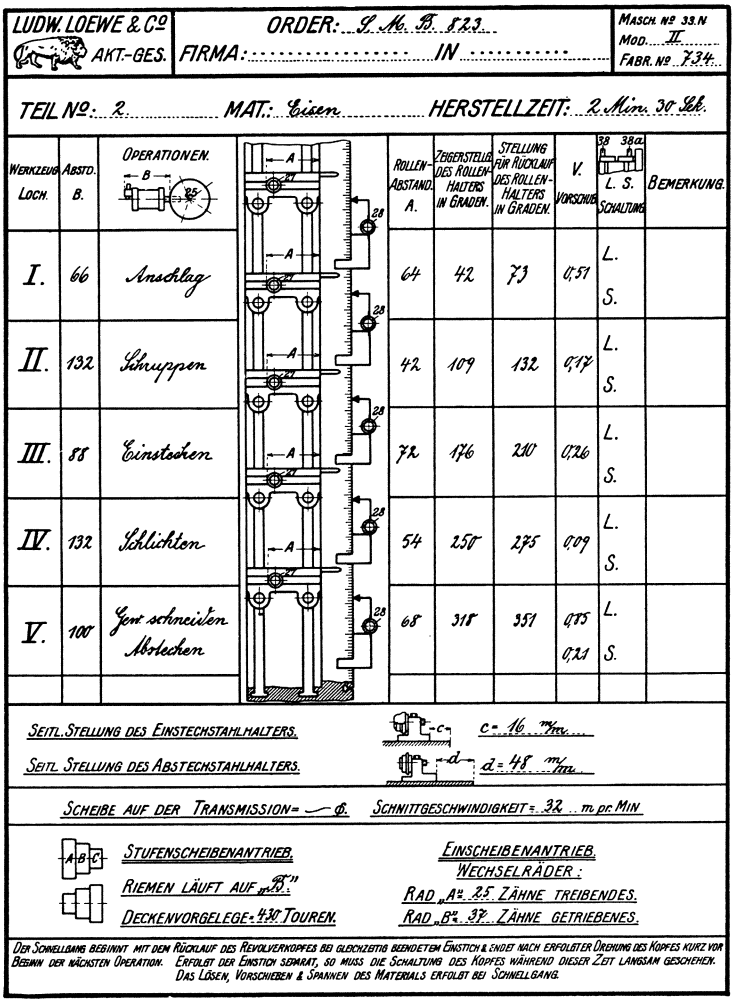


Abb. 305. Einstellplan.

Auf Grund vorstehender Regeln ist nachstehend die Einrichtung eines Gridley-Automaten (Mehrkurvensystem) für die Bearbeitung einer Fahrradnabe nach Arbeitsplan Abb. 309 erläutert in der Reihenfolge aller vorzunehmenden Handgriffe. Die Konstruktion der Maschine ist Abb. 310 ersichtlich. Es ist

1. die Steuerwelle,

2. die Kurvenscheibe für die Quersupporte vorn und hinten,

3. die Kurventrommel für den Revolverkopf-Vor- und Rücklauf, für die Materialvorschubkurven und für die Spann- und Lösenocken für das Spannfutter,

4. die Rolle des Spannfutterhebels,

5. die Vorschubrolle für den Revolverkopf,

6. die Rolle für den Materialvorschub,

7. die Revolverschlitten,

8. die Trommel für die Nocken,

a) links für Vorschub und schnellen Rückgang der Werkzeuge,

b) am Umfang für Wechsel der Spindelgeschwindigkeiten,

c) rechts für Revolverkopfschaltung.

1. Maschine nachsehen, ölen, Werkzeuge entfernen, alle Nocken und Anschläge lösen, Kurven entfernen.

2. Kurzer Leerlauf der Maschine.

3. Material in die Spindel stecken (am besten eine kurze Stange mit einem vorn auf der Drehbank angedrehten fertigen Arbeitsstück).

4. Abstechstahl *11* im hinteren Quersupport einstellen, etwa 5 bis 10 mm von der Futterkante (Abb. 309), Stahl auf Endstellung bringen.

5. Abstechkurve *12* (Abb. 309) auf der linken Seite der Scheibe *2* (Abb. 310) einstellen, daß

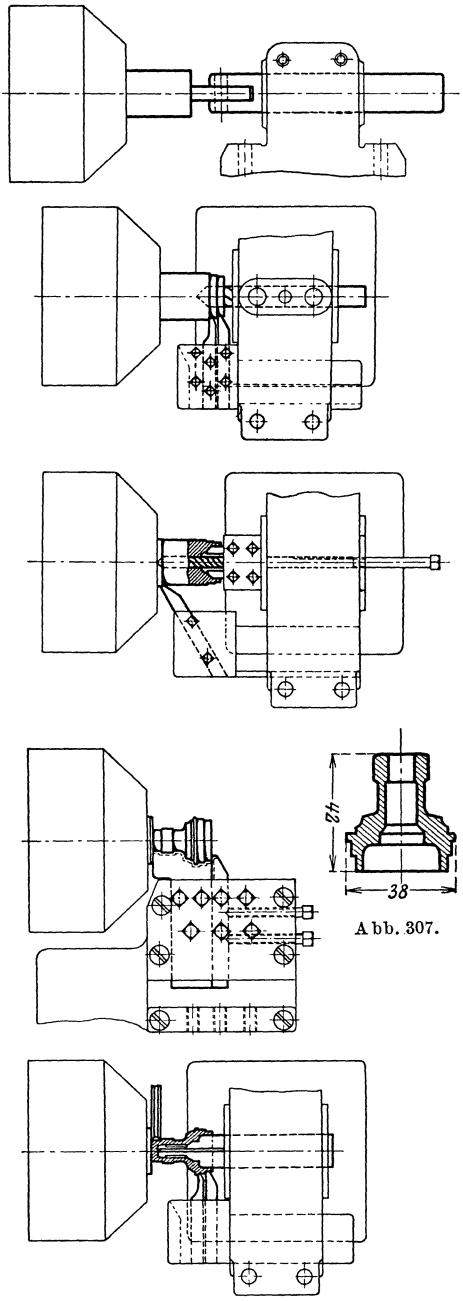


Abb. 307.

Abb. 306. Arbeitsplan.

Rolle *13* sich auf höchstem Punkt der Kurve befindet. Die Steuerwelle muß dabei die Stellung haben, daß, nachdem die Rolle *13* an der Kurve *12* hinten abgeglitten und der Abstechstahl infolgedessen zurückgegangen ist, sich der Lösenocken für das Spannfutter an die Rolle *4* legt.

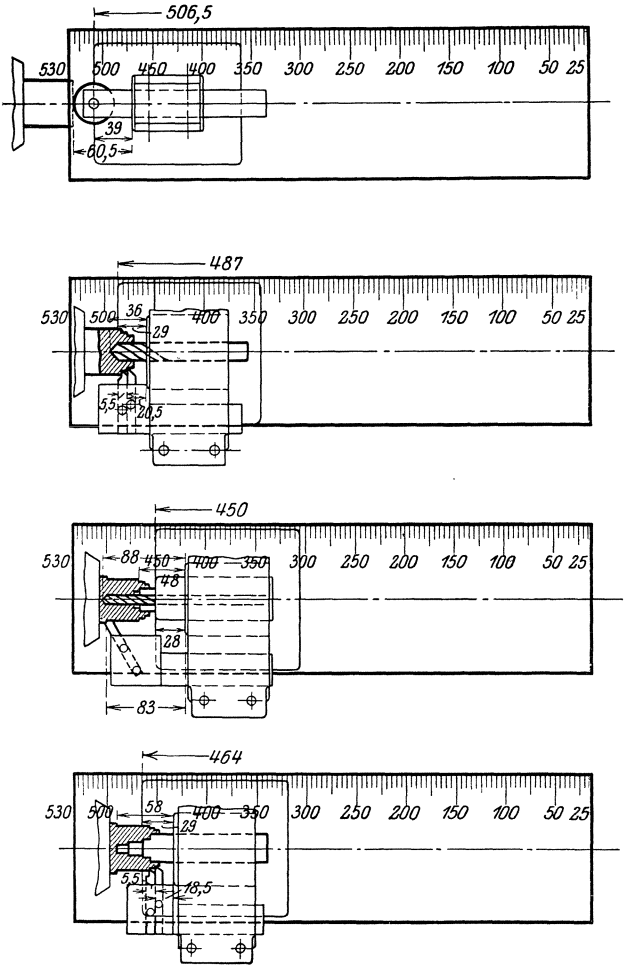


Abb. 308. Einstellplan.

6. Materialvorschubkurve *15* 135 mm vor einstellen.

7. Den Revolverkopf mit Handkurbel schalten, daß Anschlag *16* oben steht.

8. Anschlag mit Handkurbel vor- und zurückschieben.

9. Revolverkopf mit Handkurbel schalten, daß Bohrer *17* oben steht.

10. Bohrerschlitten *I* von Hand vorschieben bis Endstellung des Bohrers.

11. Kurve *18* einstellen, daß sich Rolle *5* auf dem höchsten Punkt befindet. Dabei muß die Steuerwelle mit der Handkurbel so weit gedreht werden, daß zwischen Materialvorschubkurve und Kurve *18* sich eine Entfernung von ca. 560 mm befindet.

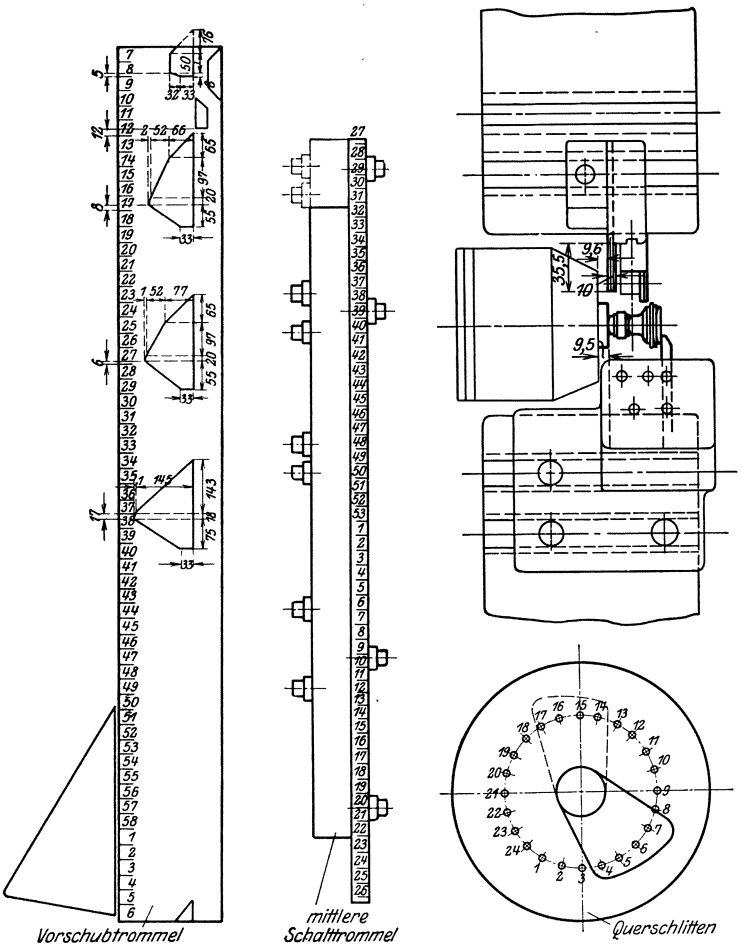


Abb. 308. Einstellplan.

12. Formstahl *18* auf dem vorderen Querschlitten in Endstellung schieben.

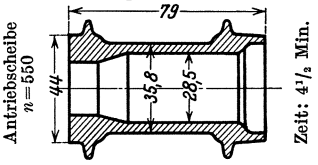
13. Kurve *19* auf der rechten Seite der Scheibe *2* so einstellen, daß sich Hebelrolle *20* auf dem höchsten Punkt befindet.

14. Anschlagschraube am vorderen Querschlitten gegen den festen Anschlag stellen.

15. Bohrerschlitten *I* zurück in Anfangstellung bringen, dies geschieht durch Kurve *21*, deren Entfernung von Kurve *18* so eingestellt

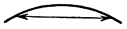
Operations- und Einstellplan.

Skizzen für Gegenstand. Benennung:

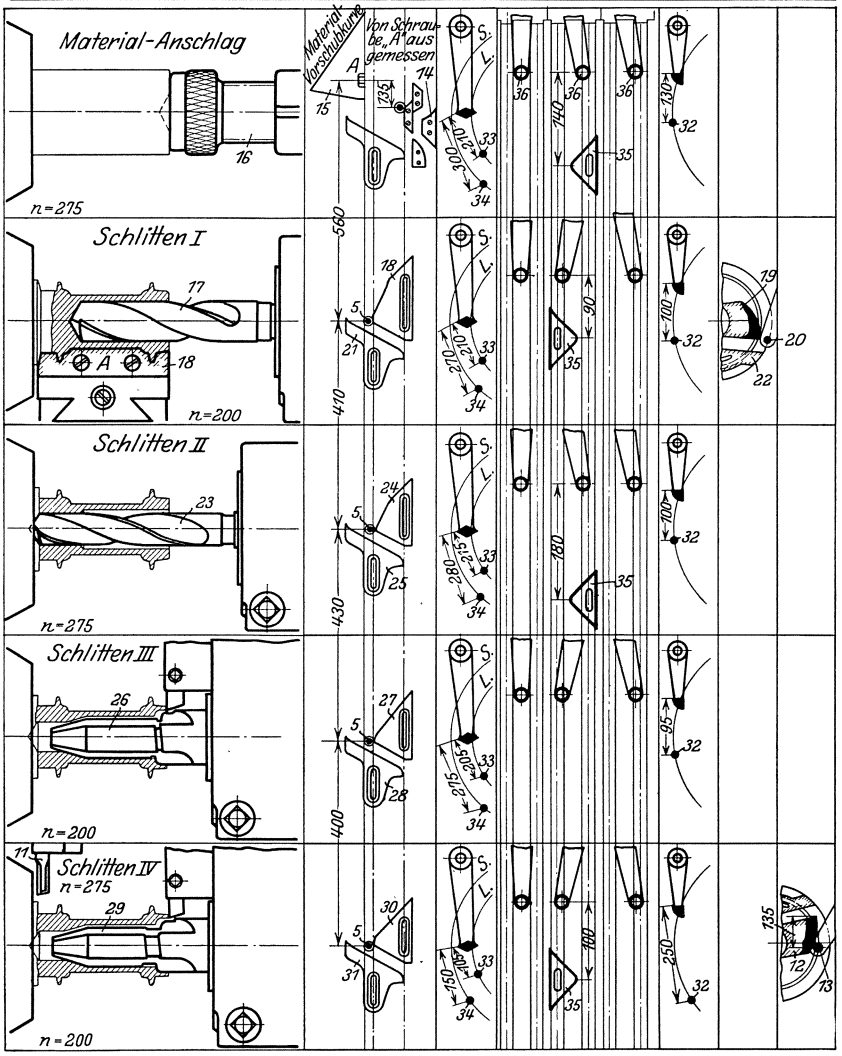


Ausgearbeitet für die Automobil-Ausstellung in Berlin. — Naben von D. Stempel A.-G.

Die für den Abstand der Kurvenplatten angegebenen Maße sind an der Trommel geradlinig, wie aus nebenstehender Skizze ersichtlich, zu vermessen. Vor Einstellung der Rollenbolzen, die in Feld 2 auf der Umschalttrommel sitzen, und der Kurvenplatten, die in Feld 3 auf der Trommel für Form- und Abstechsupport angebracht werden, muß die Rolle an der Revolverzugstange, die in der Skizze mit ◉ bezeichnet ist, wie in Feld 1 vorgesehen, stehen.



Revolverkopf- und Werkzeugstellung	Links hinten: Trommel mit Kurven für Werkzeugschlitten	In der Mitte: Umschalttrommel				Rechts vorn im Fuß: Trommel für Form-Abstechsupport
		links für Trommelvorschub	Stellung der Umschalthebel I	II	III	rechts für Arretierbolz (Revolverkopf)



Schlitten I: Vorbohren 27,5 ∅, und Formdrehen. Werkzeuge: 1 Spiralbohrer 27,5 ∅, 1 Bohrhalter. Abb. 26; 1 vertikaler Formstahlhalter Abb. 11 m. Formstahl „A" 10×40×90 mm.
Schlitten II: Vorbohren 21 ∅. Werkzeuge: 1 Spiralbohrer 21 ∅; 1 Bohrhalter Abb. 26.
Schlitten III: Formbohren und vorn andrehen; Werkzeuge: 1 Formbohrer „B", 1 Stahlhalter „C" m. Stahl 12×12×65; 1 Werkzeughalter m. 2 Werkzeug-Loch A 80/132: 1 Spannbüchse Abb. 20.
Schlitten IV: Nachbohren u. Andrehen, nach dem Umschalten abstechen; Werkzeuge: 1 Formbohrer „D"; 1 Stahlhalter „E" mit Stahl 12×12×65; 1 Werkzeughalter mit 2 Werkzeug-Loch A 80/122; 1 Abstechstahl „F"; 1 Spannbüchse Abb. 20.

Abb. 309.

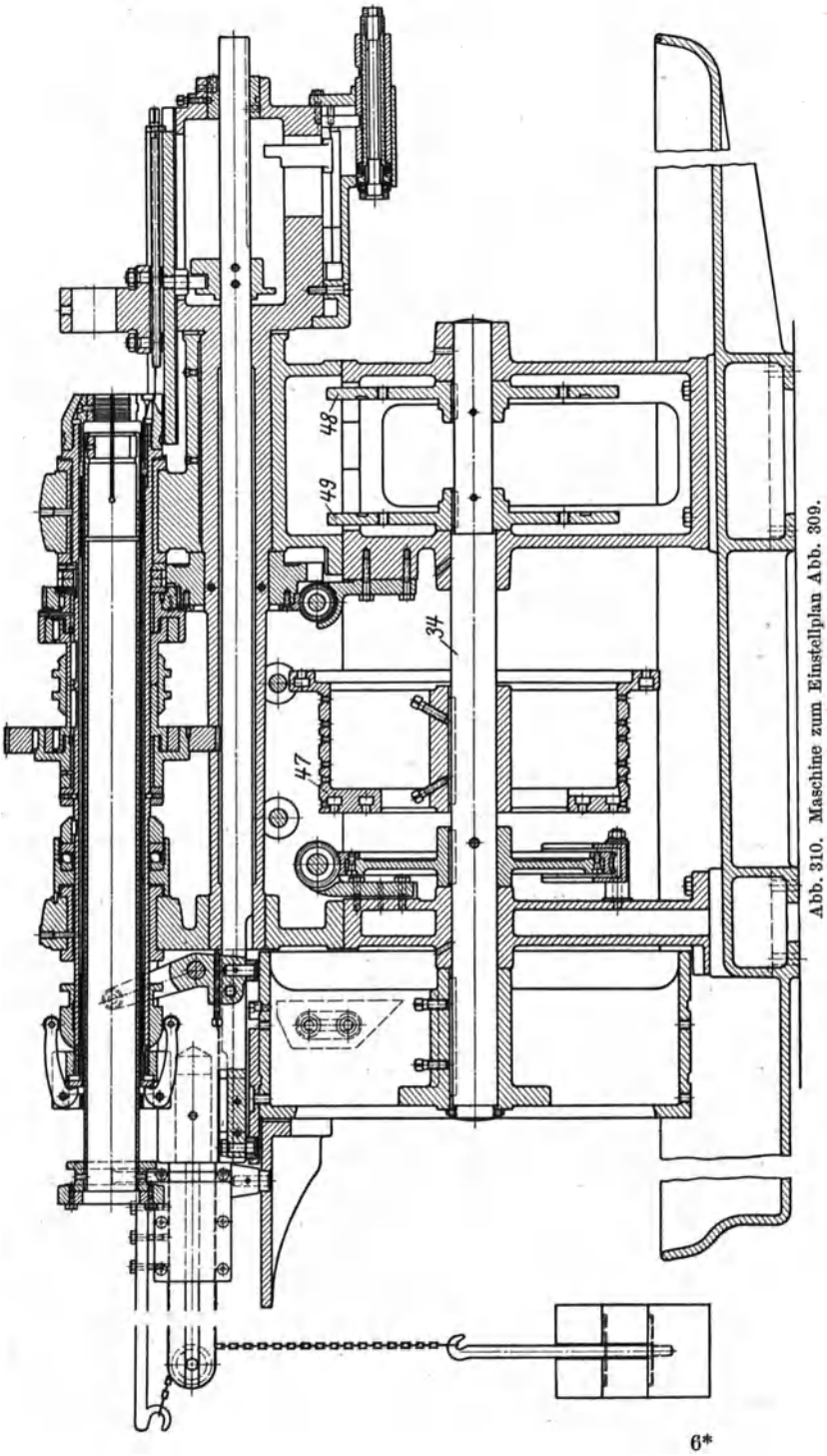


Abb. 310. Maschine zum Einstellplan Abb. 309.

werden muß, daß Rolle *5* bequem hindurchgeht. Durch Einstellung der Kurve *22* wird gleichzeitig der Formstahl *18* mit zurückgezogen.

16. Revolverkopf mit Handkurbel schalten, daß Bohrerschlitten *II* mit Bohrer *23* oben steht.

17. Bohrerschlitten *II* von Hand vorschieben bis Endstellung des Bohrers.

18. Kurve *24* einstellen, daß sich Rolle *5* auf dem höchsten Punkt befindet (Entfernung von Kurve 18 min 400 mm).

19. Kurve *25* einstellen, Bohrerschlitten *II* mit Handkurbel zurück in Anfangsstellung bringen.

20. Revolverkopf mit Handkurbel schalten, daß Schlitten *III* nach oben kommt.

21. Schlitten *III* von Hand vorschieben bis Endstellung des Werkzeugs *26*.

22. Kurve *27* einstellen, daß sich Rolle *5* auf dem höchsten Punkt befindet (Entfernung von Kurve 24 min 400 mm).

23. Kurve *28* einstellen, Schlitten *III* mit Handkurbel zurück in Anfangsstellung bringen.

24. Revolverkopf mit Handkurbel schalten, daß Schlitten *IV* oben steht.

25. Schlitten *IV* von Hand vorschieben bis Endstellung des Werkzeugs *29*.

26. Kurve *30* einstellen, daß sich Rolle *5* auf dem höchsten Punkt befindet (Entfernung von Kurve 27 min 400 mm).

27. Kurve *31* einstellen, Schlitten *IV* mit Handkurbel zurück in Anfangsstellung bringen.

28. Die ganzen Werkzeuge durch einmalige ganze Umdrehung der Steuerwelle mit der Handkurbel durchdrehen, dabei prüfen, ob die Werkzeuge nirgends miteinander kollidieren. Nicht vergessen, in jeder Anfangsstellung eines Schlittens den Revolverkopf zu schalten.

29. Es ist unbedingt nötig, daß jetzt die einzelnen Werkzeugschlitten in demselben Verhältnis zu den Kurven auf der Steuertrommel bleiben.

30. Die Nocken *32* rechts an der Trommel *8* so einstellen, daß der Revolverkopf in jeder Anfangsstellung der Werkzeugschlitten geschaltet wird.

31. Die Nocken *33*, *34* links an der Trommel *8* so einstellen, daß die Werkzeuge aus der Anfangsstellung bis dicht an das Werkstück schnell, von da bis zur Endstellung langsam und dann zurück bis zur Anfangsstellung wieder schnell vorschieben.

32. Die Nocken *35* auf dem Umfang der Trommel *8* so einstellen, daß zwischen den einzelnen Operationen die Spindelgeschwindigkeit für die nächste Operation eingeschaltet wird. Dies geschieht durch Verstellung der 3 Hebel *36* nach der Tabelle an der Maschine.

33. Arbeitsstück ausspannen und Maschine probeweise automatisch durchlaufen lassen.

34. Material in die Maschine bringen und ein Werkstück bearbeiten.

35. Maße desselben prüfen und Werkzeuge genau einstellen, bis die genauen Maße des Werkstückes erreicht sind.

36. Alle Kurven, Nocken und Anschläge genau einstellen, so daß zwischen den einzelnen Operationen möglichst wenig Leerlauf stattfindet.

37. Alle Kurven, Nocken und Anschläge gut festziehen.

II. Das Einrichten der Kurven und Anschläge.

Auf den vorhergehenden Seiten ist das Aufbringen der Werkzeuge behandelt und dabei gesagt, daß zu den einzelnen Werkzeugen die entsprechenden Kurven angebracht werden müssen.

Da die Kurven den Vorschub der Werkzeuge bewirken, müssen sie aus dem gewünschten Vorschub pro Umdrehung des Werkstückes oder pro Minute errechnet werden.

Soweit es sich um durch Kurven betätigte Schaltungen während der Totzeit handelt, ist eine Berechnung dieser Kurven nicht nötig. Der Weg und die Geschwindigkeit dieser zu schaltenden Elemente ist durch die Konstruktion der Maschine bestimmt.

Bevor daher die Berechnung der Vorschubkurven vorgenommen werden kann, sind zunächst Schnittgeschwindigkeit und Vorschub festzulegen, diese richten sich nach dem zu bearbeitenden Material, der Güte der Werkzeuge, der verlangten Genauigkeit der Bearbeitung usw. Dann folgt die Aufzeichnung der einzelnen Operationen in einem Arbeitsplan (Abb. 309 und 311).

1. Das Einrichten eines Automaten nach dem Mehrkurvensystem (Gridley).

Als Beispiel sei die Bearbeitung einer Schraube gewählt nach dem Arbeitsplan Abb. 311.

Die Kurventrommel der Maschine hat einen Umfang von 2275 mm, ferner eine konstante Umfangsgeschwindigkeit u für den langsamen Arbeitsgang von 54 mm in der Minute und für den schnellen Gang (Totzeit) von 63 mm in der Sekunde. Das Öffnen und Schließen des Spannfutters sowie das Vorschieben des Materials dauert $2^1/_2$ Sekunden, das Schalten des Revolverkopfes 2 Sekunden, der schnelle Rücklauf der Werkzeugschlitten 1 Sekunde. Es ergeben sich daher nach dem Arbeitsplan folgende Totzeiten für die Schaltung: $2^1/_2 + 4 \times 2 + 4 \times 1 = 14\,^1/_2$ Sekunden und bei 63 mm Trommelweg pro Sekunde folgende Trommelwege:

1. Spannfutter öffnen und schließen und Material vorschieben . . . . . $2^1/_2 \times 63 = 157{,}5$ mm
2. 4mal Revolverkopf schalten . . . . . $2 \times 63 = 126 \times 4 = 504{,}0$ „
3. 4mal Rücklauf der Werkzeuge . . . . . $1 \times 63 = 63 \times 4 = 252{,}0$ „

913,5 mm

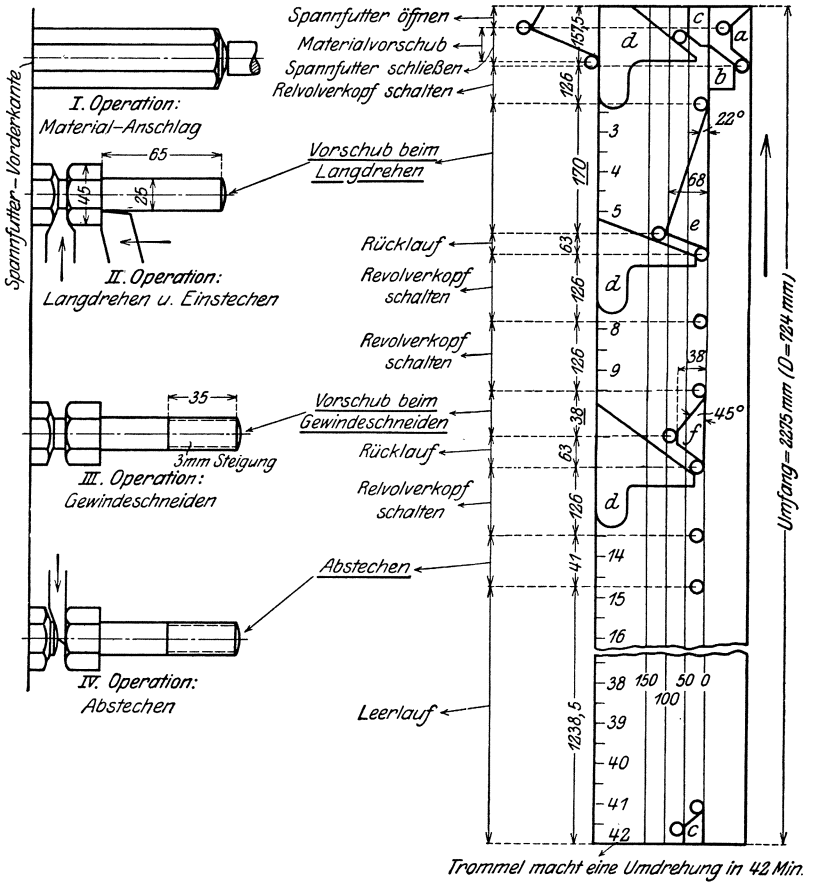


Abb. 311. Arbeits- und Kurvenplan zur Bearbeitung einer Schraube.

Es bleibt daher für den Arbeitsvorschub der Werkzeuge ein Trommelumfang von $2275 - 913{,}5 = 1361{,}5$ mm übrig, d. h. für jedes der vier Werkzeuge $1361{,}5 : 4 = 340$ mm.

Dieses Maß entspräche der Maximallänge l der Vorschubkurve (Abb. 312), im Fall, daß alle Werkzeuge mit dem größten Hub h arbeiten würden. Da der größte Hub der Maschine 215 mm beträgt, so ergäbe sich ein Kurvenwinkel $\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{l} = \frac{215}{340} = 0{,}63 =$ ca. 32^0.

Nach dem Arbeitsplan sind folgende Vorschuboperationen erforderlich: Langdrehen und Einstechen (gleichzeitig), Gewinde-

schneiden, Abstechen. Die Kurven zu diesen Operationen berechnen sich wie folgt.

a) Langdrehen und Einstechen. Die Hubhöhe h ergibt sich aus dem Arbeitsweg h des Werkzeuges und einer Zugabe z für den Anschnitt desselben. Wirkt der Kurvenhub nicht direkt, sondern durch Hebel auf das Werkzeug, so ist das Übersetzungsverhältnis $ü$ dieser Hebel einzusetzen. Mithin:

$$h = w + z = 63 + 3 = 68 \text{ mm } (ü \text{ nicht vorhanden}).$$

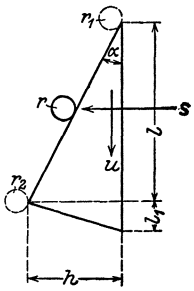


Abb. 312. Vorschubkurve.

Die Länge l der Kurve wird bestimmt durch die Zeit t für den Arbeitsweg, der wiederum abhängig ist von dem Vorschub v pro Minute oder v_1 pro Umdrehung des Werkstückes.

In dieser Zeit wird von der mit der konstanten Umfangsgeschwindigkeit u laufenden Steuertrommel der Weg l zurückgelegt. Also ist $l = t \cdot u$.

Ist nun S die Schnittgeschwindigkeit, n die minutliche Umdrehungszahl des Arbeitsstückes, v_1 der Vorschub des Werkzeuges pro Umdrehung des Werkstückes, so ist $t = \frac{h}{n \cdot v_1} = \frac{h \cdot \pi \cdot d}{S \cdot v_1}$ (d = Durchmesser des Werkstückes). Also:

$$l = \frac{h \cdot u}{n \cdot v_1} = \frac{h \cdot \pi \cdot d \cdot u}{S \cdot v_1} = \frac{68 \cdot \pi \cdot 45 \cdot 54}{30000 \cdot 0{,}1} \begin{pmatrix} S = 30 \text{ m/min} \\ v_1 = 0{,}1 \text{ mm} \end{pmatrix} = 170 \text{ mm}.$$

Der Kurvenwinkel α ergibt sich jetzt aus:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{l} = \frac{h}{u \cdot t} = \frac{h \cdot n \cdot v_1}{u \cdot h} = \frac{n \cdot v_1}{u} = \frac{S \cdot v_1}{u \cdot \pi \cdot d} = \frac{68}{170} = 0{,}39 = \text{ca. } 22^0.$$

Die Arbeitszeit ergibt sich aus:

$$t = \frac{l}{u} = \frac{170}{54} = 3{,}2 \text{ min} = 192 \text{ Sek.}$$

Das Einstechen erfolgt gleichzeitig mit dem Langdrehen, erfordert daher keine besondere Zeit. Da der Arbeitsweg für das Einstechen $\frac{45 - 25}{2} = 10$ mm beträgt, so kann zur Schonung des Werkzeuges der Vorschub desselben so gering gewählt werden, daß annähernd die gleiche Arbeitszeit wie für das Langdrehen erforderlich ist.

Im vorliegenden Falle ergibt sich bei einem Kurvenhub von 10 + 2 (Zugabe) = 12 mm und einer Kurvenlänge von 170 mm (Abb. 313):

$$v_1 = \frac{h \cdot \pi \cdot d \cdot u}{S \cdot l} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 45 \cdot 54}{30000 \cdot 170} = 0{,}018 \text{ mm}.$$

Dabei ist natürlich l und u für den Durchmesser $D = 720$ der Steuertrommel Abb. 313 für die Langdrehwerkzeuge und nicht für den etwas kleineren Durchmesser D_1 der Steuertrommel für die Ein- und Abstechwerkzeuge auf dem Querschlitten einzusetzen (Abb. 313 u. 314).

b) Gewindeschneiden. Es gelten dieselben Formeln wie für das Langdrehen, da ja das Gewindeschneiden ein Langdrehen mit grobem Vorschub (pro Umdrehung = der Gewindesteigung) ist. Die Schnittgeschwindigkeit ist jedoch geringer wie beim Drehen, etwa 15 m/min.

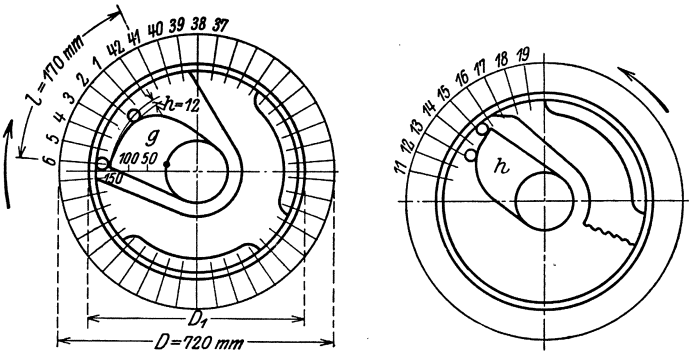


Abb. 313 und 314. Quersupportkurven.

Da das Schneidzeug durch die Kurve nur ausgedrückt wird, erübrigt sich die Berechnung des Kurvenwinkels. Man nimmt 45°. Es ergibt sich dann

$$h = w + z = 35 + 3 = 38 \text{ mm}; \quad l = 38 \text{ mm}; \quad \alpha = 45^0.$$

Die Arbeitszeit ergibt sich aus:

$$t = \frac{h}{n \cdot s} \; (n = \text{Umdrehungszahl}; \; s = \text{Gewindesteigung}).$$

Bei einer Schnittgeschwindigkeit von 10 m/min ergibt sich:

$$n = \frac{S}{\pi \cdot d} = \frac{10000}{\pi \cdot 25} = 130; \quad t = \frac{38}{130 \cdot 3} = 0{,}1 \text{ min} = 6 \text{ sek.}$$

3. Abstechen. Bei $S = 30$ m/min und $v_1 = 0{,}05$ mm ergibt sich

$$h = w + z = \frac{25}{2} + 2 = 14{,}5 \text{ mm}; \; l = \frac{h \cdot \pi \cdot d \cdot u}{S \cdot v_1} = \frac{14{,}5 \cdot \pi \cdot 25 \cdot 54}{30000 \cdot 0{,}05} = 41 \text{ mm}.$$

Die Arbeitszeit ergibt sich aus:

$$t = \frac{l}{u} = \frac{41}{54} = 0{,}77 \text{ min} = 43 \text{ sek.}$$

Operation	Zeit in Sekunden	Trommelweg in mm
1. Materialvorschub, Lösen und Spannen des Materials	$2^1/_2$	157,5
2. Revolverkopf schalten	2	126
3. Langdrehen und Einstechen	192	170
4. Rücklauf der Werkzeuge	1	63
5. 2mal Revolverkopf schalten	4	252
6. Gewinde schneiden	6	38
7. Rücklauf	1	63
8. Revolverkopf schalten	2	126
9. Abstechen	43	41
10. Leerlauf	19	1238,5
	$272^1/_2$	2275 = Trommelumfang

Die so errechneten Trommelwege (Kurvenlängen l) und Arbeitszeiten stellen sich daher für das vorliegende Beispiel zusammen wie vorstehende Tabelle zeigt (einschl. der Totzeiten).

Zeichnerisch aufgetragen ergibt sich der Kurvenplan in Form des abgewickelten Trommelumfanges nach Abb. 311.

Aus vorstehender Zusammenstellung ist ersichtlich, daß eine volle Trommelumdrehung und damit die Arbeitszeit für das Werkstück $272\,^1/_2$ sek $= 4\,^1/_2$ min beträgt. Darunter befinden sich jedoch 19 sek Leerlauf, weil die Trommel nicht voll besetzt ist. Um diesen Leerlauf zu vermeiden, empfiehlt es sich in solchen Fällen, die Geschwindigkeit der Steuerwelle für den Arbeitsgang zu erhöhen. Dadurch erhöhen sich die Kurvenlängen, verkleinern sich die Kurvenwinkel, verschwinden die Leerwege. Im vorliegenden Beispiel könnte dadurch die Arbeitszeit von $4\,^1/_2$ min um 19 sek vermindert werden.

Tabelle für die Kurvenlänge l bei verschiedenen Hubhöhen h und verschiedenen Durchmessern des Arbeitsstückes.

Hubhöhe h	Durchmesser des Arbeitsstückes in mm									
	10	12	15	18	20	22	25	28	30	usw.
	Kurvenlängen l in mm bei $\mu = 54$ mm									
25	21,0	26,0	31,5	37,8	42,0	—	52,5	—	63,0	
30	25,2	—	—	—	50,4	—	—	—	—	
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
40	33,6	—	—	—	—	—	—	—	—	
usw.	usw.									

Formel: $l = \dfrac{h \cdot \pi \cdot d}{S \cdot v_1}$; $\left.\begin{array}{l} S = 20 \text{ m/min} \\ v_1 = \ \ 0{,}1 \text{ mm p. Umdr.} \end{array}\right\}$ für die Tabelle konstant.

Die aus der Tabelle entnommenen Werte von l sind bei anderen Werten von S und v_1 entsprechend zu multiplizieren. Um die Tabellenwerte graphisch zu ermitteln, trägt man die Durchmesser d der Arbeitsstücke an einer senkrechten Linie ab (Abb. 315), berechnet die Kurvenlänge für den größten Durchmesser, etwa 50 mm, und trägt die errechnete Kurvenlänge horizontal ab (Maß a) und verbindet den rechten Endpunkt dieses Maßes mit dem unteren der senkrechten Linie. Wiederholt man dies für sämtliche Hubhöhen und für den größten Durchmesser, so erhält man in den nach unten geloteten Schnittpunkten der schrägen mit den wagerechten Linien die Kurvenlängen für beliebige Zwischendurchmesser.

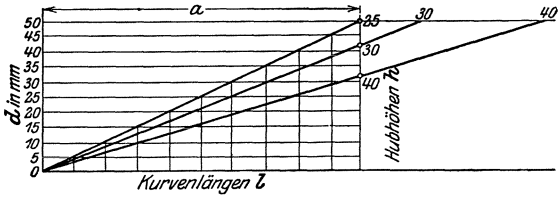


Abb. 315. Graphische Tabelle.

Sinngemäß kann man ebenso entweder in Tabellenform oder graphisch die Werte der Kurvenwinkel α aus den Werten von h und l ermitteln.

2. Das Einrichten eines Automaten nach dem Hilfskurvensystem (Index).

Bei dem Hilfskurvensystem, bei dem die Steuerwelle nur die Kurven für die eigentliche Arbeitszeit (Werkzeugvorschub) trägt, ist es möglich, dieselbe mit einer konstanten Arbeitsgeschwindigkeit laufen zu lassen. Lange Schalt- und Leerwege hat diese Steuerwelle nicht zu durchlaufen, da alle Schaltungen für die Totzeit von besonderen Hilfssteuerelementen ausgeführt werden. Es ist daher möglich, die Arbeitszeit für ein Werkstück vorher genau festzulegen, da sich dieselbe genau während einer Umdrehung der Steuerwelle vollzieht und die Umdrehungszahl pro Minute der letzteren durch Wechselräder eingestellt werden kann.

Um die Rechnung einfach durchführen zu können, sind die Kurvenscheiben in hundert Teile eingeteilt. Bei Strahl 0 läßt man normalerweise die Schaltung des Werkstoffvorschubes beginnen. Diese Schaltung kann jedoch auch, wenn erforderlich, beliebig oft und an jeder Stelle des Kurvenscheibenumfangs erfolgen.

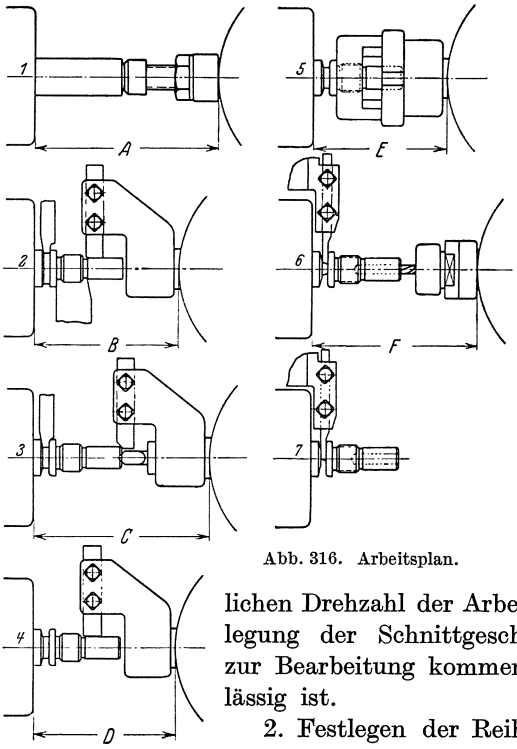


Abb. 316. Arbeitsplan.

Drei Strahlen früher, bei *97*, muß der Abstechstahl seine Arbeit beenden, damit ausreichende Sicherheit ist, daß der Abstechstahl genügend weit zurückgegangen ist, bevor bei Strahl *0* die Schaltung des Werkstoffvorschubes beginnt. Man lege dem Gang der Berechnung zweckmäßig nachstehende Reihenfolge zugrunde:

1. Berechnen der minutlichen Drehzahl der Arbeitsspindel unter Zugrundelegung der Schnittgeschwindigkeit, die für den zur Bearbeitung kommenden Werkstoff jeweils zulässig ist.
2. Festlegen der Reihenfolge der einzelnen Arbeitsvorgänge (Arbeitsplan Abb. 316).
3. Bestimmung der Arbeitswege.
4. Einsetzen der Vorschübe für eine Umdrehung der Arbeitsspindel.

5. Berechnen der Arbeitsspindelumdrehungen für jeden einzelnen Arbeitsvorgang.

6. Berechnen der Zeit in Sekunden, welche die gesamten Arbeitsvorgänge beanspruchen.

7. Einsetzen der Leerzeiten, ausgedrückt in Hundertsteln des Kurvenscheibenumfanges nach Tabellen Abb. 317 u. 318.

8. Errechnen der Gesamtarbeitszeit in Sekunden.

9. Berechnen der auf jeden Arbeitsvorgang entfallenden Hundertstel des Kurvenscheibenumfanges.

a) Beispiel für die Kurvenberechnung.

Als Beispiel für nachstehenden Rechnungsgang dienen die in Abb. 319 u. 320 gezeichneten Werkstücke, Werkstoff: Messing bei Fertigung auf Index 12 bzw. Index 24.

Die Zahlenwerte des Rechnungsganges für diese beiden Maschinengrößen sind jeweils hintereinander angeordnet, wobei die Werte für Index 24 in Klammern gesetzt sind.

1. Berechnen der minutlichen Drehzahl der Arbeitsspindel:

Das Werkstück kann mit einer Schnittgeschwindigkeit bis zu etwa 125 m/min bearbeitet werden. Nach Tabelle Abb. 321 (322) ergibt ein Werkstoffdurchmesser von 12 (20) mm bei 3170 (1900) Umdrehungen der Arbeitsspindel die noch zulässige Schnittgeschwindigkeit von 120 (120) m/min. Die weitere Rechnung läßt sich am übersichtlichsten in der in Abb. 319 (320) gezeigten Anordnung durchführen.

2. Festlegen der Reihenfolge der einzelnen Arbeitsvorgänge:

In Spalte 1 sind die Arbeitsvorgänge einzutragen nach dem Arbeitsplan Abb. 316.

3. Bestimmung der Arbeitswege:

Die Arbeitswege sind der Zeichnung des Arbeitsstückes zu entnehmen und in Spalte 2 einzutragen. (Mit einer Zugabe von $^1/_2$—1 mm.)

4. Einsetzen der Vorschübe für eine Umdrehung der Arbeitsspindel:

Diese sind in Spalte 3 einzutragen. Zulässige Erfahrungswerte können aus Tabelle Abb. 323 entnommen werden.

5. Berechnen der Arbeitsspindelumdrehungen für jeden einzelnen Arbeitsvorgang:

Diese errechnen sich aus dem Arbeitsweg und dem Vorschub, also aus den Zahlen der Spalten 2 und 3, z. B.

$$\frac{13}{0{,}21} = 62 \left(\frac{21}{0{,}2} = 105\right)$$

eintragen in Spalte 4.

Umrechnen der Arbeitsspindelumdrehungen beim Gewindeschneiden siehe nachstehend unter Anmerkungen.

Wechselrädertafel für den Steuerwellenantrieb mit zugehörigen Zahlenwerten für die Kurvenberechnung

Arbeitszeit für 1 Stück in Sekunden	Wechselräder: auf Antriebswelle	Wechselräder: auf Scherenbolzen: vorn	Wechselräder: auf Scherenbolzen: hinten	Wechselräder: auf Schneckenwelle	100stel d. Kurvenscheibe: für Werkstoffvorschub und 1. Revolverkopfschaltung	100stel d. Kurvenscheibe: für jede weitere Revolverkopfschaltung	Umdrehungen der Arbeitsspindel in	Umdrehungszahlen der Arbeitsspindel für ein Arbeitsstück: Index 12								Index 18							
							1/2 sek	5,4	7,5	9	11,5	15	20	26,5	33,5	4,3	5,5	7,1	9,2	12	16	21	26,5
							1 sek	10,8	15	18	23	30	40	53	67	8,7	11	14,3	18,5	24	32	42	53
							1 min	650	824	1072	1390	1830	2420	3170	4000	520	660	860	1110	1460	1930	2530	3200
3	80	40	75	80	17	17		33	41	53	69	91	121	158	200	26	33	43	55	73	96	126	160
4	80	40	90	50	13	13		43	55	71	93	122	162	211	266	35	44	57	74	97	128	168	213
5	75	50	80	40	11	11		54	69	89	116	152	202	264	333	43	55	72	93	122	161	211	266
6	75	60	80	40	8,5	8,5		65	82	107	139	183	242	317	400	52	66	86	111	146	193	253	320
7	60	75	80	30	7,5	7,5		76	96	125	162	213	282	370	466	61	77	100	130	170	225	295	373
8	50	80	90	30	6,5	6,5		87	110	142	185	243	322	422	533	69	88	114	148	195	257	337	426
9	80	40	50	60	6	6		98	124	160	208	275	363	475	600	78	99	129	166	219	290	380	480
10	40	80	90	30	5	5		109	137	178	232	305	404	528	666	87	110	143	185	244	322	422	533
11	60	75	85	50	5	5		120	151	196	255	335	444	580	733	95	121	158	204	267	354	466	586
12	80	70	55	50	4,5	4,5		131	165	214	278	366	484	634	800	104	132	172	222	292	386	506	640
13	80	55	50	65	4	4		142	178	232	302	396	525	685	866	112	143	186	240	316	418	548	693
14	80	40	50	90	4	4		152	192	250	325	427	565	740	933	121	154	201	258	340	450	590	746
15	45	90	80	40	3,5	4		163	206	268	348	457	605	790	1000	130	165	215	277	365	482	632	800
16	75	40	45	90	3,5	4		174	220	286	371	487	645	845	1066	139	176	229	296	390	515	675	853
17	70	40	45	90	3	3,5		185	233	303	394	518	685	898	1133	147	187	243	315	414	548	718	906

18	75	45	40	80	3	3,5	196	247	322	417	548	725	950	1200	156	198	258	333	438	580	760	960
20	70	55	50	85	2,5	3,5	217	275	357	464	610	808	1055	1333	174	220	287	370	486	644	844	1065
22	50	80	60	55	2,5	3,5	239	302	392	510	670	888	1160	1466	191	242	315	407	536	708	930	1175
24	75	60	40	80	2,5	3,5	260	330	428	556	732	970	1265	1600	208	264	344	445	584	773	1010	1280
26	75	65	40	80	2	3,5	283	356	464	604	792	1050	1370	1733	225	286	373	482	633	836	1095	1385
28	40	80	75	70	2	3	305	385	500	650	852	1130	1480	1866	242	308	401	518	682	900	1180	1490
30	50	80	60	75	2	3	326	412	536	695	915	1210	1585	2000	260	330	430	555	730	965	1265	1600
32	75	60	30	80	2	3	348	440	572	742	975	1290	1690	2133	277	352	458	592	780	1030	1350	1705
34	50	75	60	90	1,5	3	370	467	608	788	1035	1370	1795	2266	295	374	487	630	828	1095	1435	1815
36	50	60	45	90	1,5	3	392	495	643	835	1095	1450	1900	2400	311	396	516	665	875	1160	1520	1920
38	40	80	55	70	1,5	3	413	522	678	882	1160	1535	2000	2533	329	418	545	703	925	1222	1605	2030
40	50	75	45	80	1,5	3	435	550	715	928	1220	1615	2110	2666	346	440	573	740	973	1285	1690	2140
44	60	70	40	100	1,5	3	478	602	785	1020	1340	1775	2320	2933	381	462	631	814	1070	1415	1860	2350
48	50	90	45	80	1,5	3	522	660	858	1110	1460	1940	2530	3200	416	484	688	888	1170	1545	2025	2560
52	60	70	30	90	1	3	565	715	928	1208	1585	2100	2745	3466	451	572	745	962	1263	1670	2195	2770
56	40	75	45	90	1	3	610	770	1000	1300	1708	2260	2955	3733	485	616	803	1035	1362	1800	2360	2985
60	45	90	40	80	1	2,5	652	824	1072	1390	1830	2420	3170	4000	520	660	860	1110	1460	1930	2530	3200
65	55	80	30	90	1	2,5	708	892	1160	1508	1980	2625	3430	4333	563	715	930	1205	1580	2080	2745	3470
70	30	70	45	90	1	2,5	760	960	1245	1615	2130	2825	3700	4666	608	770	1004	1295	1710	2255	2955	3730
80	45	80	30	90	1	2,5	880	1100	1430	1855	2430	3225	4220	5333	692	880	1145	1480	1945	2570	3375	4260
90	45	75	25	90	1	2,5	980	1238	1605	2080	2740	3630	4750	6000	780	990	1290	1665	2190	2900	3800	4800
100	30	80	40	100	1	2,5	1085	1375	1785	2320	3050	4040	5280	6660	866	1100	1435	1850	2430	3220	4220	5330
110	45	80	24	100	1	2,5	1195	1510	1960	2550	3350	4440	5800	7330	952	1210	1578	2035	2675	3540	4640	5860
120	40	80	25	100	1	2,5	1304	1648	2144	2780	3660	4840	6340	8000	1040	1320	1720	2220	2920	3860	5060	6400
135	40	90	25	100	1	2,5	1470	1855	2410	3140	4120	5450	7110	9000	1170	1485	1935	2500	3280	4350	5700	7200
150	30	75	25	100	1	2,5	1630	2060	2675	3480	4570	6050	7910	10000	1300	1650	2150	2775	3650	4825	6330	8000
165	30	80	25	100	1	2,5	1800	2270	2950	3825	5030	6660	8700	11000	1430	1815	2360	3050	4020	5310	6960	8800
180	30	90	25	100	1	2,5	1960	2475	3210	4175	5480	7260	9500	12000	1560	1980	2580	3330	4375	5790	7600	9600
200	24	80	25	100	1	2,5	2175	2750	3570	4645	6100	8060	10550	13330	1735	2200	2870	3700	4870	6430	8440	10660

Die Werte dieser Spalte sind anzuwenden, wenn die Kurvenrolle des Revolverschlittens beim Schalten von einer höher gelegenen auf eine tiefer gelegene Kurve aufsetzt, wie es hauptsächlich bei längeren Arbeitsstücken vielfach der Fall ist. Schließt sich jedoch die nächstfolgende Kurve an die vorhergehende ohne Absatz an, so genügen für die Schaltung des Revolverkopfes die Werte der vorhergehenden Spalte.

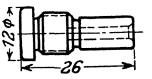
Abb. 317.

Wechselrädertafel für den Steuerwellenantrieb mit zugehörigen Zahlenwerten für die Kurvenberechnung.

Arbeitszeit für 1 Stück in sek	Wechselräder auf Antriebswelle	Wechselräder auf Scherenbolzen vorn	Wechselräder auf Scherenbolzen hinten	Wechselräder auf Schneckenwelle	100stel d. Kurvenscheibe für Werkstoffvorschub und 1. Revolverkopfschaltung	100stel d. Kurvenscheibe für jede weitere Revolverkopfschaltung	Umdrehungen der Arbeitsspindel in	Umdrehungszahlen der Arbeitsspindel für ein Arbeitsstück Index 24							
							$^2/_3$ sek	4,4	5,4	7,2	9,2	12,4	16,1	20	26,6
							1 sek	6,5	8,2	10,7	13,8	18,6	24	31,6	40
							1 min	390	490	644	830	1120	1450	1900	2400
6	70	35	75	45	11	11		39	49	64	83	112	145	190	240
7	65	45	80	40	10	10		45	57	75	97	130	169	222	280
8	70	35	75	60	9	9		52	65	86	110	149	193	253	320
9	55	50	80	40	8	8		58	73	97	124	168	217	285	360
10	75	60	80	50	7	7		65	82	108	138	186	242	317	400
11	50	55	80	40	6	6		71	90	118	153	205	266	348	440
12	50	60	80	40	6	6		78	98	129	166	224	290	380	480
13	50	65	80	40	5,5	5,5		84	106	140	180	243	314	412	520
14	50	70	80	40	5	5		91	114	150	194	262	338	444	560
15	50	75	80	40	4,5	4,5		97	122	161	207	280	362	475	600
16	70	35	50	80	4,5	4,5		104	130	172	222	298	386	508	640
17	45	75	80	40	4	4		110	139	182	235	317	410	538	680
18	70	40	50	80	4	4		117	147	193	248	335	435	570	720
20	70	35	40	80	4	4		130	164	215	277	373	483	633	800
22	40	70	80	50	3	4		143	180	236	304	410	532	696	880
24	40	80	75	45	3	4		156	196	258	332	448	580	760	960
26	75	60	40	65	3	4		169	212	280	360	485	628	822	1040
28	75	60	40	70	2,5	3,5		182	228	300	387	544	675	886	1120
30	40	80	60	45	2,5	3,5		195	245	322	415	560	725	950	1200
32	40	80	75	60	2,5	3,5		208	261	344	443	595	772	1015	1280
34	40	80	65	55	2	3		220	278	365	470	635	820	1075	1360
36	40	80	55	50	2	3		234	294	386	498	672	870	1140	1440
38	40	80	75	70	2	3		246	310	408	525	709	920	1205	1520
40	50	80	60	75	2	3		260	326	430	552	745	965	1265	1600
44	40	80	50	55	1,5	3		286	360	473	610	820	1060	1395	1760
48	40	80	50	60	1,5	3		312	392	515	662	895	1160	1520	1920
52	40	80	50	65	1,5	3		337	425	558	720	970	1255	1645	2080
56	40	80	50	70	1,5	3		364	456	602	775	1045	1350	1775	2240
60	40	80	50	75	1,5	3		390	490	644	830	1120	1450	1900	2400
65	40	80	50	82	1,5	3		422	530	700	900	1215	1570	2060	2600
70	30	70	50	75	1	3		455	570	752	970	1305	1690	2220	2800
75	35	70	40	75	1	3		487	612	806	1040	1400	1810	2375	3000
80	35	70	40	80	1	2,5		520	652	860	1105	1490	1930	2530	3200
90	35	60	30	80	1	2,5		585	735	968	1245	1680	2170	2850	3600
100	40	80	30	75	1	2,5		650	815	1075	1385	1865	2415	3160	4000
110	40	70	25	80	1	2,5		715	898	1180	1520	2050	2660	3480	4400
120	40	75	25	80	1	2,5		780	980	1290	1660	2240	2900	3800	4800
135	40	75	22	80	1	2,5		875	1100	1450	1865	2520	3250	4270	5400
150	40	75	20	80	1	2,5		975	1225	1610	2075	2800	3620	4750	6000
165	35	70	20	82	1	2,5		1075	1345	1775	2280	3080	3980	5220	6600
180	30	75	22	80	1	2,5		1170	1470	1935	2485	3335	4350	5700	7400
200	20	80	30	75	1	2,5		1300	1635	2150	2770	3730	4830	6330	8000
220	20	80	30	82	1	2,5		1430	1800	2360	3040	4100	5320	6960	8800
240	20	75	25	80	1	2,5		1560	1960	2575	3320	4480	5800	7600	9600
270	20	75	22	80	1	2,5		1750	2200	2900	3740	5040	6510	8550	10800
300	20	80	22	82	1	2,5		1950	2450	3225	4150	5600	7240	9500	12000

Die Werte dieser Spalte sind anzuwenden, wenn die Kurvenrolle des Revolverschlittens beim Schalten von einer höher gelegenen auf eine tiefer gelegene Kurve aufsetzt, wie es hauptsächlich bei längeren Arbeitsstücken vielfach der Fall ist. Schließt sich jedoch bei kürzeren Arbeitsstücken die nächstfolgende Kurve an die vorhergehende ohne Absatz an, so genügen für die Schaltung des Revolverkopfes die Werte der vorhergehenden Spalte.

Abb. 318.



Berechnungsblatt für Hochleistungs-Revolverautomat Index 12.

(Indexwerke Hahn & Kolb, Eßlingen.)

Werkstoff: Messing

Spindelumdrehungen/min	Drehen	3170
	Gewindeschneiden	1585
Schnittgeschwindigkeit m/min	Drehen	120
	Gewindeschneiden	50
Erforderliche Umdrehungen für ein Arbeitsstück		422
Arbeitszeit . . . . . sek		8

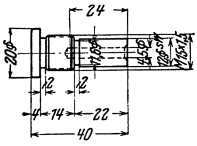
Arbeitsgang	Arbeitsweg	Vorschub bei 1 Umdrehung d. Arbeitsspindel	Arbeitsspindelumdr. für d. betr. Arbeitsgang	Arbeitsspindelumdr. zu berücksichtigende	100stel der Kurvenscheibe für Leerwege	100stel der Kurvenscheibe für Arbeitswege	100stel der Kurvenscheibe von	100stel der Kurvenscheibe bis
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Revolverkopf								
a) Werkstoffvorschub und Anschlag	—	—	—	—	6,5	—	—	6,5
b) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	6,5	—	6,5	13
c) Vordrehen d. Schaftes 8 ⌀ s.W.	13	0,21	62	62	—	14,5	13	27,5
d) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	6,5	—	27,5	34
e) Zentrieren und Kante brechen	2,5	0,2	13	13	—	3	34	37
f) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	6,5	—	37	43,5
g) Schlichten des Schaftes 8 ⌀ s.W.	13	0,31	42	42	—	10	43,5	53,5
h) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	6,5	—	53,5	60
i) Gewinde aufschneiden . . .	8 Gg.	—	16	16	—	4	60	64
k) Gewinde, Rücklauf	8 Gg.	—	8	8	—	2	64	66
l) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	6,5	—	66	72,5
m) Bohren mit Schnellbohrspindel $n = 4000$	16	0,25 (0,11)	64	64	—	15	72,5	87,5
Seitenschlitten								
n) Vorderer Seitenschlitten: Formdrehen des Gewindeschaftes	2,2	0,035	63	—	—	15	10	25
o) Hinterer Seitenschlitten: Vorstechen und Runden des Kopfes	2	0,05	40	—	—	10	26	36
p) Dritter Seitenschlitten: Abstechen	2	0,12	17	—	—	4	76,5	80,5
	2	0,07	29	—	—	7	80,5	87,5
	2	0,07	29	29	—	7	87,5	94,5
	1	0,1	10	10	—	2,5	94,5	97
q) Zugabe nach dem Abstich .	—	—	—	—	3	—	—	—
				244	42 +	58 =	100	

Umdrehungen für ein Arbeitsstück: $\frac{244 \cdot 100}{58} = 422$

Arbeitszeit: $\frac{60 \cdot 422}{3170} = 8$ sek.

Abb. 319.

Berechnungsblatt für Hochleistungs-Revolverautomat Index 24.
(Indexwerke Hahn & Kolb, Eßlingen.)



Werkstoff: Messing		
Spindelumdrehungen/min	Drehen	1900
	Gewindeschneiden . .	950
Schnittgeschwindigkeit m/min	Drehen	120
	Gewindeschneiden . .	45
Erforderliche Umdrehungen für ein Arbeitsstück		508
Arbeitszeit		16

Arbeitsgang	Arbeitsweg	Vorschub bei 1 Umdrehung d. Arbeitsspindel	Arbeitsspindelumdr. für d. betr. Arbeitsgang	Arbeitsspindelumdr. zu berücksichtigende	100stel der Kurvenscheibe für Leerwege	100stel der Kurvenscheibe für Arbeitswege	100stel der Kurvenscheibe von	100stel der Kurvenscheibe bis
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Revolverkopf:								
a) Werkstoffvorschub und Anschlag	—	—	—	—	4,5	—	0	4.5
b) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	4,5	—	4,5	9
c) Vordrehen des Schaftes 12 Ø s. W.	21	0,2	105	105	—	20,5	9	29,5
d) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	4,5	—	29,5	34
e) Zentrieren und Kante brechen	3	0,2	15	15	—	3	34	37
f) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	4,5	—	37	41,5
g) Schlichten des Schaftes 12 Ø s. W.	21	0,31	68	68	—	13,5	41,5	55
h) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	4,5	—	55	59,5
i) Gewinde aufschneiden . . .	9 Gg.	—	18	18	—	3,5	59,5	63
k) Gewinde, Rücklauf	9 Gg.	—	9	9	—	1,8	63	64,8
l) Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	—	4,5	—	64,8	69,3
m) Bohren mit Schnellbohrspindel $n = 2500$	24	0,277 (0,12)	87	87	—	17,2	69,3	86,5
Seitenschlitten:								
n) Vorderer Seitenschlitten: Formdrehen des Gewindeschaftes	4,2	0,035	114	—	—	22	6	28
o) Hinterer Seitenschlitten: Vorstechen und Runden des Kopfes	4	0,05	80	—	—	16	24	40
p) Dritter Seitenschlitten: Abstechen	4	0,12	33	—	—	6,5	71,5	78
	3	0,07	43	—	—	8,5	78	86,5
	3	0,07	43	43	—	8,5	86,5	95
	1	0,1	10	10	—	2	95	97
q) Zugabe nach dem Abstich .	—	—	—	—	3	—	97	0

Umdrehungen für ein Arbeitsstück: $\frac{355 \cdot 100}{70} = 508$ 355 | 30+ | 70 = | 100

Arbeitszeit: $\frac{60 \cdot 508}{1900} = 6$ sek.

Abb. 320.

6. Berechnen der Zeit in Sekunden für die gesamten Arbeitsvorgänge:

In Spalte 5 sind die für die Berechnung der Arbeitszeit zu berücksichtigenden Umdrehungen einzusetzen. So sind z. B. in diesem Falle die für die Arbeitswege des vorderen und hinteren Seitensupportes erforderlichen Umdrehungen nicht berücksichtigt in Spalte 5, da diese Seitensupporte gleichzeitig mit dem Revolverkopf arbeiten.

Die Summe der Spalte 5 ergibt 244 (355) Umdrehungen ohne Leerwege. Die Arbeitszeit für die gesamten Arbeitsvorgänge ohne Leerwege errechnet sich

$$t = \frac{60 \cdot 244}{3170} = 5 \left(\frac{60 \cdot 355}{1900} = 11\right) \text{ sek.}$$

7. Einsetzen der Leerzeiten.

Zu den errechneten 5 (11) sek ist noch die Zeit für den Werkstoffvorschub, die Revolverkopfschaltungen und die Zugabe für Rückgang des Abstechstahles hinzuzuzählen. In vorliegendem Beispiel mit den zu berücksichtigenden fünf Revolverkopfschaltungen sei hierfür eine Zeit von 3 (5) sek insgesamt angenommen. Die ungefähre Arbeitszeit des Werkstückes wird also 8 (16) sek betragen.

Dies ist zunächst ein Annäherungswert, die richtige Arbeitszeit ergibt sich aus Tabelle Abb. 317—318.

In diesen Tabellen ist für die Arbeitsdauer von 8 (6) sek für Schalten des Werkstoffvorschubes bzw. für erste und jede weitere Revolverkopfschaltung je 6,5 (4,5) Hundertstel angegeben. Diese Werte sowie die Zugabe von 3 Hundertstel für Rückgang des Abstechstahles nach dem Abstich sind in Spalte 6 einzutragen.

8. Errechnen der Gesamtarbeitszeit in Sekunden.

Die Zahlen der Spalte 6 zähle man zusammen, sie ergeben 42 (30) Hundertstel. Für die Arbeitswege verbleiben also 100 — 42 = 58 (100 — 30 = 70) Hundertstel des Kurvenscheibenumfanges. Diese 58 (70) Hundertstel entsprechen den errechneten 244 (355) Umdrehungen der Arbeitsspindel. Es entfallen also auf:

58 (70) Hundertstel = 244 (355) Umdrehungen der Arbeitsspindel

$$1 \quad \text{„} \quad = \frac{244}{58} \left(\frac{355}{70}\right) \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„}$$

$$100 \quad \text{„} \quad = \frac{244 \cdot 100}{58} = 422 \left(\frac{355 \cdot 100}{70} = 508\right) \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„}$$

die zur Herstellung eines Werkstückes erforderlich sind.

Daraus errechnet sich die Arbeitszeit wie folgt:

$$3170\,(1900) \text{ Umdrehungen} = 1 \text{ min} = 60 \text{ sek}$$

$$1 \quad \text{Umdrehung} \quad = \frac{60}{3170} \left(\frac{60}{1900}\right)$$

$$422\,(508) \text{ Umdrehungen} = \frac{60 \cdot 422}{3170} = 8 \left(\frac{60 \cdot 508}{1900} = 16\right) \text{ sek,}$$

wie auch aus Abb. 317 und 318 ersichtlich.

Schnittgeschwindigkeit in m/min.

Umdrehungen der Arbeitsspindel/min Index 12

Werkstoff Ø	Drehen 4000	3170	2420	1830	1390	1072	824	650	Gewindeschneiden 2000	1585	1210	915	695	536	412	325	800	634	484	366	278	214	165	130
2	25	20	15	11,5	8,7	6,7	5,2	4	12,5	10	7,5	5,7	4,4	3,4	2,6	2	5	4	3	2,3	1,7	1,3	1	0,8
3	38	30	23	17,2	13	10	7,8	6,2	19	15	11,5	8,6	6,6	5	3,9	3,1	7,5	6	4,5	3,4	2,6	2	1,5	1,2
4	50	40	30	23	17,4	13,4	10,3	8,2	25	20	15	11,5	8,7	6,7	5,2	4,1	10	8	6,1	4,6	3,5	2,7	2,1	1,6
5	63	50	38	29	22	16,8	13	10,3	32	25	19	14,4	11	8,4	6,5	5,2	12,5	10	7,6	5,8	4,4	3,4	2,6	2
6	75	60	45	35	26	20	15,5	12,5	38	30	22,5	17,2	13	10	7,8	6,3	15	12	9,1	6,9	5,3	4	3,1	2,5
7	88	70	53	40	31	24	18	14,4	44	35	26,5	20	15,2	11,8	9	7,4	17,5	14	10,6	8	6,1	4,7	3,6	2,9
8	100	80	61	46	35	27	21	16,5	50	40	30	23	17,5	13,4	10,4	8,4	20	16	12,2	9,2	7	5,4	4,2	3,3
9	112	90	68	52	39	30	23	18,5	56	45	34	26	19,6	15	11,6	9,2	22,5	18	13,6	10,4	7,9	6	4,7	3,7
10	126	100	76	58	44	34	26	20,5	63	50	38	29	21,8	12	13	10,2	25	20	15,2	11,5	8,7	6,7	5,2	4,1
11	138	110	83	63	48	37	29	22,5	69	55	42	32	24	18,5	14,2	11,2	27,5	22	16,7	12,6	9,6	7,4	5,7	4,5
12	151	120	91	69	52	40	31	25	76	60	46	35	26	20	15,5	12,3	30	24	18,2	13,8	10,5	8	6,2	4,9

Umdrehungen der Arbeitsspindel/min Index 18

Werkstoff Ø	Drehen 3200	2530	1930	1460	1110	860	660	520	Gewindeschneiden 1600	1265	965	730	555	430	330	260	640	506	386	292	222	172	132	104
2	20	16	12,2	9,2	7	5,4	4	3,3	10	8	6,1	4,6	3,5	2,7	2	1,6	4	3,2	2,4	1,8	1,4	1,1	0,8	0,7
3	30	24	18	13,8	10,4	8	6,2	5	15	12	9	6,9	5,2	4	3,1	2,5	6	4,8	3,6	2,8	2,1	1,6	1,2	1
4	40	32	24,5	18,4	14	10,8	8,3	6,5	20	16	12,2	9,2	7	5,4	4,2	3,3	8	6,4	4,8	3,7	2,8	2,2	1,7	1,3
5	50	40	30	23	17,4	13,5	10,4	8,2	25	20	15	11,5	8,7	6,8	5,2	4,1	10	7,9	6	4,6	3,5	2,7	2,1	1,6
6	60	48	37	28	21	16,2	12,4	10	30	24	18,5	14	10,5	8,1	6,2	5	12	9,5	7,3	5,5	4,2	3,2	2,5	2
7	70	56	43	32	24,5	18,8	14,5	11,5	35	28	21,5	16	12,3	9,4	7,3	5,8	14	11,1	8,5	6,4	4,9	3,8	2,9	2,3
8	80	64	49	37	28	21,5	16,6	13	40	32	24,5	18,5	14	10,8	8,3	6,5	16	12,7	9,7	7,3	5,6	4,3	3,3	2,6
9	90	72	55	42	32	24,3	18,6	14,7	45	36	27,5	21	16	12,2	9,3	7,4	18	14,3	10,9	8,2	6,3	4,9	3,7	2,9
10	100	79	61	46	35	27	21	16,5	50	40	31	23	17,5	13,5	10,5	8,3	20	15,8	12	9,2	6,9	5,4	4,1	3,3
11	110	87	67	51	39	29,6	23	18	55	44	34	25,5	19,5	14,8	11,5	9	22	17,4	13,3	10,1	7,7	5,9	4,6	3,6
12	120	95	73	55	42	32	25	19,5	60	48	37	27,5	21,5	16	12,5	9,8	24	19	14,5	11	8,4	6,5	5	3,9
13	130	104	79	60	45	35	27	21,5	65	52	40	30	22,5	17,5	13,5	10,7	26	20,6	15,8	11,9	9,1	7	5,4	4,2
14	140	111	85	64	49	38	29	23	70	56	43	32	24,5	19	14,5	11,5	28	22,2	17	12,8	9,7	7,6	5,8	4,6
15	150	119	91	69	52	40	31	24,5	75	60	46	34,5	26	20	15,5	12,3	30	23,8	18,2	13,7	10,4	8,1	6,2	4,9
16	160	127	97	74	56	43	33	26	80	64	49	37	28	21,5	16,5	13	32	25,4	19,4	14,6	11,2	8,6	6,6	5,2
17	170	135	103	78	59	46	35	28	85	68	52	39	29,5	23	17,5	13,8	34	27	20,6	15,6	11,8	9,2	7	5,5
18	180	143	109	83	63	49	37	29,5	90	72	55	42	32	24,5	18,5	14,7	36	28,6	21,8	16,5	12,5	9,7	7,5	5,8

Index 12 und 18. Spindeldrehzahlen.									
Wechselräder auf Zapfen	A	57	53	48	43	37	32	27	23
	B	23	27	32	37	43	48	53	57
Umdrehungen der Arbeitsspindel Index 12									
Drehen		4000	3170	2420	1830	1390	1072	824	650
Gewindeschneiden	C = 46, D = 29	2000	1585	1210	915	695	536	412	325
	C = 29, D = 46	800	634	484	366	278	214	165	130
Umdrehungen der Arbeitsspindel Index 18									
Drehen		3200	2530	1930	1460	1110	860	660	520
Gewindeschneiden	C = 46, D = 29	1600	1265	965	730	555	430	330	260
	C = 29, D = 46	640	506	386	292	222	172	132	104

Abb. 322.

Index 24. Spindeldrehzahlen.									
Wechselräder auf Zapfen	A	57	53	48	43	37	32	27	23
	B	23	27	32	37	43	48	53	57
Umdrehungen der Arbeitsspindel									
Drehen		2400	1900	1450	1120	830	644	490	390
Gewindeschneiden	C = 46, D = 29	1200	950	725	560	415	322	245	195
	C = 29, D = 46	480	380	290	224	166	129	98	78

Abb. 322a.

9. Berechnen der auf jeden Arbeitsvorgang entfallenden Hundertstel der Kurvenscheibe:

Dies sei z. B. für Vordrehen des Schaftes 8 mm Durchmesser s. W. (12 mm Durchmesser s. W.) erläutert. Dieser Arbeitsweg umfaßt 62 (105) Umdrehungen der Arbeitsspindel.

422 (508) Umdrehungen = 100 Hundertstel der Kurvenscheibe

1 Umdrehung $= \frac{100}{422}\left(\frac{100}{508}\right)$ „ „ „

62 (105) Umdrehungen $= \frac{100 \cdot 62}{422} = 14{,}5 \left(\frac{100 \cdot 105}{508} = 20{,}5\right)$ Hundertstel der Kurvenscheibe.

Die erhaltenen Werte trage man in Spalte 7 ein. Nach Durchführung dieser Berechnung für sämtliche Arbeitsvorgänge fülle man die Spalten 8 und 9 aus.

Schnittgeschwindigkeit in m/min.																								
Werkstoff Ø	Umdrehungen der Arbeitsspindel/min																							
	Drehen								Gewindeschneiden															
	2400	1900	1450	1120	830	644	490	390	1200	950	725	560	415	322	245	195	480	380	290	224	166	129	98	78
4	30	24	18	14	10,5	8	6	5	15	12	9	7	5,3	4	3	2,5	6	4,8	3,6	2,8	2,1	1,6	1,2	1
5	38	30	23	17,5	13	10	7,7	6	19	15	11,5	9	6,5	5	3,8	3,1	7,5	6	4,5	3,5	2,6	2	1,5	1,2
6	45	36	27,5	21	15,5	12	9,2	7,3	22,5	18	14	10,5	8	6	4,6	3,7	9	7,2	5,5	4,2	3,1	2,4	1,8	1,4
7	53	42	32	24,5	18	14	10,8	8,6	26,5	21	16	12	9	7	5,4	4,3	10,6	8,3	6,4	4,9	3,6	2,8	2,1	1,7
8	60	48	36,5	28	21	16	12,3	9,8	30	24	18	14	10,5	8	6,2	4,9	12	9,5	7,3	5,6	4,1	3,2	2,4	2
9	68	54	41	32	23,5	18	13,8	11	34	27	20,5	16	12	9	7	5,5	13,6	10,7	8,2	6,3	4,7	3,6	2,8	2,2
10	75	60	46	35	26	20	15,4	12,2	38	30	23	17,5	13	10	7,7	6	15	11,9	9,1	7	5,2	4	3,1	2,4
11	83	66	50	39	29	22	17	13,5	42	33	25	19,5	14,5	11	8,5	6,8	16,6	13,1	10	7,7	5,7	4,4	3,4	2,7
12	90	72	55	42	31	24	18,5	14,7	45	36	27,5	21	15,5	12	9,2	7,4	18,1	14,3	11	8,4	6,2	4,8	3,7	2,9
13	98	78	59	46	34	26,5	20	15,9	49	39	30	23	17	13	10	8	19,6	15,5	11,8	9,1	6,8	5,3	4	3,2
14	106	84	64	49	36	28,5	21,5	17,2	53	42	32	24,5	18	14	10,8	8,6	21	16,5	12,8	9,8	7,3	5,7	4,3	3,4
15	113	90	68	53	39	30,5	23	18,4	57	45	34	26,5	19,5	15	11,5	9,2	22,6	17,9	13,7	10,6	7,8	6,1	4,6	3,6
16	120	96	73	56	42	32,5	24,5	19,6	60	48	37	28	21	16	12,2	9,8	24	19,1	14,6	11,2	8,3	6,5	4,9	3,9
17	128	102	78	60	44	34,5	26	20,8	64	51	39	31,5	22	17	13	10,4	25,6	20,3	15,5	12	8,8	6,9	5,2	4,1
18	136	108	82	63	47	36,5	27,5	22	68	54	41	33,5	23,5	18	13,8	11	27	21,5	16,4	12,6	9,4	7,3	5,5	4,4
19	143	114	87	67	50	38,5	29	23,3	72	57	44	34	25	19	14,5	11,6	28,6	22,7	17,4	13,4	9,9	7,7	5,8	4,6
20	150	120	91	70	52	40	30,8	24,5	75	60	46	35	26	20	15,4	12,3	30	23,8	18,2	14	10,4	8,1	6,2	4,9
21	158	125	96	74	55	42	32,3	25,6	79	63	48	37	27,5	21	16	12,8	31,6	25	19,2	14,8	11	8,5	6,5	5,1
22	166	132	100	77	57	45	34	27	83	66	50	39	28,5	22,5	17	13,5	32	26,2	20	15,4	11,4	8,9	6,8	5,4
23	174	138	105	81	60	47	35,4	28,2	87	69	53	40,5	30	23,5	17,7	14,1	34,6	27,5	21	16,2	12	9,3	7,1	5,6
24	181	144	110	84	62	49	37	29,4	91	72	55	42	31	24,5	18,5	14,7	36,2	28,6	21,8	16,8	12,5	9,7	7,4	5,9
25	188	149	114	88	65	51	38,5	30,6	95	75	57	44	33	25,5	19	15,3	37,6	30	22,8	17,6	13	10,1	7,7	6,1
26	196	155	118	91	68	53	40	31,8	98	78	59	46	34	26,5	20	15,9	39,2	31	23,6	18,3	13,5	10,6	8	6,3
27	204	161	123	95	70	55	41,5	33	102	81	62	48	35	27,5	20,7	16,5	40,6	32	24,6	19	14	11	8,3	6,6
28	211	167	128	98	73	57	44,5	34,2	105	84	64	49	37	28,5	21,5	17,1	42	33,4	25,5	19,6	14,6	11,4	8,6	6,8
29	218	173	132	102	76	59	45	35,5	109	87	66	51	38	29,5	22,5	17,8	43,6	34,6	26,5	20,4	15,1	11,8	8,9	7,1
30	226	179	137	106	78	61	46	36,7	113	90	68	53	39	30,5	23	18,4	45	35,8	27,3	21	15,6	12,2	9,2	7,3

Abb. 322 b.

Zulässige Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für Index-Hochleistungs-Revolverautomaten bei Verwendung erstklassigen Schnellstahls.

	Schnittgeschwindigkeiten in m/min.						
	Messing	Puddel-Eisen	Leicht bearbeitbarer Flußstahl	Gewöhnlicher Flußstahl 40—45 kg	Gewöhnlicher Flußstahl 50—60 kg	Gewöhnlicher Flußstahl 70—80 kg	Chromnickelstahl
Drehen und Abstechen . . .	80—125	32—40	50—60	35—42	26—32	20—24	18 —22
Bohren	70—100	26—32	40—50	30—35	20—26	16—20	14 —18
Gewindeschneiden	30—5o	6— 8	6— 9	6— 8	4— 6	3— 5	2,5— 3
	Vorschübe für Drehen in mm						
Längsdrehen	0,15—0,25	0,12 —0,16	0,12 —0,16	0,11 —0,16	0,1 —0,14	0,08 —0,11	0,08—0,1
Formdrehen	0,02—0,05	0,015—0,04	0,015—0,04	0,015—0,035	0,013—0,035	0,01 —0,03	0,01—0,025
Abstechen							
mit Vorstechen	0,1 —0,18	0,05 —0,1	0,06 —0,1	0,05 —0,08	0,04 —0,07	0,035—0,05	0,03—0,045
ohne Vorstechen	0,05—0,1	0,03 —0,045	0,035—0,05	0,03 —0,045	0,025—0,04	0,02 —0,035	0,02—0,03
	Vorschübe für Bohren und Anbohren in mm						
Bohrer⌀ . . . . . 2— 4	0,08—0,12	0,04—0,07	0,05—0,09	0,05—0,08	0,04—0,07	0,03—0,05	0,03—0,05
„ . . . . . 4— 8	0,1 —0,16	0,05—0,09	0,06—0,11	0,06—0,09	0,05—0,08	0,04—0,06	0,04—0,06
„ . . . . . 8—14	0,12—0,18	0,07—0,1	0,09—0,12	0,08—0,1	0,06—0,09	0,05—0,07	0,05—0,07
„ . . . . . 14—20	0,14—0,2	0,08—0,12	0,09—0,14	0,09—0,12	0,08—0,11	0,06—0,09	0,06—0,09
Anbohren	0,18—0,22	0,12—0,15	0,14—0,17	0,12—0,15	0,1 —0,13	0,08—0,1	0,08—0,1

Abb. 323.

b) Anmerkungen zur Kurvenberechnung.

Zu a (Abb. 319 und 320). Bei Werkstücken mit einer längeren Arbeitszeit als 14 (20) sek sind die erforderlichen Hundertstel der Kurvenscheibe für den Werkstoffvorschub und die anschließende erste Revolverkopfschaltung verschieden gegenüber denen für jede weitere Revolverkopfschaltung, wenn die Kurvenwelle des Revolverschlittens beim Schalten von einer höher gelegenen auf eine tiefer gelegene Kurve aufsetzt (s. Anmerkung Abb. 317 und 318).

Zu i. Beim Aufschneiden des Gewindes wird, da es sich in diesem Beispiel um Messing handelt, die Drehzahl der Arbeitsspindel auf die Hälfte der Drehzahl beim Drehen herabgesetzt, während bei Eisen gewöhnlich eine Herabsetzung auf ein Fünftel erforderlich ist.

Infolge dieser Herabsetzung auf die Hälfte ist die Anzahl der zu schneidenden Gewindegänge zu verdoppeln, da einer Umdrehung der Arbeitsspindel beim Gewindeschneiden in diesem Falle zwei Umdrehungen beim Drehen entsprechen.

Naturgemäß ist bei Herabsetzung auf $^1/_5$ die Anzahl der Gewindegänge mit 5 zu multiplizieren.

Zu m. Die Schnellbohrspindel dreht sich in entgegengesetzter Richtung zur Arbeitsspindel. Die für den Bohrer gültige Drehzahl ist die Summe der Drehzahlen der Arbeitsspindel und der Schnellbohrspindel.

Die Drehzahlen der letzteren, veränderlich durch Wechselräder, betragen 2000 und 4000 (1250 und 2500) pro Minute.

In vorliegendem Beispiel ist 4000 (2500) anwendbar. Für den Bohrer ergibt sich $4000 + 3170 = 7170$ $(2500 + 1900 = 4400)$ Umdrehungen. Der Bohrervorschub beträgt 0,11 (0,12) mm. Zwecks Erleichterung der Berechnung wird derselbe mit der Drehzahl der Arbeitsspindel 3170 (1900) durchgeführt. Dadurch erhöht sich rechnungsgemäß der Vorschub im Verhältnis $\frac{7170}{3170} = 2{,}26 \left(\frac{4400}{1900} = 2{,}32\right)$. Demnach beträgt der rechnerische Vorschub pro Umdrehung $0{,}11 \cdot 2{,}26 = 0{,}25$ $(0{,}12 \cdot 2{,}32 = 0{,}277)$ mm.

Zu n. Der Formstahl arbeitet gleichzeitig mit Arbeitsgang *c*, die dafür erforderlichen Umdrehungen werden daher nicht berücksichtigt.

Zu o. Um die Arbeitszeit des Abstechstahles abzukürzen, wird diesem durch den hinteren Formstahl vorgestochen, und zwar während der Arbeitsvorgänge *c* und *e*, die erforderlichen Umdrehungen werden daher nicht berücksichtigt.

Zu p. Die vom hinteren vorgedrehte Kopfabstichfläche wird, um einen sauberen Abstich zu erhalten, vom Abstechstahl nachgeschlichtet. Der Vorschub für dieses Schlichten kann das $1^1/_2$—2fache des Vorschubes für das Abstechen betragen. Der Abstechstahl beginnt seine Arbeit bereits während des Bohrens mit der Schnellbohrspindel, daß

nach beendetem Bohren nur noch ein Zapfen von 4 (6) mm Durchmesser abzustechen ist. Die mit dem Bohren zusammenfallenden Umdrehungen für das Abstechen werden bei der Berechnung der Arbeitszeit nicht berücksichtigt. Die Schneide des Abstechstahles ist vorn schräg geschliffen, damit der stehenbleibende Butzen möglichst klein wird. Um diese Schräge von ca. 1 mm muß der Weg des Abstechstahles größer werden.

Der Revolverkopf hat nach der Berechnung 5mal geschaltet, er muß aber zu einer ganzen Umdrehung ein sechstes Mal schalten. Diese restliche Schaltung wird während des Abstechens ausgeführt und ist daher in der Rechnung nicht zu berücksichtigen.

c) Das Aufzeichnen der Kurven.

Um einen klaren Überblick über das Aufeinanderfolgen bzw. Ineinandergreifen der Revolver- und Seitenschlittenwerkzeuge zu er-

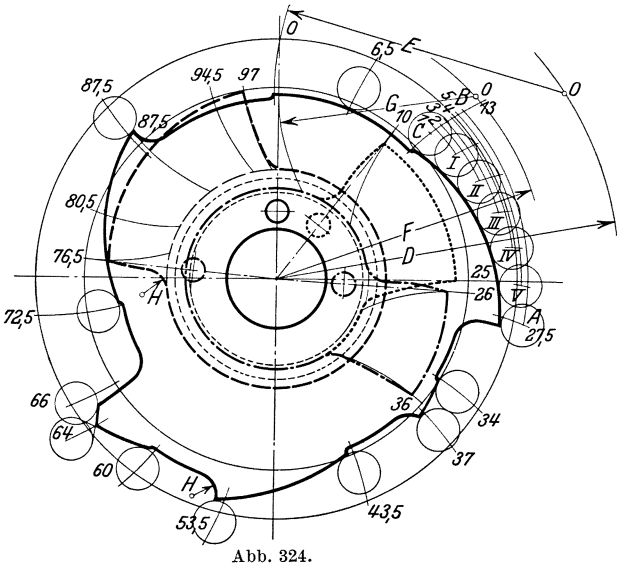


Abb. 324.

halten, zeichnet man zweckmäßig die Kurven ineinander (Abb. 324/25). Der Kurvenscheibenumfang ist in 100 Teile geteilt. Durch die Teilpunkte sind Kreisbogen geschlagen, deren Radien 94 (108) mm bei der Revolverkurve bzw. 64 (72) mm bei den Seitenschlittenkurven betragen. Diese Radien entsprechen den Rollenhebelarmen der Revolverschlitten- bzw. Seitenschlittensegmenthebel.

Revolverkurve: Beim Aufzeichnen ist zu beachten, daß die Verlängerung der geraden Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt der Kurvenscheibe und der Mitnehmerbohrung den *o*-Strahl am Außendurchmesser der Kurve schneidet, damit die Kurven für Revolver- und

Seitenschlitten richtig zueinander auf der Steuerwelle sitzen. Aus dem Arbeitsplan Abb. 316 ergeben sich die vordersten Stellungen der Werkzeuge. Liegt die Rolle des Revolverschlittensegmenthebels auf dem Außendurchmesser der Kurvenscheibe von 156 (190) mm Durchmesser, so beträgt der größte Abstand zwischen Spindelkopf und Revolverkopf 67 (80) mm. Der Abstand ist um 16 (20) mm verstellbar und kann also auf 51 (60) mm gekürzt werden.

Bei vorliegendem Beispiel beträgt der kleinste Abstand bei Arbeitsgang *i* Gewindeschneiden = 59 (72) mm. Dementsprechend ist der Abstand des Revolverkopfes bis zum Spindelkopf um 8 (8) mm zu verkürzen und auf 59 (72) mm Abstand einzustellen.

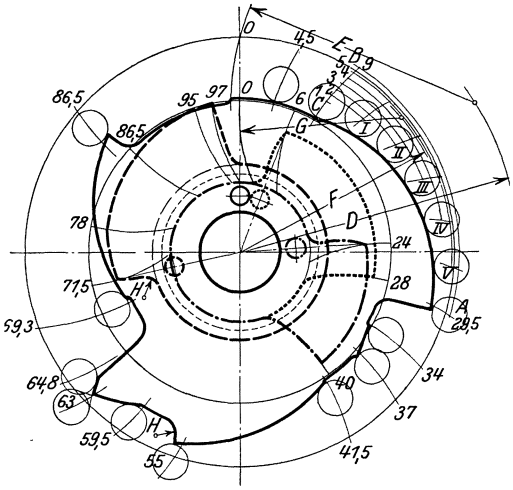


Abb. 325.

Ist in besonderen Fällen, vor allem bei langen Werkstücken mit Bohrung, der Abstand zwischen Spindelkopf und Revolverkopf bei sämtlichen Werkzeugen größer als 67 (80) mm, so ist der größte Abstand, also 67 (80) einzustellen und die Kurve entsprechend niedriger zu legen. Zu beachten ist dabei, daß in diesen Fällen der größte Weg der Revolverkopfwerkzeuge um das Maß, um das die Kurve niedriger gelegt wurde, verkürzt wird.

Mit dem Aufzeichnen der Revolverkurve beginne man bei diesem Beispiel mit dem Arbeitsgang *c*, Vordrehen des Schaftes 8 mm Durchmesser s. W. (12 mm Durchmesser s. W.). Dieser beginnt gemäß Abb. 319 und 320 bei Strahl *13* (*9*) und endigt bei *27,5* (*29,5*). Wie aus dem Arbeitsplan Abb. 316 ersichtlich, ist hier der Abstand 63 (78) mm. Die Kurve ist also 63 — 59 = 4 (78 — 72 = 6) mm tiefer zu legen. An dieser Stelle zeichne man die hier aufliegende Segmentrolle von 14 (16) mm Durchmesser ein. Auf Strahl *13* (*9*) beginnt das Vordrehen des Schaftes. Der Arbeitsweg beträgt 13 (21) mm. Man zeichne auf Strahl *13* (*9*) die Rolle gleichfalls ein, jedoch rücke man, entsprechend dem Arbeitsweg um 13 (21) mm dem Kurvenmittelpunkt näher. An die beiden auf Strahl *13* (*9*) und *27,5* (*29,5*) gezeichneten Rollenstellungen ist eine gleichmäßig ansteigende Kurve zu legen. Den Teil der Kurvenscheibe von Strahl *13—27,5* (*9—29,5*) teile man in eine beliebige Anzahl gleicher Teile (z. B. 6) und schlage durch die Teilpunkte Kreisbogen mit dem Radius 94 (108) mm. Die zwischen den Strahlen *13*

und *27,5* (*9* und *29,5*) liegenden Schnittpunkte am Außendurchmesser bezeichne man mit laufenden Zahlen (*I—V*) wie auf Abb. 324/25 ersichtlich. Jetzt schlage man von dem Mittelpunkt *A* des Rollenkreises 14 (16) mm Durchmesser auf Strahl *27,5* (*29,5*) einen Kreisbogen um das Kurvenmittel bis Strahl *13* (*9*) und teile die Entfernung des erhaltenen Schnittpunktes *B* auf Strahl *13* (*9*) bis zu dem Mittelpunkt *C* des hierauf gezeichneten Rollenkreises in dieselbe Anzahl gleicher Teile (z. B. 6). Die zwischenliegenden Teilpunkte sind ebenfalls mit laufenden Zahlen *1—5* zu bezeichnen, durch die erhaltenen Teilpunkte *1—5* ziehe man konzentrische Kreisbogen bis zu den entsprechenden Teilbogen *I—V*. Um die erhaltenen Schnittpunkte schlage man Rollenkreise von 14 (16) mm Durchmesser und verbinde diese mit einer tangierenden Kurve.

Die Schaltung des Werkstoffvorschubes sowie die anschließende Revolverkopfschaltung beanspruchen je *6,5* (*4,5*) Strahlen. Erstere beginnt bei Strahl *0*. Bei Beginn des Werkstoffvorschubes soll der Anschlag in Arbeitsstellung stehen. Die Kurve für den Anschlag und anschließende Revolverkopfschaltung wird um etwa 1 mm tiefer als die bei Strahl *13* (*9*) beginnende Arbeitskurve gelegt und verläuft von *0—13* (9) konzentrisch. Der Anschlag ist infolge seiner größeren Verstellbarkeit durchweg auf die entsprechende Länge einstellbar. Der etwa 1 mm hohe Ansatz bei Strahl *13* (9) sowie bei Beginn einer jeden Arbeitskurve der Revolverkopfwerkzeuge soll verhindern, daß die Werkzeuge zum Schnitt kommen, bevor die Revolverkopfschaltung beendet ist.

Von Strahl *27,5—34* (*29,5—34*) erfolgt das Schalten des Revolverkopfes.

Bei Strahl *34* (*34*) beginnt der Arbeitsgang *e* und endigt bei Strahl *37* (*37*). Der Abstand zwischen Revolverkopf und Spindelkopf beträgt nach dem Arbeitsplan Abb. 316 = 72 (98 mm). Die Kurve ist also um 72 — 59 = 13 (98 — 72 = 26) mm niedriger zu legen. Der Arbeitsweg beträgt 2,5 (3) mm. Demnach ist auf Strahl *34* (*34*) dem Kurvenmittelpunkt um weitere 2,5 (3) mm näher zu rücken.

Die Kurve für das Schalten des Revolverkopfes von Strahl *27,5—34* (*29,5—34*) ist jetzt aufzuzeichnen, sie liegt 1 mm tiefer als die auf Strahl *34* (*34*) ermittelte Höhe der Arbeitskurve. Zu beachten ist, daß der Verbindungsradius etwa 7,5 (8,5) mm beträgt.

Von Strahl *37—43,5* (*37—41,5*) schaltet der Revolverkopf. Der Verlauf dieser Kurve ist sinngemäß wie der der vorhergehenden Revolverkopfschaltung, nach Festlegung der Kurve für den nächstfolgenden Arbeitsgang aufzuzeichnen.

Bei Strahl *43,5* (*41,5*) beginnt Arbeitsgang *g* und endigt bei Strahl *53,5* (*55*). Hier beträgt der Abstand nach Arbeitsplan Abb. 316 = 63 (78) mm. Die Kurve ist also 63 — 59 = 4 (72 — 72 = 6) mm niedriger

zu legen . Bei Strahl *43,5* (*41,5*) ist dem Kurvenmittelpunkt wieder um 13 (21) mm näher zu rücken.

Von Strahl *53,5—60* (*55—59,5*) Schalten des Revolverkopfes, Aufzeichnen der Kurve wie vorher.

Bei Strahl *60* (*59,5*) beginnt Arbeitsgang *i*, Gewinde schneiden und endigt bei *64* (*63*). Der Abstand beträgt 59 (72) mm. Die Kurve müßte darum den Außendurchmesser der Kurvenscheibe erreichen; bei Strahl *60* (*59,5*) liegt die Kurve um den Arbeitsweg = 9 (14) mm tiefer.

Beim Gewindeschneiden muß die Kurve eine um etwa 10 % niedrigere Steigung erhalten, als der Arbeitsweg beträgt, damit das Schneideisen nicht gewaltsam vorgedrückt wird. Die einzuzeichnende Kurvenhöhe beträgt demnach etwa 8 (12) mm.

Von Strahl *64—66* (*63—64,8*) Rücklauf des Schneideisens; Kurvenhöhe bleibt dieselbe.

Von Strahl *66—72,5* (*64,8—69,3*) schaltet der Revolverkopf, Kurve wie vorher erläutert.

Von Strahl *72,5—87,5* (*69,3—86,5*) erfolgt Arbeitsgang *m*. Der Abstand beträgt 70 (92) mm. Die Kurve ist also bei Strahl *87,5* (*86,5*) um 70—59 = 11 (92—72 = 20) mm tiefer zu legen. Bei Strahl *72,5* (*69,3*) ist dem Kurvenmittelpunkt um den Arbeitsweg 16 (24) mm näher zu rücken.

Die Werkzeuge des Revolverkopfes haben bei Strahl *87,5* (*86,5*) ihre Arbeit beendet. Man legt nun die Kurve etwa 1 mm tiefer als die Kurve für den Werkstoffvorschub und Anschlag und läßt sie bis zu dieser konzentrisch verlaufen.

Sind nicht alle Revolverkopfwerkzeuge besetzt, so läßt man die Revolverkurve nach Beendigung der Arbeit der Revolverwerkzeuge bis auf den Radius 28 (31) mm zurückgehen, damit der Revolverkopf in der hintern Endstellung seine restlichen Schaltungen ausführen kann, während das Werkstück fertiggestellt und abgestochen wird.

d) Vordere Seitenschlittenkurve.

Beim Aufzeichnen der Seitenschlittenkurven ist zu beachten, daß die Verlängerung der geraden Verbindungslinie zwischen Mittelpunkt der Kurvenscheibe und der Mitnehmerbohrung den Schnittpunkt der Aufstieg- mit der eigentlichen Arbeitskurve trifft.

Der Formstahl arbeitet von Strahl *10—25* (*6—28*). Man beginnt mit dem Aufzeichnen bei Strahl *25* (*28*), geht hier um den Radius des kleinsten vom Formstahl zu drehenden Durchmessers 3,8 (5,8) mm vom Umfang der Kurvenscheibe zurück und rücke auf Strahl *10* (*6*) dem Mittelpunkt um weitere 2,2 (4,2) mm entsprechend dem Arbeitsweg näher. Beide Punkte auf Strahl *10* und *25* (*6* und *28*) verbinde man durch eine gleichmäßig ansteigende Kurve.

Die Formen der Auf- und Abstiegkurven sind in Abb. 326 und 327 angegeben. Sie können auch, sofern keine Behinderung der Werkzeuge

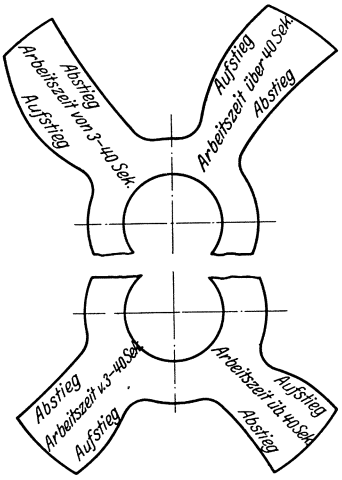


Abb. 326.

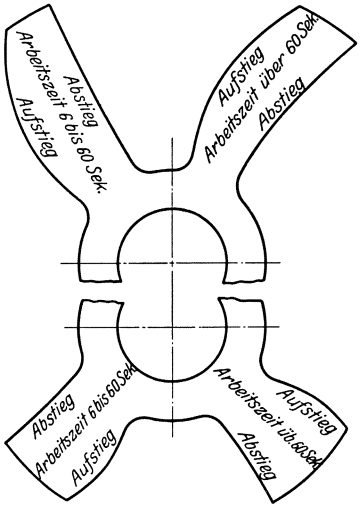


Abb. 327.

dadurch eintritt, weniger steil ausgeführt werden. Die Kurve läuft hierbei konzentrisch mit dem Radius 30 (31) mm.

e) Hintere Seitenschlittenkurve.

Der Formstahl arbeitet von Strahl *26—36* (*24—40*). Das Aufzeichnen der Kurve erfolgt sinngemäß, wie vorstehend beschrieben.

f) Dritte Seitenschlittenkurve.

Das Abstechen ist bei Strahl *97* beendet, die Kurve erreicht hier den Außendurchmesser der Kurvenscheibe. Bei Strahl *94,5* (*95*) rückt man der Kurvenmitte, entsprechend dem Arbeitsweg, um 1 (1) mm, bei Strahl *87,5* (*86,5*) um 2 (3) mm, bei Strahl *80,5* (*78*) um weitere 2 (3) mm und bei Strahl *76,5* (*71,5*) um 2 (4) mm näher. Diese fünf festgelegten Kurvenpunkte verbindet man durch eine gleichmäßig ansteigende Kurve.

Nach erfolgtem Abstich muß der Abstechschlitten ebenfalls ganz zurückgehen. Die Kurve verläuft dann konzentrisch mit dem Radius 36 (39) mm.

Allgemein ist noch folgendes bei dem Aufzeichnen der Kurven zu beachten.

Der Rücklauf der Schlitten, insbesondere der Querschlitten, wird häufig durch Federn bewirkt. Erfolgt er daher nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, so tritt ein ruckweiser Rücklauf ein. Es ist daher beim Aufzeichnen der Abstiegkurven Abb. 326 und 327 darauf zu achten,

daß für gleiche Umfangswege des Kurvenkreises auch gleiche Hubwege der Rolle und damit des Schlittens hervorgerufen werden. Beträgt z. B. der für den Rücklauf in Frage kommende Umfangs- oder Strahlenweg = a (Abb. 328) und der Hub der Rolle = b, so ist es nicht ohne weiteres angängig, die Fläche der Kurve als Tangente c an den Rollenkreis der Anfangs- und Endstellung *1* und *5* auszubilden. Ist d der Drehpunkt des Rollenhebels, so hat der letztere während des Strahlenweges a den Winkel γ zu durchlaufen. Soll dies gleichmäßig geschehen, so müssen während gleicher Strahlenwege auch gleiche Winkel durchlaufen werden. Um dies zu erreichen, teilt man den Strahlenweg a und den Winkel γ in die gleiche Anzahl gleicher Teile.

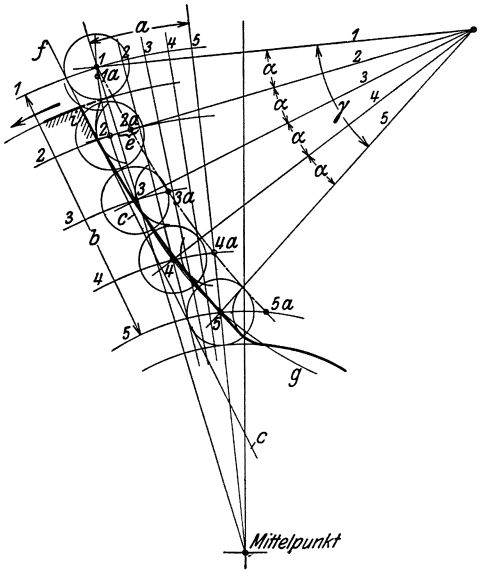


Abb. 328.

In Stellung *1* befindet sich der Rollenmittelpunkt auf dem Strahl *1* und der Stellung *1* des Rollenhebels. In Stellung *2* ist der Rollenmittelpunkt auf der Hebelstellung *2*, inzwischen ist die Kurve an der Stelle um das Stück e weitergegangen, um den gleichen Betrag wird der Rollenmittelpunkt von *2* nach *2a* verlegt. Dasselbe geschieht in den Stellungen *3*—*5*.

Aus den Punkten *2a*—*5a* wird dann durch berührende Kreisbogen vom Rollenradius die Kurve fg gebildet. Um die Rolle von Stellung *1* bis Stellung *2* in der Zeiteinheit zu bringen, müßte die Kurve an der oberen Ecke (schraffiert) nach der punktierten Linie geformt sein. Dies würde jedoch eine für die Abnutzung sehr ungünstige Form ergeben, und man wählt daher die gerade, schraffierte Form der Ecke. Die kleine Abweichung, daß die Rolle zunächst langsam um die Ecke i herumrollt bis zur Stellung *1a* und dann erst ihre gleichförmige Bewegung beginnt, ist für die Praxis ohne Bedeutung.

Bei besonders steilen Kurven ist zu beachten, daß sich die Rolle nicht immer genau auf einem Radius bewegt, der durch die Mitte des Kurvenkreises geht, wie Abb. 329 zeigt.

D ist der Mittelpunkt des Kurvenkreises, D_1 der Drehpunkt des Rollenhebels vom Radius R. Es ist zu erkennen, daß die Rolle eine von der radialen sehr abweichende Bewegung macht.

Wäre z. B. die Anfangsstellung a der Rolle auf dem Strahl a_1 und dem Bogen a_2, die Endstellung b auf dem Strahl b_1 und dem Bogen b_2, so würde die Mittelstellung c der Rolle bei Nichtbeachtung des Vorstehenden auf dem Mittelstrahl c_1 und dem Mittelbogen c_2 liegen.

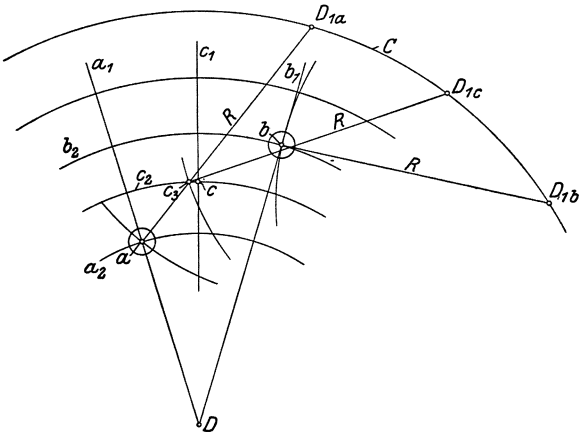


Abb. 329.

Berücksichtigt man dagegen, daß bei dem Vorschub sich der Drehpunkt D_1 des Rollenhebels relativ auf dem Bogen c um den Mittelpunkt D bewegt, sich also in der Rollenstellung a bei D_{1a} und in der Rollenstellung b bei D_{1b} befindet, so folgt, daß in der Mittelstellung D_{1c} sich die Rolle nicht bei c, sondern bei c_3 befindet.

Demnach können steile Kurven nach Abb. 330 aufgezeichnet werden.

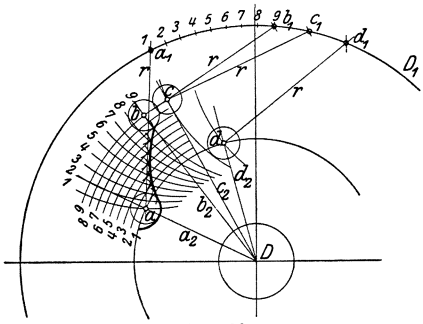


Abb. 330.

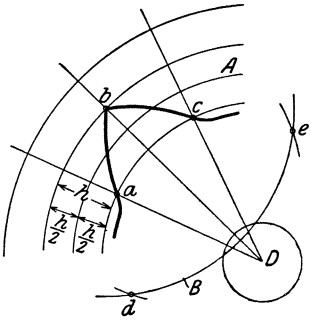


Abb. 331.

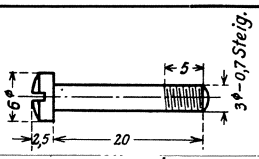
Aus den Rollenstellungen $abcd$ werden Kreisbogen mit dem Radius r des Rollenhebels geschlagen, die den Kreis des Hebeldrehpunktes D_1 schneiden in den Punkten $a_1 b_1 c_1 d_1$. Diese Umfangsteile, z. B. $a_1 b_1$, werden in eine Anzahl gleiche Teile geteilt, in dieselbe Anzahl gleiche Teile der Hub der Rolle zwischen ab durch Kreisbogen aus D. Dann werden aus den Teilpunkten des Kreises D_1 Kreisbogen geschlagen mit

dem Rollenhebelradius, und deren Schnittpunkte mit den analogen Kreisen aus D ergeben die Rollenmittelpunkte, aus denen durch berührende Kreisbogen vom Rollenradius die Kurve gebildet wird.

Ein vereinfachtes Verfahren kann man für Gewindeschneidkurven anwenden, wenn Vorlauf und Rücklauf mit gleicher Geschwindigkeit erfolgen (Abb. 331). Nachdem man die Strahlenzahl und den Hub der Rolle und damit die Anfangs-, Mittel- und Endstellung abc der Rolle festgelegt hat, teilt man den Hub h in die beiden Hälften $\frac{h}{2}$ und zieht den Kreis A aus dem Mittelpunkt D des Kurvenkreises. Mit dem Radius AD schlägt man den Kreis B aus b und mit demselben Radius Bogen aus a und c. Wo diese den Kreis B schneiden (de) sind die Mittelpunkte der Kurvenbogen ab und bc.

3. Das Einrichten eines Schraubenautomaten nach dem Offenbacher System (Schmidt).

Als Beispiel ist die Bearbeitung einer Schraube gewählt von 3 mm Durchmesser und 20 mm Schaftlänge. Es werden zunächst die Arbeitsgänge festgelegt in einem Arbeitsplan Abb. 332. In der ersten Spalte



Nr.	Arbeitsgang	Werkzeug	Arbeitslänge mm des Werkzeuges	Vorschub mm/Uml. des Werkzeuges	Erford. Umläufe	Kurven % Arbeitsgang	Kurven % Leergang
1	Mat. vorschieben . .						10
2	Schaft drehen . . .	beide Schieberstähle	20	0,1	200	35	
3	Rückfall der Stähle						1
4	Schlitten vorschieben und Riemenwechsel						5
5	Gewindeschneiden .	Gewindespindel	8 Gg.		29	5	
6	Riemenwechsel . . .						5
7	Kopf drehen	vorderes Stichelhaus	1,75	0,017	103	18	
8	Abstechen	hinteres Stichelhaus	3	0,025	120	21	
					452	79 16	21

Abb. 332.

dieses Planes werden an Hand der Zeichnung des Werkstückes die Arbeitslängen für die einzelnen Operationen eingetragen, in der zweiten Spalte die gewählten Vorschübe pro Umlauf des Werkstückes. Aus diesen beiden Daten werden die für jeden Arbeitsgang erforderlichen Umläufe errechnet, die für die Leerwege nötigen Hundertstel des Kurvenumfanges werden aus Tabelle Abb. 333 entnommen.

Automat		Modell Nr.	00	0	0a	0b	1
Abmessungen der Kurvenscheiben u. -ringe	Langdreh-Kurvenring	Außendurchmesser mm	116	137	157	157	190
		Innendurchmesser mm	100	117	137	137	170
		Höhe mm	50	70	90	90	115
	Bohr- u. Gewindeschneidkurvenring	Außendurchmesser mm	90	102	102	102	125
		Innendurchmesser mm	75	86	86	86	105
		Höhe mm	70	105	105	105	120
	Scheibenkurven für Schieberhebel und Stichelhäuser	Außendurchmesser mm	105	120	120	120 u. 150	155
		Bohrung mm	50	55	55	55	68
Leerwege	Anzahl % v. Trommelumfang für	Spannen u. Materialvorschub %	10	10	10	10	**10**
		Riemenwechsel %	5	$4^1/_2$	$5^1/_2$	$5^1/_2$	**5**
	a) vorderes Stichelhaus	Radius R mm	89	98	102	105	140
		Radius r mm	41	51	62	62	72
		Verhältnis $\frac{R}{r}$	**2,17**	1,82	1,64	1,70	1,94
	a) hinteres Stichelhaus	Radius R mm	82	91	102	111	124
		Radius r mm	49	61	65	66	85
		Verhältnis $\frac{R}{r}$	**1,67**	1,50	1,57	1,68	1,45
	b) vorderer Schieberhebel	Radius R mm	56	69	68	74	92
		Radius r mm	38	48	59	61	63
		Verhältnis $\frac{R}{r}$	1,47	1,43	1,15	1,21	1,46
	b) hinterer Schieberhebel	Radius R mm	56	68	70	79	86
		Radius r mm	32	43	52	57	63
		Verhältnis $\frac{R}{r}$	1,75	1,35	1,32	1,38	1,34

Abb. 333.

1. Arbeitsgang: Material verschieben und spannen, Leerweg, Kurvenumfang nach Tabelle 10 Hundertstel.

2. Arbeitsgang: Schaft drehen mit beiden Schieberstählen, Arbeitslänge 20 mm, Vorschub 0,1 mm, daher erforderliche Umläufe: 20:0,1 = 200.

3. Arbeitsgang: Rückfall der Stähle, Leerweg, Kurvenumfang nach Erfahrung 1 Hundertstel.

4. Arbeitsgang: Schlitten vorschieben und Riemenwechsel geschieht gleichzeitig, Leerweg, Kurvenumfang nach Tabelle 5 Hundertstel.

5. Arbeitsgang: Gewindeschneiden vorwärts. Es kommen auf 5 mm Gewindelänge $\frac{5}{0,7} = 7,1$ Gänge, mit Zugabe 8 Gang. Das Gewinde wird mit langsamer Umlaufzahl der Arbeitsspindel geschnitten,

während die Kurvenwelle ihre Geschwindigkeit beibehält. Es ist daher die Ganzzahl mit dem Verhältnis Drehgang zum Gewindeschneidgang zu multiplizieren (s. Schema Abb. 334): $\frac{400}{75} : \frac{150}{100} = 5{,}33 : 1{,}5 = 3{,}55 : 1$.

Die Umlaufszahl ergibt sich daher: $8 \cdot 3{,}55 = -29$ Umläufe.

6. Arbeitsgang: Riemenwechsel, Leerweg, Kurvenumfang nach Tabelle 5 Hundertstel.

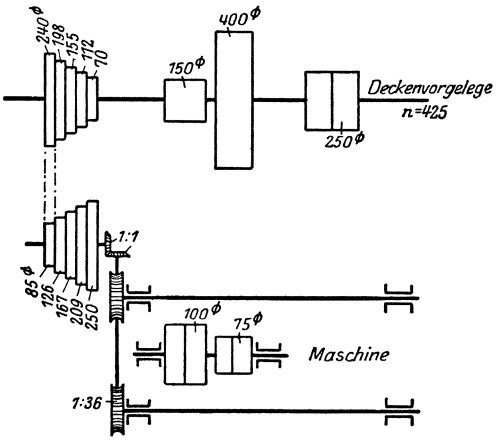


Abb. 334.

7. Arbeitsgang: Kopf drehen mit vorderem Stichelhaus, Arbeitsweg (6—3) : 2 = 1,5 + 0,25 Zugabe = 1,75 mm, Vorschub 0,017 mm, daher erforderliche Umläufe

$$1{,}75 : 0{,}017 = 103.$$

8. Arbeitsgang: Abstechen, Arbeitsweg 1,5 + 1,5 Zugabe = 3 mm Vorschub 0,025 mm, daher erforderliche Umläufe

$$3 : 0{,}025 = 120.$$

Nach Abzug der 21 Hundertstel für die Leerwege verbleiben für die Arbeitsgänge 100 — 21 = 79 Hundertstel, die sich auf 452 Umläufe verteilen, mithin pro Umlauf

$$79 : 452 = 0{,}175 \text{ Hundertstel.}$$

Darnach ergeben sich für die Arbeitsgänge:

2. Arbeitsgang	$200 \cdot 0{,}175 = 35$	Hundertstel
5. „	$29 \cdot 0{,}175 = 5$	„
7. „	$103 \cdot 0{,}175 = 18$	„
8. „	$120 \cdot 0{,}175 = 21$	„

Für eine ganze Kurvenwellenumdrehung für die Bearbeitungszeit eines Werkstückes sind also

$$\frac{452 \cdot 100}{79} = 572 \text{ Umläufe}$$

erforderlich.

Bei 40 m/min Schnittgeschwindigkeit für Drehen ergibt sich

$$\frac{40000}{6 \cdot \pi} = 2250 \text{ Umläufe}$$

der Arbeitsspindel, und bei einem Verhältnis zwischen Drehgang und Gewindeschneidgang von 3,55 ergibt sich beim Gewindeschneiden

$$2250 : 3{,}55 = 640 \text{ Umläufe,}$$

was einer Schnittgeschwindigkeit von $640 \cdot 3 \cdot \pi = 6$ m/min entspricht.

Daraus ergibt sich die Arbeitszeit mit

$$\frac{60 \cdot 572}{2250} = 15{,}3 \text{ sek.}$$

Diese errechnete Zeit muß jetzt entsprechend den tatsächlichen Möglichkeiten der Maschine korrigiert werden. Bei 2250 Umläufen der Arbeitsspindel ergeben sich für das Deckenvorgelege $\frac{2250 \cdot 75}{400} = 425$ Umläufe/min.

Die Kurvenwelle muß sich in 15,3 sek einmal drehen, in 1 min also 60 : 15,3 = 3,93 mal. Für die Stufenscheibenwelle an der Maschine (Abb. 334) ergeben sich also 3,93 · 36 = 142 Umläufe. Zwischen den beiden Stufenscheiben des Deckenvorgeleges und der Maschine besteht mithin ein Verhältnis von 425 : 142 = 3 : 1.

Das nächstliegende Stufenverhältnis ist 240 : 85 = 2,83, die untere Stufenscheibe und damit die Steuerwelle läuft also im Verhältnis

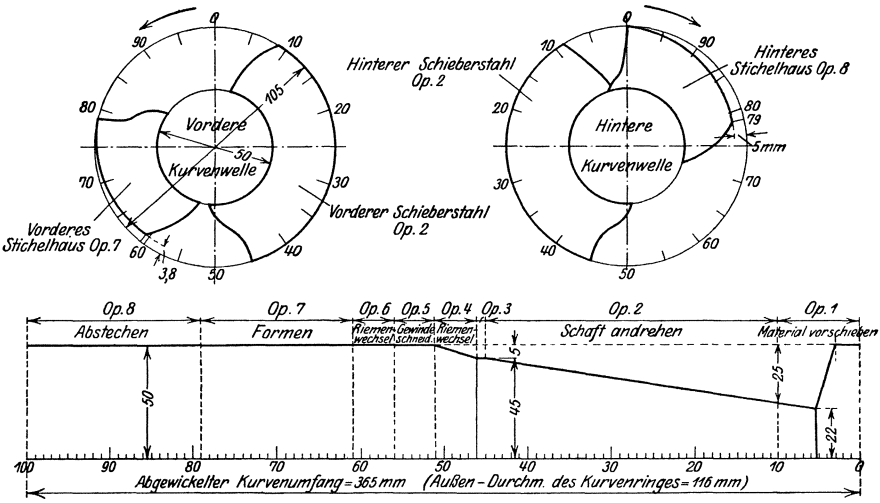


Abb. 335—336.

2,83 : 3 zu langsam, demnach erhöht sich die Arbeitszeit im umgekehrten Verhältnis, und es ergeben sich $\frac{15{,}3 \cdot 3}{2{,}38} = 18$ sek.

Die errechneten Kurven sind in Abb. 335 u. 336 aufgezeichnet, die Maße der Kurven sind aus Tabelle Abb. 333 entnommen. Die Schieberstahlkurve hat keine Steigung, da die Stähle beim Arbeiten eine feste Stellung haben. Die Steigung der Kurven für das vordere und hintere Stichelhaus ist mit dem Verhältnis der Schenkellängen $\frac{R}{r} = 2{,}17$ (Abb. 333) bzw. 1,67 multipliziert.

4. Die Einrichtung des „Gauthier"-Automaten.

a) Kurven auf den Steuerscheiben.

Die Vorschübe der Werkzeuge und die sonstigen Steuerbewegungen werden von unrunden Scheiben und Daumen abgeleitet, die auf der Steuerwelle sitzen. Einem Arbeitsgang entspricht eine Umdrehung der Steuerwelle. Die volle Umdrehung der Steuerwelle wird in 360° geteilt und der Nullpunkt bei allen Scheiben an die Stelle gelegt, die unter dem zugehörigen Steuerfinger liegt, wenn die Materialzange das Material eben freigegeben hat und der Rücklauf des Spindelstocks beginnt.

Auf den Steuerscheiben kommen vier Arten von Kurven vor, die nachstehenden Bewegungsvorgängen entsprechen:

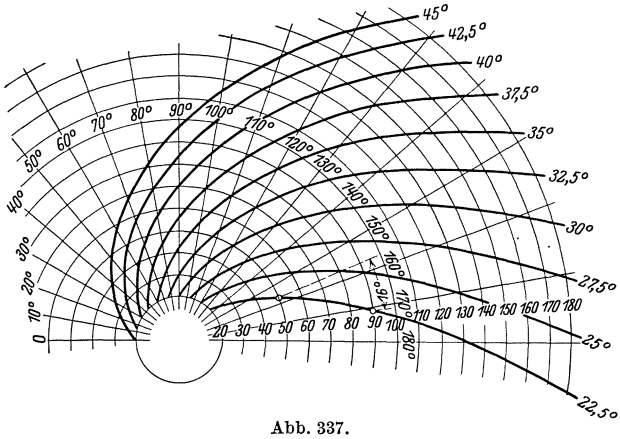


Abb. 337.

1. Die von der Scheibe gesteuerten Teile gehen leer zurück.
2. Die von der Scheibe gesteuerten Teile gehen vor, ohne daß ein Werkzeug im Angriff ist.
3. Die von der Scheibe gesteuerten Teile gehen vor, während ein Werkzeug im Angriff ist.
4. Die von der Scheibe gesteuerten Teile stehen still.

In den beiden ersten Fällen sind die Kurven so auszubilden, daß die Bewegungen so rasch wie möglich verlaufen, also möglichst steil. Zur Vermeidung unzulässig hoher Seitendrücke krümmt man die Kurven nach einer logarithmischen Spirale, weil bei dieser der Winkel zwischen dem Radius und der Berührungslinie an die Kurve in jedem Punkt der Kurve gleich ist.

Die Neigung der Kurven kann erfahrungsgemäß gewählt werden bei:

Spindelstock Rücklauf	22,5—32,5°;	Leichte Gestänge Rücklauf	22,5—27,5°;
„ Vorlauf	42,5—45°.	„ „ Vorlauf	30 —42,5°.

Die größeren Winkel sind bei großen Stückzahlen zu wählen. Die Kurven sind in Abb. 337 aufgezeichnet.

Beim Fall 3 soll die Kurve gleichmäßig ansteigen. Man teilt die für die betreffende Bewegung verfügbaren Drehwinkel in ebensoviel Teile wie den zugehörigen Kurvenvorschub und geht nun immer gleichzeitig um einen Teil des Drehwinkels und einen des Kurvenvorschubes vorwärts (Archimedische Spirale) Abb. 338.

Im Fall 4 ist die Steuerkurve eine Kreislinie um den Steuerwellenmittelpunkt.

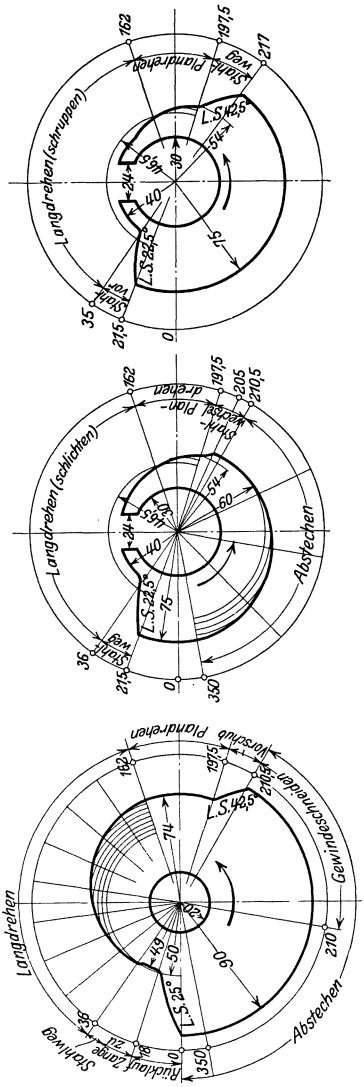
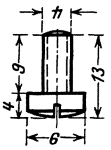


Abb. 338.

b) Steuerdaumen für die Zangenspannung.

Die Steuerdaumen für die Zangenspannung sind für alle Arbeitsstücke gleich, sie können aber gegeneinander verdreht werden, um je nach der Länge des Arbeitsstückes einen kürzeren oder längeren Spindelstockweg zwischen sich aufnehmen zu können. Der Rücklauf des Spindelstockes kann beginnen, sobald die Spannzange das Material freigegeben hat, wenn auch die Öffnungsbewegung des Gestänges noch nicht vollendet ist, und er kann noch andauern, wenn das Gestänge die Schließbewegung bereits begonnen, die Zange das Material aber noch nicht gefaßt hat. Man rechnet für das Öffnen einen Drehwinkel von 10°, für das Schließen einen solchen von 12°.



c) Steuerscheibe für die Spindelstockbewegung (Hauptsteuerscheibe).

Die Hauptsteuerscheibe überträgt die Vorschübe durch Vermittlung eines Querschlittens mit darauf angebrachter Schrägleiste auf den Spindelstock. Die Neigung der Schrägleiste zur Schubrichtung des Querschlittens kann verändert und dadurch die Übersetzung vom Kurvenschub zum Spindelstockweg innerhalb gewisser Grenzen beliebig eingestellt werden.

$$\text{Kurvenschub} = \text{Spindelstockweg} \times \text{Übersetzung}$$

$$S_K = S_s \times a$$

$$S_s = \frac{S_K}{a}; \quad a = \frac{S_K}{S_s}.$$

d) Übersetzung durch die Schrägleiste.

Neigung der Schrägleiste:	14°	18° 20′	21° 50′	24°	26° 30′	29° 40′	33° 50′	38° 40′	45°.
Übersetzung a:	4	3	2,5	2,25	2	1,75	1,5	1,25	1 .

Bei kurzen Stücken, bei denen man die Übersetzung beliebig nehmen kann, wählt man zwischen 2 und 3, bei langen Stücken geht man bis auf 1 herunter, entsprechend einem Neigungswinkel der Schrägleiste von 45°. Die Schrägleiste besteht aus zwei Schenkeln, deren Neigungen unabhängig voneinander eingestellt werden können. Man kann dadurch die Übersetzung im vorderen Teil des Werkstückes anders machen als im hinteren. Hat man z. B. eine Kopfschraube zu bearbeiten, so stellt man die Rolle am Spindelstock so ein, daß sie auf dem Knick der Schrägleiste steht, wenn der Schraubenschaft fertiggedreht ist. Dann kann man die Länge des Schaftes und des Kopfes unabhängig voneinander genau einstellen und mit derselben Steuerscheibe verschiedene Schaft- und Kopflängen ausführen.

Damit von der Materialstange ein möglichst großes Stück aufgearbeitet wird, muß der Spindelstock möglichst weit gegen die Lünette vorgeschoben werden. Um dies zu erreichen, ist bei der Konstruktion der Hauptsteuerscheibe vom größten Durchmesser auszugehen und dieser so groß wie möglich zu machen. Die Größenverhältnisse der Hauptsteuerscheibe sind folgende:

Modell	Nr. 1 mm	Nr. 2 mm	Nr. 3 mm
Größter Halbmesser der Scheibe	72,5	92	140
Kleinster Halbmesser der Scheibe	22,5	27	40
Größter Vorschub	50,0	65	100

e) Steuerscheiben für die Wippenbewegung.

Die Doppelwippe trägt auf der Steuerwellenseite den Abstechstahl, auf der Gegenseite einen Messerstahl. Die Einfachwippe trägt je nach Bedarf einen zweiten Messerstahl, einen Formstahl, Bohrer, Randler od. dgl. Bei dieser Anordnung wird der Abstechstahl bei der Arbeitsbewegung durch den Kurvenschub entgegen der Federspannung vorbewegt, während die beiden anderen Werkzeuge bei der Arbeitsbewegung durch Federdruck der zurückweichenden Steuerkurve nachgeführt und am Ende der Bewegung gegen einen Anschlag mit Feineinstellung angelegt werden, indessen der Steuerfinger sich von der Steuerkurve abhebt. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die beiden letztgenannten Werkzeuge durch Ungenauigkeiten der Steuerkurve oder

daran anhaftende Fremdkörper nicht beeinflußt werden, sondern ihre Bewegung jederzeit auf das genaueste begrenzt werden kann. Beim Abstechstahl, dem man sowieso einen gewissen Überhub gibt, ist die Abhängigkeit des Vorschubes von der Kurve kein Nachteil.

Bei diesen Werkzeugen ist zwischen Kurvenschub und Werkzeug eine unveränderliche Hebelübersetzung eingeschaltet.

$$\text{Kurvenschub} = \text{Werkzeugweg} \times a$$

$$S_K = S_w \times a; \qquad S_w = \frac{S_K}{a}.$$

Die Daten sind folgende:

Modell	Nr. 1 mm	Nr. 2 mm	Nr. 3 mm
Größter Halbmesser der Scheibe	55	78	92
Kleinster Halbmesser der Scheibe	30	35	45
Größter Vorschub	25	43	47
Übersetzung bei der Doppelwippe	3	3	2,91
Übersetzung bei der Einfachwippe	3,19	3	2,91

f) Steuerung der Greiferbewegung.

Die Steuernocken für die Querbewegung und die Kurventrommel für die Längsbewegung sind in normalen Fällen für alle Teile gleich, sie können aber auf der Steuerwelle verdreht werden. Bei der Einstellung ist darauf zu achten, daß der Greifer einmal früh genug vor das Werkstück kommt, um dieses vor der Abtrennung sicher zu fassen, dann aber auch, daß er nicht so früh kommt und mit dem Gewindeschneidkopf zusammenstößt. Beim Wegführen läßt man den Greifer erst eine kleine Querbewegung ausführen und dann erst die Längs-Rückwärts-Bewegung. Man verhindert dadurch, daß das Werkstück am Abstechstahl oder an der Materialstange haftet und bei der Rückwärtsbewegung aus der Greiferhülse herausgezogen wird.

Bei Werkstücken, die nicht eingestrichen werden, kann der Greifer als Bohr- oder Versenkarm dienen. In diesem Falle müssen die Nocken für das Ein- und Ausschwenken so eingestellt werden, daß der Greifer zur vorgeschriebenen Zeit vor dem Wellenmittel steht, und es muß die Steuerglocke für den Vorschub des Greifers in der Achsenrichtung gegen eine solche mit Bohrkurve ausgewechselt werden.

g) Steuerung für den Gewindeschneider.

Die Steuernocke für die Gewindeschneidspindel ist gleichfalls für alle normalen Fälle gleich. Durch den steileren Teil der Kurve wird das Schneideisen rasch an das Werkstück herangeführt und dann durch den flacheren Teil so auf den Schraubenschaft gedrückt, daß das Schneideisen anfaßt. Sobald dies geschehen ist, fällt das Steuergestänge zurück, während sich das Schneideisen auf den Gewindeschaft aufschraubt, bis die Auslösung erfolgt und die Gewindeschneidspindel stillgesetzt wird.

Beim Gewindeschneiden ist darauf zu achten, daß das flache Ende der Steuerkurve nicht steiler sein darf, als der Steigung des Gewindes entspricht, und daß die Bremse der Gewindeschneidspindel zuverlässig arbeitet.

h) Bohrarbeiten.

Wenn keine Gewinde zu schneiden, aber tiefe Löcher zu bohren sind, so wird an Stelle des Gewindeschneiders ein Schnellbohrer aufgesetzt, dessen Spindel dem Drehsinn der Arbeitsspindel entgegengesetzt umläuft. Beim einspindligen Schnellbohrer wird an Stelle des Aufdrückdaumens für die Gewindespindel eine Steuerglocke mit Bohrkurve aufgesetzt, während der Einrückdaumen für den Gewindeschneider leer umläuft. Beim zweispindligen Schnellbohrer muß auch dieser Daumen gegen eine Steuerscheibe zur Querverschiebung des Schnellbohrers ersetzt werden.

Für die Längsverschiebung gilt:

Kurvenvorschub = Übersetzung × Bohrerweg

$$S_K = a \times S_b$$

Modell:	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3
Übersetzung a:	0,656	0,656	0,692

Beispiel für Modell 2.

Bearbeitung einer Schraube nach Abb. 338, Material Eisen, Schnittgeschwindigkeit 35 m/min.

Umdrehungszahl der Arbeitsspindel:

$$n = \frac{35000}{9 \cdot \pi} = 1238 \sim 1250/\text{min}.$$

Genaue Schnittgeschwindigkeit:

$$S = \frac{1250 \cdot 9 \cdot \pi}{1000} = 35{,}35 \text{ m/min}.$$

Der Arbeitsgang (Abb. 338):

1. Lösen der Zange, erforderlicher Drehwinkel 10^0.

2. Rücklauf des Spindelstocks, Rücklaufweg $13 + 2 = 15$ mm.

Übersetzung angenommen ungefähr zu 2,5, dann Kurvenrücksprung $= 15 \cdot 2{,}5 = 38$ mm ~ 40 mm.

Daraus genaue Übersetzung 2,667.

Größter Halbmesser der Scheibe $R = 90$ mm.

Kleinster Halbmesser der Scheibe $r = 50$ mm.

Für die Rücklaufkurve wird eine logarithmische Spirale mit einem Neigungswinkel von 25^0 angenommen. Diese benötigt für den Rücklauf von 90 auf 50 mm einen Drehwinkel von 16^0. Wegen der Dicke des Steuerfingers erhöht sich der Drehwinkel für den Rücklauf um weitere 2^0.

3. Spannen der Zange, erforderlicher Drehwinkel 12^0.

4. Zurückziehen des Abstechstahles. Der Abstechstahl muß vor der Materialstange so lange stehenbleiben, bis die Zange gefaßt hat. Der Vorschub zum Langdrehen des Schraubenschaftes darf erst beginnen, wenn der Abstechstahl aus dem Bereich der Materialstange zurückgezogen ist. Der erforderliche Drehwinkel dazu beträgt 6^0.

5. Langdrehen des Schraubenschaftes. Da viel Material abzuheben ist, so wird mit dem Messerstahl auf der Einfachwippe geschrubbt und gleichzeitig mit dem auf der Doppelwippe geschlichtet.

Schaftlänge 9 mm, Vorschub pro Umdrehung angenommen zu 0,06 mm. Zahl der erforderlichen Umläufe der Arbeitsspindel

$$n = \frac{l}{v} = \frac{9}{0{,}06} = 150.$$

6. Plandrehen der Sitzfläche des Kopfes. Sitzbreite 4,5 — 2 = 2,5 mm, Vorschub pro Umdrehung angenommen zu 0,06 mm. Zahl der erforderlichen Umläufe der Arbeitsspindel

$$n = \frac{l}{v} = \frac{2{,}5}{0{,}06} = 42.$$

7. Vorschub in Abstechstellung. Vorschub des Spindelstocks S_s = Kopfhöhe + Abstechstahlbreite

$$4 + 2 = 6 \text{ mm}.$$

Kurvenvorschub $S_K = S_s \cdot a = 6 \cdot 2{,}667 = 16$ mm.

Für den Vorschub wird eine logarithmische Spirale mit einem Neigungswinkel von $42{,}5^0$ angenommen. Am Schluß der Bewegung befindet sich das Werkstück in seiner äußersten Stellung nach vorn, der Steuerfinger ist also auf dem größten Kreis der Steuerscheibe von 90 mm Halbmesser. Der Halbmesser, von dem der Vorschub ausgeht, beträgt deshalb 90 — 16 = 74 mm. Die logarithmische Spirale von $42{,}5^0$ bedarf zum Vorschub von 74 auf 90 einen Drehwinkel von 11^0 (Abb. 337). Dazu ein Zuschlag für die Dicke des Steuerfingers von 2^0.

8. Gewindeschneiden. Das Gewinde wird mit Überholung, also ohne Stillsetzen der Arbeitsspindel geschnitten. Schnittgeschwindigkeit angenommen zu 3,25 m/min.

Überholungsdrehzahl $n = 1000 \cdot \frac{S}{d \cdot \pi} = 1000 \cdot \frac{3{,}25}{4 \cdot \pi} = 259$ min.

Die Drehzahl der Arbeitsspindel ist $\frac{1250}{259} = 4{,}83$ mal größer als die Überholungsdrehzahl. Bis die Gewindespindel die Arbeitsspindel um einen Umlauf überholt hat, hat die letztere 4,83 Umläufe gemacht. Mithin Umläufe der Arbeitsspindel während des Gewindeschneidens

$$13 \cdot \frac{1250}{259} = 13 \cdot 4{,}83 = 63.$$

Beim Ablauf des Gewindes steht die Gewindespindel still, folglich ist die Zahl der Umläufe der Arbeitsspindel während des Ablaufs = Zahl der Gewindegänge = 13. Außerdem ist noch ein Zuschlag von

einigen Umläufen zu machen, weil das Ansetzen des Schneideisens und der Übergang vom Aufschneiden zum Ablaufen nicht plötzlich erfolgen kann und sich mit dem Zustand des Schneideisens und der Bremse ändert. Dieser Zuschlag wird angenommen mit fünf Umläufen. Folglich Drehzahl der Arbeitsspindel für das Gewindeschneiden

$$63 + 13 + 5 = 81.$$

9. Abstechen. Der Abstechstahl wird 0,5 mm über die Mitte des Materials hinausgeschoben, damit der Zapfen am folgenden Stück sauber abgestochen wird. Der Vorschub je Umdrehung wird zu 0,03 mm angenommen.

$$\text{Vorschublänge} = 4{,}5 + 0{,}5 = 5 \text{ mm}.$$

Erforderliche Drehzahl der Arbeitsspindel $n = \frac{5}{0{,}03} = 166$. Das Abstechen wird in der Regel teilweise in das Gewindeschneiden hineingeschoben. Wenn möglich, wird während des Gewindeschneidens bis auf den Kerndurchmesser abgestochen. Im vorliegenden Fall kommt man nicht ganz so weit. Man kann mit dem Abstechen erst nach Beendigung des Vorschubes, also frühestens gleichzeitig mit dem Gewindeschneiden, beginnen und muß dann für das Abstechen noch besonders aufwenden 166 — 81 = 85 Umdrehungen. Diese Zeit genügt, um den Greifer einzuschwenken und das Werkstück zu fassen.

Zusammenstellung.

Arbeitsgang	Drehwinkel °	Drehzahlen
1. Lösen der Zange	10	—
2. Rücklauf des Spindelstocks	18	—
3. Spannen der Zange	12	—
4. Zurückziehen des Abstechstahls	6	—
5. Langdrehen	—	150
6. Plandrehen	—	42
7. Vorschub in Abstechstellung	13	—
8. Gewindeschneiden	—	81
9. Abstechen	—	85
Summe	59	358

Diese 358 Umläufe der Arbeitsspindel vollziehen sich, während die Steuerwelle einen Winkel von 360 — 59 = 301° zurücklegt. Die Drehzahl der Arbeitsspindel während einer ganzen Umdrehung der Steuerwelle, also für die Herstellung einer Schraube, beträgt demnach

$$358 \cdot \frac{360}{301} = 428.$$

Daraus berechnet sich die Stückzahl in der Minute zu

$$\frac{\text{Drehzahl in der Minute}}{\text{Drehzahl pro Stück}} = \frac{1250}{428} = 2{,}92.$$

Der Drehwinkel der Steuerwelle für eine Umdrehung der Arbeitsspindel ist

$$\frac{360}{428} = 0{,}841^0.$$

Darnach ergeben sich die Drehwinkel für die Arbeitsvorgänge wie folgt:

Langdrehen	$150 \cdot 0{,}841 = 126^0$
Plandrehen	$42 \cdot 0{,}841 = 35{,}5^0$
Gewindeschneiden	$81 \cdot 0{,}841 = 68^0$
Abstechen im ganzen	$166 \cdot 0{,}841 = 139{,}6^0$
Abstechen außerhalb des Gewindeschneidens . .	$85 \cdot 0{,}841 = 71{,}5^0$
	Summe 301^0

Mit Hilfe dieser errechneten Angaben können jetzt die Steuerscheiben wie in Abb. 338 aufgezeichnet werden.

Hauptsteuerscheibe. Die Maße für die Scheibe sind in der Berechnung bestimmt. Es ist noch darauf hinzuweisen, daß der Rücklauf des Querschlittens durch einen Anschlag mit Feineinstellung begrenzt ist, daß also die Steuerkurve zwischen Rücklauf und Langdrehen unter den Halbmesser von 50 mm heruntergeführt werden kann. Der Kurvenvorschub beim Langdrehen

$$S_K = S_s \cdot a = 9 \cdot 2{,}667 = 24 \text{ mm}.$$

Steuerscheibe für die Doppelwippe. Der größte Halbmesser der Steuerscheibe wird zu 75 mm angenommen, die Hebelübersetzung ist eine dreifache. Der Kurvenvorschub für das Plandrehen beträgt $2{,}5 \cdot 3 = 7{,}5$ mm. Nimmt man an, daß der Messerstahl und der Abstechstahl in der Mittelstellung 1 mm vom Material abstehen, so beträgt der Leervorschub der Steuerkurve vom Plandrehen bis zum Abstechen $2 \cdot 3 = 6$ mm. Der Kurvenvorschub für das Abstechen beträgt $5 \cdot 3 = 15$ mm. Darnach ergibt sich der kleinste Halbmesser, auf dem der Steuerfinger während des Langdrehens steht, zu $75 - 7{,}5 - 6 - 15 = 46{,}5$ mm.

Während des Langdrehens ruht die Wippe auf einem Anschlag mit Feineinstellung; man kann deshalb die Steuerkurve im Bereich dieser Operation beliebig ausbilden. Mit Vorteil wird man den Halbmesser der Langdrehkurve so klein wie möglich machen und die Plandrehkurve nach rückwärts verlängern, um gelegentlich mit derselben Scheibe kleinere Schaftdurchmesser und breitere Kopfsitzflächen bearbeiten zu können.

Steuerscheibe zur Einfachwippe. Diese Steuerscheibe unterscheidet sich von der vorhergehenden nur dadurch, daß sie keine Abstechkurve hat, und daß der Stahl nach dem Plandrehen so rasch als möglich in seine äußerste Stellung gebracht wird.

5. Die Einrichtung eines Löwe-Automaten nach dem Mehrkurvensystem.

Erläutert an dem Beispiel des Bearbeitungsplanes Abb. 339. Die hierzu notwendigen Schaltungen für die Leerwege in Sekunden, sowie ferner die Arbeitswege, Vorschübe und die daraus sich ergebenden Spindelumläufe für die einzelnen Arbeitsgänge werden in ein Berechnungsblatt eingetragen.

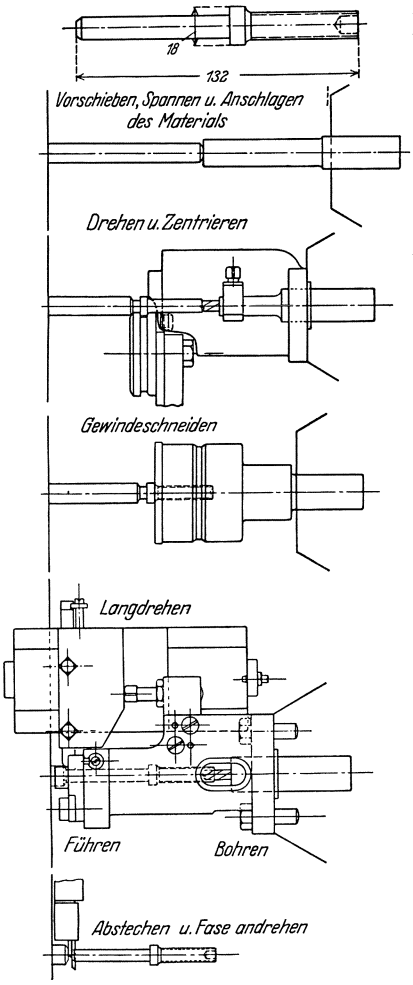


Abb. 339. Arbeitsplan.

Die Arbeitsfolge nach dem Arbeitsplan ist folgende:

1. Material vorschieben, Spannen und Materialanschlag,
2. Drehen und Zentrieren,
3. Einstechen,
4. Gewindeschneiden,
5. Langdrehen, Führen und Bohren,
6. Abstechen.

Einstechen fällt mit Drehen zusammen, am Ende der Drehoperation erfolgt das Zentrieren.

Während des Langdrehens wird das Werkstück geführt und gebohrt.

Beim Abstechen wird die Fase angedreht.

Die Arbeitswege der einzelnen Werkzeuge betragen:

beim Drehen	52,0 mm
„ Einstechen	3,5 „
„ Gewindeschneiden . .	48 Gänge auf 1 Zoll
„ Langdrehen, Führen und Bohren	70,0 mm
„ Abstechen	11,2 „

Als Vorschübe sind gewählt:

beim Drehen	0,15 mm
„ Einstechen	0,03 „
„ Langdrehen	0,10 „
„ Abstechen	0,03 „

Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 26 m/min.

Die Schaltzeiten für die Leerwege betragen:

Material vorschieben, Spannen	2	sek
jede Spindelumschaltung	1	„
1 mal Vorlauf des Revolvers beim größten Weg	1	„
1 mal Rücklauf „ „ „ „ „	0,75	„
1 mal Schaltung „ „ „ „ „	0,75	„

Die für jeden Arbeitsgang erforderlichen Spindelumläufe erhält man, indem man den Arbeitsweg durch den Vorschub dividiert. Dann zählt man die Umläufe für alle Arbeitsgänge zusammen und dividiert die Summe durch die anfangs aus der Schnittgeschwindigkeit und dem Vorschub errechnete Spindelumlaufzahl, die man jedoch auf eine Sekunde bezieht und erhält so die Zeit für die Arbeitsumläufe. Zu diesem Wert rechnet man die Zeit für die Leerwege bzw. Schaltungen hinzu und erhält nun die Zeit für die Herstellung eines Stückes. Zu diesem errechneten Wert kommt für das Ablaufen der Rollen an den Kurven und für die Wege der Nocken beim Schalten noch ein Zuschlag von ca. 10—15 % hinzu.

Es ergibt sich auf Grund vorstehender Angaben folgende Berechnungstabelle. Es ist darauf zu achten, daß das Material wegen der Länge des Werkstückes von 132 mm zweimal vorgeschoben werden muß.

Umläufe der Arbeitsspindel pro Minute

$$= \frac{\text{Schnittgeschwindigkeit}}{\text{Durchmesser} \times \pi} = \frac{26000}{18 \cdot 3{,}14} = 456 \text{ Uml./min.}$$

Arbeitsgang	Arbeitsweg in mm	Vorschub pro Umdr.	Spindel-umläufe	Zeit in Sekunden
1. 2mal Material vorschieben, Spannen und Anschlag . . .	—	—	—	4
Rücklauf des Revolvers	—	—	—	0,75
Schalten „ „	—	—	—	0,75
Vorlauf „ „	—	—	—	1
2. Drehen und Zentrieren . . .	52	0,15	347	—
3. Einstechen	3,5	0,03	(117) fällt mit 2 zusammen	—
Rücklauf des Revolvers	—	—	—	0,75
Schalten „ „	—	—	—	0,75
Vorlauf „ „	—	—	—	1
4. Gewindeschneiden	48 Gänge	1 : 7,5	360	—
Rücklauf des Revolvers	—	—	—	0,75
Schalten „ „	—	—	—	0,75
Vorlauf „ „	—	—	—	1
5. Langdrehen und Bohren . . .	70	0,1	700	—
Rücklauf des Revolvers	—	—	—	0,75
6. Abstechen und Fase andrehen	11,2	0,03	375	—
Rücklauf des Abstechstahles . .	—	—	—	1
2mal Schalten des Revolverkopfes	—	—	—	1,5
Vorlauf des Revolvers für den Anschlag	—	—	—	(1) fällt in 1
			1782	14,75

Zeit für die Schaltungen . . . . . 14,75 sek

„ „ „ Arbeitsgänge $\frac{1782 \cdot 60}{456} =$ . . . . 234 „

Summe 248,75 sek

Zuschlag von ca. 15 % . . . . . 31,25 „

Herstellungszeit . . . . . 280 sek.

Ein Berechnen und Aufzeichnen von Kurven ist bei diesem Automaten nicht erforderlich. Unter dem Revolverschlitten befindet sich die feste Kurve *138* (Abb. 340), und die einzelnen verschiedenen Arbeits-

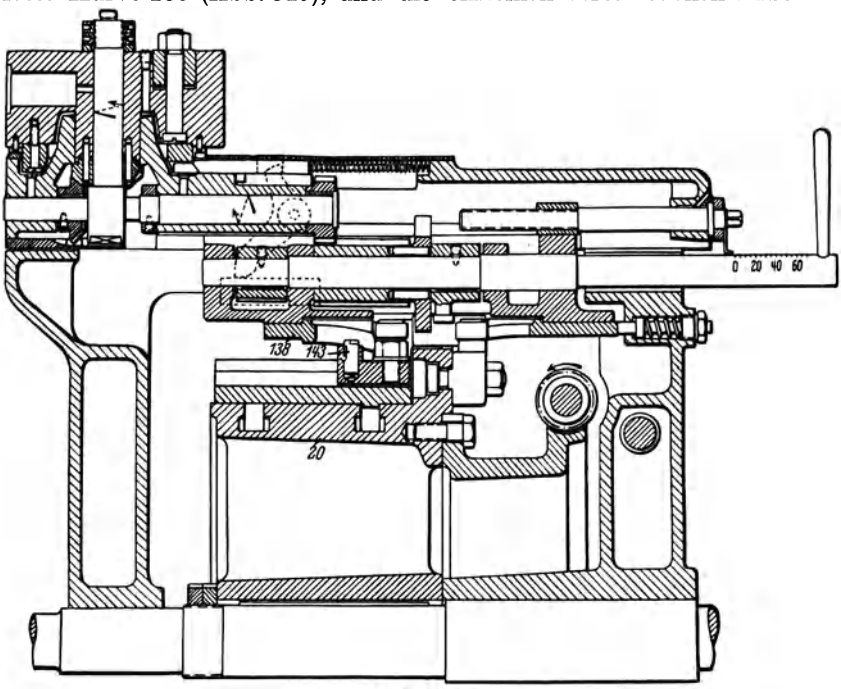


Abb. 340.

wege werden durch Einstellung der Rollen *143* auf der Trommel *20* bewirkt dadurch, daß die Rollen von dem höchsten Punkt der Kurve gemessen und um den Betrag des Arbeitsweges nach links gestellt werden.

Nach der Einrichtung können diese Rollenstellungen in einem Einstellplan nach Abb. 341 festgelegt werden.

6. Die Einrichtung eines Mehrspindelautomaten[1].

Eine Einrichtung von Kurven ist bei dem Mehrspindelautomaten deshalb nicht erforderlich, weil alle Werkzeuge gleichzeitig arbeiten, d. h. die Werkzeugschlitten während der ganzen Bearbeitung nur einen Vor- und Rücklauf ausführen. Alle Werkzeuge legen den Weg zurück, den das Werkzeug mit dem längsten Arbeitsweg erfordert, und es ist daher nun die diesem Weg entsprechende Kurve einzusetzen.

[1] Es sei verwiesen auf das Buch „Automaten" 2. Aufl. vom gleichen Verfasser (Berlin: Julius Springer, 1927), in dem auf S. 227—261 die Einrichtungen von Pittler-Fassonautomaten, Schmidt-Automaten und Löwe-Automaten erläutert sind. Diese, in Gemeinschaft mit vorstehenden Erläuterungen, dürfte wohl dazu dienen, sich über die Kurveneinrichtung aller Automaten zu informieren.

Werkzeugloch	Abstd. *B.*	Operationen.		Rollenabstand *A.*	Zeigerstellung des Rollenhalters in Graden	Stellung für Rücklauf des Rollenhalters in Graden	*V.* Vorschub	*L.* *S.* Schaltung	Bemerkungen
I.								L. S.	
II.								L. S.	
III.								L. S.	
IV.								L. S.	
V.								L. S.	

Seitl. Stellung des Einstechstahlhalters c.....mm

Seitl. Stellung des Abstechstahlhalters d.....mm

Scheibe auf der Transmission .....Ø Schnittgeschwindigkeit ..... m i. d. Min.

Deckenvorgelege ..... Umdrehungen.

Einscheibenantrieb.

Wechselräder: Rad *A* ..... Zähne, treibend.
Rad *B* ..... Zähne, getrieben.

Der Schnellgang beginnt mit dem Rücklauf des Revolverkopfes bei gleichzeitig beendetem Einstich und endet nach erfolgter Drehung des Kopfes kurz vor Beginn der nächsten Operation. Erfolgt der Einstich separat, so muß die Schaltung des Kopfes während dieser Zeit langsam geschehen. Das Lösen, Vorschieben und Spannen des Materials erfolgt bei Schnellgang.

Abb. 341. Einstellplan.

D. Die Leistungsberechnung.

1. Bei Revolverdrehbänken.

Bei Revolverdrehbänken kann die eigentliche spanabhebende Arbeitszeit errechnet werden nach der Schnittgeschwindigkeit, dem Vorschub und den Weglängen der einzelnen Werkzeuge. Die dazwischenliegenden Leerzeiten, wie Spannen, Lösen, Schalten usw., können jedoch nur geschätzt werden, da sie von dem Arbeiter ausgeführt werden. Diese

Methode ist daher nicht zuverlässig. Eine einwandfreie Methode, Arbeitszeiten festzulegen, ist die mit Hilfe der Stoppuhr.

Sie bedingt natürlich, daß der die Arbeit aufnehmende Beamte über Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe, überhaupt über die volle Ausnutzungsmöglichkeit der Maschine, vollkommen unterrichtet ist bis zur Erreichung von Grenzleistungen. Die sich bei der Aufnahme er-

Zeit- u. Operationsplan für Revolver	Werkstätte Mat. Eingf. N.B. Teil 27. Zeichn. 107	Maschine N.C. 35 Arbeiter Sch. K.

Nr. der Oper.	Art der Arbeit	Arbeitszeiten: Durchgehende Zeit	Einr.- und Handhbg.-Zeit	Maschinen-Arbeits-Zeit	Umdrehungen per Minute	Hebel in Stellung	Räderwechselgetriebe Hebel in Stellung	Riemen auf Scheibe	Schnittgeschw. Meter p. Minute	Vorschub: Hebel in Stellung	Vorschub p. Umdrehung
	In Futter auf Nabe spannen	0,25	0,25								
	schalten	0,55	0,30								
	schalten	0,75	0,20								
1.	Vorbohren zu gleich.										
	Zeitg. Ø schneiden	5,13		4,38	38	1	A	2	20	L	0,15
	schalten	5,28	0,15								
2.	Breite Kanäle zu										
	Nabe planstechen	6,78		1,50	38	1	A	2	20	L	0,25
	schalten	6,93	0,15								
3.	Fertigbohren	7,58		0,65	300		B	2	21	L	0,15
	schalten	7,73	0,15								
4.	Aufreiben	8,03	0,30		160	2	A	3	11		
	abspannen	8,23	0,20								
gebrauchte Zeit im ganzen		8,23	1,70	6,53	Einr. der Maschine Min. 40						
+ 30 % Aufschlag a. d. Handhbg. Zeit			0,51	0,65	+ 10 % Aufschlag a. d. Masch. A. Z.						
verrechnete Zeit für 1 Stck.		9,39	2,21	7,18							
Gesamtverrechnung für 12 Stück 113 Min. + 40 Min. = 153 Min											
Etwaige Änderungen sind im Kalkulations Büro zu melden.					Ausgefertigt: 6 12 23						

Abb. 342.

gebenden Werte sind in übersichtlichen Tabellen einzutragen (Abb. 342). Hier ist die Bearbeitung eines Stirnrades von 164 mm Durchmesser und 22 mm Breite aufgenommen. In Spalte 1 ist der Arbeitsgang des Werkstückes eingetragen, in Spalte 2 die gesamte durchlaufende Zeit, in Spalte 3 die Einricht- und Handhabungszeit, in Spalte 4 die Maschinenarbeitszeit. Als Sicherungszuschläge kommen auf Maschinenarbeitszeit 10 %, auf Handhabungszeit 50 %. Die Zuschläge können nach nachstehender Erfahrungstabelle genommen werden.

Beträgt die Handhabungszeit in % der Maschinenarbeitszeit,	bis 30%	30—40%	40—50%	50—60%	über 60%
so beträgt der Aufschlag auf die Handhabungszeit	30%	35%	40%	45%	50%

Die Zeit zum Einrichten der Maschine vor der Bearbeitung kann nach der Zahl der einzelnen Operationen bemessen werden. Ein guter Erfahrungswert ist 10 Minuten pro Operation. In Abb. 343 werden für die Bearbeitung des Stirnrades 4 Operationen benötigt, es sind daher in der Rubrik Einrichten der Maschine $4 \times 10 = 40$ Minuten eingesetzt.

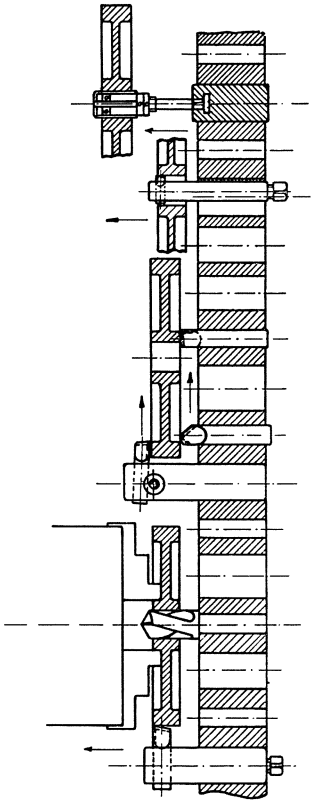


Abb. 343.

2. Bei Einspindelautomaten.

Hier sind für das automatische Nacheinanderarbeiten der Werkzeuge, als auch der zwischenliegenden Schaltungen die Kurven maßgebend. Bei der Errechnung dieser Kurven, wie sie unter C II beschrieben ist, ergeben sich daher die einzelnen Zeiten und damit die Gesamtarbeitszeit ohne weiteres.

3. Bei Mehrspindelautomaten.

Es kommt als Arbeitszeit nur diejenige für die längste Operation in Frage, da alle anderen Operationen in dieser Zeit vorgenommen werden. Als Beispiel zeigt Abb. 344 die Bearbeitung einer Fahrradnabe auf einem Vierspindelautomaten. Die längste Operation ist das Bohren auf der ersten Spindel. Es beträgt

die Schnittgeschwindigkeit 42 m/min,

der Vorschub des Bohrers je Spindelumdrehung 0,1 mm,

der Arbeitsweg des Bohrers 54 mm,

der mittlere Drehdurchmesser 39 mm.

$$\text{Arbeitszeit} = \frac{54 \cdot \pi \cdot 39 \cdot 60}{42000 \cdot 0{,}1} = \sim 95 \text{ sek.}$$

Auf einfache Weise kann die Zeit aus der logarithmischen Tafel Abb. 345 ermittelt werden.

Die obere Zahlenreihe gibt den Arbeitsweg in Millimetern an und stellt gleichzeitig die Schnittgeschwindigkeit in Meter pro Minute dar. Die linke, senkrechte Zahlenreihe entspricht den minutlichen Umdrehungen der Arbeitsspindeln. Die rechte senkrechte Zahlenreihe gibt die Vorschübe an.

Beispiel:

Der größte Durchmesser beträgt	10 mm
der längste Arbeitsweg	25 mm
die angenommene Schnittgeschwindigkeit	18 m/min
Vorschub pro Spindelumdrehung	0,1 mm

1. Die senkrechte (starker Doppelpfeil) durch die Zahl 18 (Schnittgeschwindigkeit) der oberen Reihe trifft die dem Durchmesser 10 mm entsprechende Leitlinie. Die dem Schnittpunkt zunächst liegende Wagerechte ergibt links für die Arbeitsspindeln 580 Uml./min.

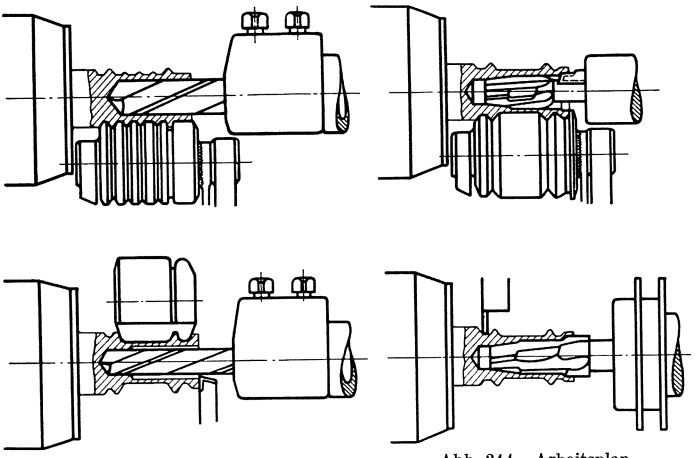
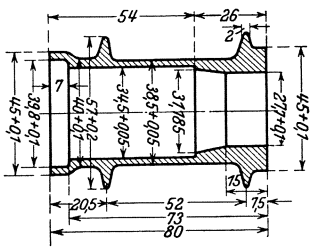


Abb. 344. Arbeitsplan.



2. Die Senkrechte (einfacher Pfeil) durch die Zahl 25 (Arbeitsweg) der oberen Reihe trifft die dem Vorschub 0,1 entsprechende Wagerechte der Drehzahl 580. Die durch diesen Schnittpunkt gehende Senkrechte ergibt eine Stückzeit von 26 Sekunden und eine stündliche Leistung von 138 Stück.

Dies ist jedoch in beiden Beispielen die reine Arbeitszeit, zu der zunächst pro Stück die Schaltzeiten hinzugefügt werden müssen, etwa 10 %. Es ergibt sich daher eine praktische Stückzeit von $26 + 2{,}6 = 28{,}6 = \sim 29$ Sekunden. Auch die Stundenleistung ist für die Praxis nicht zutreffend, denn es muß bei dem besten Automaten mit kurzen Unterbrechungen gerechnet werden, z. B. für das Einbringen neuer Materialstangen, Schleifen der Werkzeuge usw. Man nimmt daher die Stunde zu 50 Minuten an, und es ergibt sich dann für das letzte Beispiel eine Stundenleistung von $\frac{50 \cdot 60}{29} = 104$ Stück.

Es sei hier besonders betont, daß es bei Revolverdrehbänken und besonders bei Automaten ein betriebstechnischer Fehler ist, wenn ver-

sucht wird, die Leistung durch möglichste Steigerung der Schnittgeschwindigkeit und Vorschübe bis an die Maximalgrenze in die Höhe

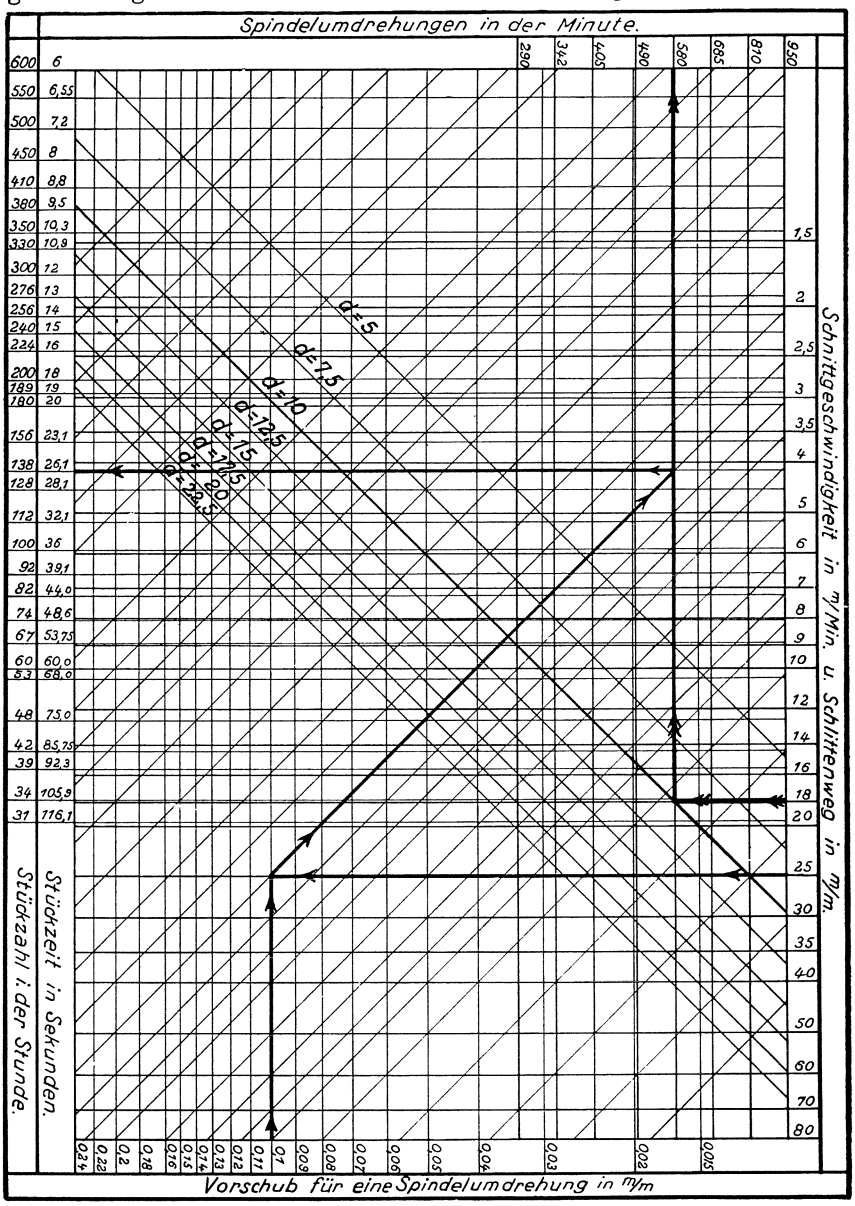


Abb. 345.

zu schrauben, denn Unterbrechungen durch vorzeitige Abnutzung und häufiges Schleifen der Werkzeuge sind die Folge, abgesehen von anderen Störungen.

Von zwei Automaten hat totsicher derjenige am Schluß des Jahres am meisten geleistet, der mit mäßigen Geschwindigkeiten, dafür auch mit geringsten Unterbrechungen gearbeitet hat.

E. Genauigkeit und Toleranzen.

Da die Revolverdrehbank und besonders der Automat für Massenfertigung in Frage kommt, so müssen die Arbeitsprodukte den Anforderungen entsprechen, die in der Massenfertigung gestellt werden müssen. Die Teile müssen austauschbar sein und die dazu nötige Genauigkeit aufweisen. Daß dies bei der Revolverdrehbank der Fall ist, wird wohl heute nicht mehr bezweifelt, jedoch auch beim Automaten ist durch richtige Werkzeugeinrichtung dies Resultat zu erreichen.

Es sei hier die von vielen Betriebsleitern aufgeworfene Frage erörtert, ob auch der Mehrspindelautomat genaue, d. h. fertige Arbeit

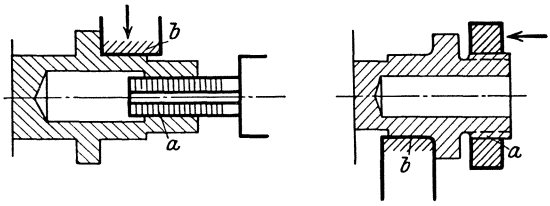


Abb. 346.

liefere, oder ob eine Nacharbeit bei genauen Teilen auf der Revolverdrehbank erforderlich sei. Diese Frage kann dahin beantwortet werden, daß Teile, die an allen Flächen innen und außen genau zueinanderlaufen sollen, auf die Dauer mit dieser Eigenschaft nicht von der Maschine fallen, da es technisch unmöglich ist, 4 oder 6 Arbeitsspindeln und ebenso viele Werkzeugspindeln nach jeder Schaltung absolut genau in Übereinstimmung ihrer Achsenmitten fluchten zu lassen. In der Mehrzahl aller Fälle ist es jedoch nur erforderlich, daß einzelne Flächen der Werkstücke innen und außen, meist Gewinde, zueinanderlaufen müssen und sobald es möglich ist, diese Flächen an einer Spindel gleichzeitig fertigzuschlichten, laufen sie auch genau zueinander. Sollen z. B. in Abb. 346 das Innengewinde *a* und der Außendurchmesser *b* oder das Außengewinde *a* und der Außendurchmesser *b* zueinanderlaufen, so müssen diese Stellen an der letzten Spindel gleichzeitig, teils vom Revolverkopf, teils vom Querschlitten, bearbeitet werden.

Welche Genauigkeit man heute auch von einem Mehrspindler verlangen kann, geht aus den Tabellen Abb. 347 über einen Stangenautomaten und Abb. 348 über einen Futterautomaten hervor. Diese Tabellen stellen Prüfungsprotokolle eines bekannten deutschen Fabrikates dar.

Die auf diesen Maschinen erreichte Genauigkeitstoleranz des Werkstückes liegt nicht über $\pm$ 0,015 mm.

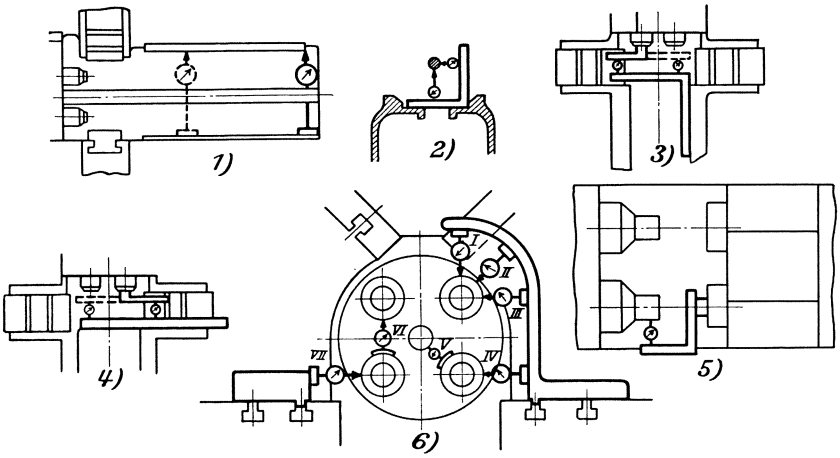


Abb. 347.

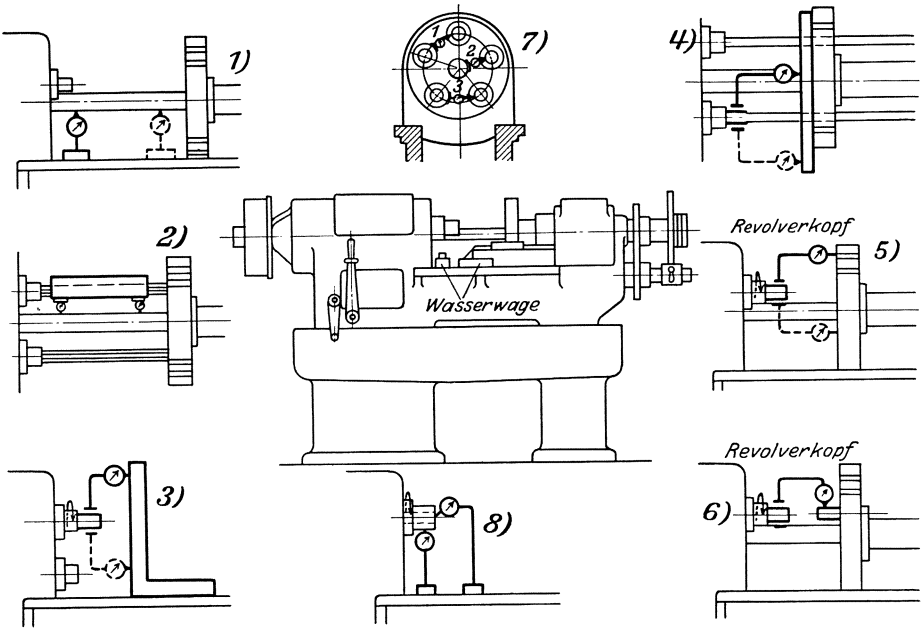


Abb. 348.

Nr. der Messung	Art der Messung mit Meßuhr	Meßlänge mm	Toleranz mm
1	Parallellage der Bettführung zur Balkenführung	500	0,02
2	Parallellage der Bettführung zur Antriebswelle senkrecht	500	0,015
	wagerecht	500	0,03

		Spindel 1	2	3	4
3	Parallellage der Arbeitsspindeln zur Spindeltrommelachse und Bettführung über eine Meßlänge von 300 mm	0,005	0,02	0,01	0,015
4	Senkrechtlage der Quersupportführung zu den Arbeitsspindeln über eine Meßlänge von 300 mm	0,02	0,015	0,01	0,01
5	Mittenlage der Werkzeugspindeln zu den Arbeitsspindeln	0,015	0,02	0,015	0,01

		Spindel	Stellung I	II	III	IV	V	VI	VII
6	Lage der Arbeitsspindeln	1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
		2	0,00	0,01	0,005	0,00	0,01	0,00	0,005
		3	0,005	0,005	0,00	0,01	0,00	0,005	0,005
		4	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,005

Zu Abb. 347.

Nr. der Messung	Art der Messung mit Meßuhr	Meßlänge mm	Toleranz mm, Spindel 1	2	3	4
1	Parallellage der Hauptantriebswelle zur Bettführung	200	0,01			
2	Parallellage der Hauptantriebswelle zur Bettführung	200	0,01			
3	Rechtwinkligkeit der Spindelachsen zur Bettführung	150	0,01	0,005	0,015	0,01
4	Rechtwinkligkeit des Revolverkopfes zu den Spindeln, den Wagrechten und der Bettführung	500	0,005	0,02	0,025	0,01
5	Rechtwinkligkeit der Spindelachsen zu den Revolverkopfaufspannflächen	150	0,01	0,005	0,015	0,01

		Revolverkopfloch	Spindel 1	2	3	4
6	Übereinstimmung der Spindel- und Revolverkopfmitten	1	0,01	0,005	0,02	0,01
		2	0,02	0,015	0,005	0,015
		3	0,01	0,003	0,05	0,01
		4	0,01	0,005	0,01	0,02
		5	0,015	0,015	0,01	0,015

		Stellungen	Spindel 1	2	3	4	5
7	Lage der Spindeln	I	0,01	0,001	0,015	0,01	0,005
		II	0,02	0,015	0,001	0,01	0,01
		III	0,001	0,01	0,01	0,005	0,015

		Spindel	1	2	3	4
8	Lauf der Spindelnasen	innen	0,005	0,01	0,01	0,02
		außen	0,01	0,02	0,015	0,025

Zu Abb. 348.

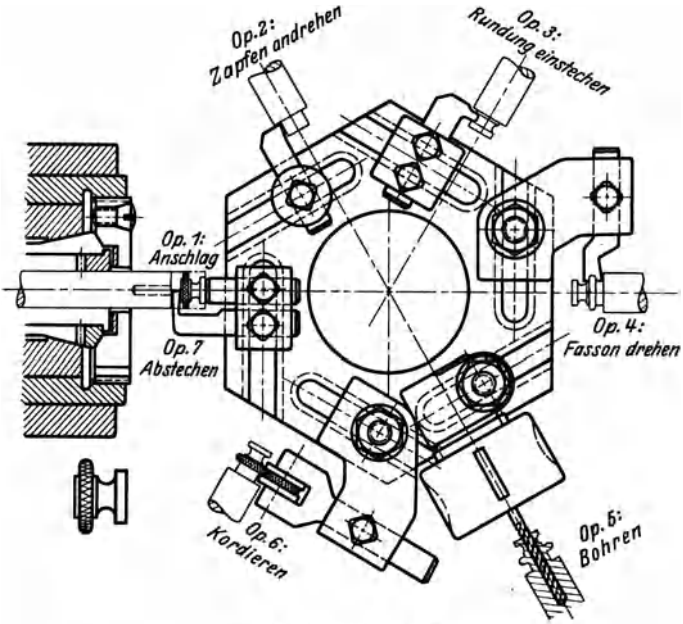
F. Arbeitspläne mit Erläuterungen.

Die nachstehend abgebildeten Arbeitspläne sind sämtlich der Praxis entnommen und dort bewährt. Sie sollen zeigen, wie das hier Gesagte über Werkzeugeinrichtung angewendet wurde.

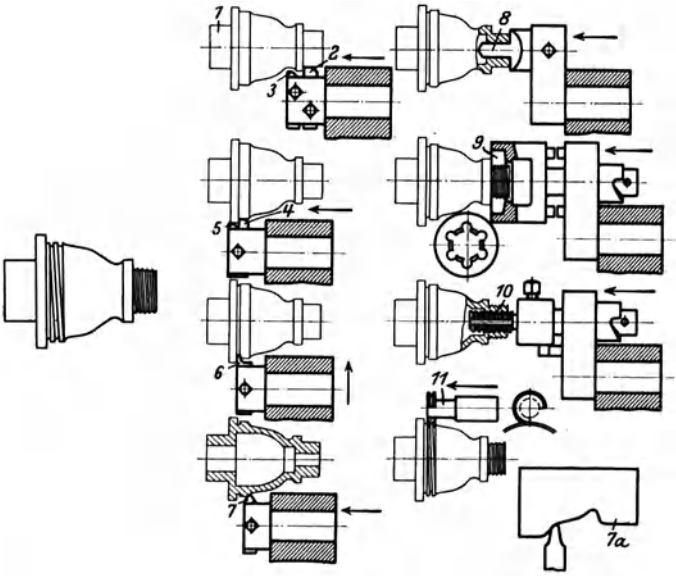
G. Leistungen aus der Praxis.

Obwohl in dem betreffenden Kapitel dieses Buches die Leistungsberechnung erläutert ist, weiß doch jeder Betriebsmann, daß diese errechneten Leistungen abhängig sind von der Art des zu bearbeitenden Materials, dem Zustand und der Güte der Werkzeuge. Es sind daher nachstehend Leistungstabellen angegeben, deren Werte längerer Praxis entnommen sind.

Sie sollen dem Kalkulator eine weitere Kontrollunterlage geben.



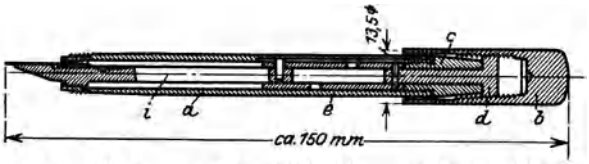
Arbeitsplan Nr. I.
Bearbeitung eines Knopfes auf einer Optikrevolverbank.



Arbeitsplan Nr. II.
Bearbeitung eines Teiles auf einer Trommelrevolverbank.

Füllfederhalter.

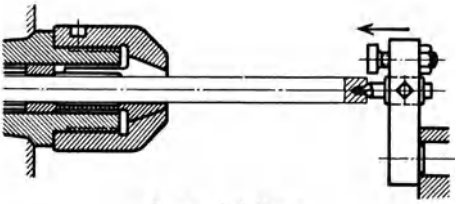
Material: Hartgummi. Bearbeitet auf Revolverbank mit Trommelrevolver und Reitstock.



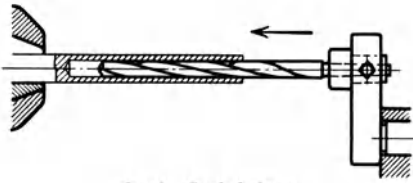
a = Haupthülse. *c* = Verschlußstück. *e* = Transporthülse.
b = Schutzkappe. *d* = Transportwelle. *i* = Federhalter.

a = Haupthülse.

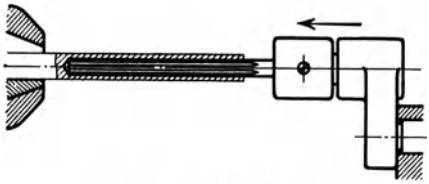
1. Aufnahme durch Hebelzangen-Spanneinrichtung.



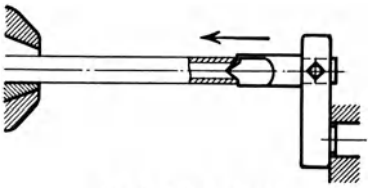
Op. 1. Anbohren.



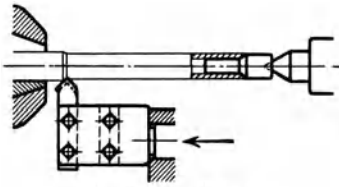
Op. 2. Loch bohren.



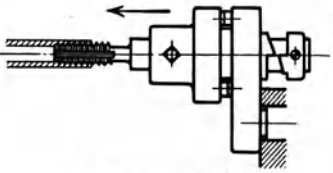
Op. 3. Loch ausreiben.



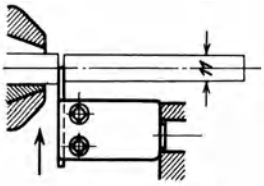
Op. 4. Kante fasen.



Op. 5. Überdrehen.

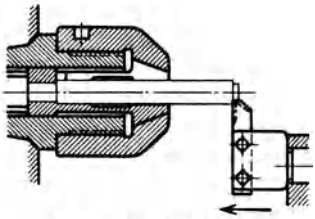


Op. 6. Gewinde schneiden.

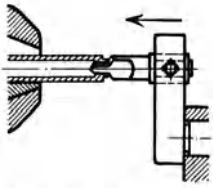


Op. 7. Abstechen.

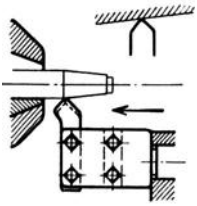
2. Aufnahme durch Hebelzangen-Spanneinrichtung.



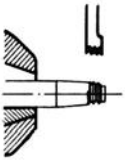
Op. 1. Ansatz drehen.



Op. 2. Fasson bohren.



Op. 3. Konus drehen.

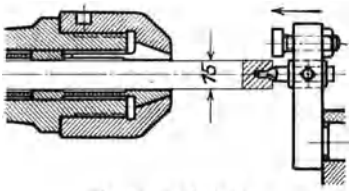


Op. 4. Gewinde strehlen.

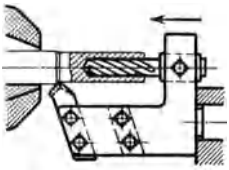
Arbeitsplan Nr. III.

b = Schutzkappe.

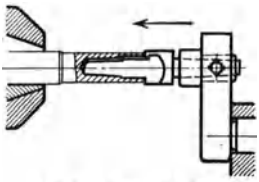
Aufnahme durch Hebelzangen-Spanneinrichtung.



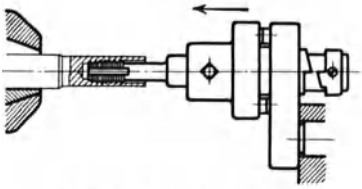
Op. 1. Anbohren.



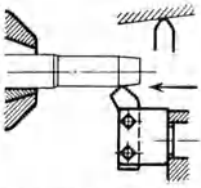
Op. 2. Bohren und Überdrehen.



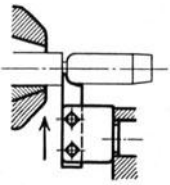
Op. 3. Fasson bohren.



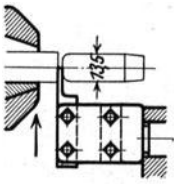
Op. 4. Gewinde schneiden.



Op. 5. Konisch drehen.



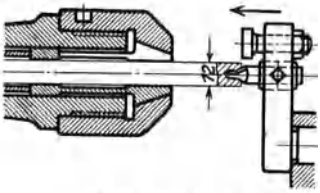
Op. 6. Kante runden.



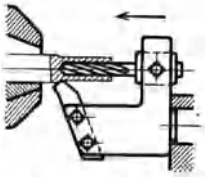
Op. 7. Abstechen.

c = Verschlußstück.

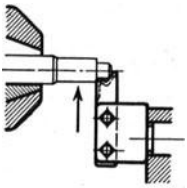
Aufnahme durch Hebelzangen-Spanneinrichtung.



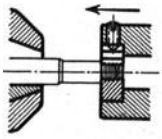
Op. 1. Anbohren.



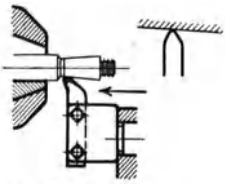
Op. 2. Loch bohren und Überdrehen.



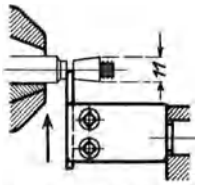
Op. 6. Ansatz drehen.



Op. 7. Gewinde schneiden.



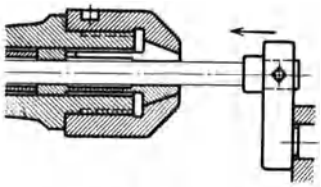
Op. 5. Konisch drehen.



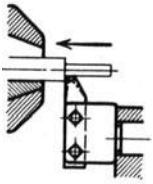
Op. 6. Abstechen.

d = Transportwelle.

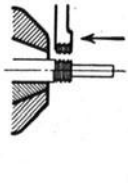
Aufnahme durch Hebelzangen-Spanneinrichtung.



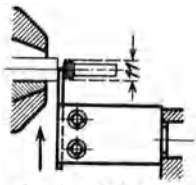
Op. 1. Anschlag.



Op. 2. Ansatz drehen.



Op. 3. Gewinde strehlen.

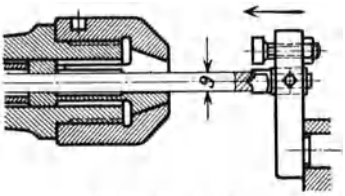


Op. 4. Abstechen.

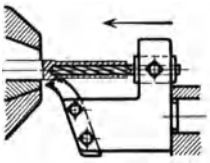
Arbeitsplan Nr. IV.

e = Transporthülse.

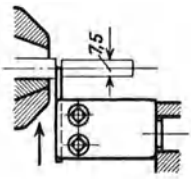
Aufnahme durch Hebelzangen-Spanneinrichtung.



Op. 1. Anbohren.



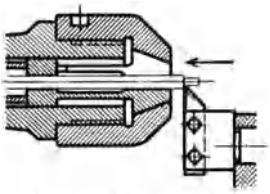
Op. 2. Loch bohren und Überdrehen.



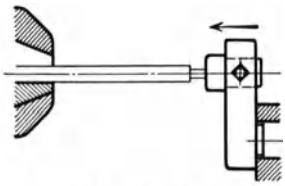
Op. 3. Abstechen.

i = Federhalter.

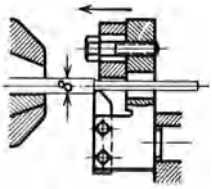
Aufnahme durch Hebelzangen-Spanneinrichtung.



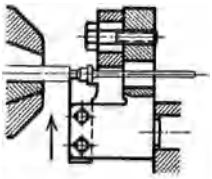
Op. 1. Bund andrehen.



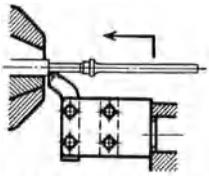
Op. 2. Anschlag.



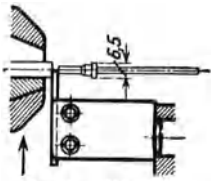
Op. 3. Überdrehen.



Op. 4. Fasson drehen.



Op. 5. Überdrehen.



Op. 6. Abstechen.

Arbeitsplan Nr. V.

Arbeitspläne Nr. III—V.

Bearbeitung der Teile eines Füllfederhalters aus Hartgummi auf einer Trommelrevolverbank.

Bild 1.

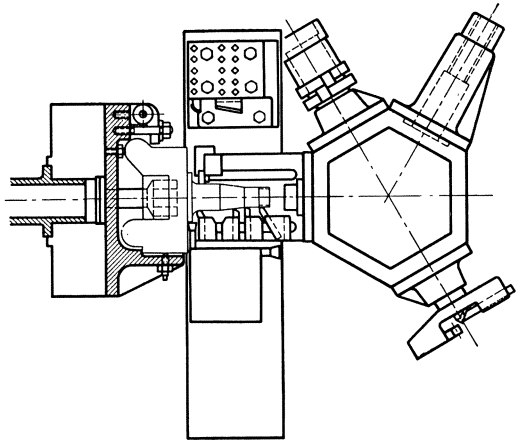


Bild 2.

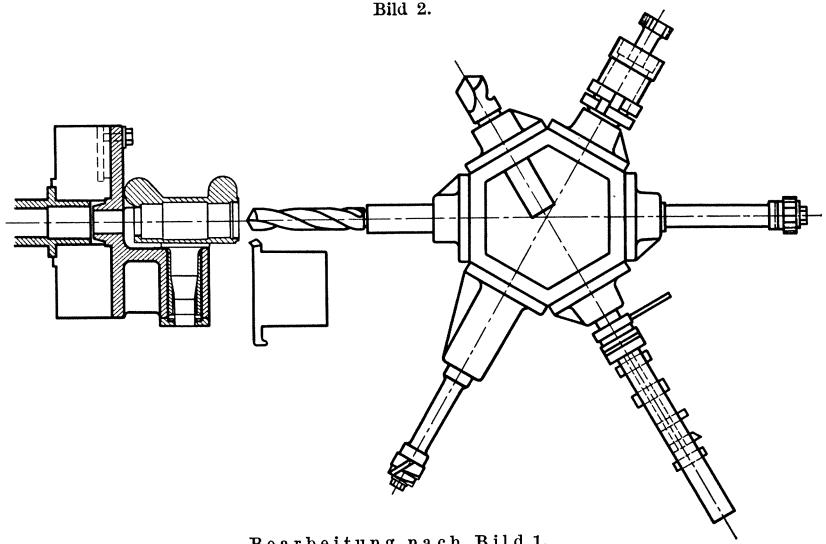
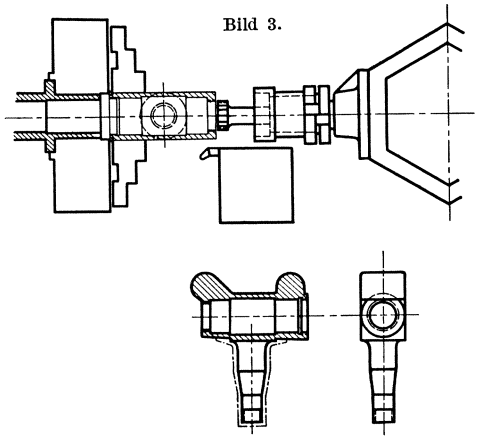


Bild 3.



Bearbeitung nach Bild 1.

Spannen mit 2 gehärteten Sonderbacken in Aufspannvorrichtung.

1. Arbeitsgang: Mit Sechskantrevolver, Gewinde-∅ fertig-, ∅ 45 und 60 zum Schleifen und Konus vordrehen. Zugleich mit Vierkantrevolver, Ansatz vor- und fertigdrehen.
2. „ Mit Sechskantrevolver, auf Länge drehen und Zentrum bohren.
3. „ Mit Sechskantrevolver Werkstück führen. Hierauf mit hinterem Stahlhalterbock, Konus und Rundung fertigdrehen.
4. „ Mit Sechskantrevolver Gewinde schneiden.

Umspannen zum Drehen des Querloches in Aufspannvorrichtung nach Bild 2.

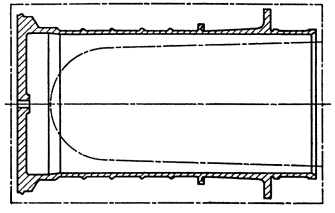
Bearbeitung nach Bild 2.

1. Arbeitsgang: Mit Sechskantrevolver anbohren und vorbohren.
2. „ Mit Sechskantrevolver aufbohren. Zugleich mit Vierkantrevolver Stirnseite andrehen.
3. „ Mit Sechskantrevolver alle Bohrungen fertigbohren.
4. „ Mit Sechskantrevolver 2 Bohrungen reiben.
5. „ Mit Vierkantrevolver Gewindebohrung hinterstechen.
6. „ Mit Sechskantrevolver Gewinde schneiden.

Umspannen auf Zentrierdorn zwischen 2 normale Backen nach Bild 3.

Bearbeitung nach Bild 3.

1. Arbeitsgang: Mit Sechskantrevolver Gewinde schneiden.
2. „ Mit Vierkantrevolver Stirnseite vor- und fertigdrehen.



Ganz bearbeiten.

—— · —— · —— bedeutet vorgepreßtes Werkstück.

Material: Preßstahl.
Festigkeit: 55—60 kg/mm².
Arbeitsdauer: 180 Minuten.

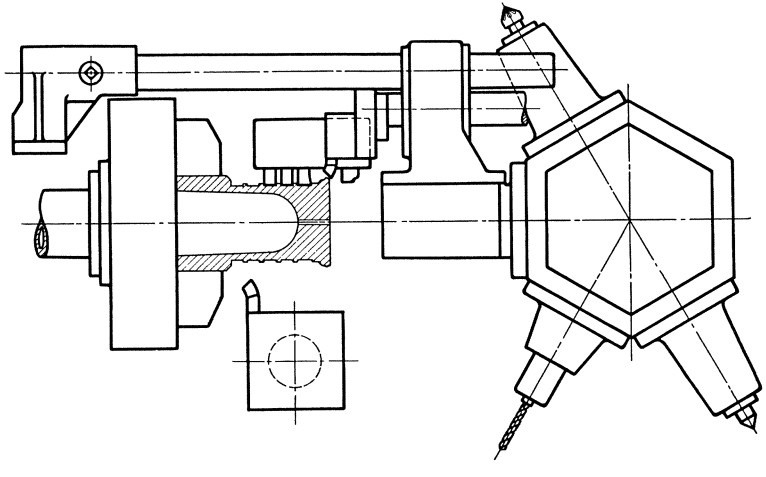


Bild 1.

Spannen nach Bild 1 in gehärteten Sonderbacken.

1. Arbeitsgang: Mit Sechskantrevolver ∅ 178, zugleich mit Vierkantrevolver Bodenplan vordrehen.
2. „ Mit Sechskantrevolver und Spiralbohrer Loch durchbohren.
3. „ Mit Sechskantrevolver Loch ansenken und Spitze gegensetzen.
4. „ Mit Vierkantrevolver Bodenform, sowie ∅ 150 und 152 vordrehen bis zum ∅ 162.
5. „ Mit Vierkantrevolver, Formmesser Zylinderform genauer vordrehen.

Arbeitsplan Nr. VI.

Bearbeitung eines Kreuzgelenkzapfens auf einer Stern-Revolverbank mit Quersupport.

Material: Stahl gepreßt. Arbeitsdauer: ca. 50 Minuten.

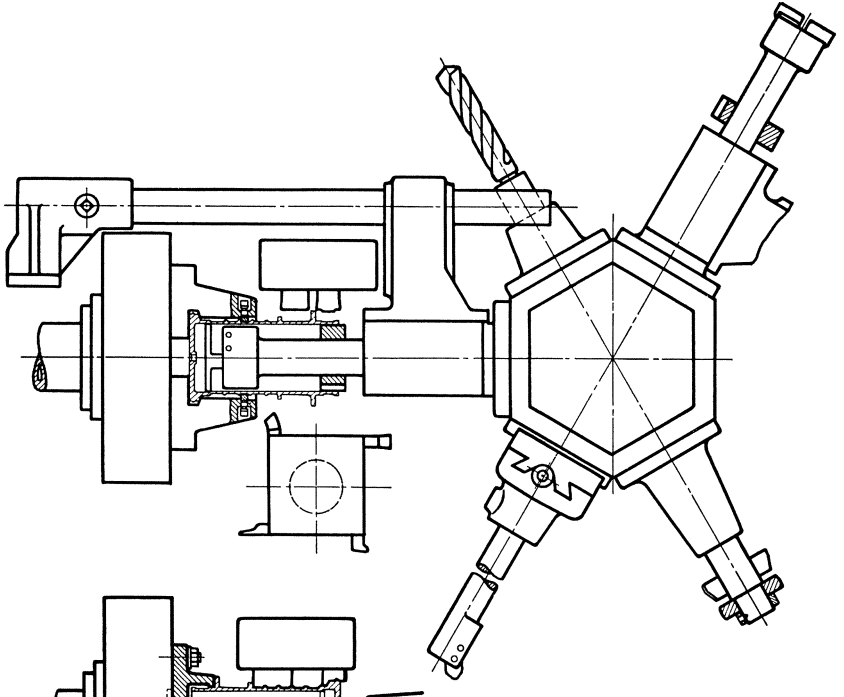


Bild 2.

Bild 3.

Spannen nach Bild 2 in gehärteten Sonderbacken mit zweiteiligem Einlegering.

6. Arbeitsgang: Mit Vierkantrevolver auf Länge plan vordrehen.
7. „ Mit Sechskantrevolver Boden auf Tiefe aufbohren.
8. „ Mit Sechskantrevolver - Bohrkopf Bohrung mit Boden vordrehen, zugleich mit Vierkantrevolver Flansche überdrehen, mit Formmesser ∅ 145 bis 148 und ∅ 148 vorne vordrehen.

Aus- und Einspannen, wegen Erwärmung!

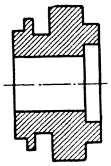
9. Arbeitsgang: Mit Sechskantrevolver Bohrung mit Boden fertigdrehen, nachdem mit Formmesser (zuvor Schlichtformmesser einsetzen) ∅ 145/148 und ∅ 148 vorne fertigdrehen und mit Vierkantrevolver Flanschen-∅ 162 und 192 fertigdrehen, sowie Flansch-∅ 162 eindrehen, Flansch-∅ 192 einstechen und Kante brechen am ∅ 147,5.
10. „ Mit Sechskantrevolver, Hinterstechwerkzeug ∅ 142/140 innen eindrehen.
11. „ Mit Sechskantrevolver vorne anschrägen und mit Vierkantrevolver auf Länge plan fertigdrehen.

Spannen nach Bild 3 auf Futterscheibe und Spitze gegensetzen.

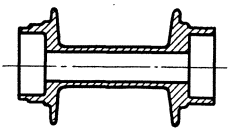
12. Arbeitsgang: Mit Formmesser äußere Form, sowie Boden plan fertigdrehen.

Arbeitsplan Nr. VII.

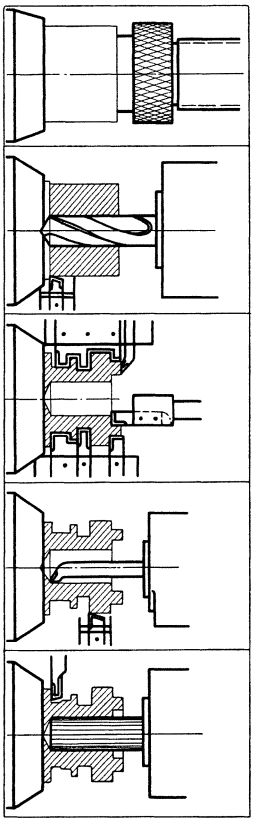
Bearbeitung eines Gehäuses auf einer Stern-Revolverbank.



Material: Aciernickel. Festigkeit: 60—70 kg.
Arbeitsdauer: 4 Minuten, 40 Sekunden.



Material: Fer. Festigkeit: 40—45 kg.
Arbeitsdauer: 6 Minuten, 45 Sekunden.



Material-anschlag.

1. Arbeitsgang: Bohren. Überdrehen.

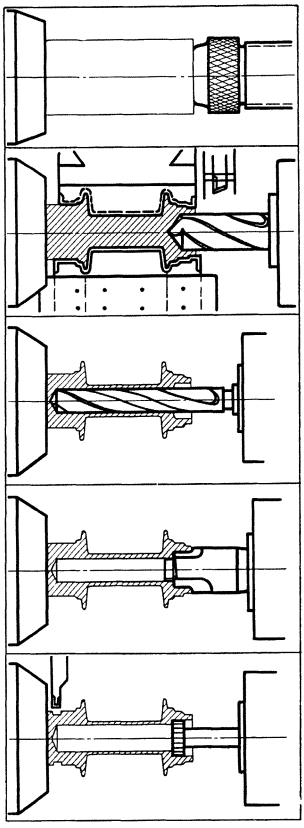
2. Arbeitsgang: Form schruppen und schlichten, vorn hochziehen und einstechen.

3. Arbeitsgang: Bohrung ausdrehen, außen schlichten.

4. Arbeitsgang: Bohrung reiben, nachdem Abstechen.

Arbeitsplan Nr. VIII.

Bearbeitung eines Automobil-Getrieberades auf dem Einspindelautomaten.



Material-anschlag.

1. Arbeitsgang: Zentrieren. Überdrehen. Form schruppen und schlichten.

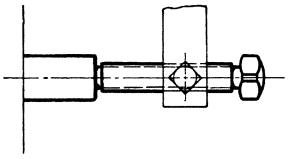
2. Arbeitsgang: Bohren.

3. Arbeitsgang: Kugellagersitz ausdrehen.

4. Arbeitsgang: Kugellagersitz reiben, nachdem Abstechen.

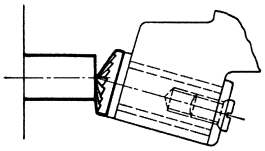
Arbeitsplan Nr. IX.

Bearbeitung einer Fahrradnabe auf dem Einspindelautomaten.

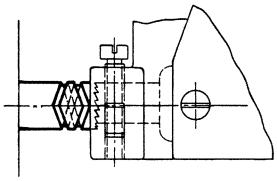


Arbeitsgang:

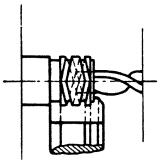
1. Anschlag.



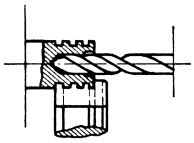
2. Kordieren.



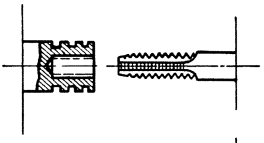
3. Spirale drehen.



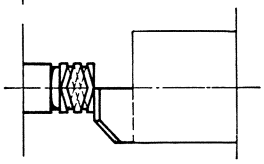
4. Bohren und Fassonieren.



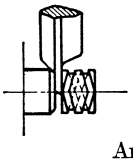
5. Fassonieren.



6. Gewinde schneiden.



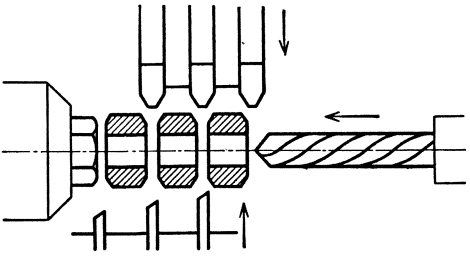
7. Plandrehen.



8. Abstechen.

Arbeitsplan Nr. XI.

Bearbeitung einer spiralgenuteten Rolle auf dem Einspindelautomaten.



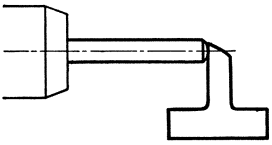
Arbeitsgang:

1. Material vorschieben.
2. Gleichzeitiges Bohren und Anfasen.
3. Abstechen.

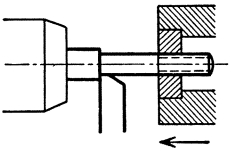
Arbeitsplan Nr. X.

Bearbeitung von Muttern auf dem Einspindelautomaten.

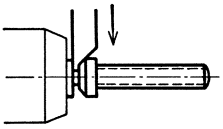
Arbeitsgang:



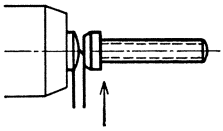
1. Material-anschlag.



2. Schaftdrehen und Gewinde schneiden.



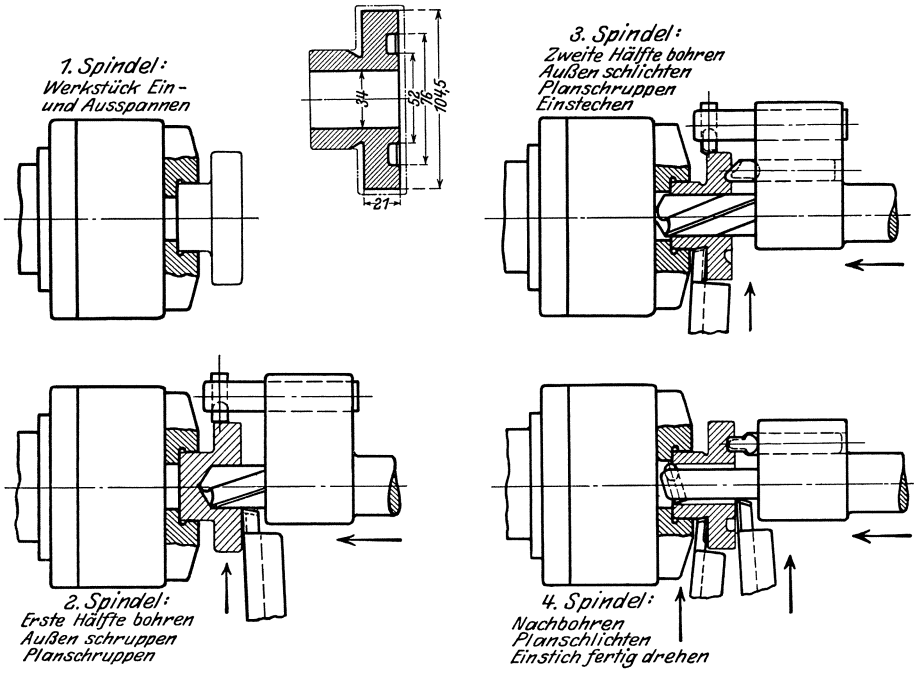
3. Kopf anfasen



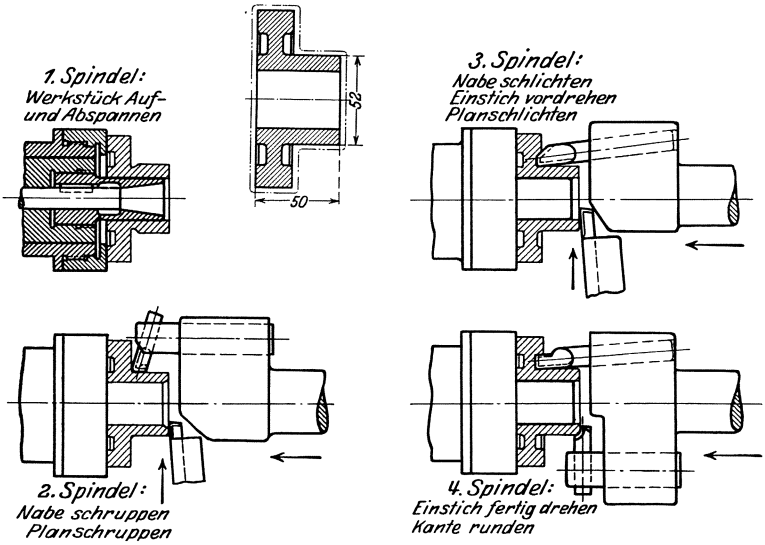
4. Abstechen.

Arbeitsplan Nr. XII.

Bearbeitung einer Schraube auf dem Schraubenautomaten.

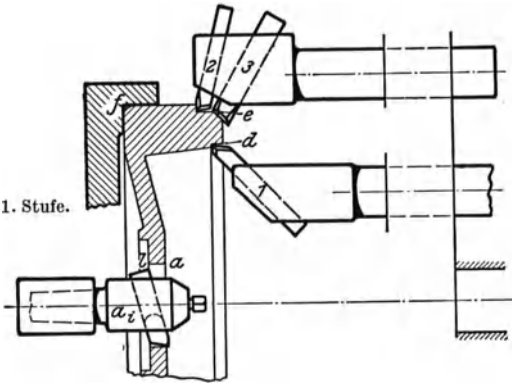


Arbeitsplan Nr. XIII.
Bearbeitung eines Zahnrades auf dem Vierspindelautomaten.
1. Aufspannung.



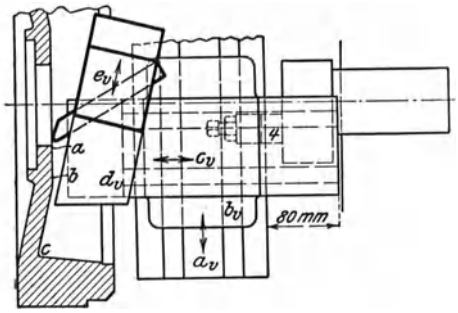
Arbeitsplan Nr. XIV.
Bearbeitung eines Zahnrades auf dem Vierspindelautomaten.
2. Aufspannung.

1. Stufe.



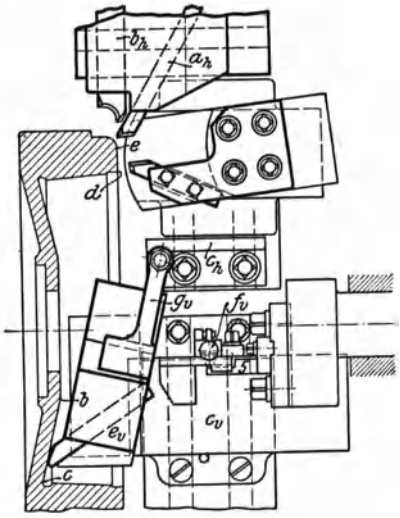
Außen- und Innenbearbeiten mit den Stählen 1, 2, 3, gleichzeitig Schruppen der Bohrung mit der Innendrehvorrichtung a_i.

2. Stufe.



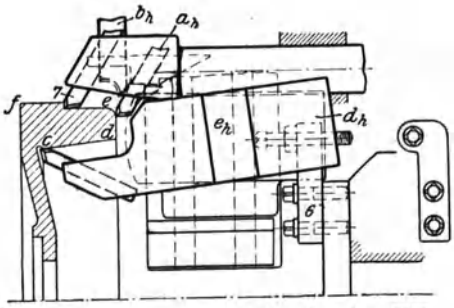
Drehen des Bodens mit einer auf dem vorderen Querschlitten sitzenden Plan- und Kegeldrehvorrichtung.

3. Stufe.



Drehen des Konus $b\,c$ der Planfläche $e\,d$ und der Rundung bei e, der hintere Querschlitten geht vor und schiebt den Schlitten e_v in Richtung $b\,c$ vor.

4. Stufe.



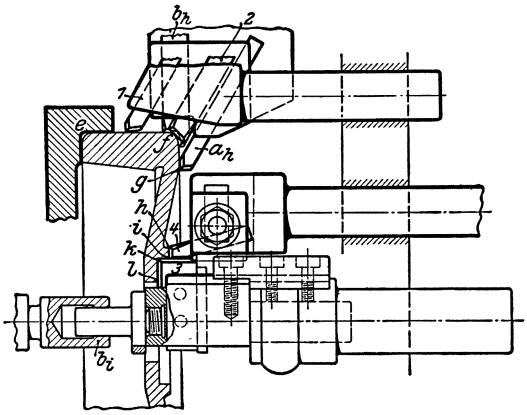
Drehen des Konus $d\,c$ durch die auf dem hinteren Querschlitten sitzende Vorrichtung e_h und der Fläche $e\,f$.

Arbeitsplan Nr. XV.

Bearbeitung eines Automobil-Schwungrades auf dem Einspindel-Halbautomaten.

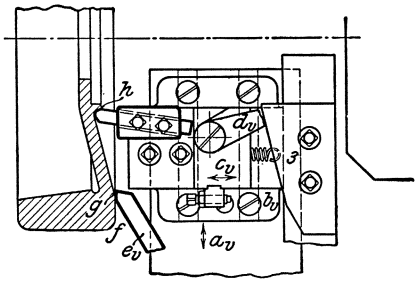
1. Aufspannung (Dreibackenfutter).

1. Stufe.



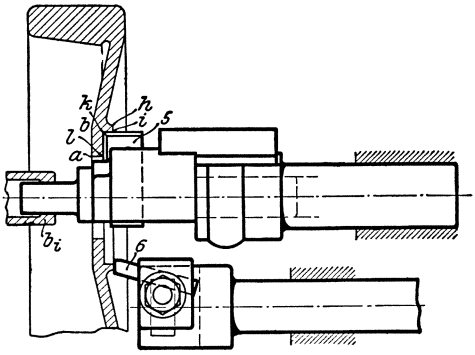
Drehen der Flächen *f e* mit Stahl 1, der Fläche *f g* mit Stahl a_h, Abrunden der Kante *f* mit Stählen 2 und b_h, Ausdrehen der Flächen *h i k l* mit Stahl 4 und Messer 3.

2. Stufe.



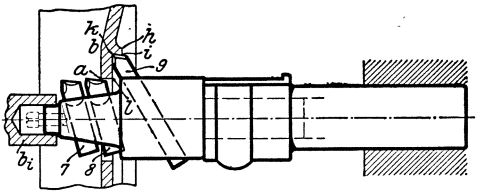
Drehen der Fläche *g h* mit dem Kegeldrehsupport c_v. (Kopieren mit Leiste 3.) Plandrehen der Fläche *f g* mit Stahl e_v.

3. Stufe.



Schlichten der Flächen *i k l* und *h i* durch Messer 5 und Stahl 6.

4. Stufe.

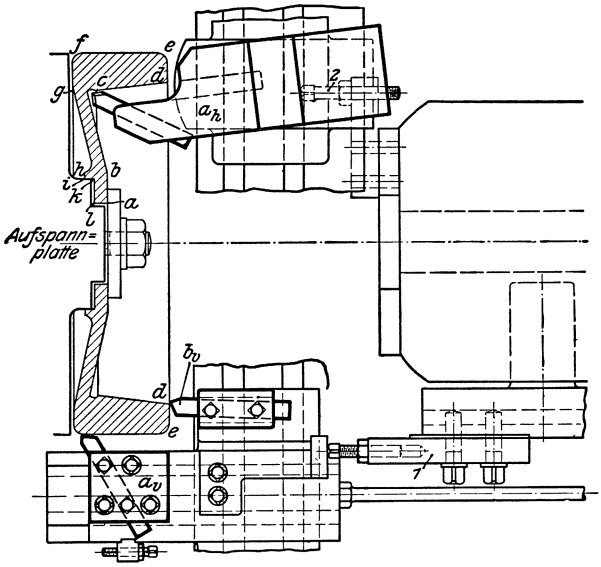


Schlichten der Bohrung *l a* und der Fläche *i k* durch Stähle 7, 8 und 9.

Arbeitsplan Nr. XVI.

Bearbeitung eines Automobil-Schwungrades auf dem Einspindel-Halbautomaten.

2. Aufspannung (Dreibackenfutter).

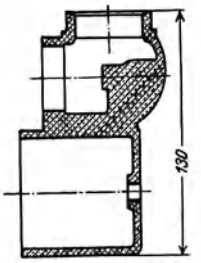


Schlichten der Fläche dc mit der auf dem hinteren Querschlitten sitzenden Vorrichtung a_h, Schlichten der Planfläche ed und des Außendurchmessers ef mit der auf dem vorderen Querschlitten sitzenden Vorrichtung a_v.

Arbeitsplan Nr. XVII.

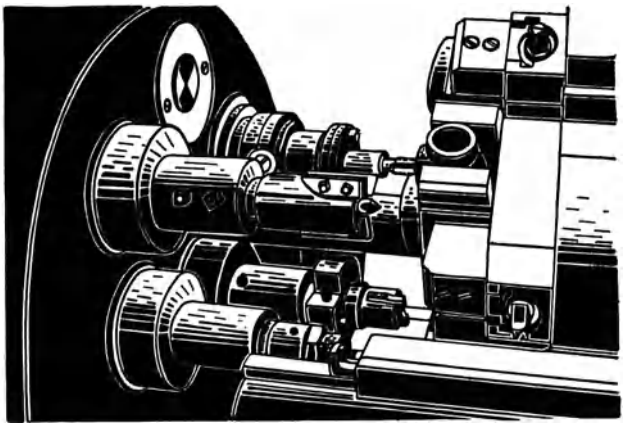
Bearbeitung eines Automobil-Schwungrades auf dem Einspindel-Halbautomaten.

3. Aufspannung (Aufspannplatte).

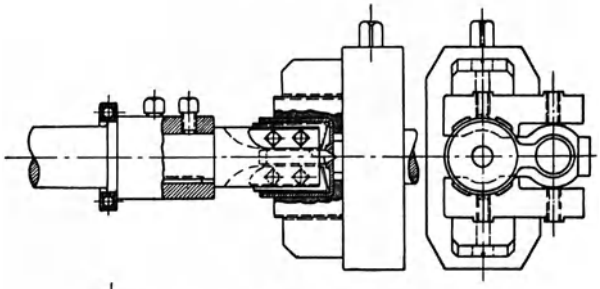


Arbeitsmuster.

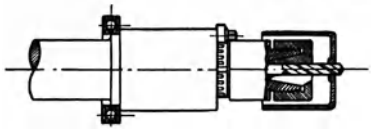
Material: Rotguß.
Arbeitsdauer: 75 Sekunden.



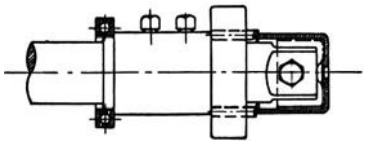
1. Spindel:
Bohren, Zentrieren.



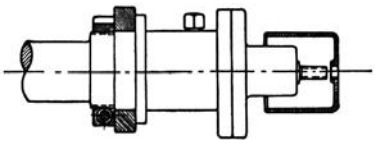
2. Spindel:
Bohren (mit Schnellbohrspindel).



3. Spindel:
Plandrehen, Anfasen.



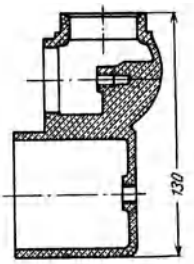
4. Spindel:
Gewinde bohren.



Arbeitsplan Nr. XVIII.

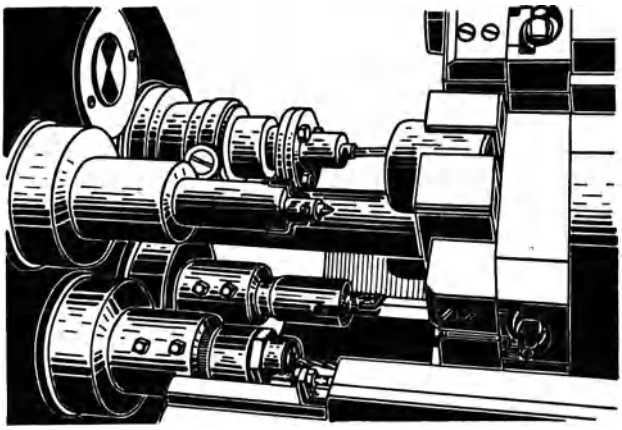
Bearbeitung eines Vergasers auf dem Vierspindel-Halbautomaten.

1. Aufspannung.

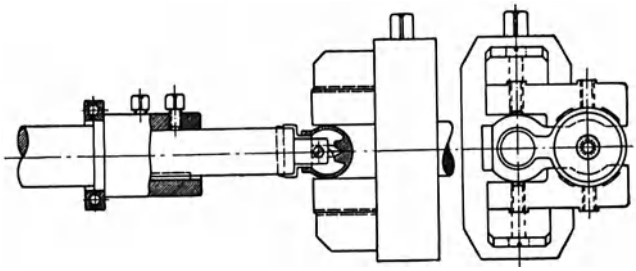


Arbeitsmuster.

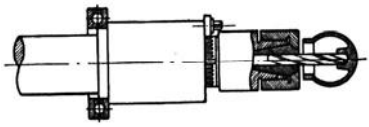
Material: Rotguß.
Arbeitsdauer: 30 Sekunden.



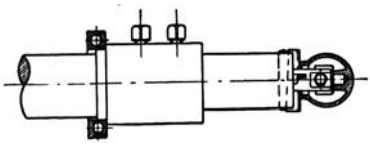
1. Spindel:
Bohren, Zentrieren.



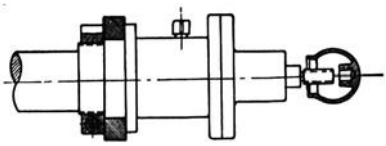
2. Spindel:
Bohren (mit Schnellbohrspindel).



3. Spindel:
Plandrehen, Anfasen.



4. Spindel:
Gewinde bohren.



Arbeitsplan Nr. XIX.[1]

Bearbeitung eines Vergasers auf dem Vierspindel-Halbautomaten.

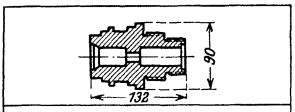
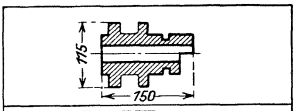
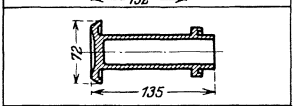
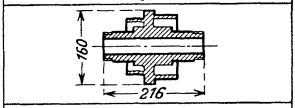
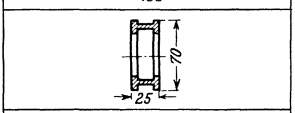
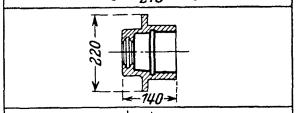
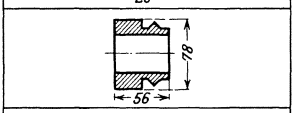
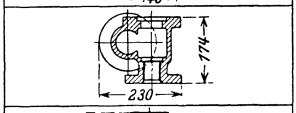
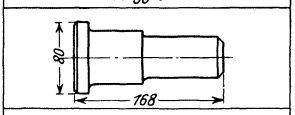
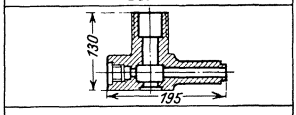
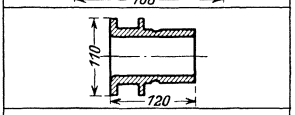
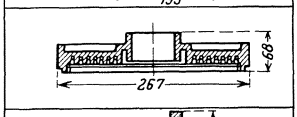
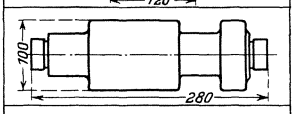
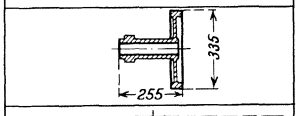
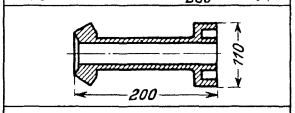
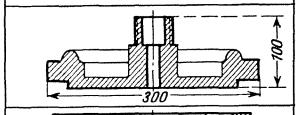
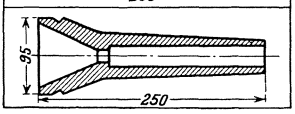
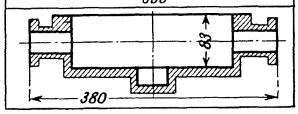
2. Aufspannung.

[1] Weitere Arbeitspläne siehe „Kelle, Automaten", 2. Aufl. Berlin: Julius Springer 1927.

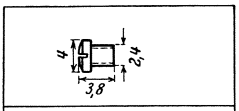
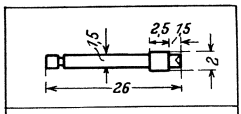
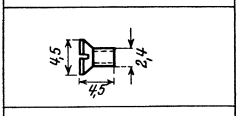
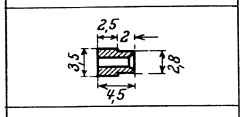
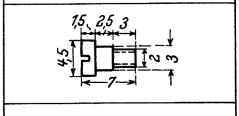
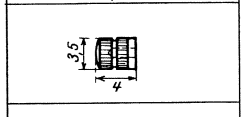
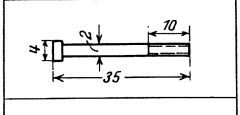
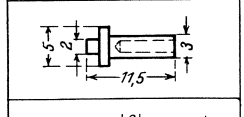
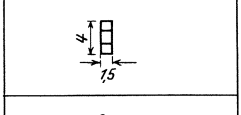
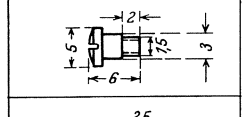
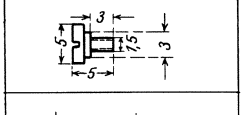
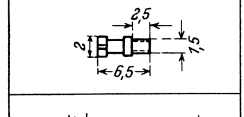
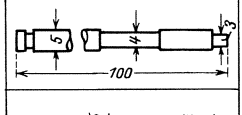
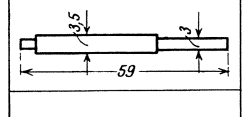
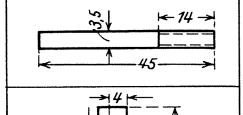
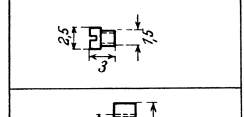
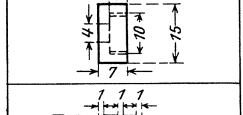
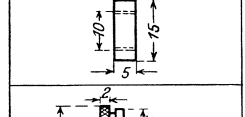
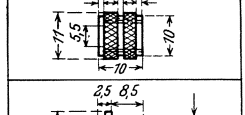
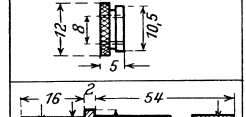
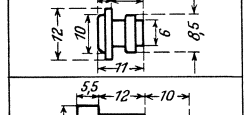
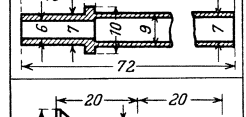
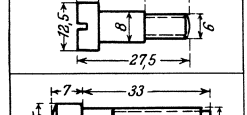
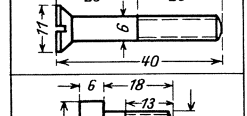
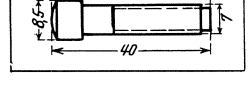
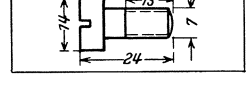
Leistungen auf Revolverdrehbänken.

Arbeitsmuster	Material	Arbeitsdauer Min.	Arbeitsmuster	Material	Arbeitsdauer Min.
19, 75	S.M.St.	3	40, 120	S.M.St.	9
18, 58	S.M.St.	2 3/4	35, 135	S.M.St.	17
24, 78	Nickelstahl	9	45, 148	S.M.St.	19
25, 72	S.M.St.	3 3/4	28, 124	Kupfer	3
35, 28	S.M.St.	3 3/4	38, 20	S.M.St.	3 1/2
30, 115	S.M.St.	6	55, 165	S.M.St.	26
27, 126	Einsatzmaterial	3 1/4	52, 24	Gußstahl	7
22, 132	Einsatzmaterial	4	50, 70	S.M.St.	10
30, 100	S.M.St.	6 1/2	54, 110	S.M.St.	12

Leistungen auf Revolverdrehbänken.

Arbeitsmuster	Material	Arbeitsdauer Min.	Arbeitsmuster	Material	Arbeitsdauer Min.
	S.M.St.	42		Grauguß	18
	S.M.St.	39		Grauguß	30
	Rotguß-rohr	5 1/2		Grauguß	28
	S.M.St.	12		Stahlguß	21
	S.M.St.	30		Flußeisen gepreßt	50
	S.M.St.	34		Preßstahl	95
	S.M.St.	60		Grauguß	40
	S.M.St.	64		Grauguß	42
	S.M.St.	66		Grauguß	58

Leistungen auf einspindligen Schraubenautomaten.

Muster	Material	Leistung pro Minute	Muster	Material	Leistung pro Minute
	Messing	40		Messing	16,8
	Messing	40		Messing	45
	Messing	37		Messing	45
	Messing	11,7		Messing	17,5
	Messing	65		Eisen	15
	Eisen	15,5		Eisen	30
	Eisen	4,2		Eisen	8,3
	Eisen	9,6		Eisen	37,5
	Messing	4,3		Messing	5,4
	Messing	5,5		Messing	6,4
	Messing	6,5		Messing	2,3
	Eisen	1,5		Eisen	1,5
	Eisen	1,7		Eisen	1,4

Leistungen auf einspindligen Revolverautomaten.

Arbeitsmuster	Material	Arbeitsdauer für 1 Stück
		Sek.
	Gez. Messing	12
	Gez. Schraubeneisen	14
	Gez. S.M.St.	15
	Gez. Messing	5
	Gez. S.M.St.	22
	Gez. Schraubeneisen	56
	Gez. Messing	20
	Gez. Messing	7
	Gez. Gußstahl	90
	Gez. Messing	32
	Gez. S.M.St.	40
	Gez. Vierkant-Schraubeneisen	38
	Gez. S.M.St.	4

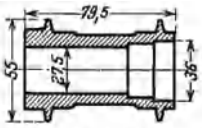
Leistungen auf Vierspindel-Automaten.

Stangenarbeit.

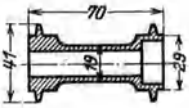
Arbeitsmuster	Material	Arbeitsdauer
		Sek.
	Automatenstahl	42
	Automatenstahl	32
	Automatenstahl	38
	Automatenstahl	36
	S.M.St.	58
	Einsatzmaterial	28
	Automatenstahl	32
	Automatenstahl	72
	S.M.St.	42

Leistungen auf einspindligen Revolverautomaten.

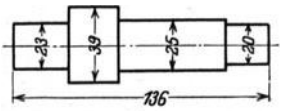
Stangenarbeit.



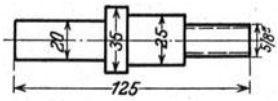
Fahrradnabe.
Werkstoff: Spezialstahl.
Festigkeit: 50 kg.
Arbeitsdauer: 4 1/2 Minuten.



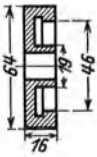
Fahrradnabe.
Werkstoff: Spezialstahl.
Festigkeit: 50 kg.
Arbeitsdauer: ca. 2 Minuten.



Bolzen.
Werkstoff: S.M. III.
Festigkeit: 60 kg.
Arbeitsdauer: 3 Minuten.



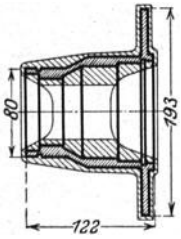
Bolzen.
Werkstoff: S.M. III.
Festigkeit: 60 kg.
Arbeitsdauer: 3 Minuten.



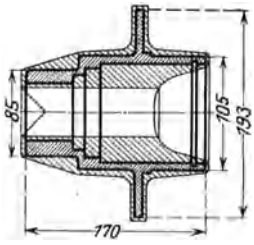
Kickstarterrad.
Werkstoff: Chr. N. St.
Festigkeit: 80 kg.
Arbeitsdauer: ca. 5 1/2 Minuten.

Futterarbeit.

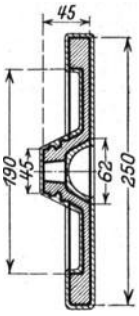
Werkstoff: Gepreßter Stahl.
Festigkeit: 60 kg/mm².



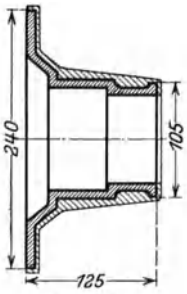
Vorderradnabe.
Arbeitsdauer:
Innenbearbeitung 8 Min.
Außenbearbeitung 5 „ 20 Sek.
Gesamtarbeitsdauer: 13 Min. 20 Sek.



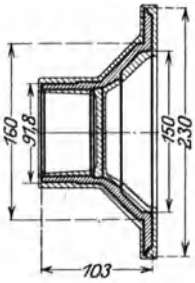
Hinterradnabe.
Arbeitsdauer:
Innenbearbeitung 14 Min. 20 Sek.
Außenbearbeitung 5 „ 15 „
Gesamtarbeitsdauer: 19 Min. 35 Sek.



Schwungscheibe.
Arbeitsdauer:
Nabenseite 7 Min.
Glatte Seite 10 „
Gesamtarbeitsdauer: 17 Min.



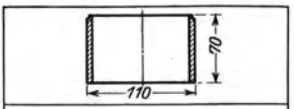
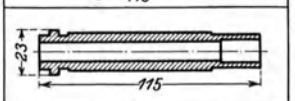
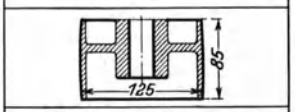
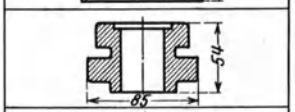
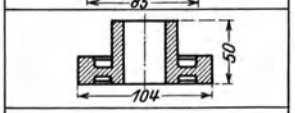
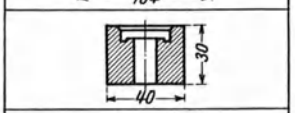
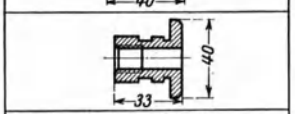
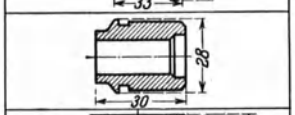
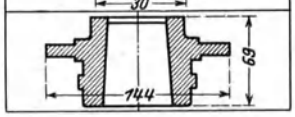
Radnabe.
Arbeitsdauer:
Außenbearbeitung 14 Min.

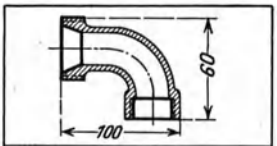
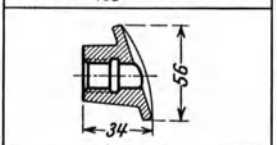
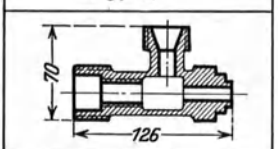
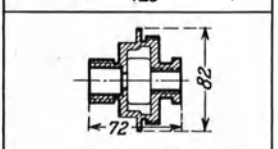
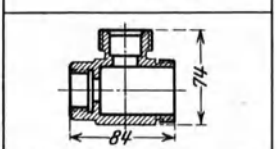
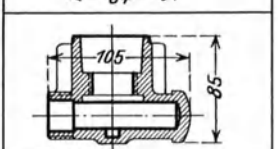
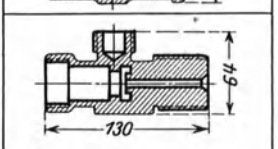
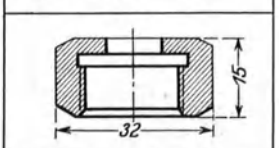
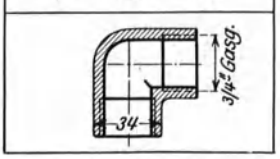


Äußere Nabe.
Arbeitsdauer:
Innenbearbeitung 9 Min. 30 Sek.
Außenbearbeitung 4 „ 30 „
Gesamtarbeitsdauer: 14 Min.

Leistungen auf Vierspindelautomaten[1].

Futterarbeit.

Arbeitsmuster	Material	Arbeitsdauer
	Gez. Rohr	3 1/4 Min.
	Grauguß	1 1/2 Min.
	Grauguß	4 1/4 Min.
	Chrom-Nickelstahl	6 Min.
	Chrom-Nickelstahl	7 Min.
	Grauguß	52 Sek.
	Grauguß	48 Sek.
	Grauguß	37 Sek.
	Flußstahl	7 Min.

Arbeitsmuster	Material	Arbeitsdauer
		Sek.
	Rotguß	48
	Preßstahl	45
	Messing	115
	Messing	65
	Messing	115
	Grauguß	150
	Messing	100
	Messing	12
	Preßstahl	55

[1] Weitere Leistungstabellen siehe „Kelle, Automaten", 2. Aufl. Berlin: Julius Springer 1927.

Automaten. Die konstruktive Durchbildung, die Werkzeuge, die Arbeitsweise und der Betrieb der selbsttätigen Drehbänke. Ein Lehr- und Nachschlagebuch von **Ph. Kelle,** Oberingenieur, Berlin. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 823 Figuren im Text und auf 11 Tafeln, sowie 37 Arbeitsplänen und 8 Leistungstabellen. XI, 466 Seiten. 1927. Gebunden RM 26.—

Das Einrichten von Halbautomaten. Die Einspindel-Maschinen System Potter & Johnston und Monforts, die Mehrspindel-Maschine System Prentice. Von Oberingenieur **J. van Himbergen,** Ingenieur **A. Bleckmann** und Oberingenieur **A. Wassmuth.** (Bildet Heft 36 der Sammlung „Werkstattbücher", herausgegeben von Eugen Simon.) Mit 45 Figuren im Text. 52 Seiten. 1928. RM 2.—

Das Einrichten von Automaten.

Erster Teil: **Die Automaten System Spencer und Brown & Sharpe.** Von **Karl Sachse.** Mit 50 Figuren im Text und 12 Beispielen. 68 Seiten. 1925. RM 2.—

Zweiter Teil: **Die Automaten System Gridley (Einspindel) und Cleveland und die Offenbacher Automaten.** Von **Ph. Kelle, E. Gothe** und **A. Kreil.** Mit 53 Figuren im Text und zahlreichen Tabellen. 58 Seiten. 1926. RM 2.—

Dritter Teil: **Die Mehrspindel-Automaten, Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.** Von **E. Gothe, Ph. Kelle** und **A. Kreil.** Mit 60 Figuren im Text und 20 Tabellen. 58 Seiten. 1927. RM 2.—

(Bilden Heft 21, 23 und 27 der Sammlung „Werkstattbücher", herausgegeben von Eugen Simon, Berlin.)

Vorrichtungen im Maschinenbau nebst Anwendungsbeispielen aus der Praxis. Von Oberingenieur **Otto Lich.** Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 656 Abbildungen im Text. VII, 500 Seiten. 1927. Gebunden RM 26.—

Zeitsparende Vorrichtungen im Maschinen- und Apparatebau. Von **O. M. Müller,** Beratender Ingenieur, Berlin. Mit 987 Abbildungen. VIII, 357 Seiten. 1926. Gebunden RM 27.90

Elemente des Vorrichtungsbaues. Von Oberingenieur **E. Gempe.** Mit 727 Textabbildungen. IV, 132 Seiten. 1927. RM 6.75; gebunden RM 7.75

Der Vorrichtungsbau. Von **Fritz Grünhagen.**

I. Einteilung, Einzelheiten und konstruktive Grundsätze. Mit 230 Figuren im Text. 64 Seiten. 1928. RM 2.—

II. Bearbeitungsbeispiele mit Reihen planmäßig konstruierter Vorrichtungen. Typische Einzelvorrichtungen. Mit 124 Figuren im Text. 52 Seiten. 1928. RM 2.—

(Bilden Heft 33 und 35 der Sammlung „Werkstattbücher", herausgegeben von Eugen Simon.)

Elemente des Werkzeugmaschinenbaues. Ihre Berechnung und Konstruktion. Von Prof. Dipl.-Ing. **Max Coenen,** Chemnitz. Mit 297 Abbildungen im Text. IV, 146 Seiten. 1927. RM 10.—

Die Arbeitsgenauigkeit der Werkzeugmaschinen (Prüfbuch). Von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger,** Berlin. Mit 31 Abbildungsgruppen. 40 Seiten. 1927. RM 6.—; durchschossen RM 7.—

Die Bohrmaschine. Ihre Konstruktion und ihre Anwendung. Gesammelte Arbeiten aus der Werkstattstechnik, VI. bis XVII. Jahrgang, 1912 bis 1923. Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger,** Berlin. IV, 158 Seiten. 1925. RM 15.—

Wirtschaftliches Schleifen. Gesammelte Arbeiten aus der Werkstattstechnik, XI. bis XV. Jahrgang, 1917 bis 1921. Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger,** Berlin. Mit 467 Textabbildungen. III, 103 Seiten. 1921. RM 4.—

Vorlesungen über Maschinenelemente. Von Prof. Dipl.-Ing. **M. ten Bosch,** Zürich.

I. Heft: **Festigkeitslehre.** Mit 104 Textabbildungen. IV, 72 Seiten. 1929. RM 6.—

III. Heft: **Wellen und Lager.** Mit 141 Textabbildungen. II, 86 Seiten. 1929. RM 6.60

In Vorbereitung befinden sich: II. Heft: Allgemeine Gesichtspunkte und Verbindungen. IV. Heft: Riemen- und Räderbetrieb. V. Heft: Elemente der Kolbenmaschinen, Rohrleitungen, Wirtschaftlichkeit.

Die Bearbeitung von Maschinenteilen nebst Tafel zur graphischen Bestimmung der Arbeitszeit. Von **E. Hoeltje,** Hagen i.W. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 349 Textfiguren und einer Tafel. IV, 98 Seiten. 1920. RM 3.—

Lehrgang der Härtetechnik. Von Studienrat Dipl.-Ing. **Joh. Schiefer †** und Fachlehrer **E. Grün.** Dritte, verbesserte Auflage. Mit 175 Textabbildungen. VI, 211 Seiten. 1927. RM 7.50; gebunden RM 8.75

Die Werkzeuge und Arbeitsverfahren der Pressen. Mit Benutzung des Buches „Punches, dies and tools for manufacturing in presses" von Joseph V. Woodworth von Prof. Dr. techn. **Max Kurrein,** Charlottenburg. Zweite, völlig neubearbeitete Auflage. Mit 1025 Abbildungen im Text und auf einer Tafel sowie 49 Tabellen. IX, 810 Seiten. 1926. Gebunden RM 48.—

Handbuch der Fräserei. Kurzgefaßtes Lehr- und Nachschlagebuch für den allgemeinen Gebrauch. Gemeinverständlich bearbeitet von **Emil Jurthe** und **Otto Mietzschke,** Ingenieure. Sechste, durchgesehene und vermehrte Auflage. Mit 351 Abbildungen, 42 Tabellen und einem Anhang über Konstruktion der gebräuchlichsten Zahnformen an Stirn-, Spiralzahn-, Schnecken- und Kegelrädern. VIII, 334 Seiten. 1923. Gebunden RM 11.—

Der Fräser als Rechner. Berechnungen an den Universal-Fräsmaschinen und -Teilköpfen in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von **E. Busch.** Mit 69 Textabbildungen und 14 Tabellen. VI, 214 Seiten. 1922. RM 4.60; gebunden RM 6.—

Der Dreher als Rechner. Wechselräder-, Touren-, Zeit- und Konusberechnung in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von **E. Busch.** Mit 28 Textfiguren. VIII, 186 Seiten. 1919. Gebunden RM 6.—

Die Werkzeugmaschinen, ihre neuzeitliche Durchbildung für wirtschaftliche Metallbearbeitung. Ein Lehrbuch von Prof. **Fr. W. Hülle,** Dortmund. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 1020 Abbildungen im Text und auf Textblättern sowie 15 Tafeln. VIII, 611 Seiten. 1919. Unveränderter Neudruck 1923. Gebunden RM 24.—

Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung. Von Prof. **Fr. W. Hülle,** Dortmund. In zwei Bänden.

Erster Band: **Der Bau der Werkzeugmaschinen.** Sechste, vermehrte Auflage. Mit 512 Textabbildungen. IX, 269 Seiten. 1928. RM 6.50; gebunden RM 7.75

Zweiter Band: **Die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen.** Vierte, vermehrte Auflage. Mit 580 Abbildungen im Text und auf einer Tafel sowie 46 Zahlentafeln. VIII, 309 Seiten. 1926. RM 9.—; gebunden RM 10.50

Moderne Werkzeugmaschinen. Von Ing. **Felix Kagerer.** Zweite, verbesserte Auflage. (Technische Praxis, Band III.) Mit 155 Abbildungen und 16 Tabellen. 265 Seiten. 1923. Gebunden RM 3.—

Berichte des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule Berlin. Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. **Georg Schlesinger,** Charlottenburg.

Erstes Heft: **Das Versuchsfeld und seine Einrichtungen.** 1. Fachbericht: **Untersuchung einer Drehbank mit Riemenantrieb.** Von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger,** Berlin. Mit 46 Textfiguren. 26 Seiten. 1912. Vergriffen.

Zweites Heft: **Der Azetylen-Sauerstoff-Schweißbrenner,** seine Wirkungsweise und seine Konstruktionsbedingungen. Von Dipl.-Ing. **Ludwig.** Mit 39 Textfiguren. 30 Seiten. 1912. Vergriffen.

Drittes Heft: **1. Untersuchungen an Preßluftwerkzeugen.** Von Dr.-Ing. **R. Harm.** Mit 38 Textfiguren. — **2. Der deutsche (metrische) Bohrkegel für Fräsdorne.** Von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger.** Mit 36 Textfiguren. 34 Seiten. 1913. RM 2.—

Viertes Heft: **Forschung und Werkstatt.** 1. Untersuchung von Spreizringkupplungen. Von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger,** Berlin. Mit 115 Textfiguren. — 2. Schmierölprüfung für den Betrieb. Von Dr.-Ing. **G. Schlesinger** und Dr. techn. **M. Kurrein.** Mit 29 Textfiguren. 34 Seiten. 1916. Unveränderter Neudruck 1922. RM 2.—

Fünftes Heft: **Untersuchung einer Wagerecht-Stoßmaschine mit elektrischem Einzelantrieb und Riemenzwischengliedern.** Von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger** und Privatdozent Dr. techn. **M. Kurrein,** Berlin. Mit 108 Textfiguren und 15 Zahlentafeln. VI, 34 Seiten. 1921. RM 2.50

Sechstes Heft: **Forschung und Werkstatt II.** Ersatzstoffe („Kriegsnachklänge"). 1. Untersuchung von Ersatzriemen. Von **G. Schlesinger** und **M. Kurrein.** — 2. Untersuchung von Bohrölen. Von **G. Schlesinger** und **E. Simon.** — 3. Kupferarme Zinklegierungen für die Lagerungen der Werkzeugmaschinen. Einfluß der Gießart und der Schmierung. Von **G. Schlesinger** und **M. Kurrein.** 31 Seiten. 1924. RM 2.40

Siebentes Heft: **Der Ausbau der Einrichtung des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule zu Berlin seit 1912.** Von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger** und Prof. Dr. techn. **M. Kurrein,** Berlin. 22 Seiten. 1924. RM 2.40

Achtes Heft: **Die Untersuchung der Dreharbeit.** Von Dr.-Ing. **Hans Klopstock,** Berlin. Mit 81 Textabbildungen. IV, 64 Seiten. 1926. RM 12.—

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure.

Band I: **Der Austauschbau und seine praktische Durchführung.** Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Dr.-Ing. **Otto Kienzle.** Mit 319 Textabbildungen und 24 Zahlentafeln. VIII, 320 Seiten. 1923. Gebunden RM 8.50

Band II: **Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten.** Von **Kurt Hegner,** Direktor der Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin. Erster Band: Systematische Einführung. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 107 Bildern. XII, 188 Seiten. 1927. Gebunden RM 15.—

Band III: **Spanabhebende Werkzeuge für die Metallbearbeitung** und ihre Hilfseinrichtungen. Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. **J. Reindl,** Technischer Direktor der Schuchardt & Schütte A.-G. Mit 574 Textabbildungen und 7 Zahlentafeln. XI, 455 Seiten. 1925. Gebunden RM 28.50

Band IV: **Spanlose Formung.** Schmieden, Stanzen, Pressen, Prägen, Ziehen. Bearbeitet von Dipl.-Ing. **M. Evers,** Dipl.-Ing. **F. Großmann,** Dir. **M. Lebeis,** Dir. Dr.-Ing. **V. Litz,** Dr.-Ing. **A. Peter.** Herausgegeben von Dr.-Ing. **V. Litz,** Betriebsdirektor bei A. Borsig, G. m. b. H., Berlin-Tegel. Mit 163 Textabbildungen und 4 Zahlentafeln. VI, 152 Seiten. 1926. Gebunden RM 12.60

Band V: **Schlosserei- und Montage-Arbeitszeitermittlung und Zeitbedarf verwandter Handarbeiten.** Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von **K. Gottwein,** o. Professor an der Technischen Hochschule zu Breslau. Mit 139 Textabbildungen und 106 Zahlentafeln. VII, 312 Seiten. 1928. Gebunden RM 26.—

Band VI: **Was muß der Maschineningenieur von der Eisengießerei wissen?** Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Dr.-Ing. **A. Lischka †,** Mitglied der Geschäftsführung des Vereins Deutscher Eisengießereien, Gießereiverbands in Düsseldorf. Mit 243 Abbildungen im Text und auf 8 Tafeln sowie 38 Tabellen. VI, 272 Seiten. 1929. Gebunden RM 25.50

Grundzüge der Zerspanungslehre. Eine Einführung in die Theorie der spanabhebenden Formung und ihre Anwendung in der Praxis. Von Dr.-Ing. **Max Kronenberg,** Beratender Ingenieur, Berlin. Mit 170 Abbildungen im Text und einer Übersichtstafel. XIV, 264 Seiten. 1927. Gebunden RM 22.50

Die Gewinde, ihre Entwicklung, ihre Messung und ihre Toleranzen. Im Auftrage von Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin, bearbeitet von Prof. Dr. **G. Berndt,** Dresden. Mit 395 Abbildungen im Text und 287 Tabellen. XVI, 657 Seiten. 1925. Gebunden RM 36.—

Erster Nachtrag. Mit 102 Abbildungen im Text und 79 Tabellen. X, 180 Seiten. 1926. Gebunden RM 15.75

Namen- und Sachverzeichnis. Herausgegeben auf Anregung und mit Unterstützung der Firma Bauer & Schaurte, Neuß. III, 16 Seiten. 1927. RM 1.—

Die Dreherei und ihre Werkzeuge. Handbuch für Werkstatt, Büro und Schule. Von Betriebsdirektor **Willy Hippler.** Dritte, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Erster Teil: **Wirtschaftliche Ausnutzung der Drehbank.** Mit 136 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. VII, 259 Seiten. 1923. Gebunden RM 13.50

Über Dreharbeit und Werkzeugstähle. Autorisierte deutsche Ausgabe der Schrift „On the art of cutting metals" von Fred. W. Taylor, Philadelphia. Von Prof. **A. Wallichs,** Aachen. Vierter, unveränderter Abdruck. 5. und 6. Tausend. Mit 119 Figuren und Tabellen. XII, 231 Seiten. 1920. Gebunden RM 8.40