

WERKSTATTBÜCHER

HERAUSGEBER EVGEN SIMON

HEFT 15

DINNEBIER

STOEWER

BOHREN



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

Zur Einführung.

Die Werkstattbücher behandeln das Gesamtgebiet der Werkstattstechnik in kurzen selbständigen Einzeldarstellungen; anerkannte Fachleute und tüchtige Praktiker bieten hier das Beste aus ihrem Arbeitsfeld, um ihre Fachgenossen schnell und gründlich in die Betriebspraxis einzuführen.

Die Werkstattbücher stehen wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe, sind dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich, so daß alle im Betrieb und auch im Büro Tätigen, vom vorwärtsstrebenden Facharbeiter bis zum leitenden Ingenieur, Nutzen aus ihnen ziehen können.

Indem die Sammlung so den einzelnen zu fördern sucht, wird sie dem Betriebsallgemeinem nutzen und damit auch der deutschen technischen Arbeit im Wettbewerb der Völker.

Bisher sind erschienen:

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

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

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

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

HEFT 15

Bohren

Von

Ing. J. Dinnebier und **Dr.-Ing. H.J. Stoewer**

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage
(8. bis 14. Tausend)

Mit 150 Abbildungen im Text
und 9 Tabellen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1932

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Geschichtliches und Grundbegriffe	3
A. Geschichtliches	3
B. Grundbegriffe	3
II. Bohrmaschinen	4
A. Bohrmaschinen mit umlaufendem Werkzeug	4
Einspindlige Senkrechtbohrmaschinen S. 4. — Radialbohrmaschinen S. 5. — Mehrspindlige Senkrechtbohrmaschinen S. 6. — Waagrechtbohrmaschinen S. 7.	
B. Bohrmaschinen mit feststehendem Werkzeug	8
III. Spitzbohrer	9
IV. Spiralbohrer	11
A. Konstruktion des Spiralbohrers	11
Allgemeines S. 11. — Durchmesser und Länge S. 11. — Spiralsteigung, Nutenform und Kernstärke S. 12. — Spitzenanschliff S. 13. — Ausspitzung S. 16. — Korrigierte Schneiden S. 16. — Sonderanschliffe S. 17. — Die Aufnahmelemente S. 18.	
B. Für die Herstellung von Spiralbohrern geeignete Werkstoffe	18
1. Werkzeugstahl S. 18. — 2. Schnellstahl S. 18. — 3. Schneidmetalle S. 19.	
C. Herstellung der Spiralbohrer	19
Weichbearbeitung S. 19. — Härten S. 21. — Hartbearbeitung S. 21.	
D. Kräfte beim Arbeiten mit Spiralbohrern	21
Drehmoment, Vorschubkraft und Arbeitsleistung S. 21. — Die Verteilung der Kräfte am Bohrer S. 22. — Einfluß des Bohrerdurchmessers S. 24. — Einfluß von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub S. 24. — Einfluß der Spiralsteigung und des Anschliffs S. 26. — Bruchfestigkeit von Spiralbohrern S. 27.	
E. Richtlinien für das Arbeiten mit Spiralbohrern	27
Allgemeines S. 27. — Der Anschliff S. 28. — Das Verlaufen der Bohrer beim Anbohren S. 28. — Das Abbrechen der Bohrer S. 28.	
F. Bohrbarkheit verschiedener Werkstoffe	30
Einfluß der Struktur des zu bohrenden Werkstoffes S. 30. — Das Bohren von Stahl- und Gußeisen S. 30. — Das Bohren von Messing S. 33. — Das Bohren von Kupfer S. 33. — Das Bohren von Leichtmetallen S. 34. — Das Bohren von Isolierstoffen S. 35. — Das Bohren kleiner Löcher unter 1 mm $\varnothing$ S. 36.	
G. Instandhaltung der Spiralbohrer	36
1. Spitzenschleifmaschinen	36
Die Erfordernisse einer guten Spitzenschleifmaschine S. 36. — Konstruktionen S. 38.	
2. Geräte zum Prüfen des Spitzenanschliffs	40
3. Ausspitzmaschinen	41
H. Instandsetzung gebrochener Bohrer	42
1. Bohrer mit zylindrischen Schaft, die im Drall abgebrochen sind S. 42. — 2. Bohrer mit abgebrochenen Mitnehmerlappen am kegeligen Schaft S. 43. — 3. Größere Bohrer, die im Drall gebrochen sind S. 43.	
I. Sonderausführungen von Spiralbohrern	43
Spiralbohrer mit Ölzuführung S. 43. — Verlängerte Spiralbohrer S. 44. — Bohrer für kegliche Löcher S. 44. — Anbohrer und Zentrierbohrer S. 44.	
V. Kanonen- und Laufbohrer	45
Kanonenbohrer S. 45. — Der Lauf- oder Spindelbohrer S. 45.	
VI. Hohlbohrer	48
Konstruktion der Bohrer S. 48. — Entfernen des Kernes S. 50. — Fertigbohrer S. 51.	
VII. Bohrstangen	52
Allgemeines S. 52. — Der Bohrstahl S. 52. — Freitragende Bohrstange S. 52. — Geführte Bohrstangen S. 53. — Einsteckstäbe für Bohrstangen S. 54. — Sonderbohrstangen S. 57. — Befestigung der Bohrstange in der Arbeitsspindel S. 59. — Bohrköpfe S. 59.	
VIII. Spannwerkzeuge	61
Kegelhülsen S. 61. — Klemm-Bohrfutter S. 61. — Selbstzentrierende Backenfutter S. 61. — Selbstspannende Klemmbohrfutter S. 62. — Bohrfutter mit auswechselbaren Spannpatronen S. 62. — Schnellwechselfutter S. 62. — Sicherheitsbohrfutter S. 63. — Verstellbare Bohrstangenhalter für Revolverbänke S. 64. — Bohrstangenhalter für Drehbänke S. 64. — Halter für Spindelbohrer S. 64.	

ISBN 978-3-662-30683-3 ISBN 978-3-662-30754-0 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-30754-0

I. Geschichtliches und Grundbegriffe.

A. Geschichtliches.

Bohrwerkzeuge waren schon im vorgeschichtlichen Zeitalter bekannt. Dädalus soll ihr Erfinder gewesen sein. Schon die Steinzeit kannte Äxte, bestehend aus einem auf einem Stiel befestigten Stein, in den ein Loch gebohrt werden mußte. Nach Funden aus dieser Zeit¹ benutzte man zwei Verfahren: das Vollbohren und das Hohlbohren. Zum Vollbohren fand ein Holzstab Verwendung, der mit Hilfe von Feuersteinpulver unter ständiger Drehung sich in den Stein hineinarbeitete. Beim Hohlbohren, wobei nur ein ringförmiger Teil aus dem Stein herausgearbeitet zu werden brauchte, während der Kern stehenblieb, benutzte man Knochen, die durch Entfernen des Markes leicht ausgehöhlt werden konnten, auf die gleiche Weise.

Das Eisenzeitalter benutzte eiserne Bohrer in Form von Spitzbohrern, Löffelbohrern oder Zentrumsbohrern. Altertum und Mittelalter haben diese drei Formen grundsätzlich benutzt und auch entsprechende Maschinen hierfür entwickelt. Wenn auch ein bedeutender Fortschritt gegenüber den ersten Anfängen zu verzeichnen war, so muß diese Art des Bohrens nach heutiger Auffassung doch noch als sehr primitiv angesehen werden. Erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts beschäftigte man sich eingehender mit dem Bohren von Metallen. Die ersten Patente zum Bohren von Geschützen aus Metall und sogar zum Bohren von Eisen fallen in die Zeit von 1774÷1800. Einen großen Fortschritt brachte die Verwendung von Spiralbohrern, die — soweit bis heute bekannt — zum erstenmal in „Gills Technical Repository“² im Jahre 1822 erwähnt werden. Die damaligen Bezeichnungen lauteten „Drallbohrer“ oder „Schraubenbohrer“, insofern richtiger als „Spiralbohrer“, da die Nuten nicht nach einer Spirale, sondern nach einer Schraubenlinie verlaufen. Der Erfinder des Spiralbohrers ist bisher nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Die Behauptung des aus der Schweiz nach Deutschland eingewanderten Johann Martignoni in Schriften aus dem Jahre 1863, der Erfinder des Spiralbohrers zu sein, wird durch die angeführten früheren Veröffentlichungen widerlegt. Bezeichnend ist jedoch, daß seine Gedanken bei deutschen Firmen keinen Anklang fanden und infolgedessen der Spiralbohrer sich erst spät in Deutschland einführte. In Amerika hatte bereits 1864 Morse die „Morse Twist Drill and Machine Comp.“ gegründet, während in Deutschland Robert Stock erst im Jahre 1891 den ersten Versuchsbohrer fräste und 1896 die Spiralbohrerherstellung in größerem Umfang aufnahm. Die Anzahl der Fabriken, die heute in Deutschland Spiralbohrer herstellen, beträgt rund 50, ein Beweis dafür, wie stark der Verbrauch inzwischen gestiegen ist und wie allgemein das Anwendungsgebiet des Spiralbohrers ist.

B. Grundbegriffe.

Das Bohren bedingt grundsätzlich eine Drehung zwischen Werkzeug und Werkstück und gleichzeitig ein Vorschieben in der Achsrichtung. Zur Kennzeichnung dieses Vorganges haben sich die folgenden Begriffe herausgebildet:

¹ Aufbewahrt in der prähistorischen Abteilung des Provinzialmuseums zu Hannover.

² Nach Sammlung Quellenforschung Feldhaus.

1. Schnittgeschwindigkeit. Sie ist die Geschwindigkeit v am Umfang des Bohrers, gemessen in m/min.

Ist d der Durchmesser des Bohrers in mm und n die Umlaufzahl des Bohrers je Minute, so ist $v = \frac{dn\pi}{1000}$ [m/min]. (Aus der Tafel am Ende des Heftes kann für gegebene d und v das zugehörige n oder auch für gegebene d und n das zugehörige v abgelesen werden.)

2. Vorschub. Er ist der Weg s des Bohrers in axialer Richtung in mm für eine Umdrehung des Bohrers.

Ist s_1 der Weg je Minute, so ist $s_1 = n \cdot s$ [mm/min]. s_1 ist ein Maß für die Zerspanungsleistung.

3. Bohrzeit. Bezeichnet T die Zeit in min, die zum Bohren der Lochtiefe t [mm] nötig ist, so ergibt sich: $T = \frac{t}{n \cdot s} = \frac{td\pi}{1000 \cdot v}$ [min].

In t muß die Höhe der Bohrspitze mit enthalten sein, was besonders bei großem Durchmesser und geringer Lochtiefe ins Gewicht fällt.

II. Bohrmaschinen.

Die Bohrmaschinen werden in zwei Hauptgruppen eingeteilt:

1. Maschinen mit umlaufendem Werkzeug.

2. Maschinen mit feststehendem Werkzeug.

Je nach der Lage, in der die Bohrwerkzeuge arbeiten, unterscheidet man ferner: senkrechte und waagerechte Bohrmaschinen.

Unter die Bohrmaschinen mit umlaufendem Werkzeug fallen:

a) Ein- und mehrspindlige Senkrechtbohrmaschinen (Abb. 1—7).

b) Ein- und mehrspindlige Waagrechtbohrmaschinen (Abb. 8 und 9).

Unter die Bohrmaschinen mit feststehendem Werkzeug fallen:

a) Ein- und mehrspindlige Lauf- und Spindelbohrmaschinen (Abb. 10).

b) Senkrecht- und Waagrechtbohrmaschinen mit Revolverkopf (Abb. 11 u. 12).

Die Bohrmaschinen Abb. 1, 2, 3, 4 und 8 sind die gebräuchlichsten. Sie finden hauptsächlich in der Einzel- und Reihenfertigung Verwendung, während die übrigen Maschinen fast nur für Reihen- und Massenfertigung in Frage kommen.

Außer diesen Maschinen gibt es noch eine große Anzahl Sondermaschinen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

A. Bohrmaschinen mit umlaufendem Werkzeug.

Einspindlige Senkrechtbohrmaschinen nach Abb. 1 und 2 sind für hohe Umlaufzahlen — Abb. 1 von 1500—12000, Abb. 2 von 400—4000 — eingerichtet und unter dem Namen Schnellaufbohrmaschinen bekannt.

Die Bohrspindel besitzt Hand-, halbautomatischen und vollautomatischen Vorschub und beschleunigten Rücklauf. Durch den halb- bzw. vollautomatischen Vorschub wird die Leistungsfähigkeit der Maschinen ganz bedeutend erhöht.

Auf der Maschine Abb. 1 können Löcher von 0,25—5 mm und auf der Maschine Abb. 2 Löcher von 2—22 mm gebohrt werden.

Für größere Bohrungen kommen Maschinen nach Abb. 3 in Betracht, die kräftiger gebaut sind, und eine niedrigere Umlaufzahl als die Schnellbohrmaschinen haben.

Sie werden durch Gleichstromregulier- oder polumschaltbaren Drehstrommotor angetrieben, wodurch der Bohrspindel bis zu 40 verschiedene Umdrehungszahlen je Minute von 110÷1100 erteilt werden können. Der Vorschub der Bohrspindel ist halb- und vollautomatisch und kann an beliebiger Stelle von

Hand unterbrochen und ebenso wieder eingeschaltet werden. Er beträgt etwa 0,15—1,8 mm in 6 Abstufungen. Der Kraftverbrauch beträgt bis zu 50 mm Lochdurchmesser und mehr $6 \div 10$ PS.



Abb. 1. Schnellbohrmaschine mit elektrischem Antrieb.

Radialbohrmaschinen (Abb. 4) sind hauptsächlich für große Werkstücke bestimmt, die, einmal aufgespannt, zweckmäßig nicht bewegt werden. Mit Hilfe des schwenkbaren Auslegers, auf dem der Bohrspindelschlitten verschiebbar ist, können alle Löcher in einer Lage des Werkstückes gebohrt werden. Besonders geeignet sind die Maschinen für die Benutzung großer Bohrvorrichtungen mit langen Bohr- und Messerstangen. Die Werkzeuge lassen sich

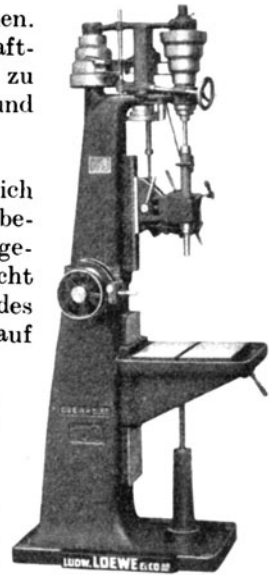


Abb. 2. Schnellbohrmaschine mit Einscheiben-Antrieb.

nach Abschwanken des Auslegers sehr leicht in die Vorrichtung einführen bzw. herausnehmen. Es ist ferner möglich, Reihen von Werkstücken auf die Grundplatte der Maschine aufzuspannen und nacheinander zu bohren¹. Um dieser Beweglichkeit willen werden die Maschinen in steigendem Maße benutzt.

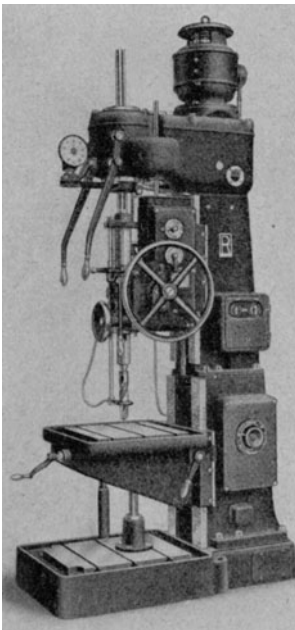


Abb. 3. Schwere Senkrechtbohrmaschine mit elektrischem Antrieb.

Bei den neueren Maschinen liegt der Bereich der Spindeldrehzahlen zwischen etwa 12 und 2100 in reichlicher Abstufung bis zu 36, je nach Maschine und Stromart; der Bereich der Vorschübe zwischen etwa 0,5 und 3,2.

Spindeldrehzahlen und Vorschübe sind sehr bequem und schnell umzuschalten, bei manchen Maschinen (Raboma) durch nur je einen Hebel.

¹ Siehe Heft 42: Wirtschaftliche Herstellung und Ausnutzung der Vorrichtungen.

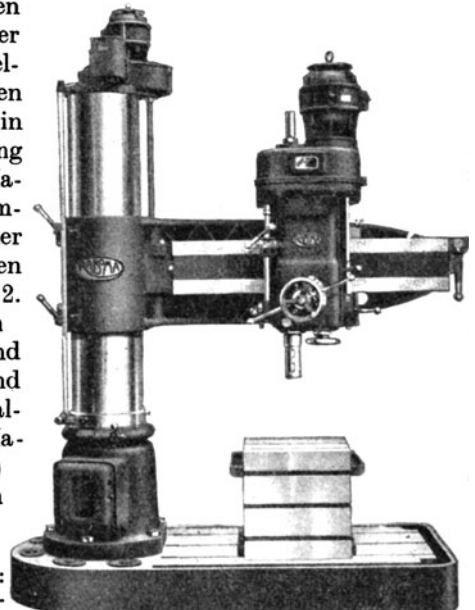


Abb. 4. Radialbohrmaschine mit elektrischem Antrieb.

Der Kraftbedarf der Maschine beträgt je nach Größe 5—20 PS. Für den Spindeltrieb und die Bewegung des Auslegers sind getrennte Motore vorgesehn.

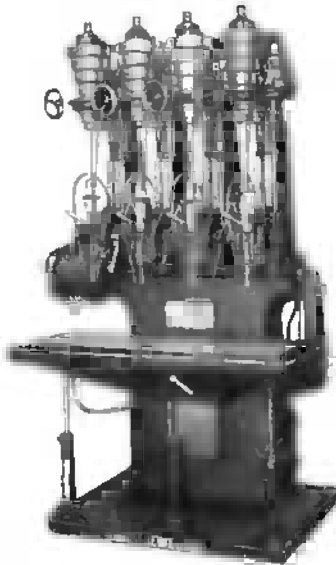


Abb. 5. Mehrspindlige Senkrechtbohrmaschine mit feststehenden Spindeln.

Mehrspindlige Senkrechtbohrmaschinen nach Abb. 5—7 werden hauptsächlich in der Massenfertigung verwendet. Bei der Maschine Abb. 5 kann jede Spindel einzeln von Hand, halb- und vollautomatisch bewegt werden. Es können auf ihr Teile mit verschieden großen Löchern gebohrt werden, indem das Werkstück von Spindel zu Spindel weitergeschoben wird.

Abb. 6 zeigt eine einspindlige vollautomatische Bohrmaschine mit einem vierspindligen Bohrkopf und einer Schwenkvorrichtung, bei der während des Bohrens die Werkstücke aus- und eingespannt werden.

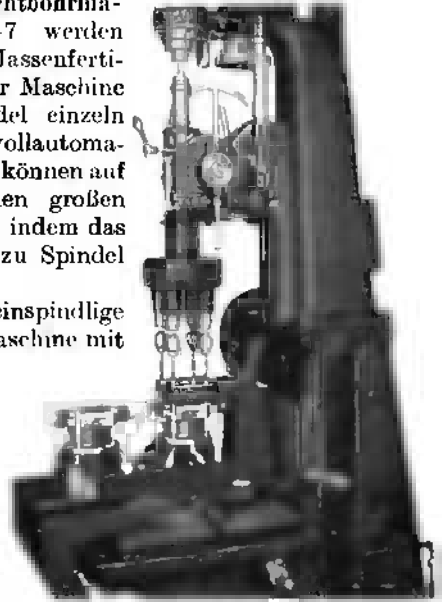


Abb. 6. Vollautomatische Bohrmaschine mit vierspindligem Bohrkopf.

Bei der Maschine Abb. 7 sind die Spindeln beliebig verstellbar: kreisförmig, im Viereck oder dergleichen. Sämtliche Spindeln werden gleichzeitig vorgeschoben. Diese Maschinen werden hauptsächlich zum Bohren der Löcher in Flanschen und Deckeln an Zylinder oder Ventilen verwendet, jedoch nur bei Massen- oder größerer Reihenfertigung.

Genaugigkeit der Senkrechtbohrmaschinen: Hohe Genauigkeit in der Richtung eines Loches, sei es senkrecht zur Auflagefläche, sei es parallel zur Bohrspindel, kann man an den Senkrechtbohrmaschinen nur mit umlaufendem Werkzeug nur dann erreichen, wenn man das Werkzeug in Buchsen führt, d. h. bei Benutzung besonderer Vorrichtungen.

Die Spindellager aller dieser senkrechten Maschinen sind für die Aufnahme seitlicher Drücke wenig geeignet; es sollte also an diesen Maschinen nur mit mehrschneidigen Werkzeugen gearbeitet werden, bei denen sich die Schnittdrücke quer zur Achse aufheben, oder



Abb. 7. Vielspindlige Senkrechtbohrmaschine mit verstellbaren Spindeln.

mit einschneidigen Werkzeugen (Bohrstangen usw.) doch nur dann, wenn sie nochmals in einer Buchse geführt werden.

Waagerechthoermaschinen nach Abb. 8 sind hauptsächlich für schwere und schwierig zu bearbeitende Teile bestimmt, und zwar dort, wo ohne Bohrvorrichtung

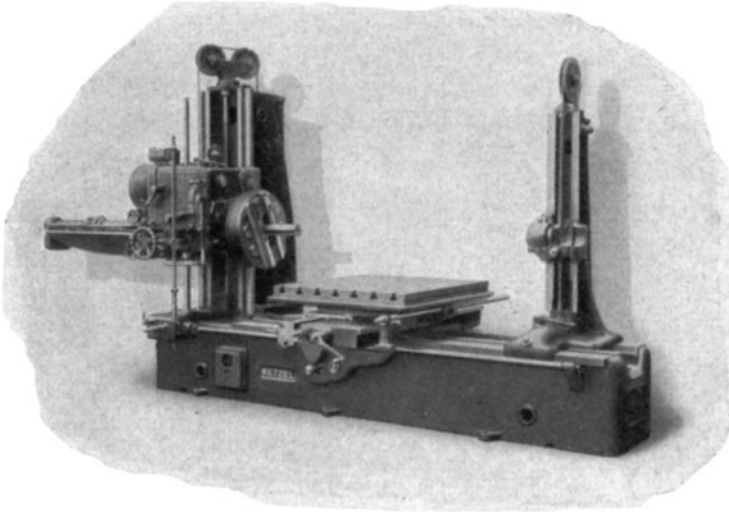


Abb. 8. Waagerechthoerwerk.

genau gearbeitet werden soll. Im Gegensatz zu den senkrechten Bohrmaschinen ist das Spindellager dieser waagerechten Maschinen so konstruiert, daß es auch seitlichen, quer zur Achse stehenden Druck aufnehmen, daß also auch mit ein-

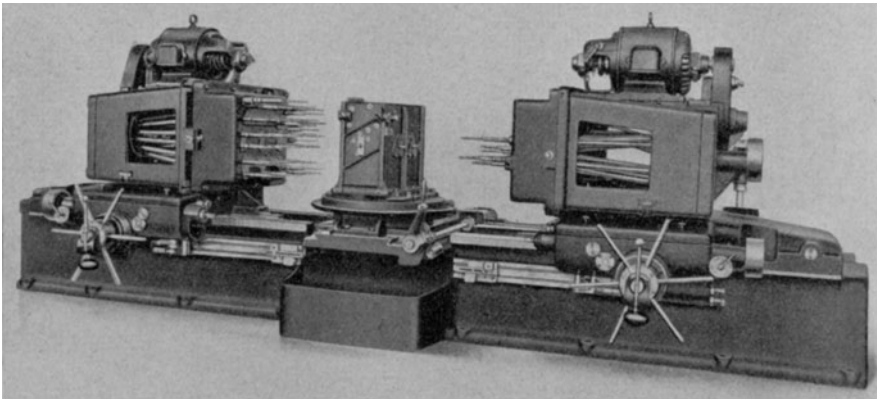


Abb. 9. Vielspindlige Waagerechthoermaschine.

schneidigen Bohrstählen bzw. Bohrstangen gearbeitet werden kann. Die Bohrstangen werden meist in einem besonderen Gegenhalter geführt. Reiche Einstellungsmöglichkeiten des Tisches und der Bohrspindel machen die Maschine sehr vielseitig: Ist ein Werkstück aufgespannt, so können Löcher in verschiedenen Richtungen und Entfernungen eingebohrt werden, ohne es umzuspannen. Bei Reihenfertigung wird man allerdings das Abspannen der Werkstücke nach jeder Arbeitsstufe vorziehen, da es einfacher ist als das Spindelverstellen.

Abb. 9 zeigt eine **vielspindlige Waagrechtbohrmaschine**, mit der Löcher in Flansche an Zylindern und Ventilen und an Automobilzylinder, Motorgehäuse große Ventile usw. von zwei (bzw. auch drei) Seiten gleichzeitig gebohrt werden.

Die Bohrspindeln werden jeweils der Arbeit entsprechend eingestellt.

Diese Maschinen sind auch nur für Massen- oder größere Reihenfertigung geeignet, da das Einstellen der Bohrspindel sich sonst nicht lohnt.

B. Bohrmaschinen mit feststehendem Werkzeug.

Bohrmaschinen mit feststehendem Werkzeug sind die Spindel- und Hohlbohrmaschinen (Abb. 10) und die Waagrecht- bzw. Senkrechtbohrmaschinen mit

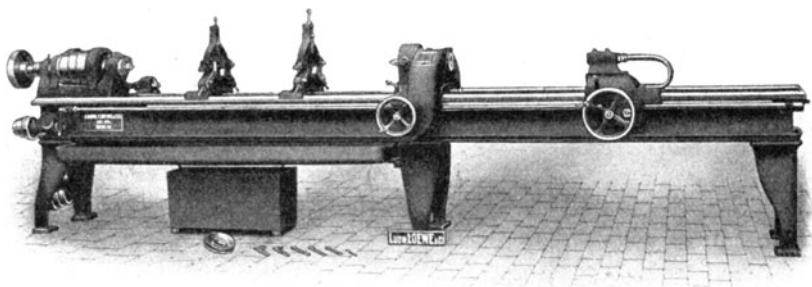


Abb. 10. Spindelbohrmaschine.

Revolverkopf (Abb. 11 und 12). Das feststehende Werkzeug arbeitet günstiger als das umlaufende, da es nur eine Bewegung, und zwar die vorschiebende, auszuführen hat. Beim Bohren tiefer Löcher ist das besonders wichtig, da das Werkzeug infolgedessen ruhiger steht und nicht so leicht verläuft. Außerdem läßt sich die Kühlflüssigkeit besser durch das Werkzeug leiten. Der Revolverkopf gestattet mehrere Werkzeuge hintereinander zu verwenden, was bei den Maschinen mit umlaufendem Werkzeug nur auf kostspielige Weise möglich ist.

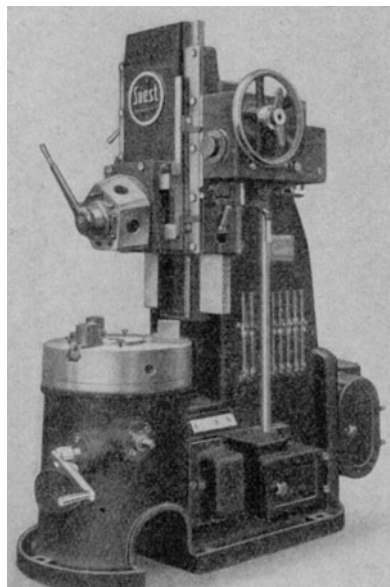


Abb. 11. Senkrechtbohrmaschine mit Revolverkopf.

Auf der Bohrmaschine Abb. 10 werden im allgemeinen nur Spindeln, Hülsen, Gewehrläufe, Kanonenrohre und ähnliche Teile gebohrt. Der Vorschub ist zwangsläufig und meist sehr gering. Die Späne werden durch hohen Öldruck — das Öl gelangt durch ein Rohr bis an die Schneide des Bohrers — aus der Bohrung herausgeführt und fließen infolge der großen Spannung des Bohrers gut ab.

Auf den Bohrmaschinen Abb. 11 u. 12 werden Arbeiten ausgeführt, bei denen mehrere Arbeitsstufen vorkommen, z. B. Zentrieren, Vorbohren, Nachbohren, Vor- und Fertigreiben. Infolge der kurzen Bewegung des Revolverschlittens können nur Boh-

rungen von etwa $200 \div 400$ mm Länge gebohrt werden. Diese Maschinen eignen sich besonders zum Bohren und Reiben von Rädern, Büchsen, Riemenscheiben usw., die in größeren Mengen hergestellt werden.

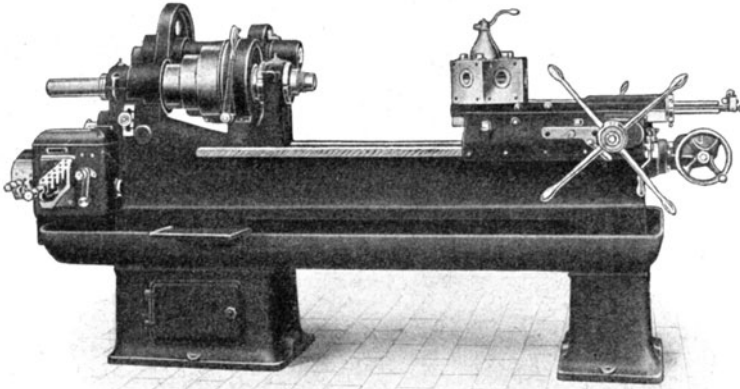


Abb. 12. Waagrechtbohrmaschine mit Revolverkopf.

Die Maschine Abb. 11 wird mehr für schwerere Werkstücke benutzt, da sie auf den waagerechten Tisch sehr bequem aufgespannt werden können, während die Maschine Abb. 12 sich mehr für leichtere Werkstücke eignet.

III. Spitzbohrer.

Der Spitzbohrer ist die Urform des Bohrers. Er besteht aus einem flach geschmiedeten Stück härtbaren Stahles, das an seiner Unterseite unter einem bestimmten Spitzenwinkel angeschliffen wird. Ursprünglich war jede der beiden schrägen Kanten von beiden Seiten, d. i. dachförmig, abgeschrägt, so daß sie nach beiden Richtungen hin schneiden konnten. Dies war notwendig, weil früher die Bohrer mit Hilfe des sog. Fiedelbogens hin- und hergedreht wurden. Bei dieser Art der Zuspitzung entstand ein sehr stumpfer Schnittwinkel, so daß die Kanten mehr schabten als schnitten. Nachdem Maschinen aufgekommen waren, die den Bohrer nur in einer Richtung drehen, konnte die Konstruktion der Spitzbohrer gemäß Abb. 13 geändert werden:

Die Schneiden a_1b_1 und a_2b_2 , unter dem Winkel φ gegeneinander geneigt, sind zur Hälfte an den rechten, zur Hälfte an den linken Rand des Bohrers gelegt und haben einen Hinterschliff erhalten, durch den die Querschneide b_1b_2 entstanden ist. Der Hinterschliff wird dadurch erreicht, daß die Fläche C ,

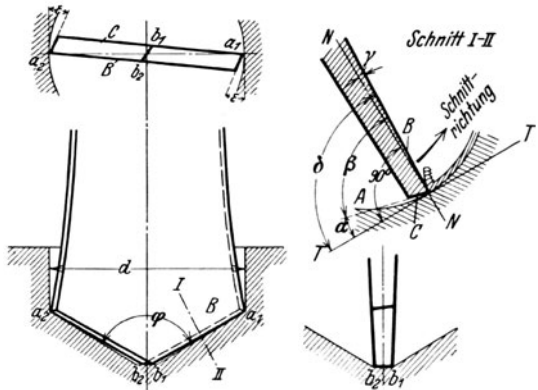


Abb. 13. Konstruktion des Spitzbohrers.

d Bohrerdurchmesser, a_1b_1 , a_2b_2 Schneidkanten, b_1b_2 Querschneide, A Schnittfläche, B Span(Brust)fläche, C Hinterschliff(Frei)fläche, $N-N$ Normale der Schnittfläche, $T-T'$ Tangente der Schnittfläche, α Hinterschliff(Frei)winkel, β Kellwinkel, γ Span(Brust)winkel, δ Schneidwinkel, φ Spitzenwinkel.

die Freifläche (Hinterschleiffläche), um den $\angle a$, den Freiwinkel, gegen die Schnittfläche A bzw. die Tangente T an A , geneigt wird.

Aber auch bei dieser Ausführung ist der Schnittwinkel $\delta > 90^\circ$, weil die vordere Fläche B des Bohrers um den Spanwinkel γ gegenüber der (rechtwinklig zu T stehenden) Normalen N nach vorn geneigt ist, so daß γ negativ ist. Infolgedessen stauchen die Schneidkanten bei der Spanbildung den Werkstoff stark auf, d. h. sie schneiden die meisten Werkstoffe schwer (Abb. 14).

Dieser Nachteil machte sich besonders dort bemerkbar, wo die Maschine noch durch Hand oder Fuß betrieben wurde.

Man kam daher darauf, diesen Schnittwinkel zu verrin-

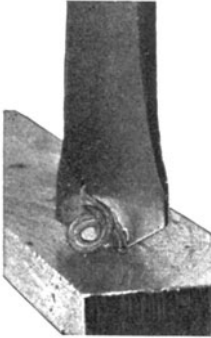


Abb. 14.

Spanbildung beim Spitzbohrer mit und ohne Hohlkehlan schliff.

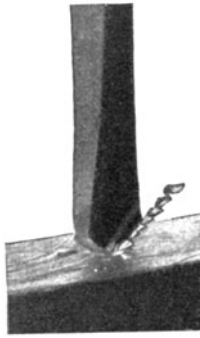
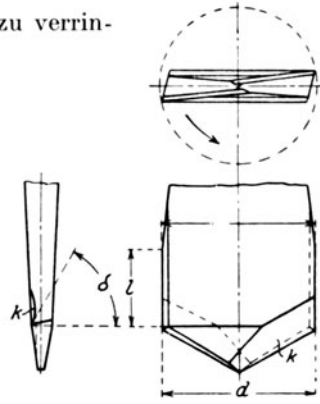


Abb. 15.

Abb. 16. Verbesserter Spitzbohrer (Hohlkehle k , Schnittwinkel $\delta < 90^\circ$, Ende parallel.

gern, indem man längs der Schneidkanten Hohlkehlen (Abb. 15 u. k in Abb. 16 u. 20) anschliff. Nunmehr schnitt der Bohrer leichter. Der Nachteil dieser Hohlkehlen ist, daß der Bohrerquerschnitt an der Spitze geschwächt wird, daß der Spanwinkel (γ) leicht zu groß bzw. der Schnittwinkel (δ) zu klein wird und daß nach Abstumpfen der Schneiden ein größeres Stück abgeschmiedet werden muß, um den Bohrer wieder gebrauchsfähig zu machen. Hierbei verringert sich auch der Durchmesser. Ein

weiterer Nachteil besteht in der geringen Führung des Bohrers im Loch, da der größte Durchmesser nur an den Schneidecken vorhanden ist und der Bohrer sich nach hinten verjüngt. Maßhaltigkeit und Führung wurden verbessert durch die Ausführung nach Abb. 16. Zur besseren Entfernung der Späne bei zähen Werkstoffen wurden weiterhin Spanbrechernuten (Abb. 17) angebracht. In dieser Form finden sich heute noch Spitzbohrer bei der Bearbeitung von Löchern geringer Tiefe, besonders in spröden Werkstoffen: Gußeisen, Bronze, Messing, auf Revolverbänken und Automaten. Hier ist es häufig auch notwendig, abgesetzte oder nicht zylindri-

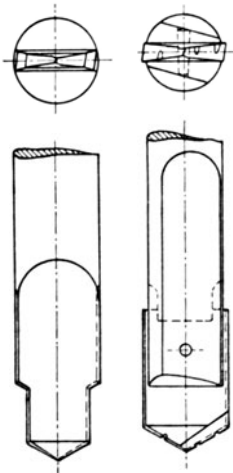
Abb. 17. Spitzbohrer mit Spanbrechernuten (n).

Abb. 18.

Abb. 19.

Sonderformen der Spitzbohrer.

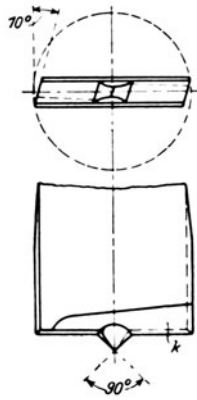


Abb. 20.

sche Löcher zu bohren. Der Spitzbohrer ist leicht für derartige Formen herzustellen. Abb. 18 zeigt einen abgesetzten Bohrer.

Wie eine Ersparnis an dem teuren Schnellstahl erreicht werden kann, zeigt Abb. 19. Ein Schnellstahlmesser ist in einen Schaft aus gewöhnlichem Stahl eingesetzt und kann nach Verbrauch ersetzt werden.

Zum Bohren von Löchern, die auf dem Grund flach sein müssen, verwendet man Zentrumborher (Abb. 20), bei denen die Schneiden unter 180° angeschliffen sind und nur in der Mitte eine kurze Spitze stehenbleibt. Diese führt den Bohrer gut, so daß die mit solchen Bohrern gebohrten Löcher sehr maßhaltig sind.

Die Leistung des Spitzbohrers ist beschränkt durch seine geringe Starrheit, die ungünstigen Spanwinkel und die meist schlechte Spanabfuhr, (Abb. 21 a); er ist daher in den meisten Fällen durch den Spiralbohrer verdrängt worden.

IV. Spiralbohrer.

A. Konstruktion des Spiralbohrers.

Allgemeines. Die großen konstruktiven Vorzüge des Spiralbohrers, die ihn zum wichtigsten Werkzeug der Bohrererei gemacht haben, sind:

1. Richtiger, positiver Spanwinkel infolge des schraubenförmigen Anstiegs der beiden, an der Spitze bei den Schneidkanten beginnenden Nuten (kein Einschleifen).

2. Gleichbleiben des Durchmessers nach dem Schleifen, bis zuletzt (kein Schmieden).

3. Gute Führung durch die Fasen an den stehenbleibenden schraubenförmigen Stegen.

4. Gute Abfuhr der Späne durch die schraubenförmigen Nuten.

Zur Wahrung der nötigen Starrheit muß in der Mitte des Bohrers der „Kern“ — auch „Seele“ genannt — stehenbleiben. Die Mög-

lichkeit, die Steigung der Schraubenlinie frei zu wählen, ergibt eine große Anpassungsfähigkeit des Spanwinkels γ (Abb. 22 und 24) an den zu bohrenden Werkstoff. Die allmählich steigenden Nuten wirken wie eine Förderschnecke; sie erleichtern das Herausschaffen der Bohrspäne, wenn sie infolge der Reibung an der Lochwand gegen die Drehung des Bohrers zurückbleiben suchen. Sie treffen hierbei auf die schräge Nutenfläche, und die ursprünglich in der Bewegungsrichtung verlaufende Druckkraft R (Abb. 21b) wird in ihre Teilkräfte rechtwinklig (N) und längs dieser Fläche (S) zerlegt. Die in Richtung der Nutenfläche wirkende Kraft S trägt wesentlich zur Spanförderung bei, im Gegensatz zur Kraftwirkung am Spitzbohrer, bei dem die Späne in Richtung der Bohrerachse nur infolge des Druckes der neu entwickelten Späne abgeführt werden müssen (Abb. 21 a). Im folgenden seien die einzelnen Konstruktionsgrößen kurz beschrieben (Abb. 22):

Durchmesser und Länge sind entsprechend den am häufigsten vorkommenden Lochtiefen genormt (nach DIN-Blatt 329—350). Ein besonderes DIN-Blatt (336) enthält die Durchmesser der häufig vorkommenden Bohrer zur Herstellung der Kernlöcher von Innengewinden (Kernlochbohrer).

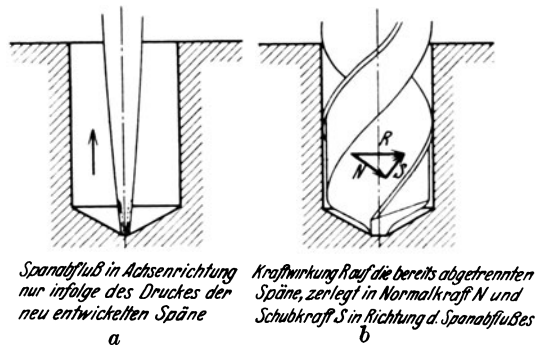


Abb. 21. Spanförderung beim Spitz- und Spiralbohrer.

Die Herstellungsgenauigkeit für die Durchmesser guter Spiralbohrer entspricht dem unteren Abmaß der Schlichtwelle (sW) nach DIN 154:

Durchmesserbereich Nennmaße in mm	bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 18	über 18 bis 30	über 30 bis 50	über 50 bis 80	über 80 bis 120
Zulässige Ab- weichungen in mm	+0 -0,018	+0 -0,025	+0 -0,030	+0 -0,035	+0 -0,045	+0 -0,050	+0 -0,060	+0 -0,070

Damit die Bohrer unbedingt an der Spitze frei schneiden, führt man sie meist mit einer Verjüngung zum Schaft hin aus, die bis zu 0,1 mm auf 100 mm betragen

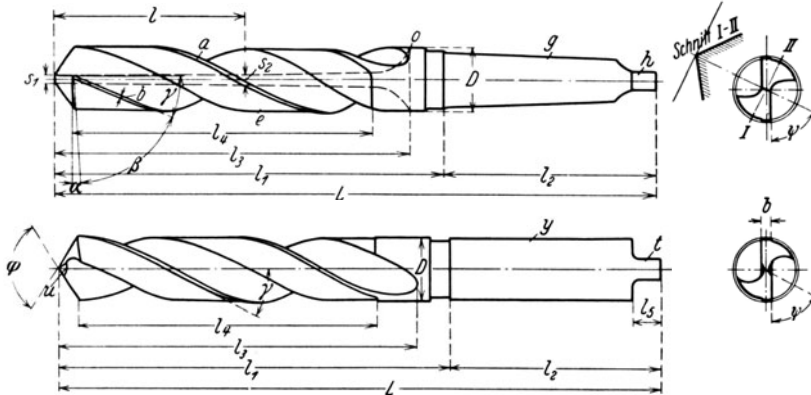


Abb. 22. Konstruktion des Spiralbohrers.

D Bohrerdurchmesser, L ganze Länge, l_1 Länge ohne Schaft, l_2 Schaftlänge, l_3 Spirallänge, l_4 Schneidlänge = Bohrtiefe, l_5 Länge des Mitnehmerlappens, a Fäse, b Fasenbreite, c Rücken (Steg), h Kegellappen, o Auslauf der Spirale, s_1, s_2 Kernstärke $\left(\frac{(s_2 - s_1) 100}{l} = \text{Kernsteigung in } \frac{\circ}{100}\right)$, t Mitnehmerlappen, u Ausspitzung, g kegelförmiger Schaft, y zylindrischer Schaft, α Hinterschleifwinkel, β Keilwinkel, γ Spanwinkel, Spiralsteigung (weiter Drall: γ klein, enger Drall: γ groß), φ Spitzenwinkel, ψ Winkel der Querschnitte.

kann. Annähernd zylindrisch geschliffen müssen dagegen Bohrer sein, die sich in Bohrbuchsen genau führen sollen.

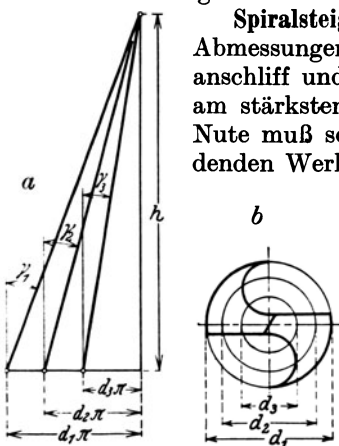


Abb. 23.

ergibt sich zur Mitte hin eine verschlechterte Schneidwirkung, die

¹ Siehe auch Abschnitt: Bearbeitbarkeit verschiedener Werkstoffe.

man durch ein bestimmtes Ausspitzverfahren allerdings z.T. wieder ausgleichen kann¹.

Die Bedingungen für die Ausführung der Nutenform sind ebenfalls: möglichst gute Spanabfuhr und Widerstandsfähigkeit des Bohrers. Die Schneidkanten müssen gerade Linien sein, da vorgewölbte Schneidkanten Veranlassung zum Rattern, zurückgewölbte zum Einhaken und Ausbrechen der Bohrerecken, auch infolge von Spanklemmungen, geben. Durch diese Forderung ist die Form des vorderen Teiles der Nutenfläche bei bestimmtem Spitzenwinkel und bestimmter Spiralsteigung eindeutig festgelegt. Der hintere Teil der Nutenfläche kann nach dem Ermessen des Konstrukteurs gewählt werden. Die Bestimmung der richtigen Nutenform für geradlinigen Verlauf der Schneidkante sowie des dazu gehörigen Fräasers ist eine Aufgabe der darstellenden Geometrie, die in der Literatur häufiger eingehend behandelt worden ist².

Der Kern des Bohrers wird üblicherweise mit etwa $0,13-0,15d$ für $d < 10$ mm und $0,25d$ für $d > 10$ mm angenommen. Für besondere Arbeiten, bei denen große Starrheit verlangt wird, gibt es Bohrer mit verstärktem Kern.

Spitzenanschliff. Ohne zweckmäßigen Anschliff kann der Spiralbohrer nicht gut schneiden. Abb. 22 zeigt die übliche Form des Anschliffes. Man erkennt die beiden unter dem Spitzenwinkel $\varphi \approx 118^\circ$ im Abstand der Kernstärke windschief zueinander liegenden geraden Schneidkanten. Sie sind verbunden durch die Querschneide, d. i. die Schnittlinie der beiden Hinterschleifflächen. Damit die Schneidkanten beim Bohren ohne Schwierigkeiten in den Werkstoff eindringen können, muß die Neigung der Hinterschleifflächen C (Abb. 24) um den Winkel α (Freiwinkel) größer sein als die Neigung ϑ der schraubenförmigen Schnittfläche A . Dabei ist ϑ bestimmt durch den Vorschub s (mm/U) und den Umfang $d_x\pi$ des Bohrers bzw. durch s und den Umfang $d_x\pi$, wenn ϑ nicht am Außendurchmesser, sondern an einem kleineren Durchmesser d_x des Bohrers gemessen wird. Abb. 24 zeigt ohne weiteres, daß $\tan \vartheta = s/d_x\pi$, also ϑ um so größer ist, je kleiner d_x , d. h. je näher der Achse gemessen wird (siehe auch Tabelle 2).

Es liegt nahe, die Hinterschleifflächen ebenfalls als Schraubenflächen mit überall gleicher Steigung h (Abb. 25) auszubilden. Dies ist jedoch nicht an-

gänglich, weil die um die Querschneide liegenden Teile des Bohrers zu sehr geschwächt würden und der Bohrer daher ausbrechen könnte. Man kann eine verzerrte Schraubenfläche wählen, deren Steigung h_1 nach der Mitte zu kleiner wird (Abb. 25). Eine zweite Möglichkeit besteht darin, die Hinterschleiffläche als Teil eines Kegelmantels auszubilden. Der Kegelflächenschliff gibt, wie der

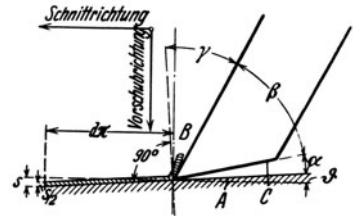


Abb. 24.
Abwicklung eines Zylinderschnitts.

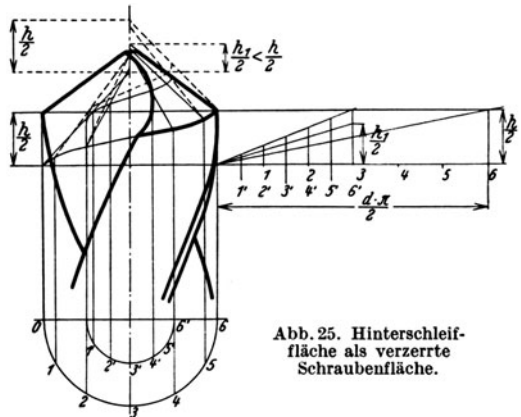


Abb. 25. Hinterschleiffläche als verzerrte Schraubenfläche.

¹ Siehe S. 17 und Abb. 32a und b.

² Werkstattstechnik 1911 S. 560. — Z. Mathematik u. Physik 1909 H. 3. — Werkstattstechnik 1921 S. 692ff. — Maschinenbau 1925 H. 18.

Schraubenflächenschliff, einen nach der Mitte zu ansteigenden Hinterschleifwinkel. Er gestattet auch, die Größe dieses Winkels frei zu wählen, dadurch, daß man den Ausschnitt aus dem in Abb. 26 eingezeichneten Kegelmantel demgemäß bestimmt. Maßgebend sind dafür die Untermittstellung a der Schneidkante unter die Schwenkachse, der Winkel zwischen Schwenkachse und Bohrerachse (z. B. 20°) und der Abstand A des Schnittpunktes der Schwenk- und Bohrerachse (in der Projektion) vom Schleifscheibenumfang. Bei richtigen Hinterschleifwinkeln α (an der Spitze $\alpha = 25^\circ$, am Umfang $\alpha = 6^\circ$) lassen sich A und a immer so wählen, daß die richtige Querschneidenlage zur Hauptschneide unter etwa 55° eingehalten

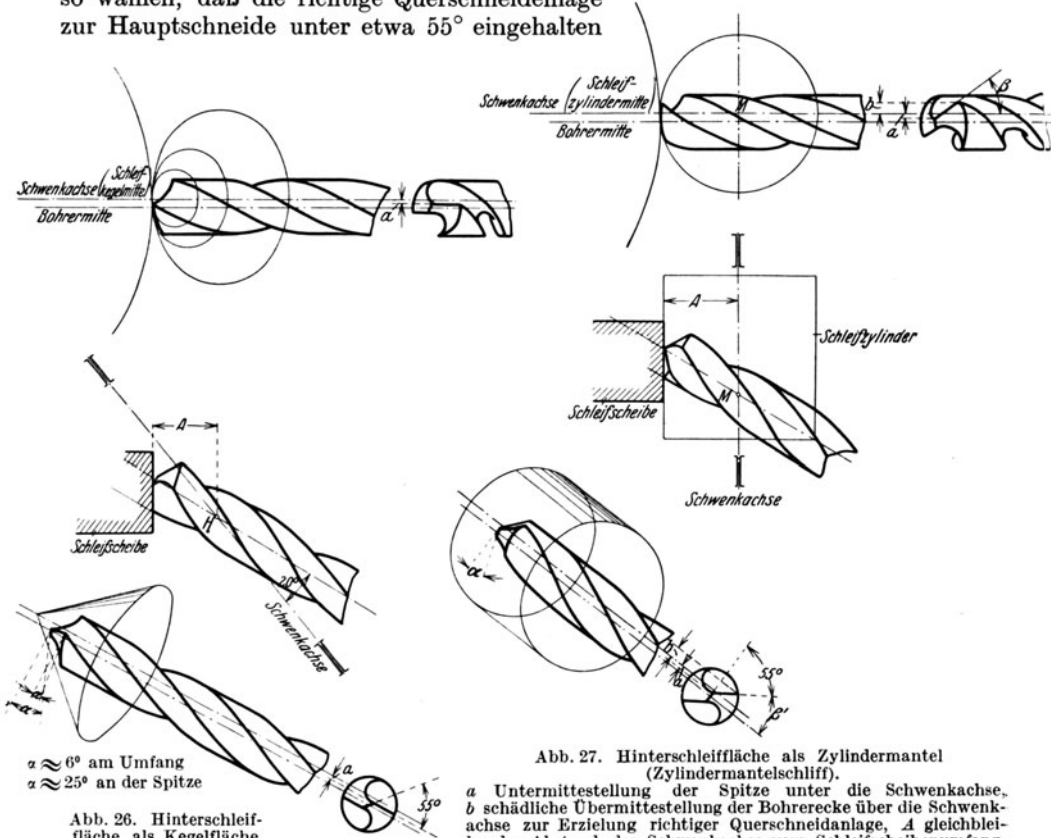


Abb. 27. Hinterschleiffläche als Zylindermantel (Zylindermantelschliff).

a Untermittstellung der Spitze unter die Schwenkachse, b schädliche Übermittstellung der Bohreracke über die Schwenkachse zur Erzielung richtiger Querschneidenanlage, A gleichbleibender Abstand der Schwenkachse vom Schleifscheibenumfang.

Abb. 26. Hinterschleiffläche als Kegelfläche (Kegelmantelschliff).

a Untermittstellung der Schneide unter die Schwenkachse, A Abstand des Schnittpunktes von Schwenk- und Bohrerachse (in der Projektion) vom Schleifscheibenumfang, veränderlich.

wird. Die zur Herstellung einer solchen Fläche erforderliche Maschine ist von einfacher Bauart.

Ein Grenzfall des Kegelmantelschliffs ist der Zylinderschliff, bei dem die Hinterschleiffläche den Ausschnitt eines Zylindermantels bildet (Abb. 27). Derart ausgebildete Anschliffe sind ungünstiger, weil es schwer ist, gleichzeitig am Außendurchmesser und an den Durchmessern um die Querschneide herum günstige Schnittwinkel zu erzielen. Eine Verkleinerung des Hinterschleifwinkels α am Umfang gegenüber der Mitte läßt sich nur durch Schräglage der Schneidkante zur Schwenkachse um den Winkel β' (bzw. β) erreichen, wodurch die Untermittel-

lung a an den einzelnen Punkten der Schneide verändert wird. Will man gleichzeitig die richtige Querschneidenlage unter 55° zur Hauptschneide erreichen, so muß man den Bohrer so stark drehen, daß die Ecke der Schneidkante um das Maß b über der Schwenkachse liegt, wodurch an dem über der Schwenkachse liegenden Teil der Schneidkante der Hinterschleifwinkel negativ wird. Eine befriedigende Lösung dieser Schwierigkeiten gelingt nur bei kleinen Bohrerdurchmessern.

Der für größere Bohrer am weitesten verbreitete Normalanschliff hat einen Spitzwinkel von 116 bis 118° , und der Winkel, den die Querschneide mit den Hauptschneiden bildet, ist 55° . Die bei einem bewährten Anschliff gemessenen Winkel der Hinterschleiffläche sind aus Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle 1. Winkel an der Schneide eines Bohrers von 25 mm Außendurchmesser, gemessen in verschiedenen Abständen von der Achse.

Mess- $\varnothing$ mm	Hinterschleifwinkel ¹		Spanwinkel rechtwinklig zur Schneidkante gemessen
	gemessen auf konzentrisch zur Bohrerachse liegenden Zylinder- flächen (Richtung a, b, c , Abb. 28).	gemessen rechtwinklig zur Schneidkante (Richtung a_1, b_1, c_1 Abb. 28).	
5	$29^\circ 50'$	6°	5°
10	$16^\circ 50'$	4°	$13-14^\circ$
15	$13^\circ 50'$	2°	$21-23^\circ$
20	$9^\circ 40'$	2°	$25-27^\circ$
25	$8^\circ 30'$	2°	30°

¹ Ohne Rücksicht auf die Neigung der Schnittfläche.

Bemerkenswert ist die Zunahme der Neigung der Hinterschleiffläche von $8^\circ 30'$ am Außendurchmesser bis auf $29^\circ 50'$ vor der Querschneide, gemessen auf Zylinderflächen. Eine Zunahme ist deshalb notwendig, weil ja auch die Steigungswinkel θ der Schraubenfläche, die die Schnittfläche bildet, zur Bohrermitte zu ansteigen².

Tabelle 2. Neigungswinkel θ der Schnittfläche an verschiedenen Durchmessern (s. Abb. 23).

Meß- $\varnothing$ mm	Vorschub s		
	$= 0,5$	$= 1,5$	$= 3 \text{ mm/U}$
25	$22'$	$1^\circ 6'$	$2^\circ 11'$
15	$36^\circ 30''$	$1^\circ 49'$	$3^\circ 39'$
5	$1^\circ 50'$	$5^\circ 28'$	$10^\circ 49'$

Bedenken hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit der Schneiden bei so großen Freiwinkeln bestehen nicht, denn obgleich die Winkel, in der Bewegungsrichtung gemessen, groß sind, werden sie, in der Kraftrichtung, also rechtwinklig zur Schneidkante gemessen (siehe Abb. 28), kleiner als bei einem normalen Drehstahl.

Tabelle 3.

Hinterschleifwinkel und Querschneidenwinkel von Bohrern von 2–100 mm $\varnothing$.

Nach Versuchen des Versuchsfeldes von R. Stock & Co.

Bohrer- $\varnothing$ mm	Hinterschleifwinkel am Umfang, etwa $^\circ$	Querschneiden- winkel, etwa $^\circ$
2,0—3,5	14	47
3,6—5,0	11	48
5,1—7,0	9	49
7,1—11,0	9	50
11,1—18,0	8	52
18,1—30	7	55
30,1—55	6	55
55,1—100	5	55

Mit dem Bohrerdurchmesser ändern sich die günstigsten Frei- und Querschneidenwinkel nach Tabelle 3.

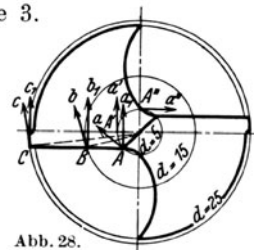


Abb. 28.

² Siehe S. 12, Abb. 23 und Tabelle 2.

Der normale Spitzenwinkel von rund 118° ist nicht in allen Fällen angebracht. Bei einer Reihe später zu erwähnender Arbeiten sind flachere oder spitzere Winkel günstiger.

Ausspitzung. Den Teilen der Hinterschleiffläche vor der Querschneide muß besondere Beachtung geschenkt werden, weil die Querschneide ebenfalls Späne abheben muß, aber im Gegensatz zu der Hauptschneide unter sehr ungünstigen Verhältnissen. Der Spanwinkel — wenn man überhaupt von einem solchen sprechen kann — vor der Querschneide ist negativ (s. Abb. 22 Schnitt I—II). Es bleibt zwischen der Schnittfläche und der Hinterschleiffläche kaum genügend Raum für die

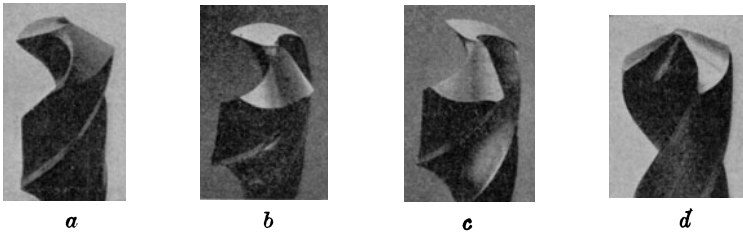


Abb. 29. Ausspitzung der Spiralbohrer.
a gut, b—d schlecht.

von der Querschneide abgeschabten Späne. Man muß daher danach trachten, den Abfluß der Späne gerade an dieser Stelle zu verbessern, wozu in der Hauptsache das Ausspitzen der Querschneide dient. Die Ausspitzung entsteht durch Wegschleifen der von der Querschneide und Hauptschneide gebildeten Ecke, wodurch an Stelle der Ecke eine schräge Verbindungslinie zwischen Hauptschneide und Querschneide gebildet und gleichzeitig der Rücken des Bohrers abgeschrägt wird. Die Späne können durch die entstandene Aushöhlung leichter abfließen; die Folge ist eine bedeutende Verringerung des Axialdruckes. Die Ausführungsarten der Ausspitzungen sind sehr verschieden, und zwar bezüglich der Verkürzung der Querschneide, der Schräglage und Länge der neu entstandenen Verbindungsschneide zwischen Querschneide und Hauptschneide, der Länge des Auslaufs rechtwinklig zur

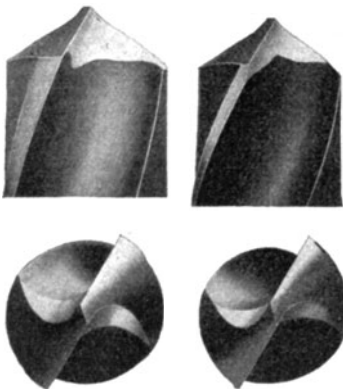


Abb. 30. Korrigierte Schneiden für harte und spröde Werkstoffe mit kleinem Spanwinkel und ohne unterhöhlte Querschneide.

Bohrerachse zum Bohrerücken hin und parallel zur Bohrerachse zum Kern hin. Die gute Ausspitzung in Abb. 29a geht höchstens bis über ein Drittel der Hauptschneiden, verkürzt die Querschneide um etwa die Hälfte ihres ursprünglichen Wertes, ohne daß die neu entstandenen Spanwinkel größer als etwa 5° sind. Gefährlich sind Ausspitzungen, die die Schneideteile in der Nähe der Querschneide stark unterhöhlen (Abb. 29 b, c), ebenso zu starke Schwächungen der Querschneide und des unter der Querschneide liegenden Teiles des Bohrerkerens (Abb. 29d).

Korrigierte Schneiden. Wird die Verbindungslinie zwischen Hauptschneide und Querschneide bis zum Bohrerumfang verlängert, so also, daß von den ursprünglichen Hauptschneiden nichts mehr stehenbleibt, so erhält man die „korrigierten“ Schneiden. Die Hauptschneiden sind also aus ihrer ursprünglichen Lage mehr zur Bohrermitte hin um die am Umfang liegenden Schneidenecken gedreht, wodurch zunächst eine Verkürzung der Quer-

schneide erzielt wird. Gleichzeitig kann man eine Veränderung — und zwar Vergrößerung oder Verringerung — der für den Schneidvorgang wichtigen Spanwinkel längs der ganzen Schneide erreichen. Durch Verringerung des Spanwinkels — zweckmäßig beim Bohren spröder oder sehr harter Werkstoffe — erhält man die Form Abb. 30. Eine Unterhöhlung der Querschneide tritt hier nicht ein. Beim Bohren der üblichen Stähle des Maschinen-, Schiffs- und Brückenbaus würde diese Maßnahme aber eine unerwünschte Stauchung der Späne und dadurch erhöhten Kraftbedarf ergeben. Richtiger ist hier, die günstigen Spanwinkel am Außendurchmesser auch an den inneren Schneidteilen zu erzeugen. Schleift man geradlinig über die Schneide hinweg, so wird die Querschneide stark unterhöhlt (Abb. 31), was unwirtschaftlich und gefährlich ist. Eine Ausspitzung, die diesen Nachteil vermeidet und trotzdem die günstigen äußeren Spanwinkel bis dicht an die Querschneide heranhführt, zeigt Abb. 32a/b¹. Längs der Schneide ist eine ebene Fläche mit gleichbleibendem Spanwinkel angeschliffen, die am Umfang breiter ist und zur Mitte hin schmaler wird, also ein spitzes Dreieck bildet. Die Spitze dieses Dreiecks liegt etwas unterhalb der von Haupt- und Querschneide gebildeten Ecke. An die ebene Dreiecksfläche schließt sich eine verwundene Fläche an. Diese Fläche dringt nahe der Querschneide bis fast zur Hauptschneide vor, so daß der große Spanwinkel an dieser Stelle nur noch an einem ganz schmalen Streifen vorhanden ist und dann sofort in die Rundung der verwundenen Fläche übergeht. Die Vorteile dieser Schneidenkorrektur, die nicht unbedingt bis ganz an den Bohrerumfang herangeführt zu werden braucht (Abb. 32a), bestehen nicht nur in einer erheblichen Verringerung des

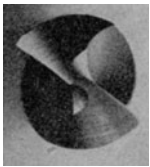
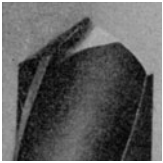


Abb. 31. Korrigierte Schneiden mit längs der ganzen Schneide gleichbleibendem günstigen Spanwinkel, aber unterhöhlter Querschneide (ungünstig).

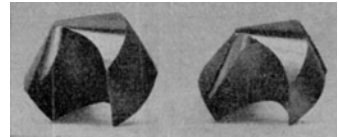


Abb. 32a.

Abb. 32b.

Korrigierte Schneiden mit längs der Schneide fast gleichbleibendem günstigen Spanwinkel und nicht unterhöhlter Querschneide (gut). Abb. 32a nicht bis zum Umfang durchgeführte Korrektur, Abb. 32b bis zum Umfang durchgeführte Korrektur.

Axialdrucks, sondern auch des Drehmomentes und — wenigstens auf Stählen geringer und mittlerer Festigkeit — in einer Verlängerung der Lebensdauer der Schneiden².

Sonderanschliffe. Neben der normalen Ausführung des Spitzenanschliffs und der Ausspitzung kommen eine Reihe mehr oder minder bewährter Sonderanschliffe vor. Eine Maschine stellt einen Hinterschliff nach einer verzerrten Schraubenlinie her, jedoch mit der Eigentümlichkeit, daß sie die Teile vor der Querschneide besonders tief aushöhlt (Abb. 33a). Dieser „Anschliff mit hohl ausgeschliffener Mittelschneide“³ soll die Winkel vor der Querschneide verbessern. Bei Bohrern mit starkem Kern schrägt man die Hinterschleiffläche parallel zu den Schneiden bis zur Bohrermitte stärker ab (Abb. 33b). Hierdurch sinkt der Kraftbedarf. Bei Bearbeitung von Gußeisen kann man auch die Ecken des Bohrers absträgen (Abb. 33c). Diese Maßnahme ergibt eine Verlängerung der Lebensdauer des Bohrers. Den gleichen Zweck hat ein Anschliff mit vorstehender Querschneide (Abb. 33d). Man erreicht infolge der Verkürzung der Querschneide und der

¹ Hergestellt auf der Ausspitzmaschine von R. Stock & Co. ² Siehe Abschnitt „Kraftbedarf“.

³ Siehe Abschnitt „Kraftbedarf“ und „Spitzenschleifmaschinen“.

Verringerung der stumpfen Winkel vor der Querschnaide leichteres Arbeiten und erfahrungsgemäß häufig eine Verlängerung der Lebensdauer. Spitzt man bei dem vorerwähnten Anschliff die vorgezogene Querschnaide vollständig aus, so ergibt sich der Bohrer mit Zentrumschneide (Abb. 33e), der besonders zum Bohren genauer kaliberhaltiger Löcher in nachgiebigen Werkstoffen, wie Kupfer, Blei usw., geeignet ist. In diesen Werkstoffen erhält man mit normalem Anschliff unrunde und sogar eckige Löcher.

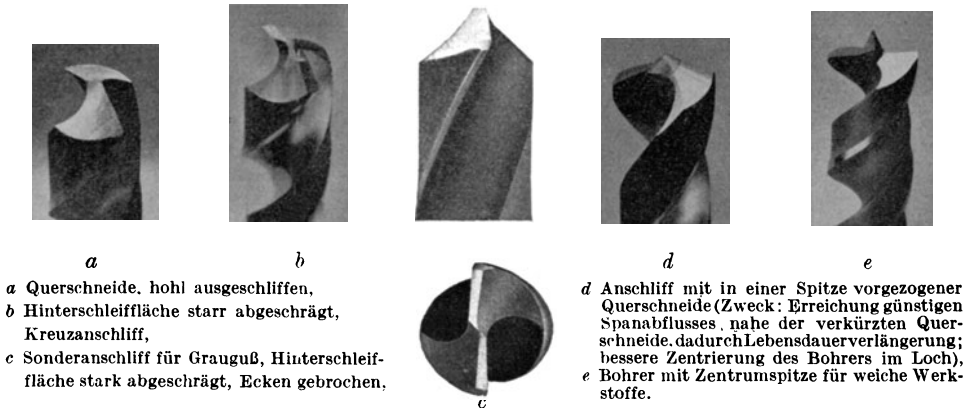


Abb. 33. Sonderanschliffe.

Die Aufnahmelemente des Spiralbohrers sind genormt (DIN 228). Man unterscheidet in der Hauptsache zylindrischen und kegigen Schaft. Zylindrische Schäfte müssen in dem dazu benötigten Futter gut festgespannt und zur Verhinderung des Drehens durch einen Mitnehmer gesichert sein (ausgenommen Bohrer geringen Durchmessers). Bohrer mit kegigem Schaft sollen durch den Reibungsdruck des Kegels mitgenommen werden. Der am Ende des Bohrers befindliche „Lappeh“ dient also nur zum Herausschlagen des Kegels. Bei den in heutiger Zeit an die Spiralbohrer gestellten höheren Ansprüchen genügen die Morse- oder metrischen Kegel dort, wo ihr größter Durchmesser kleiner ist als der Bohrerdurchmesser, nicht mehr¹. Hochleistungsbohrer, das sind die für besonders hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe aus hochwertigen Schnellstählen hergestellten Bohrer, werden daher mit verstärktem Kegel gefertigt (DIN 346).

B. Für die Herstellung von Spiralbohrern geeignete Werkstoffe.

1. **Werkzeugstahl**, das ist Edelstahl mit einem Kohlenstoffgehalt über 1%, häufig auch mit geringen Mengen Wolfram (bis 1%) und Vanadin (0,1%) legiert. Bohrer aus solchen Werkstoffen sind für geringe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe bei Bearbeitung von Werkstoffen geringerer Festigkeit verwendbar.

2. **Schnellstahl**, das ist Stahl mit höherem Wolfram-, Chrom-, Molybdän-, Kobalt- und Vanadiningehalt. Nach dem Gehalt an diesen Legierungsbestandteilen richtet sich der Preis. Als Maßstab für die Güte eines Schnellstahls wird daher häufig die Zahl der „Legierungseinheiten“ angegeben. Darunter wird jedoch

¹ Theoretische Begründung siehe H. Bochmann: Stockzeitschr. 1930 H. 3 S. 44.

nicht einfach die Summe der Gehalte dieser 5 Bestandteile verstanden, sondern eine Summe, die dadurch zustande kommt, daß jeder Bestandteil mit einer seiner Wertigkeit entsprechenden Ziffer multipliziert wird. Diese Ziffer beträgt z. B.¹ für Wolfram und Chrom = 1, für Molybdän und Kobalt = 2, für Vanadin = 3, so daß ein Stahl der Zusammensetzung: 4,3 Cr; 17 W; 0,6 Mo; 0,5 V 24 Legierungseinheiten hätte. Höherwertige Stähle sollten nicht unter 30 Einheiten haben.

Tatsächlich ergibt aber auch die so errechnete Summe der Legierungseinheiten keinen brauchbaren Maßstab für die Wertigkeit des Stahles, d. i. die Schnitthaltigkeit, weil der Einfluß der Bestandteile voneinander abhängig ist, z. B. der des Vanadins vom Gehalt an Kohlenstoff und Wolfram: ein Stahl mit niedrigem Wolfram- und hohem Vanadiningehalt hat für seine Leistung eine viel zu niedrige Zahl von Legierungseinheiten. Hinzu kommt, daß die Herstellungsunterschiede beim Stahl (Verschmiedungsgrad, Korngröße, Seigerungen, Glühzustand) durch die Legierungseinheiten nicht erfaßt werden.

Der beste Maßstab ist die Erprobung durch besondere Schneidversuche oder auch im Werkstattbetrieb.

Die aus diesen Werkstoffen hergestellten Bohrer eignen sich für die meisten vorkommenden Bohrarbeiten, wo es sich darum handelt, kurze Bohrzeiten durch hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe zu erreichen.

3. **Schneidmetalle**, das sind Legierungen, die neuerdings als Hauptmetall Wolfram, Tantal oder Titan unter Beimischung von Chrom und Kobalt und eine entsprechende Menge Kohlenstoff enthalten. Unter ihnen ist besonders das durch Sintern hergestellte Widia-Metall², wesentlich aus Wolframkarbiden bestehend, hervorgetreten. Es hat gegenüber älteren Schneidmetallen den Vorteil geringerer Sprödigkeit, wenngleich es in dieser Hinsicht noch keineswegs die Eigenschaften des Schnellstahles oder des Werkzeugstahles erreicht. Dafür besitzt es infolge des großen Gehaltes an den sehr harten Wolframkarbiden eine bedeutend höhere Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß und Wärmeeinflüsse, so daß man es überall dort anwenden sollte, wo die normalen Schnellstahlbohrer sofort abstumpfen oder sich zu schnell abnutzen³. Wegen des hohen Preises der Schneidmetalle und besonders wegen ihrer Sprödigkeit fertigt man die Werkzeuge nicht voll aus diesen Stoffen, sondern lötet Schneidmetallplättchen in Schäfte aus Stahl ein (Abb. 34).



Abb. 34.

C. Herstellung der Spiralbohrer.

Die Herstellung der Spiralbohrer bietet eine Fülle von Problemen, deren Einzelheiten hier nur kurz gestreift werden können. Sie erstrecken sich erstens auf Verrbilligung der Massenfertigung, zweitens auf Gütesteigerung. Man unterscheidet drei Arbeitsstufen: Weichbearbeitung, Härtung und Hartbearbeitung.

Die Weichbearbeitung ist in der Hauptsache die Herstellung der Nut. Die Nut wird entweder aus dem Vollen gefräst mit besonders geformten Fräsern⁴ oder durch Winden eines in dem gewünschten Profil vorliegenden Stabes oder durch Ausschmieden und Verdrehen einer Vierkantstange erzeugt.

¹ Nach Festlegung des Deutschen Präzisions-Werkzeug-Verbandes.

² Hersteller: Friedr. Krupp, Essen; siehe Druckschrift „Werkzeugmetall Widia“.

³ Über Verwendung siehe Abschnitt „Bohrbarkeit verschiedener Werkstoffe“, S. 36.

⁴ Über Formgebung der Nutenfräser siehe Abschnitt: „Konstruktion“.

Die gefrästen Bohrer haben den Vorteil der größten Genauigkeit. Man kann auf Sondermaschinen jede gewünschte Steigung und Nutenform herstellen. Der Schaft, sei er nun zylindrisch oder keglig, bleibt voll und gewährt eine sichere Aufnahme des Bohrers.

Die gewundenen Bohrer (Abb. 35—38) haben zum Vorteil der Werkstoffersparnis z. T. den Nachteil, daß das der Nutenform entsprechende Profil



Abb. 35. Gewundener Bohrer mit gerade genutetem Kegelschaft.



Abb. 36. Gewundener Bohrer mit gerade genutetem Zylinderschaft.



Abb. 37. Gewundener Bohrer mit angestauchtem Kegelschaft.



Abb. 38. Gewundener Bohrer mit gewundenem Kegelschaft.

sie in der Form nach Abb. 37 und 38 hergestellt sind. Der häufig erwähnte Vorteil gewundener Bohrer, daß im Gegensatz zum gefrästen Bohrer die „Faser“ nicht

zerschnitten wird, besteht in Wirklichkeit nicht, da in einem gut durchgeschmiedeten Schnellstahl, zum mindesten nach dem Härten, eine Faserrichtung nicht festzustellen ist¹. Gewundene Profilbohrer sind aus diesen Gründen nur noch selten anzutreffen.

Die geschmiedeten oder gewalzten Bohrer (Abb. 39) können mit vollem Schaft hergestellt werden. Sie können für sich ebenfalls den Vorteil in Anspruch nehmen, daß zu ihrer Herstellung weniger Werkstoff verbraucht wird und daß bei richtiger Warmbehandlung durch das Ausschmieden der

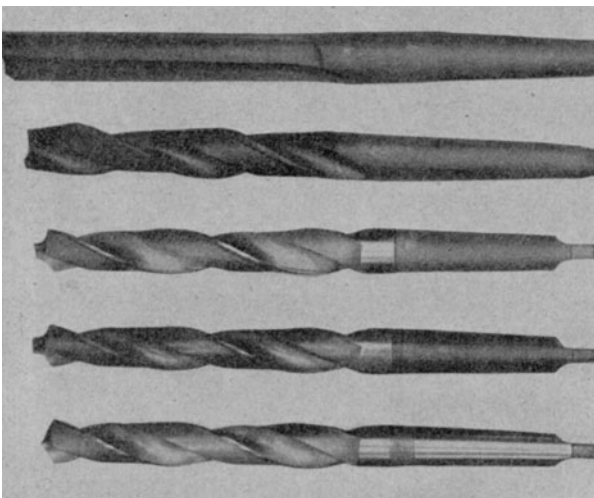


Abb. 39. Fertigungsstufen geschmiedeter Bohrer.

Werkstoff feinkörniger wird. Die Form der Nuten wird allerdings ungenauer als

¹ Hierzu siehe Schmitz: Maschinenbau 1925 S. 832.

beim Fräsen. Infolgedessen müssen geschmiedete Bohrer, sofern sie ein hochwertiges Erzeugnis darstellen sollen, nachgefräst werden.

Eine Werkstoffersparnis kann bei Bohrern weiterhin dadurch erreicht werden, daß der Kegel aus Maschinenstahl elektrisch stumpf angeschweißt wird, was besonders vorteilhaft bei Bohrern mit verstärktem Kegel (Kegeldurchmesser größer als Bohrerdurchmesser) ist.

Das Härten. Die Härtung gibt dem Werkzeug die erforderliche Schneidfähigkeit. Durch Anlassen nach dem Härten werden die Bohrer zäher und damit schneidhaltiger gemacht. Härten und Anlassen sind von großer Bedeutung für die Güte des Werkzeuges.

Hartbearbeitung. Viele Bohrer werden beim Härten krumm und müssen gerichtet werden, bevor sie weiter bearbeitet werden können. Diese weitere Bearbeitung besteht hauptsächlich aus dem Rundschleifen des Spiralteils wie des Schaftes und dem Anschleifen der Spitze. Bohrer mit zylindrischem Schaft werden in neuzeitlich eingerichteten Werkstätten durchweg im spitzenlosen Verfahren geschliffen, wobei es durch Sondereinrichtungen auch möglich ist, die Verjüngung zwischen Spitze und Auslauf der Nuten herzustellen. Ein richtiger Spitzenanschliff wird auf den im Abschnitt „Instandhaltung“ dargestellten Maschinen hergestellt.

D. Kräfte beim Arbeiten mit Spiralbohrern.

Drehmoment, Axialkraft und Schnittleistung. Den zwei Bewegungen des Bohrers (siehe S. 3), der Schnittbewegung (Drehung um die Bohrerachse) und der Vorschubbewegung (in Richtung der Achse) setzt das Werkstück Widerstand entgegen, der durch die in die Maschine und den Bohrer eingeleiteten Kräfte überwunden werden muß. Diese Kräfte sind: die Drehkraft, die den Schnittwiderstand überwindet, und die Axialkraft, die den Vorschubwiderstand überwindet. Die Drehkraft R , die man sich je zur Hälfte rechtwinklig zu jeder der beiden Schneiden und parallel zu einander im Abstand x (Abb. 40) angreifend denken kann, ergibt ein Drehmoment $M_d = R/2 \cdot x$ und dieses Moment M_d gibt, multipliziert mit der Winkelgeschwindigkeit $\frac{2\pi n}{60}$ (wobei n die minutliche Umlaufzahl bedeutet), die in der Maschine gebrauchte Schnittleistung

$$L = \frac{M_d \cdot n \cdot 2 \cdot \pi}{75 \cdot 60 \cdot 100} \text{ PS} \\ = \frac{M_d \cdot n}{71620} \text{ PS} = \frac{M_d \cdot n}{97410} \text{ kW.}$$



Abb. 40.

Die Axialkraft P beansprucht den Bohrer auf Knickung und die Maschine auf Biegung, so daß sich bei großem Vorschubdruck der Tisch elastisch nach unten, von $b-b$ nach b^1-b^1 (Abb. 40a) verbiegen kann und der Ständer der Maschine mit Spindel und Bohrer nach hinten, von $a-a$ nach a^1-a^1 . Die zurückfedernde Maschine erhöht den Vorschub beim Durch-

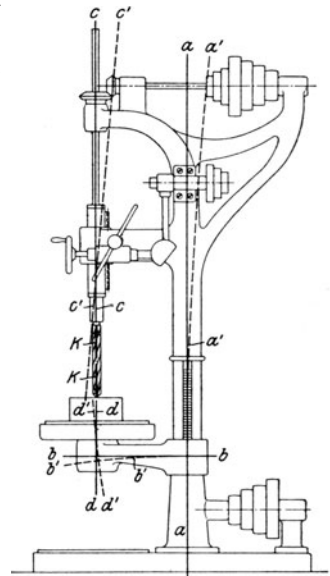


Abb. 40a. Durchfedern einer Bohrmaschine.

¹ Härten und Vergüten. Werkstattbücher H. 7 u. 8. — Kothny: Maschinenbau 1928 S. 959.

brechen der Bohrspitze an der Unterseite des Arbeitsstückes. Die Arbeitsleistung L_v der Vorschubkraft P (kg), bei einem Vorschub s (mm/U) ist gegeben durch die Gleichung

$$L_v = \frac{P \cdot n \cdot s}{75 \cdot 60 \cdot 1000} = \frac{P \cdot n \cdot s}{14324000} \text{ PS} = \frac{P \cdot n \cdot s}{19482000} \text{ kW}.$$

Gegenüber der Schnittleistung L ist L_v so klein, daß es fast immer vernachlässigt werden kann.

Die Verteilung der Kräfte am Bohrer ist in Abb. 41 dargestellt¹. Es sind zu unterscheiden:

1. die an der Hauptschneide, 2. die an der Querschneide, 3. die auf die Nutenfläche und am Bohrerumfang wirkenden Kräfte.

Bei Betrachtung eines Punktes der Hauptschneide ergibt sich (unter Berücksichtigung des Grundgesetzes der Zerspanung, daß der Span rechtwinklig zur Schneide abfließt) der auf der Spanfläche und also auch auf der Schneidkante rechtwinklig stehende Schnittdruck N_1 , sowie die in Richtung des Spanablaufes wirkende Reibungskraft $R_1 = \mu N_1$. In der durch diese beiden Kräfte bestimmten, zur Schneidkante rechtwinklig stehenden Ebene wirkt gegen die Hinterschleiffläche die Normalkraft N_2 . In Richtung der Bewegung, d. h. als Tangente an die beim Bohren beschriebenen Schraubenlinien wirkt die Reibungskraft $R_2 = \mu N_2$. An jeder Hälfte der Querschneide sind die Spandrücker N_Q anzubringen, die beim Abreißen der Späne vor der Querschneide erzeugt werden. Am Bohrerumfang ist in Richtung der Bewegung eine Reibungskraft R_3 angenommen, die zum Teil durch Reibung der Fase an der Lochwand, zum Teil durch Reibung der Späne an der Lochwand und Rückdruck auf die Nutenfläche entsteht.

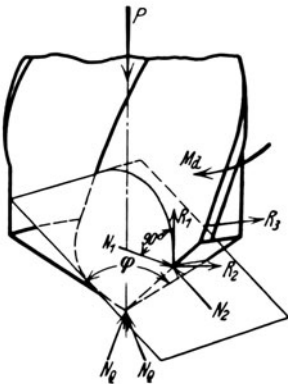


Abb. 41. Kräfte an der Schneide.

Die getrennte Messung dieser Kräfte ist schwierig. Man kann sie zum Teil jedoch durch Rechnung ermitteln, wobei man von dem durch Messung ermittelten Drehmoment und dem Axialdruck des Bohrers ausgeht. Dadurch, daß auf einem Zylinder gebohrt wird, dessen Durchmesser gleich demjenigen des Bohrers ist, erreicht man den Fortfall der Span- und Fasen-Reibungskräfte. Bohrt man außerdem diesen Zylinder auf den Durchmesser der Querschneide vor, so fallen auch die an der Querschneide wirkenden Kräfte fort, und man erhält lediglich die an den Hauptschneiden wirkenden Dreh- und Axialkräfte. Eine solche Aufzeichnung ist in Abb. 42 dargestellt. Der Anteil der Hauptschneiden an Gesamtdrehmoment beträgt je nach dem gewählten Vorschub 70–90%. Das Drehmoment der Querschneide ist mit 10–3% am geringsten. Die Span- und Fasenreibung hat einen größeren Anteil am Gesamtdrehmoment. In vorliegendem Falle, wo die Versuchspunkte für eine Bohrtiefe von 50 mm gelten, beträgt sie 20–5%. Bei steigender Bohrtiefe nimmt jedoch die Spanreibung sehr stark zu. Ihr Ansteigen ist bereits bei Lochtiefen, die das 5fache des Bohrerdurchmessers betragen, deutlich bemerkbar² (siehe Abb. 43, Beispiel des Bohrers von 3 mm $\varnothing$ und Bohrtiefen bis zum 10fachen des Durchmessers). Bei Lochtiefen über $10d$ machen sich meist schon Spanklemmungen bemerkbar, die ein Heraufschneiden des Drehmoments auf das Doppelte und Dreifache des ursprünglichen Wertes hervorrufen.

¹ Nach Patkay: Werkstattstechnik 1929 S. 34.

² Besonders bei Stahl.

Der Anteil der Querschneide am Axialdruck ist mit 45—58% wesentlich höher, während der Span- und Fasenreibungswiderstand hier unbedeutend bleibt.

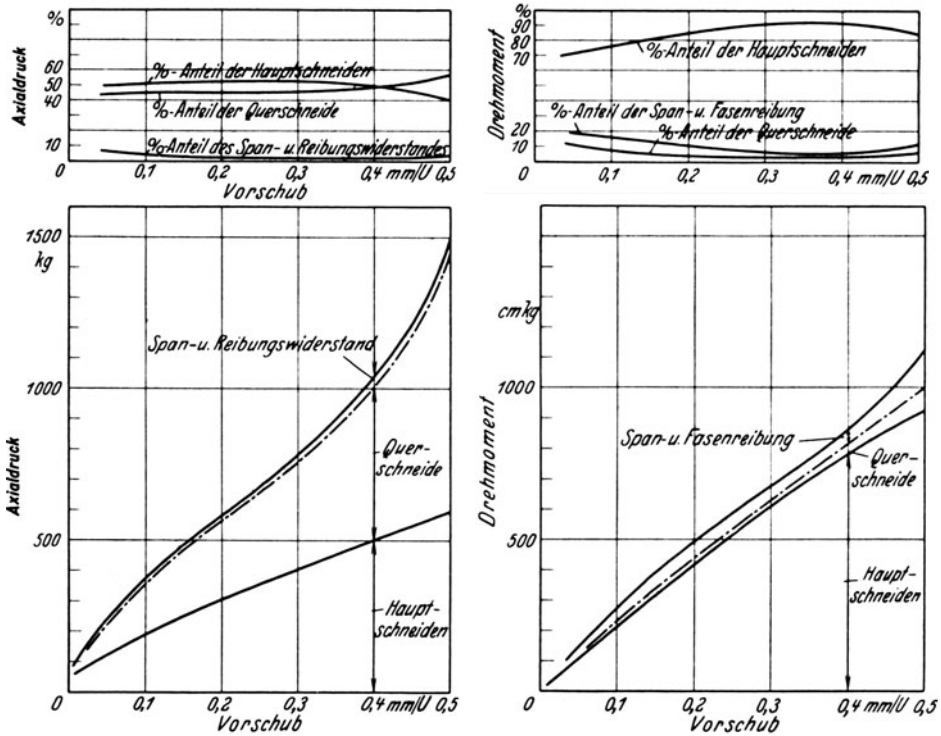


Abb. 42. Aufteilung von Axialdruck und Drehmoment.
Bohrerdurchmesser $d = 26$ mm, Bohrtiefe = $2d$, Werkstoff: St 60.11.

Besonders bemerkenswert ist das Ansteigen des Druckes bei hohen Vorschüben, das durch die Stauung der Späne vor der Querschneide, also an einer Stelle, wo nur wenig Platz vorhanden ist, bedingt ist.

Hieraus erklärt sich auch der große Einfluß der Ausspitzung des Bohrers auf den Axialdruck, die eine Verringerung des Druckes bis zu 30% ergeben kann. Im Vergleich zu den Schnittdruckgesetzen anderer zerspanender Werkzeuge zeigt das Schaubild, daß zwar die Drücke der Hauptschneiden denselben Gesetzen folgen, wie diejenigen einer Drehstahlschneide, daß aber die zusätzlichen Beanspruchungen einen anderen Verlauf des Gesamtdreh-

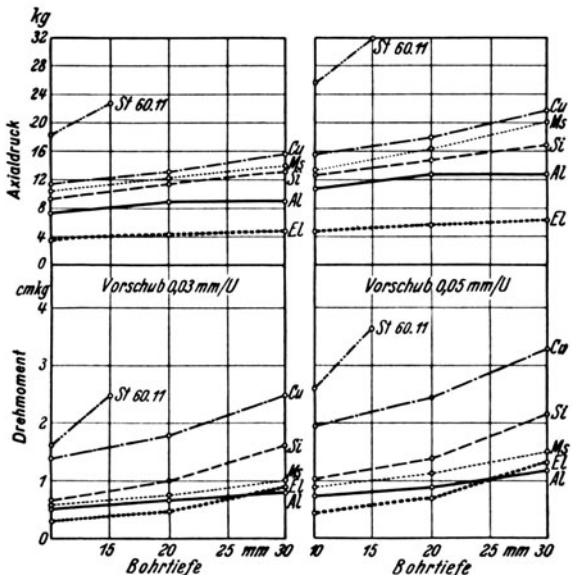


Abb. 43. Abhängigkeit des Axialdrucks und Drehmoments von der Bohrtiefe (Bohrerdurchmesser 3 mm).

moments oder Axialdrucks ergeben, insofern, als beide — besonders aber der Axialdruck — mit zunehmendem Vorschub stärker ansteigen. Erwähnt werden muß, daß die Kurven nicht durch den Koordinaten-Nullpunkt gehen. Zum Anschneiden ist also bereits ein bestimmter Anpreßdruck notwendig, und die Reibung der Schneide unter diesem Druck ergibt bereits ein, wenn auch geringes Drehmoment. Die Bestimmung dieser durchaus meßbaren Kräfte ist bis nahe an die Vorschubgröße 0 möglich. Diese Eigentümlichkeiten des Bohrvorganges erschweren die Aufstellung einer Gesetzmäßigkeit. Sie erklären auch,

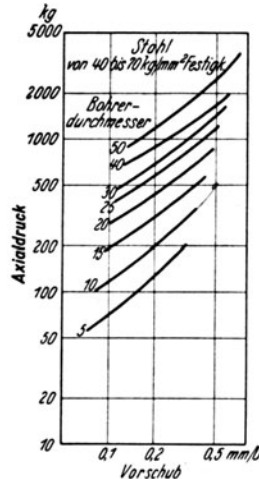
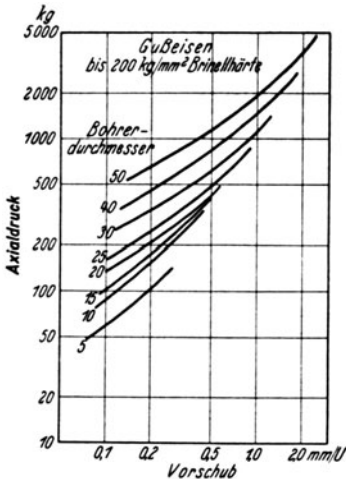


Abb. 44 a. Abhängigkeit des Axialdrucks vom Vorschub.

daß die aus den Schnittdruckmessungen abzuleitenden Gleichungen je nach Durchmesser und Vorschubbereich verschieden sind.

Schnittleistung. Es ist daher vorteilhaft, die Leistungen von Bohrern aus dem Schaubild (Abb. 44 b) abzulesen. Im linken Teil dieses Schaubildes sind die Drehmomente für Gußeisen, im rechten für Stahl zwischen 40 und 70 kg/mm² Festigkeit aufgezeichnet¹. In Verbindung mit den im mittleren Teil des Schaubildes eingetragenen Drehzahllinien läßt sich auf der

Abszisse die Nettoleistung ablesen. Abb. 44 a gibt Richtwerte für den Axialdruck unausgespitzter Bohrer in Abhängigkeit vom Vorschub.

Einfluß des Bohrerdurchmessers. Der Kraftbedarf steigt nicht proportional mit dem Bohrerdurchmesser. Für das Drehmoment M_d gilt also nicht die Gleichung der geraden Linie $M_d = a \cdot d$, worin a einen vom bearbeiteten Werkstoff und den allgemeinen Arbeitsumständen abhängenden Faktor, d den Bohrerdurchmesser bedeuten würde. Vielmehr ändert sich M_d nach einer gekrümmten Linie, was in der Gleichung durch Anhängen eines Exponenten n an d zum Ausdruck gebracht wird, wobei man dann n so wählen kann, daß die Krümmung der Kurve den Versuchsergebnissen möglichst nahe kommt. Nimmt man also als Näherungsgleichung für die Abhängigkeit des Drehmoments vom Durchmesser die Form $M_d = a \cdot d^n$, so ergibt sich für n auf Stahl der Wert 2,3 bei einem Vorschub von 0,008 und der Wert 2 bei einem Vorschub von 0,5 mm/U. Für Gußeisen sind die entsprechenden Werte 2,2 und 2,1. Die Werte stimmen annähernd mit den von Smith-Poliakoff², Boston-Oxford³ und Schlesinger⁴ überein.

Einfluß von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub. Der Einfluß der Schnittgeschwindigkeit auf die Schnittkräfte ist innerhalb der gebräuchlichen Schnittgeschwindigkeit und bei großen Bohrerdurchmessern gering. Bei besonders niedrigen und besonders hohen Schnittgeschwindigkeiten und überdies bei kleineren Bohrerdurchmessern zeigt sich ein bedeutendes Ansteigen von Drehmoment und Axialdruck.

¹ Das Schaubild reicht für die Bestimmung der Leistung eines Bohrers auf den im allgemeinen im Maschinenbau verwendeten Werkstoffen bei normalen Lochtiefen von 1—3 d.

² Werkstattstechnik 1911 S. 99.

³ Maschinenbau 1930 S. 244.

⁴ Werkstattstechnik 1930 S. 573.

Nimmt man für die Veränderlichkeit des Drehmoments in Abhängigkeit vom Vorschub die Näherungsformel $M_d = a \cdot s^n$ an, so ergeben sich für n auf Stahl und Gußeisen Werte zwischen 0,4 bei 50 mm $\varnothing$ und 0,8 bei 5 mm $\varnothing$. Jedenfalls

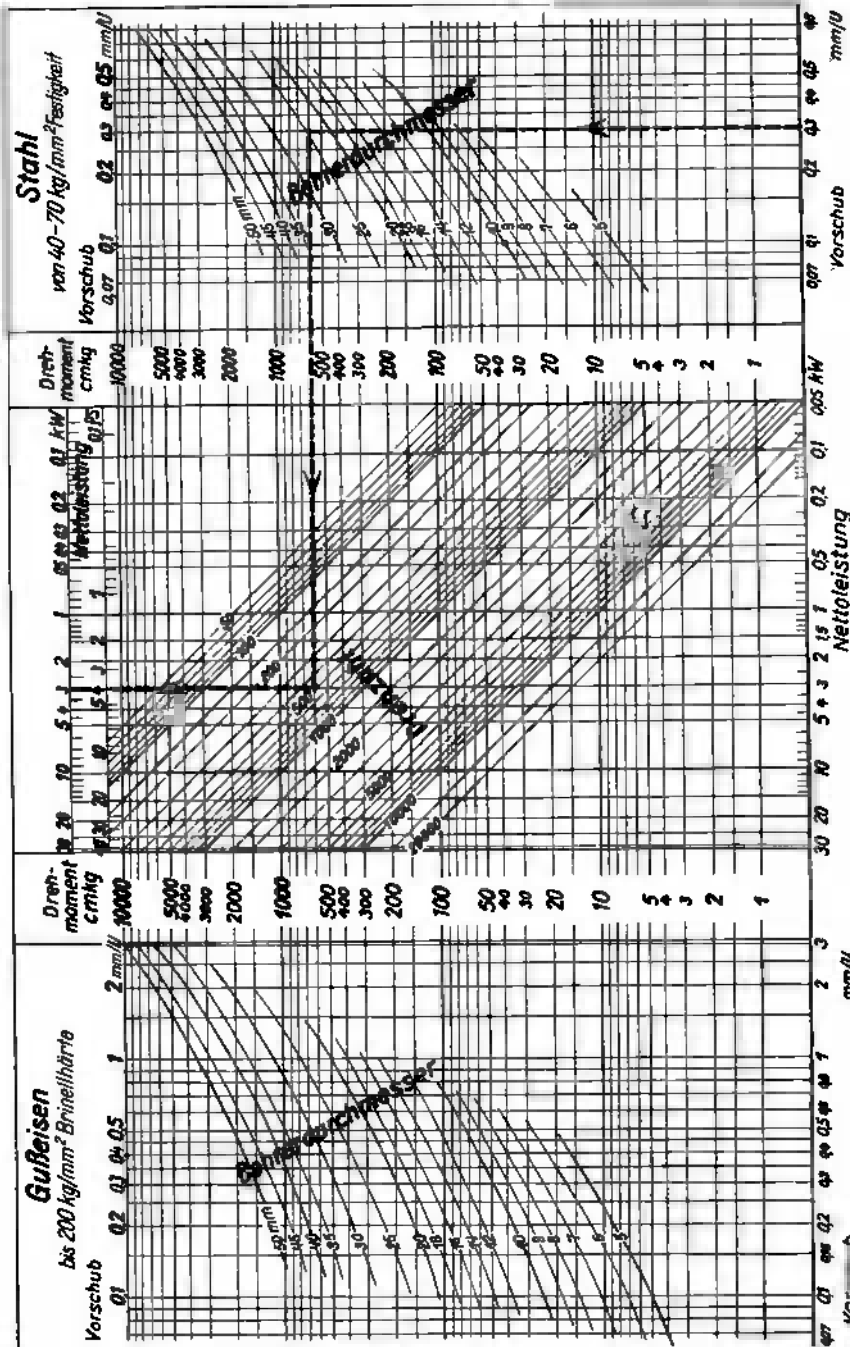


Abb. 44 b. Drehmoment und Nettoleistung (Schnittleistung) der Spiralbohrer.

Beispiel für die Benutzung der Tafel: Es soll die Schnittleistung eines Bohrers von 25 mm $\varnothing$ in Stahl bei einer Drehzahl von 500 m/min und einem Vorschub von 0,3 mm/U bestimmt werden. Im rechten Teil des Schaubildes geht man vom Vorschubpunkt 0,3 senkrecht bis zum Schnittpunkt mit der Durchmesserkurve 25, von diesem Punkt waagrecht nach links bis zur Drehzahlkurve 500 und von da senkrecht nach oben (oder unten) zur Skala der Nettoleistung, die bei 4 PS bzw. 3 kW geschnitten wird. — Um die Gesamtleistung der Maschine zu erhalten, muß man dieser Nettoleistung noch die durch Versuch festgestellte Leerlaufleistung bei der betreffenden Drehzahl (genau genommen: einschl. zusätzlicher Reibungsarbeit) hinzufügen.

ist der Exponent n immer kleiner als 1, und aus diesem Grunde ist es für den Gesamtkraftbedarf günstig, mit hohen Vorschüben und niedrigen Schnittgeschwindigkeiten zu arbeiten. Abb. 45 zeigt an dem Beispiel eines Bohrers von

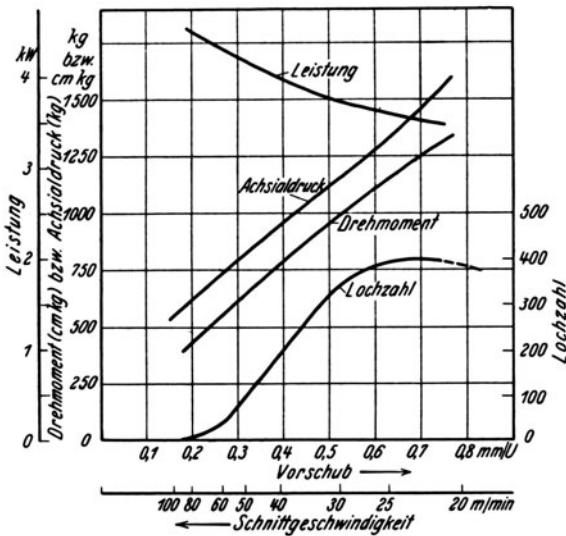


Abb. 45. Einfluß von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub auf die Leistung des Bohrers (25 mm $\varnothing$) bei gleichbleibender Bohrzeit je Loch (15 Sek.).

25 mm $\varnothing$, der in SM-Stahl von 60 kg/mm² Festigkeit ein Loch von 50 mm Tiefe in 15 Sekunden bohrt, in welcher Weise der Kraftbedarf bei zunehmendem Vorschub und entsprechender Verringerung der Schnittgeschwindigkeit abfällt. (Um die Bohrzeit je Loch gleichzuhalten, muß bei Erhöhung des Vorschubes die Schnittgeschwindigkeit so verringert werden, daß das Produkt aus beiden immer gleichbleibt.) Ein weiterer Vorteil der Verwendung höherer Vorschübe bei entsprechend niedrigen Schnittgeschwindigkeiten ist die Erhöhung der Lebensdauer des Bohrers. Wie aus dem Schaubild zu erkennen ist, war bei 80 m Schnittgeschwindigkeit der Bohrer bereits nach einigen Löchern stumpf, während er unterhalb 30 m Schnittgeschwindigkeit und bei entsprechend bis zu 400 mit einem Anschlag

erhöhten Vorschüben Lochzahlen erreichte.

Wenn die meisten Werkstätten sich auf mittlere Vorschübe eingestellt haben, so liegt dieses daran daß die meisten Bohrmaschinen die hohen Axialdrücke ohne unzulässig große Abbiegungen nicht aufzunehmen vermögen. Eine starrere Bauart der Maschine bedingt aber einen wesentlich höheren Preis. Hinzukommt, daß die Verwendung von Ausleger- und Mehrspindel-Bohrmaschinen zunimmt und die Ständerbohrmaschinen mehr und mehr verdrängt werden. Gerade bei Auslegermaschinen machen sich aber hohe Axialdrücke besonders unangenehm bemerkbar.

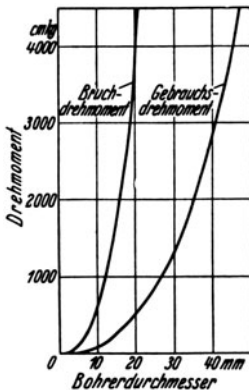


Abb. 46. Bruchdrehmomente handelsüblicher Spiralbohrer im Vergleich zum Gebrauchsdrehmoment.

Einfluß der Spiralsteigung und des Anschliffs. Je enger die Spiralsteigung, desto größer ist der Spanwinkel. Wie bei anderen zerspanenden Werkzeugen ist auch hier mit zunehmendem Spanwinkel der Kraftbedarf geringer. Hierbei muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Spanwinkel nach der Querschnitte zu allmählich abnehmen und daß bei Bohrern, die am Außendurchmesser verschiedene Spanwinkel besitzen, diese nach innen zu sich nicht mehr wesentlich unterscheiden. Es liegt daher auf der Hand, eine Korrektur der inneren Spanwinkel vorzunehmen.

Die normale Ausspitzung verringert nur die Länge der Querschnitte, ohne die Spanwinkel zu verbessern. Ein einfaches Ausschleifen der Nuten längs der Schneide mit Hilfe einer geradlinig geführten Schleifscheibe würde die Querschnitte zu stark unterhöhlen. Derart ausgespitzte Bohrer brechen an der Querschnitte ab.

Durch ein neueres Ausspitzverfahren¹ gelingt es, zunächst längs der Schneidkante den am Außenumfang vorhandenen Winkel zu erhalten, kurz vor der Mitte jedoch diesen Winkel auf 0° zu verringern (siehe Abb. 32a und b). Diese Ausspitzung gibt nicht nur die übliche Verringerung des Axialdruckes, sondern auch eine bedeutende Verringerung des Drehmoments bis zu etwa 20%.

Demgegenüber haben diejenigen Anschliffe, die die Hinterschleiffläche vor der Querschneide aushöhlen², keinen Einfluß auf die Größe des Drehmoments. Der Axialdruck wird durch solche Schlitze zwar verringert, aber nicht mehr als bei einer richtigen Ausspitzung ohnehin.

Die Größe von Drehmoment und Axialdruck ist auch vom Spitzenwinkel abhängig. Das erklärt sich daraus, daß die senkrecht zur Schneidkante wirkende Schneidkraft mit Änderung des Spitzenwinkels verschiedene Lagen einnimmt und daher ihre Komponenten in axialer Richtung sich ändern. Die Versuche von Smith-Poliakoff³ zeigen ein Ansteigen des Axialdruckes mit zunehmendem Spitzenwinkel in Übereinstimmung mit der Überlegung, daß die axiale Komponente der Kraft N_2 (Abb. 41) desto größer wird, je stumpfer der Winkel ist. Das durch diese Versuche ebenfalls festgestellte Fallen des Drehmoments mit zunehmendem Spitzenwinkel läßt sich aus den Kraftrichtungen allein nicht erklären, vielmehr ist hier die Änderung des Spanquerschnittes maßgebend. Bei großen Spitzenwinkeln ist der Span kürzer und dicker als bei kleinen Spitzenwinkeln. Der spezifische Spanndruck des dicken Spanes ist geringer und daher auch der Gesamtkraftbedarf.

Bruchfestigkeit von Spiralbohrern. Die Widerstandsfähigkeit von Spiralbohrern wird durch dasjenige Drehmoment gemessen, das gerade genügt, den Bohrer zu zerbrechen: Bruchdrehmoment. Je stärker der Bohrer ist, um so größer ist natürlich auch sein Bruchdrehmoment; es wächst sogar sehr viel schneller als der Bohrerdurchmesser: ein doppelt so starker Bohrer hat z. B. ein 5 bis 8 mal so großes Moment.

In Abb. 46 sind die Bruchdrehmomente in Abhängigkeit vom Durchmesser aufgetragen⁴. Bei werkstattüblichen Arbeiten wird der Bohrer bei weitem nicht bis zu seinem Bruchmoment angestrengt, vielmehr liegen die üblichen „Gebrauchsmomente“ wesentlich niedriger. Die Spanne steigt mit zunehmendem Durchmesser, weshalb die Bruchfestigkeit der Spiralbohrer hauptsächlich nur bei kleinen Durchmessern eine Rolle spielt. Es tritt leicht ein, daß infolge Spanklemmungen oder Verlaufen der Bohrer die Drehmomente sich um das 3fache erhöhen und daß dann die Bruchgrenze erreicht ist. Bei großen Durchmessern ließen sich an sich die gebräuchlichen Drehmomente noch erheblich steigern, ohne daß die Bruchgefahr praktisch vergrößert würde.

E. Richtlinien für das Arbeiten mit Spiralbohrern.

Allgemeines. Vor dem Einspannen des Werkzeuges ist darauf zu achten, daß der Bohrer entsprechend dem Durchmesser des zu bohrenden Loches das richtige Maß hat. Jeder Bohrer bohrt etwas größer als sein Durchmesser. Abb. 47 zeigt Richtwerte für das Übermaß von gebohrten Löchern über dem Bohrerdurchmesser unter normalen Arbeitsbedingungen. Voraussetzung für die Einhaltung dieser Werte ist zentrischer Anschlag und genaues Rundlaufen der Bohrer. Um die Werkzeuge nicht zu verderben, darf man niemals Schläge gegen Bohrer oder Einsatzhülse führen.

¹ Ausspitzmaschine von R. Stock & Co. AG.

² Siehe Abb. 33a u. Werkstattstechnik 1929 S. 113.

³ Werkstattstechnik 1911 S. 99.

⁴ Nach Versuchen des Verfassers. Mathematisch kann die Beziehung zwischen Bruchmoment M (cm/kg) und Durchmesser d (mm) dargestellt werden durch die Gl.: $M = 1,3 \cdot d^{2,7}$.

Der Anschlag. Allgemeine Richtlinien für die Ausführung richtigen Anschliffes sind:

Flache Anschliffe müssen besonders bei dünnen Blechen, die sich durchbiegen, angewandt werden, damit der Bohrer möglichst plötzlich an der Unterseite austritt. Je enger die Spiralwindung des Bohrers, um so flacher muß im allgemeinen der Anschlag sein, damit das Werkstück nicht hochgerissen oder, falls es festgespannt ist, der Bohrer nicht aus dem Kegel der Maschine herausgerissen wird.

Um möglichst runde Löcher zu bekommen, kann man mit Zentrumschneide arbeiten.

Harte und spröde Werkstoffe lassen sich häufig besser mit spitzen Anschliffen bearbeiten, weil die Verteilung des Spanes auf eine längere Schneide höhere Lebensdauer ergibt. Gratbildung an der Unterseite

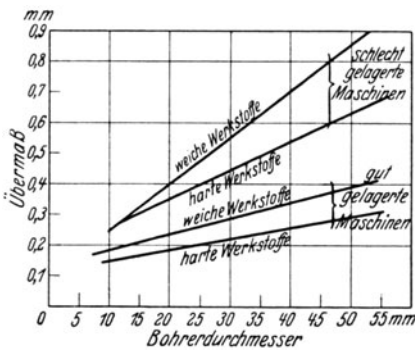


Abb. 47. Übermaß gebodrter Löcher über dem Nenndurchmesser des Bohrers.

des Loches, z. B. bei Stahl geringer Festigkeit, wird durch flachen Anschlag, Ausbrechen der Lochränder, z. B. bei gepreßten Papiermassen, durch spitzen Anschlag vermieden. Von Einfluß sind hier allerdings außer dem Anschlag auch der Spiralwinkel, sowie Schnittgeschwindigkeit und Vorschub.

Das Verlaufen der Bohrer beim Anbohren. Beim Anbohren nach vorgeschlagenem Körner kommt es häufig vor, daß der Bohrer verläuft. Es darf daher nur so weit angebohrt werden,

daß der Kontrollkreis *a* (Abb. 48) noch zu sehen ist. Ist der Bohrer verlaufen, so wird mit einem Flachmeißel eine Einkerbung *c* in die verlaufene Zentrierung *b* eingehauen. Der Bohrer wird an dieser Stelle eher eindringen und dadurch wieder auf Mitte gebracht.

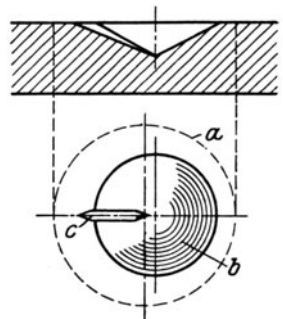


Abb. 48.

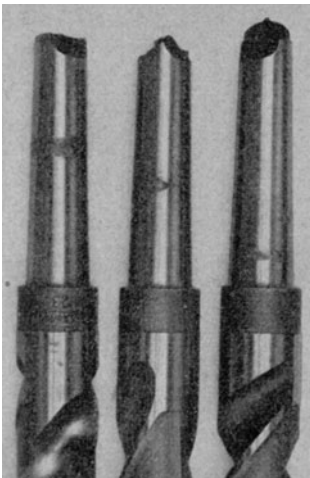


Abb. 49. Bohrer mit beschädigtem Schaft.

Das Abbrechen der Bohrer ist eine der unangenehmsten Erscheinungen beim Bohren. Es hat folgende Gründe:

a) Schlechte Aufnahme durch nicht passende oder nicht festsitzende Kegelhülse oder nicht rundlaufende Futter. Das kommt vor, wenn die Kegel des Schaftes und der Hülse nicht übereinstimmen, erhabene und verbeulte Stellen besitzen und einseitige Mitnehmerschlitze oder Mitnehmerlappen haben. In solchen Fällen wird meist der Kegellappen abreißen, da er allein das Drehmoment zu übertragen hat, das sonst durch

den Kegel übertragen wird (Abb. 49).

b) Schlechter Anschlag und falsche Ausspitzung. Hinterschleifflächen, die am Außendurchmesser drücken, erkennt man leicht dadurch, daß die Schneidkanten nicht fassen. Gewöhnlich rutscht die Kupplung im Vorschubantrieb: der Bohrer erhält keinen Vorschub. Schneidet der Bohrer jedoch außen

und drückt an den Teilen vor der Querschneide, so reißt der Bohrer im Kern leicht auf. Man muß also besonders auf die Teile der Hinterschleiffläche vor der Querschneide achten. Zu starker Hinterschliff ergibt ein Ausbrechen oder Ausbröckeln der Schneiden. Falsche Ausspitzungen (Abb. 29 b—d, 31), bei denen die Spitze des Bohrers zu sehr geschwächt oder die von Haupt- und Querschneide gebildete Ecke zu stark unterhöhlt ist, brechen ebenfalls aus oder bedingen ein Aufreißen des Bohrers. Bei Benutzung schlechter Schleifscheiben treten leicht Schleifrisse (Abb. 50) auf, die auch zum Ausbrechen der Schneiden führen. Daher nicht zu harte Scheiben bei genügender Kühlung verwenden!

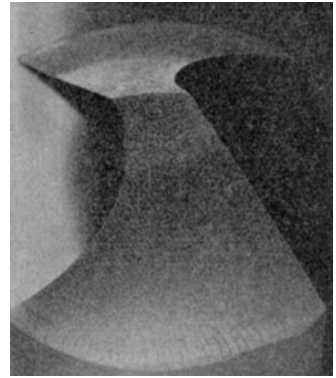


Abb. 50. Bohrspitze mit Schleifrisse.

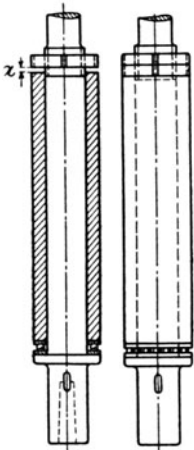


Abb. 51. Bohrspindel mit und ohne toten Gang.

c) Toter Gang der Bohrspindel (Abb. 51). Solange der Bohrer im Werkstoff arbeitet, wird die Bohrspindel nach oben gedrückt. Sie fällt erst im Augenblick, wo die Querschneide durchgebrochen ist. Hierdurch erhält der Bohrer plötzlich einen sehr großen Vorschub, wodurch er abbrechen kann.

d) Federn des Maschinengestelles. Besonders bei älteren Auslegerbohrmaschinen wird der Auslegerarm während des Bohrens stark nach oben gedrückt und federt beim Durchbruch der Querschneide zurück. Auch versucht der Auslegerarm, wenn er nicht festgespannt ist, seitlich auszuweichen. Beide Vorgänge können den Bruch des Bohrers zur Folge haben.

e) Schlechte Aufspannung des Werkstückes. Leichtere, nicht festgespannte Werkstücke werden von Bohrern mit engerer Spirale beim Durchbruch hochgerissen und schlagen umher, wodurch meist der Bohrer bricht. Bei schwereren Werkstücken wird der Bohrer aus der Spindel gerissen. Abhilfe: flacher Anschlag, starker Kegel.

f) Bohren in vorgebohrten Löchern. Bohrer, die in vorgebohrten Löchern arbeiten, brechen meist aus, da sie zu unruhig arbeiten und leicht einhaken, weil der Rückdruck an der Querschneide fehlt. Man soll daher höchstens auf einen Durchmesser vorbohren, der der Länge der Querschneide entspricht. Für größer vorgebohrte Löcher ist der Senker das richtige Werkzeug.

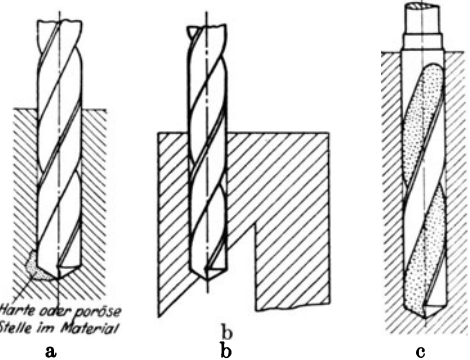


Abb. 52. Bedingungen, unter denen Bohrer leicht brechen.

g) Poröse Stellen, schräge Flächen beim Ansetzen und Durchbrechen veranlassen den Bohrer auszuweichen. Der Bruch besonders kleiner Bohrer ist häufig hierauf zurückzuführen (Abb. 52 a, b).

h) Verstopfen der Nuten (Abb. 52 c). Wenn die Lochtiefe größer ist als die Spirallänge, können die Späne nicht aus der Nute austreten, keilen sich in ihr fest und bewirken durch Rückdruck an der Schneide und Reibung an der Lochwand

ein so hohes Drehmoment, daß der Bohrer abbricht oder im günstigsten Fall der Kegellappen abreißt.

i) Schlechte Spanabfuhr. Kommen die Späne, besonders bei tiefen Löchern, schlecht aus der Nut heraus, so treten dieselben Erscheinungen, wie unter h, ein. Treten die Späne, wie dies besonders bei kleinen Bohrern beim Bohren in weichen Werkstoffen eintritt, als lange Spiralen aus dem Bohrloch und wickeln sich um den Bohrer, so kann das Kühlwasser nicht mehr an den Bohrer heran. Die Folge ist zu starke Erwärmung, schnelleres Stumpfwerden und Abbrechen. Das kommt be-



Abb. 53.

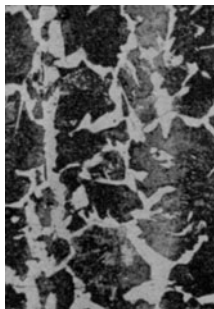
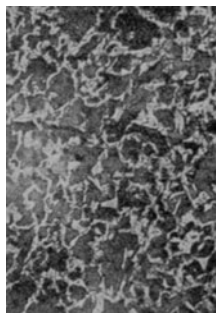
sonders häufig bei Mehrspindelmaschinen und beim Bohren mit Bohrbuchse vor.

k) Werkstoff- und Härtefehler. Wenn der Bohrer Risse und Lunkerstellen (Abb. 53) hat, oder wenn er nach dem Härten nicht zweckentsprechend angelassen und daher zu spröde ist, bricht er ebenfalls leicht. Daher betrachte man neue Bohrer vor Inbetriebnahme genau.

F. Bohrbarkeit verschiedener Werkstoffe.

Einfluß der Struktur des zu bohrenden Werkstoffes. Von der Werkstoffseite her beeinflußt — scheinbar im Gegensatz zum Drehen¹ — der Gefügebau sehr stark die Lebensdauer der Bohrerschneide. Die Abb. 54a und 54b zeigen in 100facher

Vergrößerung das Feingefüge zweier Stähle von fast genau gleicher Festigkeit (63 kg/mm^2) und Dehnung (20%). Auf dem Stahl mit grobem Ferrit-Perlit-Netz bei lamellarer Ausbildung des Perlits erreichten die gleichen Bohrer bei wiederholten Versuchen eine mehr als 10fache Lochzahl wie bei dem durch Vergütung feinkörnigen Stahl mit körnigem Perlit².



a b
Abb. 54. Gefüge zweier Stähle gleicher Festigkeit.

Im folgenden seien die für die einzelnen Werkstoffe geeigneten Bohrerformen, sowie Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschübe unter Berücksichtigung aus-

reichender Lebensdauer beim Arbeiten in Bohrmaschinen und normalen Lochtiefen angegeben.

Das Bohren von Stahl und Gußeisen. Zur Bearbeitung der verschiedenen Stahl-sorten benutzt man den normalen Spiralbohrer mit Spiralsteigungen zwischen 20° und 40° . Die Tabelle 4 gibt einen Anhalt für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe in Abhängigkeit vom Bohrerdurchmesser. Hierin sind die zu bearbeitenden Werkstoffe in mehrere Klassen eingeteilt. Die zu den einzelnen Klassen gehörenden Stähle wurden sowohl nach Festigkeit und Dehnung als auch nach DIN-Bezeichnungen angegeben. Dem Verbraucher genormter Stähle ist dadurch die Auffindung geeigneter Arbeitsbedingungen erleichtert. Besonders bemerkt sei, daß bei Bearbeitung von Gußeisen die Schnittgeschwindigkeit für

¹ Siehe Wallichs u. Opitz: Arch. Eisenhüttenwesen 1930/31 S. 251.

² Siehe Grumbach u. Stoewer: Stock-Zeitschr. 1931 H. 3/4 S. 58 ff.

Tabelle 4. Schnittgeschwindigkeiten v [m/min] und Vorschübe s [mm/U] für Stahl und Eisen (nach folgender Gruppeneinteilung).

Gruppeneinteilung für Stahl und Eisen.

Gruppe 1: Stahl nach Din: St 00.11 St 37.11 St 34.11 St 42.11 Stg 38.81 St C 10.61 St C 16.61 St C 25.61. Allgemein: Stahl bis ~ 50 kg Festigkeit und ~ 18 —26% Dehnung.

Gruppe 2: Stahl nach Din: St 50.11 St 60.11 St C 35.61 St C 45.61 Stg 45—50.81 St 48 EN 15. Allgemein: Stahl von ~ 50 —70 kg Festigkeit und ~ 14 —20% Dehnung.

Gruppe 3: Stahl nach Din: St 60.11 St 70.11 St C 60.61 Stg 52.81 Stg 60.81 St Si EC N 35 VC N 15 VC N 25. Allgemein: Unlegierter und legierter Stahl (Chromnickelstahl) bis ~ 90 kg Festigkeit und ~ 12 —16% Dehnung.

Werkstoffe der Gruppe 1.

Bohrer $\varnothing$ mm	Bohrer aus:					
	Werkzeugstahl		Schnellstahl		Hochleistungsstahl	
	v	s	v	s	v	s
1—2	14	0,03	20—25	0,05	25—30	0,05
2—5	14	0,04	20—25	0,05—0,1	30	0,05—0,1
5—7	16	0,06	25	0,1—0,15	30—35	0,1—0,15
7—9	16	0,08	25	0,15—0,18	30—35	0,15—0,18
9—12	16	0,1	25—30	0,18—0,2	35	0,18—0,2
12—15	16	0,13	30	0,2—0,25	35—40	0,2—0,25
15—18	14	0,15	30—35	0,25	35—40	0,25
18—22	14	0,18	30—35	0,25—0,3	40—45	0,25—0,3
22—26	12	0,2	30—35	0,3—0,35	40—45	0,3—0,35
26—30	12	0,25	30	0,35	35—40	0,35
30—50	12	0,3	25—30	0,35—0,45	30—35	0,35—0,45

Werkstoffe der Gruppe 2.

Bohrer $\varnothing$ mm	Bohrer aus:					
	Werkzeugstahl		Schnellstahl		Hochleistungsstahl	
	v	s	v	s	v	s
1—2	10	0,03	20	0,05	25	0,05
2—5	10	0,04	20	0,05—0,1	25	0,05—0,1
5—7	12	0,06	20	0,1—0,15	25—30	0,1—0,15
7—9	12	0,08	20—25	0,15—0,18	25—30	0,15—0,18
9—12	12	0,1	20—25	0,18—0,2	30	0,18—0,2
12—15	12	0,13	25	0,2—0,25	30—35	0,2—0,25
15—18	10	0,15	25	0,25	30—35	0,25
18—22	10	0,18	25—30	0,25—0,3	35—40	0,25—0,3
22—26	10	0,2	25—30	0,3—0,35	35—40	0,3—0,35
26—30	9	0,25	25—30	0,35	35—40	0,35
30—50	8	0,3	25	0,35—0,45	35	0,35—0,45

Werkstoffe der Gruppe 3.

Bohrer $\varnothing$ mm	Bohrer aus:					
	Werkzeugstahl		Schnellstahl		Hochleistungsstahl	
	v	s	v	s	v	s
1—2	6	0,02	15	0,03	15—20	0,03
2—5	7	0,03	15	0,03—0,08	20	0,03—0,08
5—7	7	0,04	15—20	0,08—0,1	20—25	0,08—0,1
7—9	8	0,06	15—20	0,12	20—25	0,12
9—12	9	0,08	15—20	0,15	20—25	0,15
12—15	8	0,1	15—20	0,18	20—25	0,18
15—18	7	0,12	15—20	0,2	20—25	0,2
18—22	6	0,14	18—22	0,25	22—28	0,25
22—26	6	0,16	18—22	0,3	22—28	0,3
26—30	6	0,18	15—20	0,35	20—25	0,35
30—50	6	0,2	15—20	0,35	20—25	0,35

Gruppe 4: Stahl nach Din: St C 60.61 vergütet E C N 45 V C N 35 V C N 45. Allgemein: Unlegierter und legierter Stahl (Chromnickelstahl) von ~ 90 — 110 kg Festigkeit und ~ 8 — 14% Dehnung.

Gruppe 5: Gußeisen nach Din: Ge 12.91 Ge 18.91. ~ 12 — 18 kg/mm² Zugfestigkeit.

Gruppe 6: Gußeisen nach Din: Ge 22.91. Ge 26.91. ~ 18 — 30 kg/mm² Zugfestigkeit.

Werkstoffe der Gruppe 4.

Bohrer Ø mm	Bohrer aus:				
	Werkzeugstahl		Schnellstahl		Hochleistungsstahl
	v	s	v	s	v s
1—2	5	0,01	10—14	0,03	10—14 0,03
2—5	6	0,02	10—14	0,06	10—14 0,06
5—7	6	0,03	10—14	0,08	10—14 0,08
7—9	7	0,04	10—14	0,1	10—14 0,1
9—12	7	0,05	12—16	0,1 —0,12	12—16 0,1 —0,12
12—15	6	0,05	12—16	0,12—0,15	12—16 0,12—0,15
15—18	5	0,07	14—18	0,15	14—18 0,15
18—22	4	0,09	16—20	0,18	16—20 0,18
22—26	4	0,11	16—20	0,2	16—20 0,2
26—30	4	0,13	14—18	0,25	14—18 0,25
30—50	4	0,15	12—16	0,3	12—16 0,3

Werkstoffe der Gruppe 5.

Bohrer Ø mm	Bohrer aus:				
	Werkzeugstahl		Schnellstahl		Hochleistungsstahl
	v	s	v	s	v s
1—2	10	0,05	20—25	0,07	25—30 0,07
2—5	10	0,05	30	0,07—0,1	35 0,07—0,1
5—7	12	0,08	30—40	0,15	35—45 0,2
7—9	12	0,12	30—40	0,2	35—45 0,25
9—12	12	0,15	30—35	0,25	35—40 0,3
12—15	10	0,16	30	0,35	35 0,4
15—18	10	0,18	25	0,5	30 0,7
18—22	8	0,2	20	0,6	25 0,8
22—26	7	0,3	20	0,7	25 1,0
26—30	6	0,4	20	1,0	25 1,5
30—50	6	0,4	20	1,3	25 1,5

Werkstoffe der Gruppe 6.

Bohrer Ø mm	Bohrer aus:				
	Werkzeugstahl		Schnellstahl		Hochleistungsstahl
	v	s	v	s	v s
1—2	5	0,02	12—16	0,05	12—16 0,05
2—5	5	0,03	12—18	0,05—0,1	12—18 0,1
5—7	7	0,05	12—18	0,1	12—18 0,1 —0,15
7—9	7	0,08	12—18	0,1	12—18 0,15—0,2
9—12	7	0,1	14—18	0,15	14—18 0,2 —0,25
12—15	6	0,1	14—18	0,2	14—18 0,25
15—18	5	0,12	16—18	0,2	16—18 0,25—0,3
18—22	4	0,12	16—18	0,25	16—18 0,3 —0,35
22—26	4	0,15	16—20	0,3	16—20 0,35—0,5
26—30	4	0,15	16—20	0,35	16—20 0,4 —0,6
30—50	3	0,2	14—18	0,4	14—18 0,5 —0,7

Werkzeugstahl- und Schnellstahlbohrer geringer als bei Stahl, die Vorschübe aber höher gewählt werden können. Diese Angaben gelten jedoch nicht für Bohrer mit Schneidmetallspitze, da für sie ganz allgemein hohe Schnittgeschwindigkeiten und besonders niedrige Vorschübe in Frage kommen. Auf Gußeisen können Schneid-

metallbohrer mit Schnittgeschwindigkeiten bis zu 150 m/min und Vorschüben je nach Durchmesser bis zu etwa 0,5 mm/U (für 25 mm $\varnothing$) arbeiten.

Praktische Winke. Bei Stahl von großer Festigkeit und bei Kupfer klemmen die Bohrer oft schon nach dem ersten Nachschleifen, besonders wenn es zu spät vorgenommen wurde, an den Fasen. Das erklärt sich daraus, daß diese Werkstoffe die Fasen hinter der Schneidkante stark abnutzen. Man muß also im allgemeinen etwas mehr als bei Bearbeitung weicherer Werkstoffe nachschleifen, um solche Stellen zu entfernen.

Beim Bohren von Blechpaketen benutzt man mit Vorteil Bohrer mit engerem Drall. Dabei tritt folgende Schwierigkeit auf: beim Durchbohren jedes einzelnen Bleches, besonders aber des letzten, gleichen sich die Durchbiegungen zwischen Auslegerarm und den meist in großen Abständen unterstützten Blechen aus. Dadurch hat der Bohrer jedesmal beim Durchbruch einen sehr großen Vorschub zu bewältigen. Dieser Umstand begünstigt die an sich vorhandene Neigung engspiraliger Bohrer, beim Durchbruch das Blech hochzureißen. Um diese Wirkung abzuschwächen, muß der Durchbruch möglichst plötzlich erfolgen und deshalb ist flacher Anschliff (125° Spitzenwinkel), unter Umständen Benutzung von Bohrern mit Zentrums Spitze (Abb. 33c) vorteilhaft.

Sonderstähle sind häufig sehr schwierig zu bohren. Manganstahl mit hohem Mangangehalt (etwa 12%) läßt sich mit Schnellstahlbohrern so gut wie gar nicht bearbeiten, wohl dagegen mit Schneidmetallbohrern, die mit Schnittgeschwindigkeiten von 10—20 m/min und Vorschüben bis etwa 0,05 mm/U arbeiten. Es empfiehlt sich, trocken zu bohren, da diese Stähle in dem bei höherer Temperatur vorliegenden Gefügezustand günstiger bearbeitbar sind.

Federstahl und nichtrostende Stähle (V2A usw.) lassen sich mit normalen Bohrern großer Durchmesser gut bearbeiten, bei geringen Durchmessern sind Sonderbohrer vorteilhafter. Unter 2 mm $\varnothing$ kurze Bohrer verwenden.

Das Bohren von Messing ist je nach der Legierung und dem Verarbeitungszustand (gezogen, gepreßt oder gegossen) verschieden. Kleine Bohrer müssen für das Bohren von Ms 58, Ms 60 und allen gegossenen Messingsorten schlanken Drall besitzen. Bei größeren Abmessungen kann man vorteilhaft auch die normalen Spiralsteigungen anwenden (Abb. 55). Geeignete Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe gehen aus der nachstehenden Tabelle 5 hervor:

Tabelle 5.

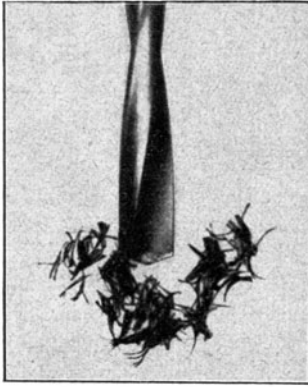
		G Ms 63/67 Ms 58/60	Ms 63/80	Ms 90
		Schnittgeschwindigkeit		
		bis 200 m/min ¹	bis 50 m/min	bis 35 m/min
Vorschub für Bohrer	1—2 mm $\varnothing$	0,06	0,04	0,02 mm/U
	bis 5 mm $\varnothing$	0,1	0,08	0,06 mm/U
	10 mm $\varnothing$	0,2	0,15	0,1 mm/U
	15 mm $\varnothing$	0,3	0,2	0,15 mm/U
	20 mm $\varnothing$	0,5	0,3	0,3 mm/U
	30 mm $\varnothing$	0,7	0,5	0,5 mm/U
man verwende Bohrer aus		Werkzeugstahl oder Schnellstahl	nur Schnellstahl	

Das Bohren von Kupfer. Kupfer läßt sich mit Bohrern mit engem Drall gut bearbeiten. Beim Bohren tiefer Löcher darf jedoch die Spiralsteigung wegen der Herausschaffung der Späne nicht zu eng gewählt werden. Wirtschaftlich sind

¹ Bei kleinen Durchmessern läßt sich diese hohe Schnittgeschwindigkeit meist nicht erreichen, auch sind geringere Schnittgeschwindigkeiten, etwa 40 m/min günstiger.

bei größeren Bohrern Schnittgeschwindigkeiten von 30 bis höchstens 40 m/min bei den weiter unten für Leichtmetalle angegebenen Vorschüben.

Das Bohren von Leichtmetallen. Leichtmetalle lassen sich besonders gut mit Bohrern mit etwa 45° Spiralsteigung bearbeiten (Abb. 58 c). Die Abstumpfung der



Späne von Ms 58.
Bohrer mit schlanker Spirale.
Abb. 55. Spanbildung bei verschiedenen Messingsorten.



Späne von Ms 63.
Bohrer mit normaler Spirale.

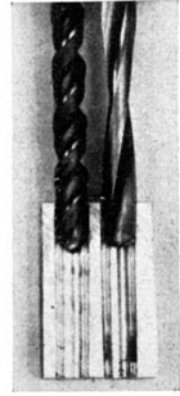


Abb. 56. Löcher in Elektron, gebohrt mit Bohrern verschiedener Spiralsteigungen.

Werkzeuge spielt hier nur bei Silumin und verwandten Legierungen eine Rolle. Bei allen anderen Leichtmetallen können hohe Schnittgeschwindigkeiten angewandt werden: 100—200 m/min beim Bohren ohne Bohrbuchse, 80—150 m/min beim Bohren mit Bohrbuchse; ferner folgende Vorschube:

$\varnothing$	Vorschub mm/U
2—4 mm	0,15
von 4—10 mm	0,25
10—20 mm	0,4
20—40 mm	0,5
über 40 mm	0,6—1

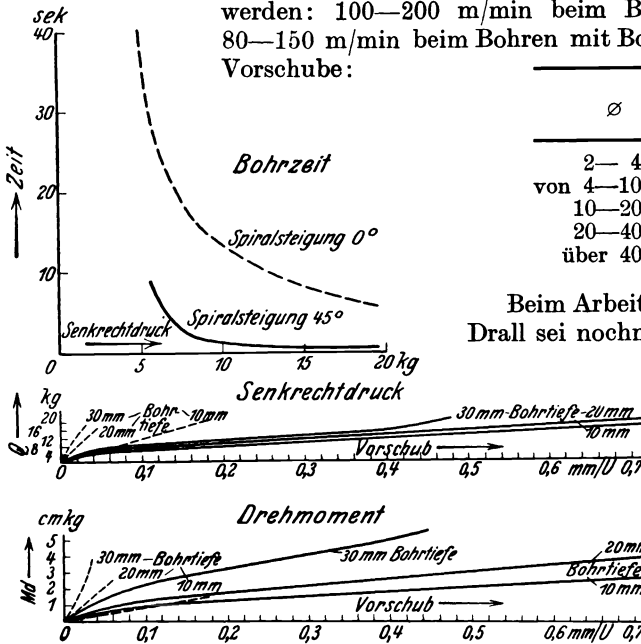


Abb. 57. Kraftverhältnisse beim Bohren von Elektron.

Beim Arbeiten mit Bohrern mit engem Drall sei nochmals auf die Notwendigkeit eines flachen Spitzenanschliffes (etwa 140°) hingewiesen. Zum Bohren dünner Leichtmetallbleche sind wegen des Hochreißen Bohrers mit schlankerer Spirale zu empfehlen.

Die zum Bohren von Elektron geeigneten Spiralsteigungen werden sehr verschieden angegeben. Abb. 56 und 57 erklären diese Frage. Die Arbeitsgüte, d. h. die Glätte des gebohrten Loches, ist bei Bohrern mit schlanker Spirale größer, besonders wenn es sich um Bohrer großen Durchmessers handelt. Dagegen sind die auftretenden Drehmomente und Axialdrücke bei der Spiralsteigung von 45°

bedeutend geringer als bei weitem Drall. Ein Bohrer von 3 mm $\varnothing$, der ein Loch von 10 d = 30 mm Tiefe bohren soll, erreicht mit 45° Spiralsteigung unter einem Axialdruck von etwa 20 kg einen anfänglichen Vorschub von 0,8 mm/U, der allmählich auf 0,5 mm zurückgeht. Ein Bohrer mit 0° Spiralsteigung hat unter gleicher Belastung anfänglich einen Vorschub von 0,2 mm und geht bei 30 mm Bohrtiefe auf etwa 0,02 mm zurück, d. h. er bleibt praktisch stecken. Man erreicht also bei kleinen Durchmessern mit engem Drall ganz bedeutend günstigere Bohrzeiten. Größere Löcher (über etwa 15 mm) möge man wegen der Sauberkeit des Loches mit schlanker genuteten Bohrern herstellen. Die Sauberkeit der mit engspiraligen Bohrern gebohrten Löcher wird durch einen Spitzenanschliff von 100° und besonders durch Anschliffe mit Zentrumschneidspitze bedeutend verbessert.

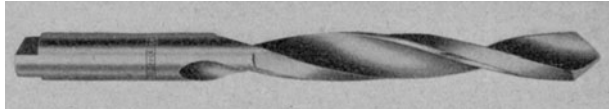


Abb. 58 a. Sonderbohrer für Marmor, Trolit, Galalit.



Abb. 58 b. Sonderbohrer für Hartgummi.

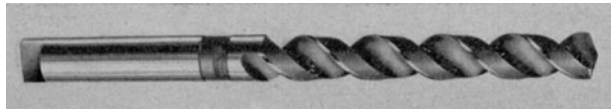


Abb. 58 c. Sonderbohrer für Leichtmetalle, Pertinax, Vulkan-Fibre.

Das Bohren von Isolierstoffen. Gepreßte und geleimte Isolierstoffe lassen sich zumeist mit den für Leichtmetalle günstigen Spiralsteigungen bearbeiten, während Hartgummi und hartgummi-ähnliche Stoffe eine schlanke Spirale erfordern. Abb. 58 a—c zeigt Spitzenanschliffe und Bohrerformen, die sich für die einzelnen Stoffe als günstig erwiesen haben. Werkstoffe gleicher Bezeichnung lassen sich sehr oft ganz verschieden bohren. Zelluloid muß z. B. häufig mit Bohrern mit weitem Drall häufig wieder mit Bohrern mit besonders engem Drall bearbeitet werden. Zum Bohren von Isolierstoffen kann man z. T. hohe Schnittgeschwindigkeiten anwenden (s. Tabelle 6). Häufig ergibt sich aber ein ziemlich starker Verschleiß nicht nur der Bohrerrecken, sondern auch der Fasen. Aus diesem Grunde, und weil die auftretenden Kräfte klein sind, haben sich als besonders vorteilhaft

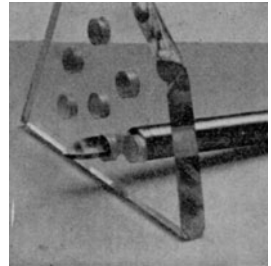


Abb. 58 d. Bohren von Glas.

Tabelle 6. Schnittgeschwindigkeiten für Isolierstoffe u. dgl.

Werkstoff	Bohrerform	Schnittgeschwindigkeit in m/min für	
		Werkzeugstahlbohrer	Schnellstahlbohrer
Hartgummi . .	weiter Drall	20—30	30—50
Trolit, Ebonit .	„ „	20—30	30—50
Novotext . . .	„ „	8—12	20—30
Galalit. . . .	„ „	8—12	bis 20
Pertinax . . .	enger Drall	10—20	20—30
Wahnerit . . .	„ „	20	30—50
Vulkan-Fibre . .	„ „	50—100	bis 200

Bohrer mit Schneidmetallspitze erwiesen. Solche Bohrer können bis zum kleinsten Durchmesser von etwa 1 mm hergestellt werden.

Marmor, Steine, Kacheln, Glas, Glimmer u. dgl. werden ebenfalls vorteilhaft mit Hartmetallbohrern bearbeitet. Der Spitzenanschliff für Marmor und Steine beträgt etwa 90°. Glas, Kacheln und andere sehr spröde Werkstoffe können nur mit Bohrern mit dreikantiger Hartmetallspitze bearbeitet werden (Abb. 58d). Niedrige Schnittgeschwindigkeiten — bis 20 m/min — und niedrige Vorschübe — bis 0,05 mm/U — sind hier zweckmäßig. Neben Dreikantbohrern haben sich zum Glasbohren auch Kupferröhrchen bewährt, die mit Längsschlitz versehen sein können und die mit Hilfe von Schmirgel und Öl oder Terpentin die Löcher herausschleifen, wobei der Mittelteil stehen bleibt.

Das Bohren kleiner Löcher unter 1 mm $\varnothing$. Für die kleinen Bohrer unter 1 mm kommen für alle Werkstoffe wesentlich niedrigere Schnittgeschwindigkeiten in Frage als für die größeren Bohrer, sowohl wegen des Werkzeuges als auch wegen der Maschinen, die so hohe Umlaufzahlen nicht hergeben. Mit Rücksicht hierauf sind in der Tabelle 7 die Umlaufzahlen angegeben. Abweichungen von diesen Richtwerten können durch besondere Umstände bedingt sein.

Die Vorschübe sind mit Rücksicht auf die Widerstandsfähigkeit der Bohrer um so geringer gewählt, je kleiner der Bohrerdurchmesser ist.

Tabelle 7. Umlaufzahlen für Bohrer unter 1 mm $\varnothing$.

Werkstoff	Bohrerdurchmesser mm			
	0,1—0,2	0,25—0,35	0,4—0,6	0,7—0,9
	Umlaufzahlen je Minute			
Stahl und Gußeisen	500—1000	4000—6000	6000—8000	6000—8000
Messing und Bronze	500—1000	4000—6000	8000—12000	8000—12000
Kupfer	500—1000	4000—6000	4000—6000	6000—8000
Aluminium, Silumin usw.	800—1000	4000—6000	8000—12000	8000—12000
Hartgummi	1500—2000	6000—8000	8000—12000	8000—12000

Tabelle 8. Vorschübe für Bohrer unter 1 mm $\varnothing$.

Bohrerdurchm. mm	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Vorschub mm/U. .	nach Gefühl	nach Gefühl	0,001	0,001	0,0015	0,0015	0,002	0,003	0,01	0,02

G. Instandhaltung der Spiralbohrer.

Neben der sachgemäßen Behandlung ist gute Instandhaltung der Spiralbohrer Vorbedingung für hohe Bohrleistungen. Von besonderer Wichtigkeit ist richtiger und gleichmäßiger Anschliff des Bohrers. Es ist infolgedessen notwendig, die Bohrer nicht von Hand, sondern maschinell zu schleifen.

1. Spitzenschleifmaschinen.

Die Erfordernisse einer guten Spitzenschleifmaschine sind:

1. Richtige Ausbildung der Hinterschlifffläche, besonders die Einhaltung des Hinterschliffwinkels und des Querschnittenwinkels (siehe Tabelle 3, S. 15).
2. Zentrische Lage des Anschliffes.
3. Geringe Kosten eines Anschliffes, d. h. hohe Leistung der Maschine.

Zu 1: Die erste Forderung wird auf verschiedene Weise bei den vorhandenen Konstruktionen erfüllt. Die drei Schleifprinzipien wurden bereits auf S. 13/15 eingehend erörtert.

Am stärksten hat sich der Kegelschliff durchgesetzt.

Zu 2: Die zentrische Lage des Anschliffes wird durch die Art der Aufnahme des Bohrers bedingt. Die drei Möglichkeiten der Aufnahme sind:

- a) Lagerung in einem oder Spannung durch zwei Prismen.
- b) Spannen des Bohrers auf den Fasen mit einer Zange.
- c) Lagerung des Bohrers in einer Buchse, die Anschläge für die Verschiebung in axialer Richtung und gegen Verdrehung besitzt.

Spannung in einem Prisma ist nur genau, wenn der Bohrer genau gerade ist; auch ist es notwendig, daß der Bohrer mit der Länge einer ganzen Spiralwindung auf dem Prisma aufliegt. Kurze Bohrer lassen sich daher schlecht im Prisma spannen. Die Zangenspannung hat den Vorteil einfacher Handhabung und sicheren Spannens; sie wird deshalb bei neueren Maschinen mit Vorliebe angewandt.

Zwei untereinander verschiedene Konstruktionen sind bei Prisma- und Zangenspannung zu unterscheiden. In einem Falle ist die Spannvorrichtung in einem drehbaren Kopf gelagert, so daß der Bohrer nach Fertigschleifen der einen Bohrerlippe zum Schleifen der zweiten Bohrerlippe nicht umgespannt zu werden braucht. Bei der zweiten Art ist auf einen solchen drehbaren Kopf verzichtet: die Zangen bleiben in ihrer Lage, infolgedessen muß zum Schleifen der zweiten Lippe die Zange gelöst, der Bohrer um 180° gedreht und wieder festgespannt werden.

Bezüglich der Genauigkeit des Anschliffes ist die zweite Bauart vorzuziehen. Die Herstellung einer Zange, die den Bohrer so spannt, daß seine Achse genau mit der Drehachse übereinstimmt, erfordert große Genauigkeit, ebenso wie die Lagerung des drehbaren Teiles, da sonst die Maschine bereits bei der ersten Inbetriebnahme einen exzentrischen Schliff ergibt. Berücksichtigt man außerdem, daß die Spannbacken nicht sehr hart sein können, da sonst beim Spannen leicht die Fasen ausbrechen und daß infolgedessen diese Spannbacken im Laufe der Zeit sich allmählich und naturgemäß ungleich abnutzen, so ist nach längerer Benutzung solcher Spannbacken eine Gewähr für Gleichlage von Bohrerachse und Drehachse nicht mehr gegeben. Die Maschinen müssen also von Zeit zu Zeit nachjustiert werden.

Im Gegensatz dazu ist das Schleifen der Bohrer in einer festen Zange von Herstellungs- und Abnutzungsfehlern unabhängig. Hier ist keine Drehachse vorhanden, sondern der Bohrer liegt nach Drehung um 180° immer an den gleichen Punkten an. Die Lage seiner Achse kann daher nicht verändert werden.

Gegen Verschiebung in axialer Richtung wird der Bohrer sowohl bei Prisma- wie bei Zangenspannung in einer Spitze oder einem Kegel aufgenommen.

Diese Arten der Spannung, besonders die Zangenspannung, eignen sich hauptsächlich für große Bohrer. Kleinere Bohrer können vorteilhafter mit Buchsen geschliffen werden.

Zu 3: Die Leistungsfähigkeit einer Spitzenschleifmaschine hängt u. a. von der Wahl der richtigen Schleifscheibe ab. Größere Bohrer werden häufig an der Stirnseite einer Topfscheibe geschliffen, wobei es vorteilhaft ist, die Scheibe vor dem Bohrer hin und her zu schwenken, damit sie gleichmäßig über die ganze Breite abgenutzt wird. Auch wird die Schleifleistung bei großen Bohrern durch Wasserkühlung bedeutend erhöht, ohne daß die Schneiden Gefahr laufen, auszuglühen.

Wird der Bohrer von Hand zugestellt und die Scheibe von Hand geschwenkt, so kann der Arbeiter den Span so groß wählen, wie es entsprechend der Schleifwirkung irgend möglich ist. Er kann zunächst mit großen Zustellungen vorschruppen, um dann zuletzt einen feinen Span zu nehmen. Die Spanzustellung sowie die Scheibenschwenkbewegung kann er nach Gefühl regeln und jedem Bohrerdurchmesser anpassen. Automatisch arbeitende Maschinen haben demgegenüber den Nachteil, daß

der Span von Anfang bis Ende gleichmäßig ist. Die Schleifzeit wird dadurch erheblich verlängert, besonders wenn viel abgeschliffen werden muß. Da außerdem in vielen Fällen, wo aus Ersparnisgründen der Werkzeugbestand gering ist, der Arbeiter auf das Anschleifen des Bohrers warten muß, in anderen Fällen die Zahl der zu schleifenden Bohrer die Anschaffung höchstens einer Maschine lohnt, so hat sich die ganz selbsttätige Konstruktion trotz der Möglichkeit, daß ein Arbeiter mehrere Maschinen

bedienen kann, nicht allgemein durchgesetzt. Die Entwicklung scheint vielmehr dahin zu gehen, daß die Scheibe selbsttätig geschwenkt wird, um den Arbeiter nicht zu ermüden, daß er aber den Span zustellen und womöglich auch den Bohrer schwenken muß.

Konstruktionen. Im folgenden seien die besonderen Eigenheiten einiger neuerer Konstruktionen beschrieben¹.

Die Spitzenschleifmaschine von R. Stock & Co.² (Abb. 59) greift den Bohrer zwischen zwei in ihrem Abstand verstellbaren Spannbacken und stützt ihn nach hinten gegen eine Spitze ab, so daß der Bohrer in drei Punkten festliegt. Die mit der Stirnseite schleifende Topfscheibe wird in Richtung der Schleifebene hin und her geschwenkt, um eine gleichmäßige Abnutzung zu erzielen.

Das Schwenken geschieht durch ein Ölgetriebe, das auf verschiedene Schleifgeschwindigkeiten und auf verschiedene Hublängen eingestellt werden kann. Dadurch ist die Einstellung des Schwenkhubes so fein regulierbar wie bei Handbetrieb.

Schleifspindel mit Antriebsmotor schwenken um eine im Unterteil der Maschine befindliche Achse.

Außerdem ist die Maschine, entgegen den alten Maschinen, auf denen nur der einfache Spitzenwinkel mit etwa 118° angeschliffen werden kann, entsprechend den neuzeitlichen Anforderungen weitgehend verstellbar, so daß Spitzenwinkel und Hinterschliffwinkel auch unter Berücksichtigung verschiedener Spiralsteigungen verändert werden können, und daß darüber hinaus auch Sonderschneiden für Gußeisen, Drei- und Vierlippenbohrer geschliffen werden können.

Das Spannen des Bohrers auf der Fase, das bei großen Bohrern sehr vorteilhaft ist, wird bei kleinen Durchmessern zu ungenau. Hier geht man zweckmäßig zur Lagerung des Bohrers in



Abb. 59. Spiralbohrerspitzenschleifmaschine für Bohrerdurchmesser von 10 bis 75 mm. (R. Stock & Co.)



Abb. 60. Schleifmaschine für kleine Bohrer bis 13 mm (R. Stock & Co.).

¹ Über ältere Bauarten siehe Wallichs, A., u. C. Barth: Werkstattstechnik 1911 S. 615. — Neuere Bauarten siehe Jereczek, V.: Stockzeitschr. 1929 Heft 4 u. 5. — Grathwohl, A.: Werkstattstechnik 1929 S. 113.

² Siehe Stockzeitschr. 1929 Heft 4/5 S. 74.

einer Buchse über. Die primitivste Schleifvorrichtung dieser Art besteht aus einem Lineal, auf dem Buchsen mit verschiedenen Innendurchmessern befestigt sind.

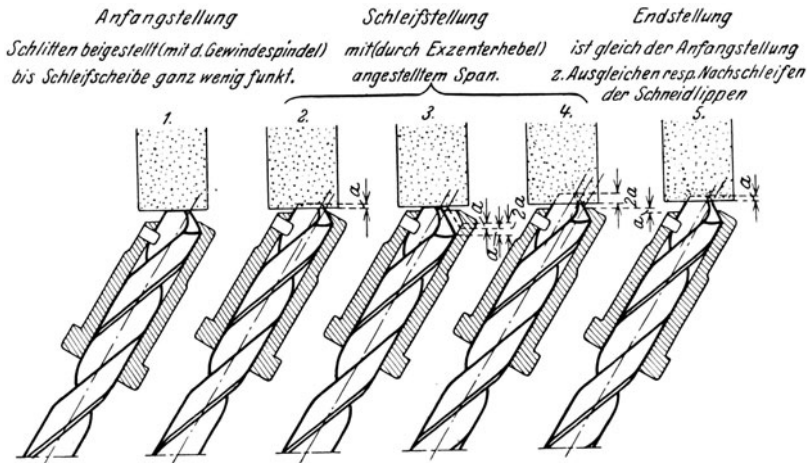


Abb. 61 a. Lagerung des Bohrers in Buchsen bei der Maschine Abb. 60.

Neben den Buchsen befinden sich verstellbare Anschläge zur Begrenzung der Bohrerlage in axialer Richtung. In die Buchsen ist ein Stift eingienietet, an dem die Nutenfläche zur Anlage kommt, wodurch die Lage des Bohrers zur Schleifscheibe eindeutig bestimmt ist. Nachdem der Bohrer in die Buchse gesteckt und gegen die Anschläge geschoben ist, wird die ganze Vorrichtung um eine zur Schleifachse parallele Achse geschwenkt. Der erzeugte Schliff ist also eine Zylinderfläche. In dieser Vorrichtung kann nur nach längerer Übung wirklich zentrisch geschliffen werden, da nach Schleifen der einen Bohrerschneide und Drehen des Bohrers um 180° zum Anschleifen der zweiten Bohrerschneide die soeben geschliffene Fläche als Anschlag in axialer Richtung benutzt wird, so daß der Bohrer für den Abschliff der zweiten Fläche weiter vorgeschoben ist als beim Anschleifen der ersten.

Dieser Nachteil wird durch die verbesserte Maschine (Abb. 60) beseitigt. Sie besitzt einen Exzenter im Schleifsupport (Abb. 61b), durch den zunächst der Span angestellt wird. Sind nach mehrmaligem Drehen des Bohrers die Lippen scharf geschliffen, so wird durch Zurückstellen des Exzenters die Span-

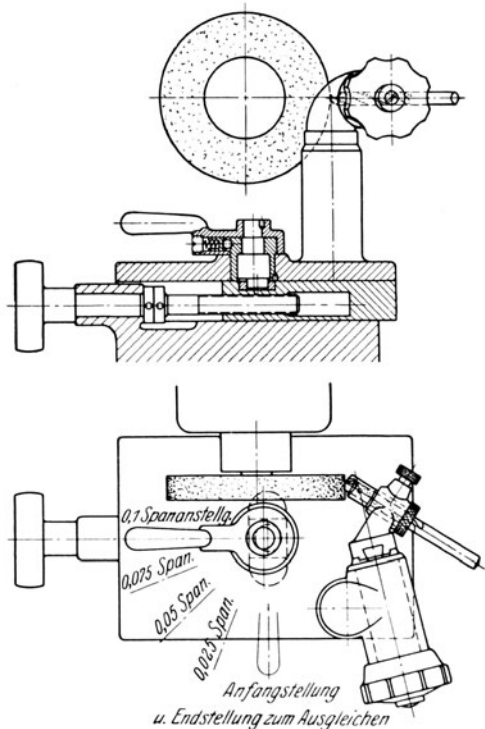


Abb. 61 b. Anordnung des Ausgleichexzenters bei der Maschine Abb. 60.

anstellung rückgängig gemacht, wodurch der Bohrer um das Maß, um das die

Bohrerspitzze exzentrisch geschliffen wird, zurückgestellt wird. Hierdurch wird der Anschliff zentrisch, und bei Umstecken des Bohrers um 180° dürfen die Lippen an der Schleifscheibe nicht mehr schleifen. Auf diese Weise kann man gleichzeitig

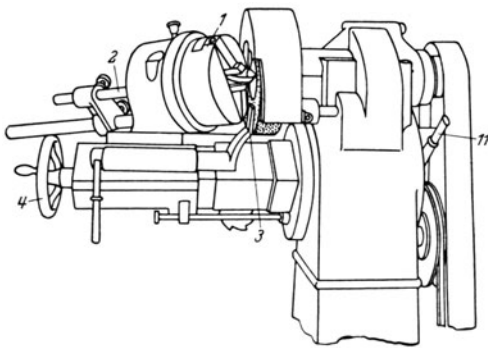


Abb. 62. Automatische Spitzenschleifmaschine der Oliver-Co.

die zentrische Lage des Anschliffes kontrollieren. Abb. 61a zeigt die einzelnen Abschnitte des Schleifvorganges: 1. Anstellen des Bohrers, 2—4. Schleifen der beiden Schneidkanten, 5. Ausgleichen durch Zurückstellen des Exzentrums. —

Die Maschine besitzt Verstellmöglichkeiten bezüglich der Lage der Querschneide und der Größe des Hinterschliffs. Für die üblichen Spitzenwinkel zwischen 100 und 140° erzeugt sie einen Kegelmantelschliff. Da der Winkel zwischen Schleifachse und Bohrerachse unverstellbar mit 45° festgelegt ist, wird beim Anschleifen eines Spitzenwinkels von 90° ein

Zylindermantelschliff erzeugt und beim Anschleifen noch spitzerer Winkel ein Kegelmantelschliff ähnlich dem der Weisker-Maschine. Da genügend Verstellmöglichkeiten vorhanden sind, so gelingt es, auch Bohrer mit 90° und weniger Spitzenanschliff einwandfrei zu hinterschleifen.

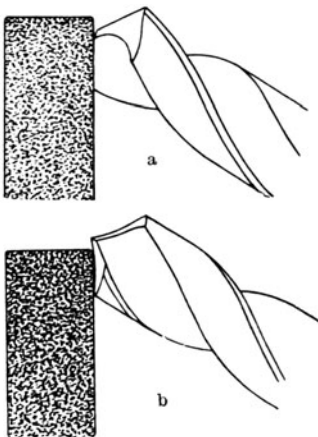


Abb. 63. Arbeitsweise der Oliver-Maschine.

Vertreter der vollautomatischen Konstruktion sind die Maschinen von Schmalz und Maier & Schmidt¹. Eine auf ähnlicher Grundlage beruhende neuere Konstruktion ist die Schleifmaschine (Abb. 62). Sie dient zum Anschleifen des bereits erwähnten Anschliffes mit hohl ausgeschliffener Mittelschneide. Der Bohrer wird in ein Spannfutter mit zwei prismenförmigen Backen gespannt und mit einer Gegenspitze gehalten. Das Spannfutter wird in Abhängigkeit von der Schleifscheibenbewegung gedreht. Die Schleifachse bewegt sich in axialer Richtung auf den Bohrer zu und führt gleichzeitig eine Planetenbewegung aus. In der Anfangsstellung schleift sie über die ganze Breite der Bohrerschneide (Abb. 63a). In der Endstellung ragt die Bohrspitze über die Schleifscheibe hinaus, so daß die Querschneide nicht in demselben Maße tiefer geschliffen wird wie die übrige Hinterschleiffläche (Abb. 63b). Die Maschine nimmt dem Arbeiter sowohl die Schwenkbewegung der Scheibe als auch die Drehbewegung des Bohrers und überläßt ihm nur die Zustellung. Schleifgeschwindigkeit und Drehbewegung bleiben immer gleich.

2. Geräte zum Prüfen des Spitzenanschliffs.

Für den normalen Werkstattgebrauch genügen Blechlehren (Abb. 64a—c), mit denen man den Spitzenwinkel, die Länge der Schneide, den Hinterschliffwinkel und den Querschneidenwinkel auf ihre Richtigkeit prüfen kann.

Zur Untersuchung des zentrischen Anschliffes hat sich die Lehre (Abb. 65) bewährt: Der Bohrer wird in ein Prisma eingelegt und gegen das am Ende der

¹ Siehe Werkstattstechnik 1911 S. 686 ff.

Lehre befindliche Dach geschoben. Abweichungen des Spitzenwinkels von der zentrischen Lage sind durch den entstehenden Lichtspalt erkennbar.

Höheren Ansprüchen dient die Hinterschleifwinkel-Meßmaschine (Abb. 66) nach Patent Schlesinger¹. Sie mißt mit einem Taststift die Hinterschleifwinkel auf konzentrisch zur Bohrerachse liegenden zylindrischen Schnitten. Mit Hilfe eines Schreibwerkes wird die vom Taststift beschriebene Kurve auf einer Trommel aufgezeichnet. Durch Anlegung der Tangenten lassen sich die Hinterschleifwinkel bestimmen (Abb. 67).

Einen einfacheren, aber sehr genau arbeitenden Prüfapparat² zeigt Abb. 68. Der Bohrer liegt in einem Prisma. Seine Verschiebbarkeit in axialer Richtung ist durch einen Bock begrenzt. Auf den Kegel wird eine kegelige Buchse mit daran angebaute Skala aufgeschoben. Mit Hilfe eines feststehenden Zeigers kann man an der Skala feststellen, um wieviel Grad der Bohrer gedreht wird. Gegen die Hinterschleiffläche legt sich der Stift einer Meßuhr. Dreht man den Bohrer um eine bestimmte Gradzahl, so zeigt die Meßuhr an, um wieviel mm die Hinterschleiffläche gegenüber der Schneidkante abfällt. Hieraus läßt sich der Hinterschleifwinkel berechnen. Gleichzeitig kann man mit großer Genauigkeit feststellen, ob entsprechende Punkte der Schneiden gleich hoch liegen.

Zur genaueren Bestimmung der Winkel bei kleinen Bohrern sind diese Einrich-

tungen nicht geeignet. Hier empfiehlt sich die Verwendung eines Mikroskopes mit Fadenkreuz. Die Bohrer werden mit Kitt auf der Spannplatte des Mikroskopes befestigt.

Querschnidenwinkel und Hinterschleifwinkel am Umfang können dann auf einfache Weise sehr genau ermittelt werden.

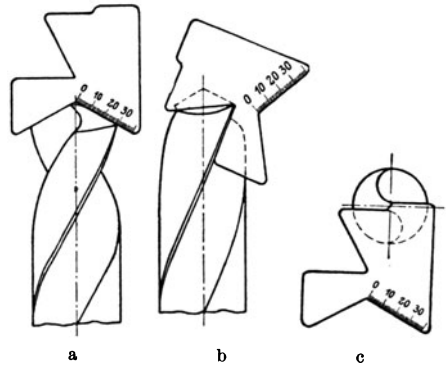


Abb. 64. Blechlehren für den Spitzenschleif.

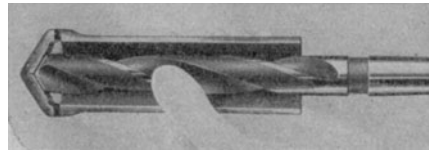


Abb. 65.

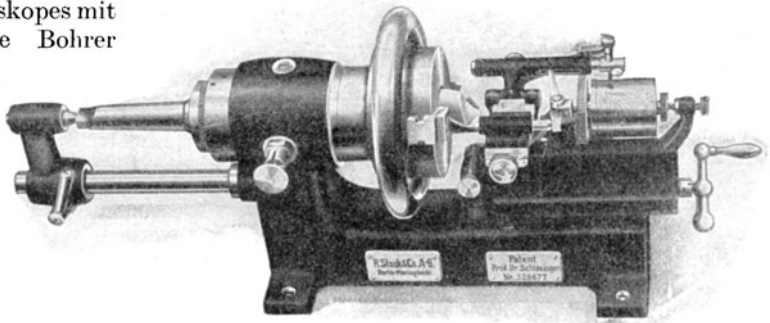


Abb. 66. Hinterschleifwinkel-Meßmaschine (Patent Schlesinger).

3. Ausspitzmaschinen.

Das Ausspitzen der Bohrer hat eine bedeutende Verringerung des Axialdruckes zur Folge. Es geschieht häufig von Hand. Hierbei ist es jedoch schwer, die Aus-

¹ Gebaut von R. Stock & Co.

² Nach Boston und Oxford, Transactions of the A. S. M. E. 1930, Bd. 52 Nr. 3 S. 5.

spitzung auf beiden Seiten gleichmäßig zu halten. Auch hängt von der Art der Ausspitzung das Maß der Verringerung des Axialdruckes wesentlich ab. Man kann

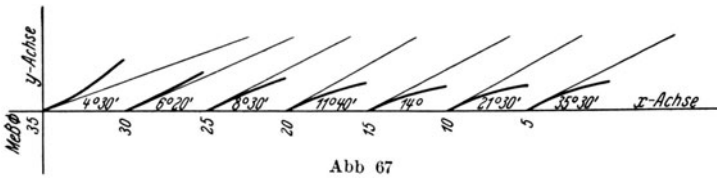


Abb 67

in Vorrichtungen ausspitzen, die an einer Reihe von Spitzenschleifmaschinen angebracht sind. Die meisten dieser Einrichtungen sind primitiv. Besondere Maschinen zum Ausspitzen bauen R. Stock & Co. (Abb. 69). Der Bohrer wird wie beim Spitzenschleifen an den Fasen gefaßt und

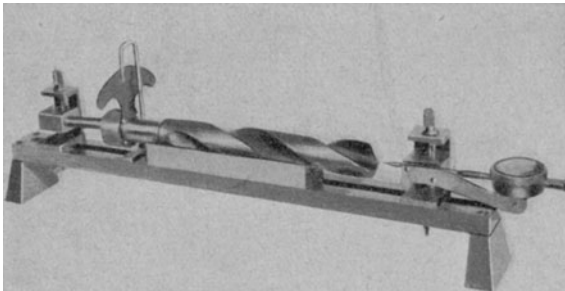


Abb. 68. Hinterschleifwinkel-Meßapparat.

durch eine Spitze gestützt. Auch hier ist der Grundsatz: Schleifen auf Umschlag, um Ungenauigkeiten auszu-schalten. Die Maschine besitzt Verstellungen, die eine Veränderung des Spanwinkels, der Länge und Tiefe der Ausspitzung gestatten. Man kann also entweder die Maschine nach der Tabelle einstellen oder aber nach eigenen Erfahrungen ausspitzen.

F. Instandsetzung gebrochener Bohrer.

Häufig kommt es vor, daß Bohrer im Drall brechen, oder daß vom keglichen Schaft der Mitnehmerlappen abreißt infolge schlechten Sitzes des Kegels in der Hülse. Man wird versuchen, diese Bohrer wieder instandzusetzen.

Abb. 69. Ausspitzmaschine
(R. Stock & Co.).

1. Bohrer mit zylindrischen Schaft, die im Drall abgebrochen sind: Der abgebrochene Teil wird in einen zylindrischen oder keglichen Schaft hart (mit einer Stichflamme) eingelötet (Abb. 70), wobei darauf zu achten ist, daß der Bohrer hinterher auch rundläuft. Bei kleineren Bohrern lohnt sich die Instandsetzung jedoch nicht, da sie zu teuer wird.

2. Bohrer mit abgebrochenen Lappen am keglichen Schaft. Instandsetzung:

a) Durch Ansetzen einer Kegelhülse, die mit dem Schaft vernietet wird.

b) Durch Anfeilen einer Fläche am Kegel (Abb. 71) und Verwendung einer Kegelhülse mit innerer Mitnehmerfläche (Abb. 71a).

c) Durch Verwendung einer federnden Kegelhülse (Abb. 72).

Bei dieser wird der Bohrer durch die Reibung mitgenommen, weil die Hülse sich auf den Bohrerschaft hinauf- und in

³ Über verschiedene Ausspitzungen s. S. 16/17.

den Kegel der Spindel hineindreht, um so fester, je größer der Schnittdruck ist. Die Hülse kann nur dann festhalten, wenn die Kegel unbeschädigt sind und mit der Hülse übereinstimmen.

3. Größere Bohrer die im Drall gebrochen sind. Wo eine elektrische Stumpfschweißma-

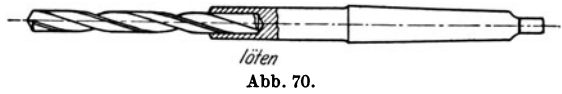


Abb. 70.



Abb. 71.

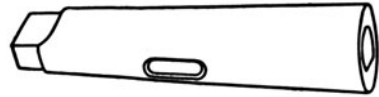


Abb. 71 a

schine zur Verfügung steht, kann ein Stück Maschinenstahl mit Drall und Schaft stumpf angeschweißt werden. Man kann auch einen neuen Kegel aus Aluminium anspritzen, sofern die geeigneten Gesenke vorhanden sind.

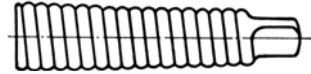


Abb. 72.

Abb. 70—72. Instandsetzung gebrochener Bohrer.

G. Sonderausführungen von Spiralbohrern.

Spiralbohrer mit Ölzuführung. Zum Bohren tiefer Löcher in Stahl sind Spiralbohrer mit Ölzuführung unentbehrlich. Das Öl¹ wird durch Druck in die Ölröhre gepreßt, entweder von hinten (Abb. 73a und b) oder seitlich (Abb. 73c).

Die Zuführung des Öles durch den Schaft von hinten wird vor allem bei Revolverbänken angewendet (Abb. 74). Diese Anordnung hindert das freie Schalten des Revolverkopfes nicht, während bei seitlicher Ölzufuhr zum Schalten des Revolverkopfes der Ölschlauch mit Kegel *a* abgehoben werden muß, was sehr umständlich ist (Abb. 75).



Abb. 73 a.



Abb. 73 b.



Abb. 73 c. Bohrer mit Ölzufuhr.

Bei Senkrechtbohrmaschinen läßt sich die seitliche Ölzufuhr dadurch ermöglichen, daß das Öl in einen drehbaren, abgedichteten Ring gepreßt wird und von da aus durch die Ölröhre fließt (Abb. 76).

Durch das Einfräsen der Nuten für die Ölröhre wird der Bohrer etwas geschwächt. Der Vorschub muß daher etwas geringer gewählt werden, damit der Bohrer nicht bricht und die Späne leicht aus dem Bohrloch ausfließen können. Der Vorteil ist, daß die Schneide stets gekühlt

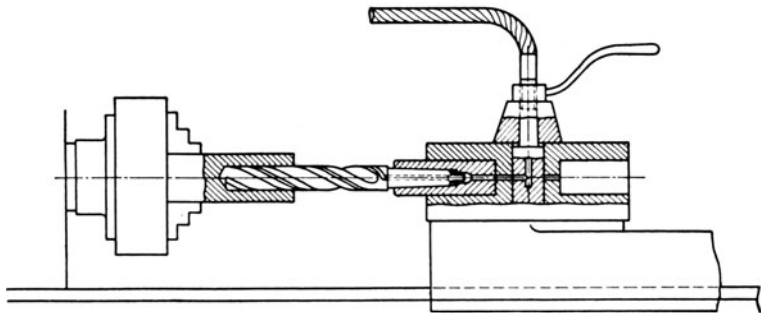


Abb. 74. Zentrale Ölzufuhr durch den Bohrer bei Revolverbänken.

dem Bohrloch ausfließen können. Der Vorteil ist, daß die Schneide stets gekühlt

¹ Mit „Öl“ ist hier jede Kühl- und Schmierflüssigkeit gemeint, die beim Bohren verwendet wird, also außer Öl: Bohrlöl, Seifenwasser usw.

wird. Die Ölhöhre aus Messing oder Kupfer werden noch häufig mit Zinn eingelötet. Damit das Zinn genügend Halt hat, werden die Nuten etwas „unter sich“

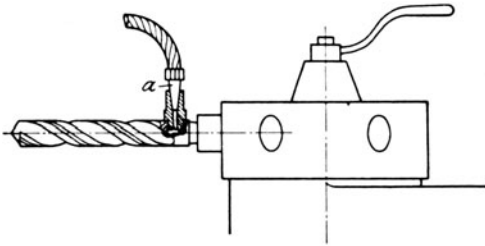


Abb. 75. Seitliche Ölzufuhr durch den Bohrer bei Revolverbänken.

gefräst (Abb. 77). Trotzdem kommen noch Beschädigungen durch die Späne vor, die Ölhöhre können sogar herausgerissen werden. Sicherer dagegen ist die Konstruktion (Abb. 78), bei der in eine nach hinten verbreiterte Nut das Rohr eingedrückt und dann verlötet wird. Am sichersten ist die Konstruktion, bei der gar nicht gelötet, sondern nur ein Stahlrohr in die verbreiterte Nut gewalzt wird¹.

Verlängerte Spiralbohrer. Wenn an unzugänglichen Stellen Löcher gebohrt werden sollen, müssen zwischen Bohrspindel und Bohrer Verlängerungen eingefügt werden, damit der Bohrer an die zu bearbeitenden Stellen herangeführt werden kann.

Abb. 79 zeigt verschiedene Bohrer Verlängerungen für Bohrer mit zylindrischem Schaft. Will man tiefe Löcher bohren, so ist die Ausführung *b* zu verwenden, während sonst Ausführung *a* besser ist, da der Bohrer am Schaft nicht geschwächt wird und dadurch widerstandsfähiger bleibt. *c* zeigt eine Verlängerung zum Aufstecken, wie sie in der Praxis auch häufig verwendet wird.

Für Bohrer mit kegeligem Schaft werden lange Kegelhülsen benutzt (siehe Abschnitt Spannwerkzeuge).

Bohrer für keglige Löcher. Zum Bohren der Löcher für Kegelstifte verwendet man Bohrer, die ein kurzes Stück hinter der Spitze zylindrisch bleiben, dann aber sich keglig verstärken. Diese Bohrer schneiden also auf die ganze Länge ihrer Fase. Sie ersparen die doppelte Arbeitsstufe: bohren mit zylindrischen Bohrern und aufreiben mit kegligen Reibahlen.

Anbohrer und Zentrierbohrer. Bei Arbeiten auf Revolverbänken und Auto-

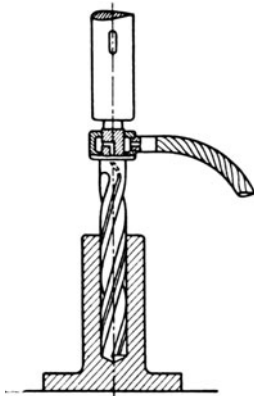


Abb. 76. Ölzufuhr bei Senkrecht-Bohrmaschinen.

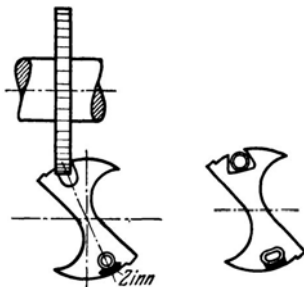


Abb. 77.

Abb. 78.

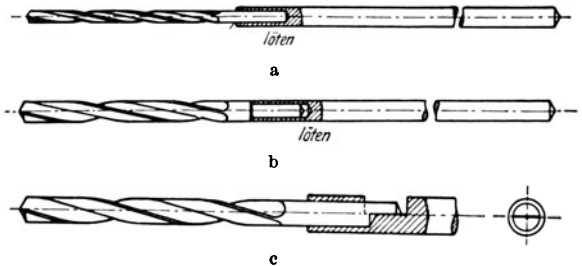


Abb. 79 a, b und c.

maten benutzt man kurze und

daher starre Bohrer, deren Anschliff genau zentrisch liegen muß (genormt nach DIN 331). Zur Herstellung von Zentrierbohrungen nach DIN 332A sind Versenker nach DIN 333 gebräuchlich, die ein zylindrisches Loch geringen Durchmessers mit

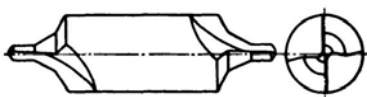


Abb. 80. Zentrierbohrer für Schutzsenkung nach DIN 332 B.

¹ DRP. siehe auch Stockzeitschr. 1930 Heft 5.

anschließendem Kegel herstellen. In Fällen, wo eine Beschädigung der Zentrierungen zu befürchten ist, empfiehlt es sich, Versenker nach DIN 320 für Schutzsenkung nach DIN 332 B (Abb. 80) zu verwenden.

V. Kanonen- und Laufbohrer.

Kanonenbohrer dienen zum Bohren tiefer Löcher in Wellen, Spindeln usw. Die älteste und einfachste Ausführung zeigt Abb. 81. Der Bohrer ist bei *a* abgeflacht, um die Reibung im Bohrloch zu vermindern. Der Körner *b* wird nach dem Rundschleifen abge-
schliffen. Vor dem Gebrauch des Kanonenbohrers wird mit einem Spiral- oder Flachbohrer in das Werkstück eine genaue Führung gebohrt, damit der Kanonenbohrer nicht verläuft. Ein zwangsläufiges Bohren ist nicht möglich; der Bohrer wird gewöhnlich auf der Drehbank verwendet und von Hand nach Gefühl vorge-
schoben. Man muß ihn öfter aus dem Bohrloch herausziehen, um Öl zuzuführen und die Späne zu entfernen.

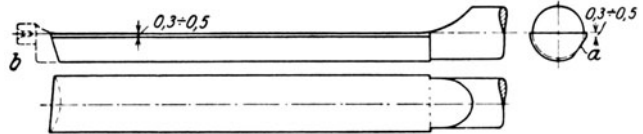


Abb. 81. Kanonenbohrer.

Lauf- oder Spindelbohrer (Abb. 82) ist eine verbesserte Ausführung des Kanonenbohrers. Er dient zum Ausbohren von

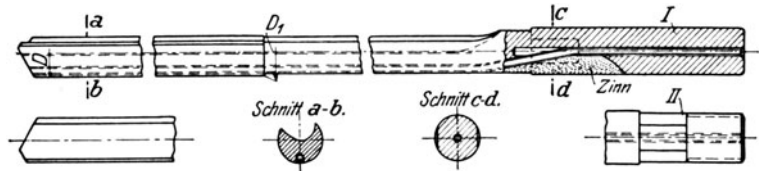


Abb. 82. Spindelbohrer, einschneidig.

Gewehrläufen, langen Bohrungen in Wellen und Spindeln bis zu 60 mm Durchmesser usw. Der Bohrer steht beim Arbeiten still, während das Werkstück umläuft. Er wird auf besonderen Maschinen benutzt, den Lauf- oder Spindelbohrmaschinen (Abb. 89).

Die Konstruktion dieser Bohrer wird beherrscht von dem Bestreben nach reichlichem Spanraum und guter Führung und der Möglichkeit, Kühlflüssigkeit bis vorn an die Schneide zu bringen. Daher hat der Bohrer nur eine Schneide, die bis zur Mitte reicht und dementsprechend eine tiefe Nut, die am besten mit einem besonders zu dem Zweck konstruierten Formfräser eingefräst wird (Abb. 83 I und II). Größere Bohrer erhalten noch einen Spanbrecher (Abb. 83 II).

An der Rückseite bei *b* ist ein Ölrohr eingelötet, durch das Öl mit hohem Druck gepreßt wird, um die Schneide zu kühlen und die Späne aus dem Bohrloch herauszuspülen. Die Bohrmaschinen sind deshalb mit kräftigen Druckpumpen versehen. Die Nut für das Ölrohr muß etwas tiefer gefräst werden als der Rohrdurchmesser, damit das Rohr an der Wand des Bohrloches nicht reibt, durchgerieben und undicht wird. Es werden auch Spindelbohrer hergestellt, bei denen das Ölloch unmittelbar in den Schneidenkopf eingebohrt wird. Der Kopf wird dann an ein Stahlrohr mit Spannutt angelötet oder angeschweißt.

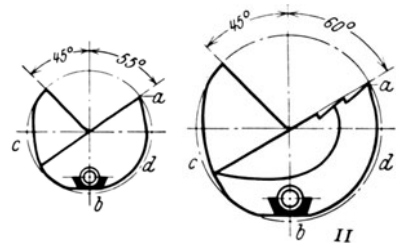


Abb. 83. Spindelbohrer (Stirnansicht).

Die Kante *a* ist bis zum Ölrohr verlaufend abgeflacht. Außerdem ist der Bohrer noch an den Stellen *b* und *c* abgeflacht.

In Abb. 84 ist eine andere Ausführung von Spindelbohrern dargestellt.

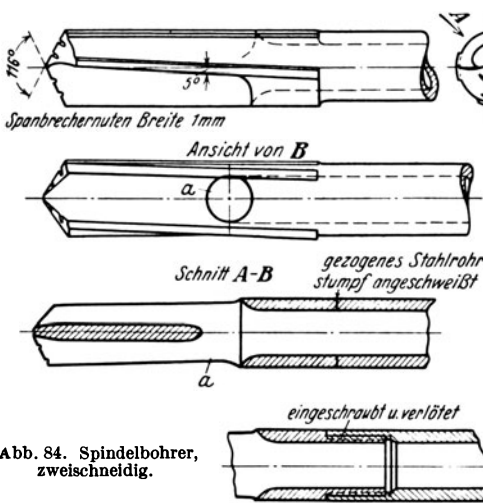


Abb. 84. Spindelbohrer, zweischneidig.

Dieser Bohrer ist zweischneidend und an ein Rohr angeschweißt oder angeschraubt. Die Späne fließen durch die Öffnung *a* in das Rohr und durch dieses hindurch in einen Spänefänger. Mit dem Bohrer ist eine größere Leistung als mit dem Bohrer Abb. 82 zu erzielen, sein Kraftverbrauch ist jedoch auch wesentlich größer.

Die Bohrer eignen sich am besten zum Bohren von hartem nicht zu zähem Werkstoff, wie z. B. Maschinenstahl von 50—70 kg Festigkeit, bei dem die Späne kurze kurze Röllchen bilden. Für weichere Stoffe, wie z. B. Einsatzstahl, sind sie weniger gut, da die langen Späne, die sich beim

Bohren bilden, das Abflußloch *a* leicht verstopfen.

Die Bohrer werden nach dem Härten rundgeschliffen. Nach dem Schleifen wird die Fäse mit einem Ölstein hinterwetz. Soweit die Führungsfase reicht, ist der Bohrer im Durchmesser nach hinten zu verjüngt, um die Reibung weiter

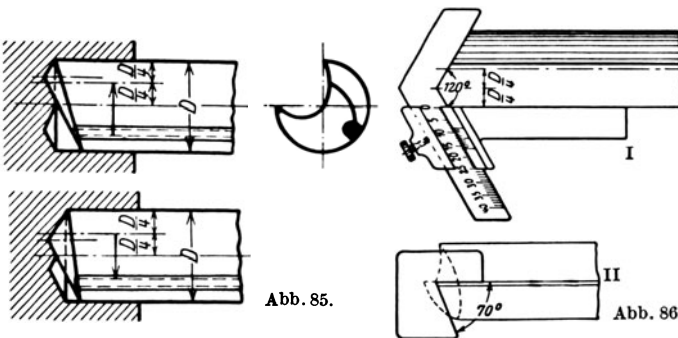


Abb. 85.

Abb. 86.

Abb. 85—86. Lage der Schneidspitze der Spindelbohrer und Lehren dazu.

zu vermindern. Die Verjüngung beträgt auf 100 mm Länge etwa 0,1 mm im Durchmesser.

Die Bohrer werden von Hand oder auf Sondermaschinen scharfgeschliffen. Der Spitzenwinkel beträgt bei den Bohrern nach Abb. 82 90—120°, nach Abb. 84, wie bei dem Spiralbohrer, 118°.

Die Schneidspitze liegt bei den Bohrern nach Abb. 82 genau im ersten Viertel des Bohrerdurchmessers (Abb. 85—86). Einseitig geschliffene Bohrer werden von der Mitte leicht abgedrängt und verlaufen in Richtung der Pfeile (Abb. 85). Dadurch vergrößert sich die Reibung am Umfang des Bohrers, so daß er leicht abbricht. Es empfiehlt sich deshalb beim Scharf Schleifen Lehren zu benutzen (Abb. 86 I—II). Mit Lehre I läßt sich $\frac{1}{4}$ Durchmesser bequem einstellen und zugleich der Spitzenwinkel messen; II dient für den Hinterschleifwinkel. Bei richtig geschliffenen Bohrern entsteht bei weichem Werkstoff ein langer zusammenhängender Span, während sich bei härterem kürzere Späne bilden.

Sehr oft kommt es vor, daß beim Bohren mit einem Bohrer nach Abb. 82 ein dünner Kern von 1—2 mm $\varnothing$ ausgebohrt wird (Abb. 87). Grund: Die Schneid-

kante des Bohrers liegt unter der Mitte. Es ist deshalb bei der Anfertigung der Bohrer darauf zu achten, daß die Schneide radial bis genau zur Achse geht.

Spindelbohrer werden fast nur aus Schnellstahl, am besten aus Hochleistungsstahl, hergestellt. Bei Durchmessern über etwa 20 mm und größerer Länge empfiehlt es sich, einen Schaft aus Flußstahl von 80—90 kg Festigkeit an den Schneidenkopf stumpf anzuschweißen.

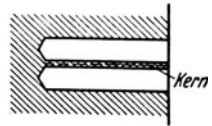
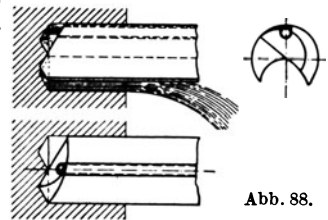


Abb. 87.

Bei den Schnellstahlbohrern setzt sich zuweilen vom Werkstück etwas Werkstoff an den Schneidenkopf außen an, wodurch der Bohrer festsitzt und ein schwacher Bohrer leicht abbricht. Die Spindelbohrmaschinen besitzen jedoch meist an der Antriebsscheibe (bei α Abb. 89) eine Sicherheitskupplung, die so eingestellt werden kann, daß sie bei einer größeren Kraft als zur Abhebung des Spanes nötig ist, auslöst. Sitzt dann der Bohrer fest, sei es durch dieses Ansetzen, sei es durch Verstopfen der Spannut, so wird das Werkstück still stehen. Der Bohrer muß dann vorsichtig aus dem Bohrloch gezogen werden, möglichst ruckweise, wobei das Werkstück nur wenig gedreht werden darf, damit der Bohrer nicht abbricht. Angesetzter Werkstoff muß mit einem Ölstein abgewetzt werden. Ist die Schnittfase vorn abgenutzt, so muß das beschädigte Stück abgeschliffen werden.



Der Vorschub beträgt 0,01—0,04 mm/U, ist also sehr klein. Er darf nicht größer sein, da sich sonst beim Bohren tiefer Löcher das Bohrloch leicht verstopfen würde.

Geeignete Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sind in der Tab. 8 angegeben.

Tabelle 8. Schnittgeschwindigkeiten und Vorschube für Spindelbohrer nach Abb. 82.

Bohrer $\varnothing$ m/m	Vorschub [mm/U] für		Schnittgeschwindigkeiten [m/min] für Bohrer aus:	
	Stahl 60—70 kg/mm ²	Einsatz-Nickel- stahl (gehärtet, Kern weich)	Schnellstahl	Hochleistungs- Schnellstahl
7—10	0,015	0,01	20—25	30—35
10—15	0,020	0,015	20—25	25—30
15—25	0,025	0,02	18—20	20—25
25—40	0,03	0,025	18—20	20—25
40—60	0,035	0,03	15—18	20—22

Für Bohrer, nach Abb. 84, sind die Vorschübe für Stahl von 60—70 kg Festigkeit um etwa 20 % zu erhöhen.

Spindelbohrer, die nur für einzelne Löcher gebraucht werden, können von einem Durchmesser über 20 mm ein Bohrmesser erhalten, das in einem durchbohrten Schaft oder Rohr befestigt ist und durch ein anderes ausgewechselt werden kann. Das Öl wird durch den Schaft unter Druck an die Schneide geführt. Die Ausführung ist ähnlich der Abb. 19, S. 10. Es ist zweckmäßig, den Schneiden des Messers Spanbrechernuten zu geben.

Spindelbohrer nach Abb. 82 müssen beim Anbohren des Werkstückes in einer Führungsbüchse geführt werden, damit sie nicht verlaufen. Es ist deshalb für jeden

Bohrerdurchmesser eine Führungsbuchse nötig. Wird jedoch mit einem kurzen Spiralbohrer vom Durchmesser des Spindelbohrers etwa 30—40 mm tief angebohrt, dann ist eine Führungsbuchse nicht nötig.

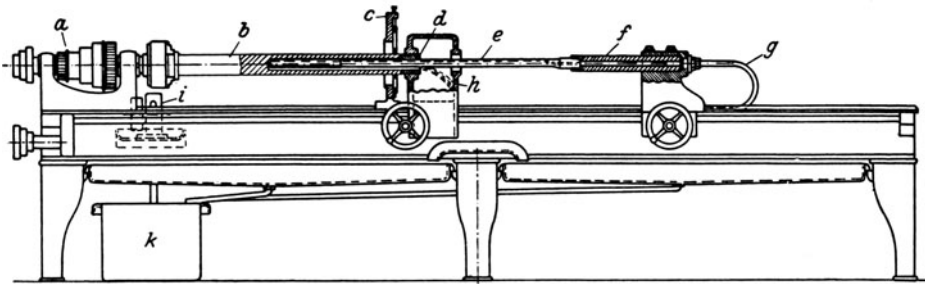


Abb. 89. Spindelbohrmaschine.

a Sicherheitskupplung, *b* Werkstück, *c* Lünette, *d* Führungsbuchse, *e* Spindelbohrer, *f* Spannfutter, *g* Ölzu-
führungsrohr, *h* Öl- und Späneabflußhaube, *i* Pumpe, *k* Kühlmittelbehälter.

Als Kühlmittel wird dünnflüssiges Mineralöl oder Bohrlöl benutzt. In Abb. 88 ist der Bohrer von Abb. 82 in Arbeitsstellung gezeichnet. Die Spannute liegt unten, so daß die Späne und das Öl nach unten abfallen bzw. abfließen. Abb. 89 zeigt einen Spindelbohrer in Arbeitsstellung auf der Bohrmaschine.

VI. Hohlbohrer.

Konstruktion der Bohrer. Für größere Bohrungen von etwa 60 mm $\varnothing$ an wird man Hohlbohrer verwenden, um das viele Zerspanen zu vermeiden. Der Werkstoff der Bohrlöcher wird beim Bohren mit Hohlbohrern nicht ganz zerspannt, sondern es wird ein Kern ausgebohrt (Abb. 90), der wieder weiter verwendet werden kann.

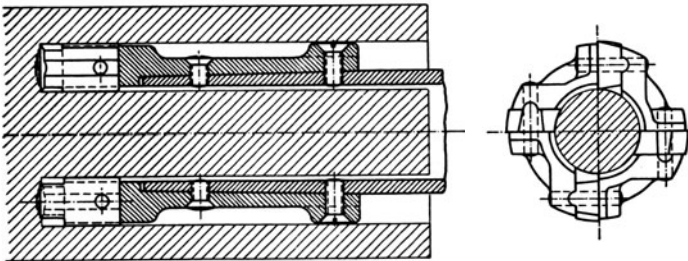


Abb. 90. Vierschneidiger Hohlbohrer.

Diese Bohrer werden ebenfalls zum Ausbohren von Wellen, Stangen, Rohren, hauptsächlich aber zum Ausbohren von Geschützrohren verwendet. Auch hierbei dreht sich das Arbeitsstück und der Bohrer steht fest.

Hohlbohrer werden gewöhnlich aus zwei Teilen hergestellt, und zwar aus dem Bohrkopf und dem Schaft, der aus einem Rohr besteht (Abb. 90). Der Schaft muß rund geschliffen werden, da er in einer Lünette geführt wird. Die Bohrer werden in Längen bis zu 5 m und mehr hergestellt. Die Bohrköpfe¹ werden, je nach dem Verwendungszweck, besonders aber nach der Größe der Bohrung, mit 2÷16 Messern versehen.

Der Bohrkopf (Abb. 91) wird auf einem Rohr durch Kegel und Schrauben befestigt; er wird für Bohrungen von 60÷150 mm verwendet. Durch die rillenförmige Form der Messerschneiden werden die Späne sehr weitgehend zerteilt.

¹ Hohlbohrer und Messerköpfe von Valentin Litz. Werkstattstechnik 1921 Heft 7, und Maschinenbau 1930 S. 783.

Die Schneidflächen der Messer sind verschieden breit. Jede Schneidfläche übernimmt ein Viertel der Spanleistung, damit die Späne schmal und klein bleiben, so daß das Druckwasser sie gut herauspülen kann. Klemmen sich die Späne fest, so neigen die Messer zum Fressen, und der Kopf läßt sich aus der Bohrung nur schwer herausbringen. Die Stellen *a* am vorderen Teile des Kopfes müssen deshalb besonders gut abgeschragt und abgerundet werden.

Am hinteren Ende sind vier eingesetzte harte Führungsleisten angebracht. Da in den Ecken *b* die Köpfe leicht zum Brechen neigen, ist besonders guter Werkstoff zu verwenden, am besten zäher Werkzeugstahl in Öl gehärtet oder Nickelstahl im Einsatz gehärtet.

Für Bohrungen bis zu 600 mm Durchmesser dienen Bohrköpfe nach Abb. 92.

Die Messer der Bohrköpfe sind aus Schnellstahl (möglichst Hochleistungsschnellstahl). Sie können aber auch aus gewöhnlichem Stahl mit aufgelöteten Schneidmetallplättchen (Widia) hergestellt werden, die sich nicht so leicht abnutzen, daher auch nicht so oft geschliffen werden müssen. Sie sind fest in die Schlitzte des Bohrkopfes eingesetzt und gegen Verschiebung durch halbrunde Federn oder Stifte an der Rückseite gesichert. Eine Schraube verhindert ihr Herausfallen beim Zurückziehen aus dem Bohrloch.

Die Messer sind 20 bis 55 mm breit, je nach dem Bohrdurchmesser; jedoch schneidet nur das letzte Messer die ganze Breite, alle anderen sind gleichmäßig abgestuft und an der Schneide schmäler zur Unterteilung des Spans. An der Stirnseite des Bohrkopfes sind die Messer so eingestellt, daß sie nicht zugleich anschneiden, sondern der Reihe nach. Der Höhenunterschied kann $0,1 \div 0,2$ mm betragen, beim ersten Zahn auch etwas mehr.

Geeignete Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sind in Tabelle 9 angegeben.

Tabelle 9.

Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für Hohlbohrer nach Abb. 91 und 92.

Bohrer Ø mm	Vorschübe [mm/U] für Stahl 50—70 kg/mm ²	Schnittgeschwindigkeiten [m/min] für Bohrer aus	
		Schnellstahl	Hochleistungs- schnellstahl
60—100	0,05—0,1	16—20	20—25
100—200	0,2 —0,4	16—20	20—25
200—400	0,2 —0,4	16—18	18—20
400—600	0,2 —0,4	16—18	18—20

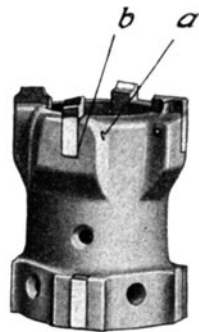


Abb. 91. Vierschneidiger Bohrkopf.

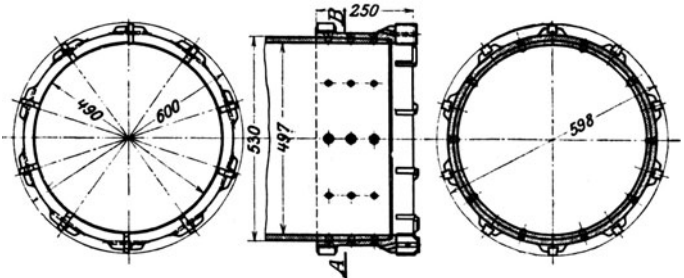


Abb. 92. Hohlbohrer mit 10 Messern.

Die Schneidwinkel sind möglichst stumpf auszubilden, damit die Späne in bröcklicher Form, nicht aber als fortlaufende Drehspäne abfallen. Lange Späne setzen sich zwischen Hohlbohrer und Werkstück fest und erschweren das Bohren.

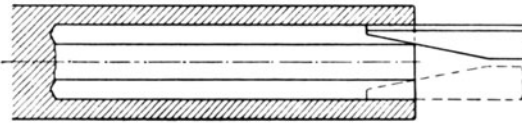


Abb. 93.

Entfernen des Kernes. Wird beim Hohlbohren das Bohrloch nicht durchgebohrt, so muß der stehengebliebene Kern entfernt werden. Im

allgemeinen ist es möglich, durch Eintreiben von Keilen an der Außenfläche

zwischen Werkstückmantel und Kern, den Kern an dem gefährlichen Querschnitt, also in der Nähe des Bodens der Bohrung, an der gewollten Stelle abzubrechen (Abb. 93). Dieses Verfahren verlangt allerdings eine gewisse Sprödigkeit des Werkstoffs. Ist der Werkstoff recht zäh oder weich, so wird

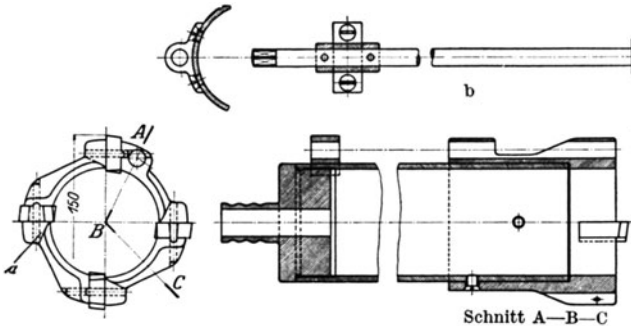


Abb. 94. Hohlbohrer mit Abstechvorrichtung.

er sich biegen und nicht brechen. In solchen Fällen ist es notwendig, den stehengebliebenen Bohrkern im Grunde einzusteichen.

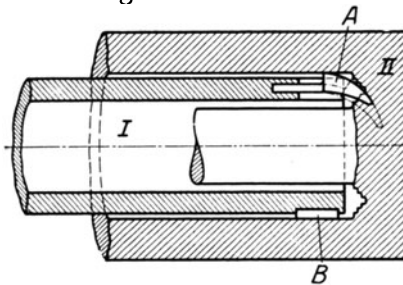


Abb. 95. Einstechvorrichtung.

In Abb. 95 ist ein Einstechwerkzeug mit säbelförmigem Drehmesser im Hohl-

rohr dargestellt. An Stelle des Hohlbohrers wird ein Rohr I in das Bohrloch eingeführt, in dem ein säbelartig geformter Drehmeißel A mit rundem Schaft befestigt

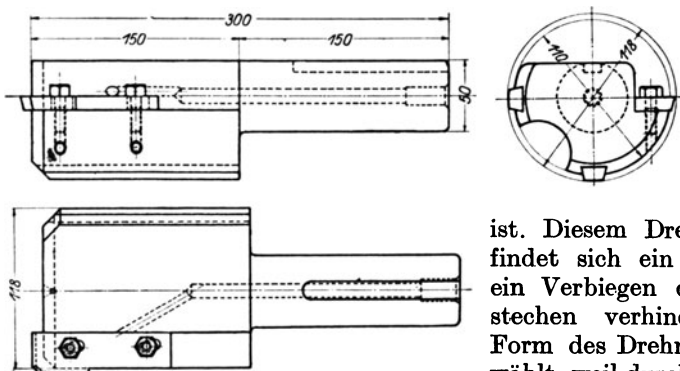


Abb. 96. Fertigbohrer mit 1 Messer.

ist. Diesem Drehmeißel gegenüber befindet sich ein Führungsstück B, das ein Verbiegen des Rohres beim Einstechen verhindert. Die säbelartige Form des Drehmeißels ist deshalb gewählt, weil durch die Form der Schneidmesser des Bohrkopfes eine stufenför-

mige Eindrehung am Grunde des Werkstückes II entstanden ist, an die sich das Messer mit dem Rücken beim Vortreiben des Hohlrohres anlegt und sich keilartig in den Werkstoff hineinarbeitet. Es genügt meist eine geringe Einstechtiefe, um den Kern dann durch Eintreiben eines Keiles abzubrechen.

Diese Verfahren sind selbstverständlich mühsam und zeitraubend. Der Grund liegt darin, daß der schmale Ringraum zwischen Kern und Wand,

besonders wenn er lang ist, ein handlicheres Werkzeug nicht zuläßt.

Fertigbohrer. Zum sauberen Fertigbohren, namentlich von Geschützrohren genügen die bisher beschriebenen Bohrer nicht. Es ist hierfür ein einfacher Bohrer mit einem Schnellstahlmesser nach Abb. 96 oder eine Reibahle gebräuchlich.

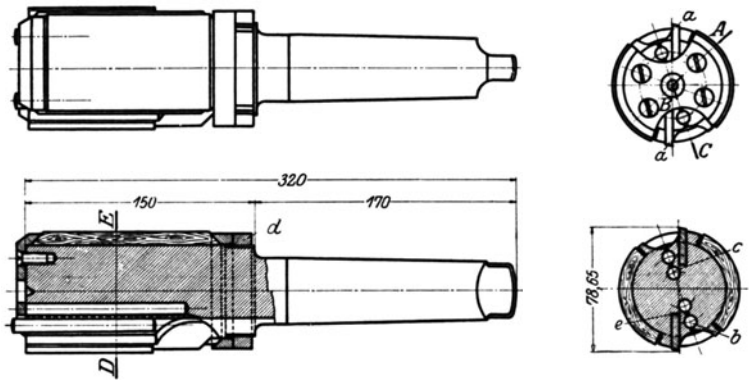


Abb. 97. Fertigbohrer mit 2 Messern.

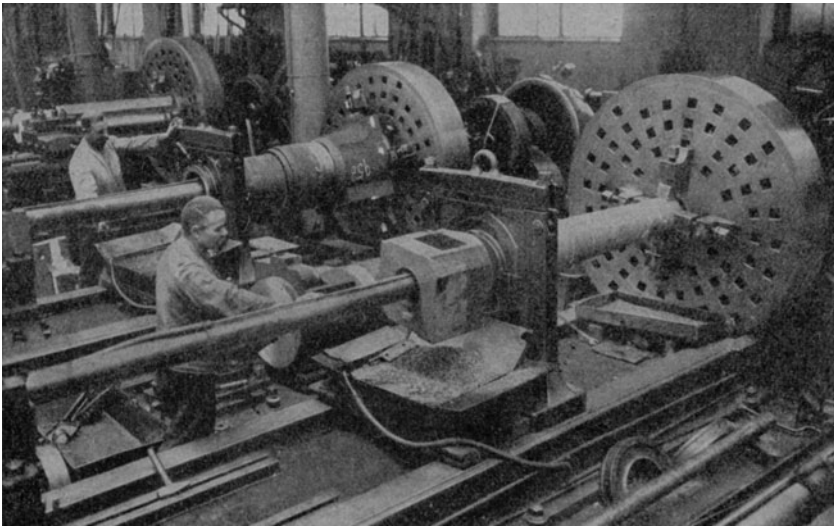


Abb. 98. Hohlbohren von Geschützrohren.

Eine bessere Ausführung zeigt der Bohrkopf Abb. 97. Zwei Messer *a*, die einander gegenüberliegen, werden durch Stifte *b* festgeklemmt. Die Schlitz *c* im Körper erleichtern das Festklemmen. Als Führung dienen zwei Hölzer, deren schnelle Auswechselbarkeit besonders wichtig ist. Sie wird dadurch erreicht, daß die Hölzer nur durch die Kegelfläche an beiden Enden festgehalten werden; nach Lösung der Mutter *d* lassen sich die Hölzer herausnehmen. Für die Hölzer eignet sich am besten Pockholz, jedoch können auch einheimische Hölzer verwendet

werden. Damit die Hölzer sich nicht verziehen, empfiehlt es sich, die Bohrköpfe vor und nach dem Gebrauch in Öl zu stellen, dann können die Holzführungen nicht austrocknen.

Nachgestellt werden die Messer durch Unterlegen von dünnen Blechstreifen bei *e*. Dann werden die Messer in den Köpfen auf genaues Maß rundgeschliffen und scharfgeschliffen. Die Schnittflächen müssen auf das sauberste abgezogen werden.

Abb. 98 zeigt das Ausbohren von Geschützrohren.

VII. Bohrstangen.

Allgemeines. Die Bohrstange wird zum Ausbohren vorgegossener Löcher und zum Nach- und Aufbohren vorgebohrter Löcher benutzt. Sie muß so stark wie möglich sein, um Durchbiegen oder Zittern zu vermeiden.

Zu Abb. 101.

<i>D</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>e</i>	<i>c</i>	<i>f</i>
10	8	11	4	5	—
12	10	12	4	5	—
14	12	13	4	6	—
16	13	14	6	6	—
18	14	15	6	6	—
20	15	15	6	6	—
22	16	16	6	8	—
26	18	18	8	8	—
32	22	20	10	10	—
38	26	22	12	10	2
50	34	24	14	12	4

Man verwendet sie:

1. feststehend bei umlaufendem Arbeitsstück und

2. umlaufend bei feststehendem Arbeitsstück.

Feststehende Bohrstangen werden hauptsächlich auf Dreh- und Revolverdrehbänken, umlaufende auf Waagrecht- und Senkrechtbohrmaschinen benutzt.

Die Bohrstangen können freitragend oder geführt sein. Unter freitragenden

Bohrstangen versteht man diejenigen, die im Schaft eingespannt und vorn am Stahl

nicht unterstützt sind. Sie müssen besonders kräftig und in den Abmessungen so gehalten sein, daß sie der jeweiligen Bohrung entsprechen. Sie werden für durchgehende und Sacklöcher verwendet auf Drehbänken, Revolverdrehbänken,

Waagrecht- und Senkrechtbohrmaschinen.

Geführte Bohrstangen sind an beiden Seiten gelagert, und zwar ist eine Seite festgespannt, während die andere Seite in einer Büchse läuft. Diese Bohrstangen müssen genauen Durchmesser haben,

damit sie in die Führungsbüchse bzw. Bohrung des Werkstückes passen.

Der Bohrstahl (Abb. 99). Der Bohrstahl wird nur zum Aufbohren kleiner

Bohrungen von 4 bis 20 mm verwendet, wenn passende Werkzeuge, Bohrer usw. nicht vorhanden sind, und besonders um verlaufene, mit dem Bohrer gebohrte Löcher gerade und fluchtend nachzubohren.

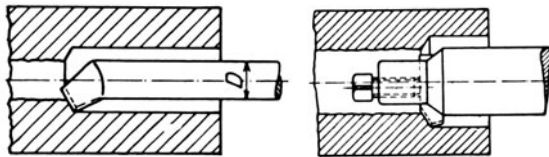


Abb. 99.

Abb. 100.

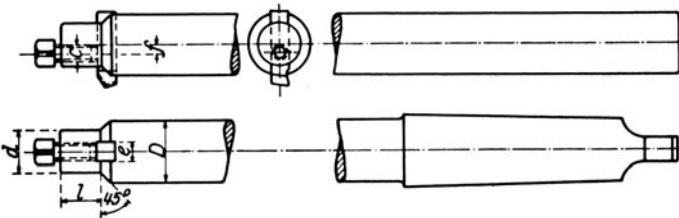


Abb. 101. Bohrstange für durchgehende Löcher.

Freitragende Bohrstange. Sie besteht aus einem Schaft aus Maschinenstahl, in

dem ein kleiner vierkantiger oder runder Bohrsteel eingesetzt und durch Druckschraube festgehalten wird.

In Abb. 101÷105 sind freitragende Bohrstangen für durchgehende und Endlöcher dargestellt. Für durchgehende Löcher eignet sich zum Schrappen die Bohr-
stange Abb. 101 besonders

gut, da der Spandruck den Stahl nicht so leicht verschieben kann. Der Zapfen für die Druckschraube muß schwächer sein als der Schaft, um die Bohrstange in vorgegossene Löcher leicht einführen zu können.

Zum Verstellen des Stahles ist es vorteilhaft, eine Stellschraube anzubringen (siehe Abb. 103 u. 104).

Bei Bohrstangen für Endlöcher muß der Stahl schräg liegen, um bis auf den

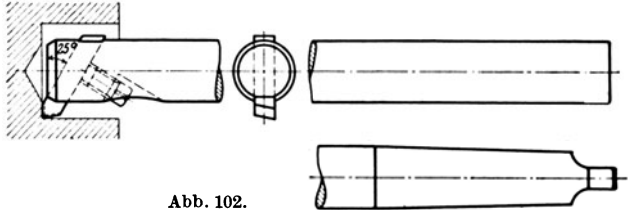


Abb. 102.
Bohrstange für Sacklöcher.



Abb. 103.

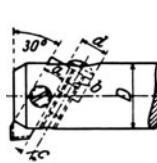


Abb. 104.

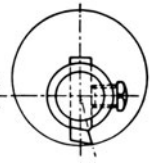


Abb. 105.

Grund bohren zu können. Abb. 102 zeigt Ausführungen mit zylindrischem und kegeligem Schaft. Die Durchmesser sind dieselben wie in Abb. 101.

Abgesetzte Bohrungen werden mit Bohrstangen nach Abb. 103 gebohrt. Sie werden verwendet zum Vor- und Nachbohren von Messing, Rotguß und Aluminium, außerdem zum Nachbohren bei Gußeisen und Stahl.

Abb. 104 zeigt eine Bohrstange für Endlöcher mit Feineinstellung des Stahles.

Zu Abb. 104 u. 105.

D	a	c	b	d	e
20	6	3,5	6	10	6
22	6	3,5	6	10	8
26	8	3,5	6	10	8
32	10	4,5	6	12,5	10
38	12	4,5	6	12,5	10
50	14	5,5	8	15,5	12

Für kleine Durchmesser bis zu 26 mm werden zum Festspannen des Stahles Gewindestifte verwendet, für größere Durchmesser über 30 mm Innensechskantschrauben oder besser Vierkantschrauben mit flachem Kopf (Abb. 104 u. 105). Abb. 106 zeigt die Anwendung dieser Bohrstange.

Geführte Bohrstangen. Geführte Bohrstangen werden hauptsächlich in der Senkrecht- und Waagerechthochbohrerei verwendet bei Werkstücken, bei denen mehrere Bohrungen hintereinander liegen und fluchten müssen, oder bei großen Bohrungen.

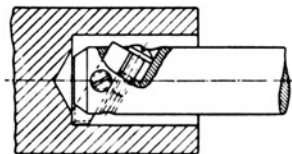


Abb. 106.

Sehr häufig wird die Führungsbohrstange auch bei größeren Bohrvorrichtungen gebraucht (Abb. 107 u. 108). Bei kleinen Werkstücken, die auf Waagerechthochbohrwerken gebohrt werden und bei denen hintereinander liegende Bohrungen (Abb. 109) zu bohren sind, wird das erste Loch gebohrt und gerieben, dann wird in dieses Loch eine Führungsbuchse eingesetzt, in der sich die Bohrstange führt; dann wird die zweite Bohrung nachgebohrt, damit sie zu der vorher gebohrten Bohrung fluchtet.

Die Stähle werden gewöhnlich so angeordnet, daß sie beim Bohren mehrerer hintereinander liegender Löcher (Abb. 108) nicht gleichzeitig schneiden, sondern hintereinander, um ein Zittern der Bohrstange zu verhindern.

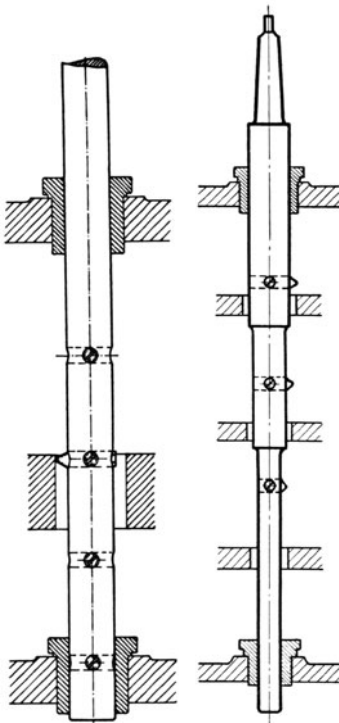


Abb. 107.

Abb. 108.

Die Führungsbohrstangen werden bis zu 1 m Länge im Einsatz gehärtet, damit sie eine harte Oberfläche bekommen und nicht so leicht festfressen. Längere Stangen werden nur am äußeren Ende gehärtet.

Führungsbohrstangen nach Abb. 111 mit mehreren Löchern für Bohrstäbe eignen sich für allgemeine Zwecke: von 30 mm Durchmesser ab erhalten die Stähle zweckmäßige Feineinstellung.

Abb. 110 zeigt Bohrstangen verschiedener Art.

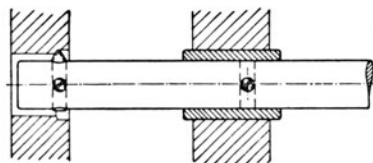


Abb. 109.

Einsteckstäbe für Bohr-
stangen. Die Stähle können rund oder vierkantig sein (Abb. 112A), beide Ausführungen sind gebräuchlich. Für Bohrstangen, die in der Dreherei und Revolverdreherei

Zu Abb. 111 (Maße in mm).

Bohr- stangen $\varnothing$	L								a	b	d	i	Morse-K.
12	100	125	150	175	250	350	500	650	15	60	4	4	2
14									15	60	4	5	2
16									15	60	6	6	2
18									15	70	6	6	2
20									15	70	8	6	2
22									15	70	8	8	2
25	150	200	250	300	450	600	750	900	15	75	10	8	3
28									15	75	10	8	3
32									15	75	12	10	3
36									20	75	14	10	4
40									20	80	14	10	4
45									20	80	14	12	5
50									20	80	16	12	5

verwendet werden, empfiehlt es sich, vierkantige Stähle zu verwenden, da die abgenutzten Einsteckstäbe von Drehstahlhaltern dann für Bohrstangen weiter



Abb. 110. Bohrstangen verschiedener Art.

benutzt werden können. Die Herstellung runder Löcher für die Bohrstäbe ist einfacher, besonders bei großen Bohrstangen. Runde Bohrstäbe finden deshalb auch in der Waagerechthöhrerei Verwendung.

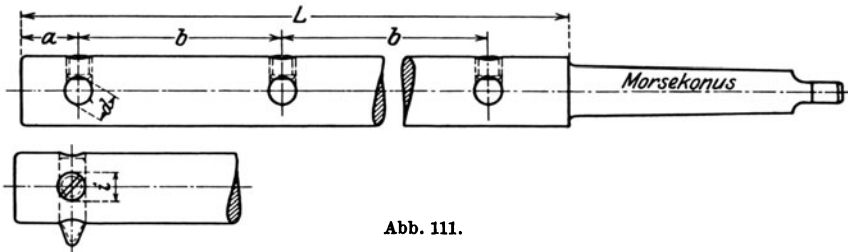
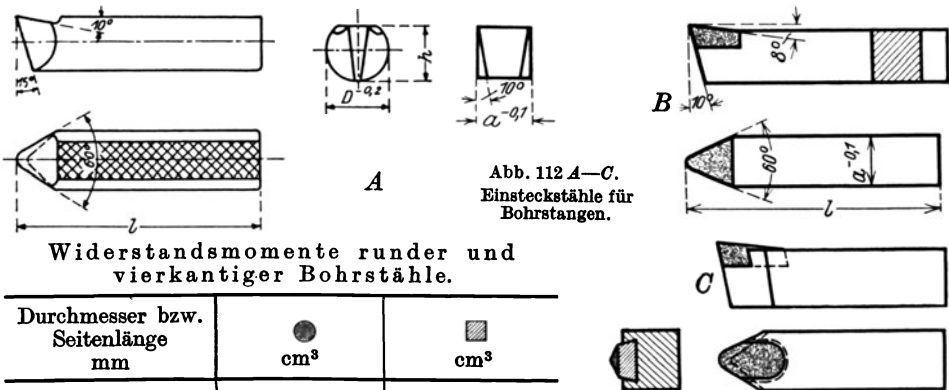


Abb. 111.

Will man aber höhere Leistungen erzielen, dann sind vierkantige Bohrstäbe vorzuziehen, da ihr Widerstandsmoment bedeutend größer ist als das der runden vom gleichen Durchmesser (s. Tabelle unten).

Zu Abb. 112 A—C (Maße in mm).

Stahl $D \varnothing - a^{\square}$	l				h	Für Bohrstangen $\varnothing$
4	12	14	18	—	3,5	10—14
6	18	22	26	30	5,5	15—19
8	26	30	35	40	7	20—23
10	30	35	40	45	8,5	24—28
12	35	45	55	—	10,5	30—35
14	45	55	65	75	12,5	36—45
16	60	65	75	—	14	46—60
20	60	75	95	—	17,5	62—80
25	90	120	135	—	21	82—100

Abb. 112 A—C.
Einsteckstäbe für
Bohrstangen.

Widerstandsmomente runder und vierkantiger Bohrstäbe.

Durchmesser bzw. Seitenlänge mm	cm^3	cm^3
4	6,28	10,66
6	21,21	36
8	50,27	85,33
10	98,17	166,66
12	169,6	288
14	269,4	457,3
16	402,1	682,6
20	785,4	1333
25	1534	2604

Stähle unter 10 mm $\varnothing$ zu klein werden und sehr leicht abspringen. Für Stähle unter 10 mm $\varnothing$ verwendet man am besten volles Schneidmetall.

Die Abb. 112 B und C zeigen Einsteckstäbe mit Schneidmetallaufgaben (Widia) in verschiedenen Ausführungen. Es empfiehlt sich, Plättchen für Stähle erst von 10 mm $\varnothing$ an aufzulegen, da die Plättchen für

Es ist vorteilhaft, die Bohrstähe an der Druckschraubenseite zu riefen, damit sie sich nicht so leicht verschieben, besonders wenn Gewindestifte als Druckschrauben benutzt werden.

In der Zahlentafel zu Abb. 112 sind Abmessungen der Bohrstähe angegeben. Die Durchmesser sind so gewählt, daß die Einsteckstähe zum Anschneiden von Naben, die weiter aus der Bohrstange hervorstehen und deshalb auch stärker sein müssen, gut verwendet werden können (siehe Heft 16: Senken).

Abb. 113 zeigt die Anordnung der Druckschrauben. Für Führungsbohrstangen verwendet man gewöhnlich Gewindestifte (I), die nicht über den Durchmesser der Bohrstange vorstehen dürfen, da sie sonst beim Einführen in eine fertige Bohrung hinderlich sind. Für Bohrstangen zum Schrappen werden vorteilhafter Vierkantschrauben mit flachem Kopf verwendet, mit denen

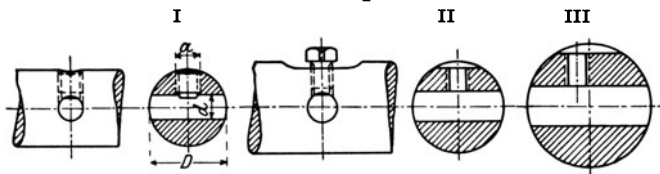


Abb. 113.

Zu Abb. 113 (Maße in mm).

D	d	a
10—14	4	4
15—19	6	6
20	8	6
22—23	8	8
24—28	10	8
30—35	12	10
36—45	14	10
46—60	16	12
62—80	20	14
82—100	25	16

der Stahl fester angezogen werden kann. Bei stärkeren Stangen wird noch eine Abflachung an die Bohrstange angefräst (II und III), damit die Schraube nicht zu weit vorsteht. In der Tabelle zu Abb. 113 sind die Durchmesser der Druckschrauben angegeben.

Für geführte Bohrstangen von 30 mm Durchmesser an ist eine Stahlfeineinstellung nach Abb. 114 sehr zu emp-

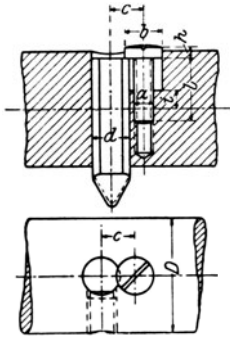


Abb. 114. Bohrstange mit Stahlfeineinstellung.

Zu Abb. 114 (Maße in mm).

D	d	a	b	l	h	c	i
30—35	12	6	12,5	25	3	10,5	7
36—40	14	6	12,5	25	3	11,5	7
41—45	14	8	15	30	4	12,5	8
46—54	16	8	15	30	4	13,5	8
55—60	16	10	18	35	5	15,5	10
62—70	20	10	18	35	5	16,5	12
71—80	20	12	23	40	6	18,5	14
82—100	25	12	23	40	6	20	16

fehlen. Sie schützt den Stahl auch vor dem Zurückschieben beim Arbeiten.

Alle diese Bohrstangen arbeiten mit einem Stahl, daher einseitig. Beim Schrappen wird die Bohrstange mehr oder weniger durch den Schnittdruck abgedrückt, falls sie nicht kräftig genug ist.

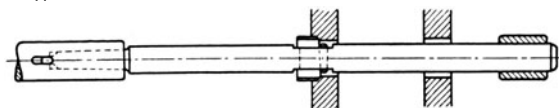


Abb. 115.

Um dies zu vermeiden, werden auch doppelseitig schneidende Bohrmesser verwendet (Abb. 115 u. 116). Da sich diese Messer im Durchmesser sehr leicht abnutzen und nicht verstellen lassen, ist es vorteilhaft, Schrapp- und Schlichtmesser zu verwenden. Durchmesser und Anschnitt müssen gleichmäßig geschliffen sein, sonst schneiden sie einseitig. Die Messer müssen leicht auswechselbar sein. Es ist deshalb wichtig, daß Maße c und f (Abb. 116) des Messers und Keils und Maß b des Schlitzes der Bohrstange bei allen Messern, Keilen und Stangen gleich und nach Lehren hergestellt sind. Die

Keile müßten sonst sehr verschieden sein, was für allgemeine Zwecke sehr unständig und zeitraubend wäre. Auch das Maß i muß bei Messer und Stange über-

Zu Abb. 116 (Maße in mm).

D	a	b	c	d	e	f	i
12—13	4	30	11	6	20	10	11
14—15	5	32	12	7	22	10	12
16—19	5	35	15	7	25	10	15
20—24	6	40	19	9	28	12	19
25—30	7	46	23	9	32	14	23
32—38	8	52	31	10	36	16	31
40—46	10	62	38	11	42	20	38
48—54	12	62	44	12	42	20	44
55—65	14	72	50	12	50	22	50
70—80	16	84	65	14	58	26	65
85—100	18	84	80	14	58	26	80

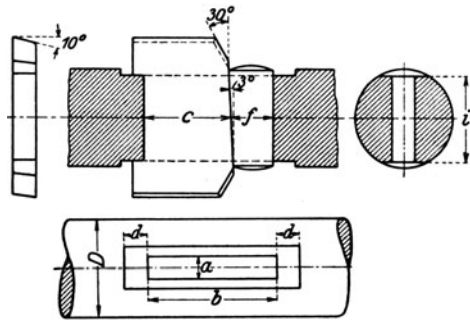


Abb. 116. Bohrstange mit zweischneidigem Messer.

all gleich sein, damit beim Auswechseln von Schrapp- und Schlichtmesser dieses nicht einseitig sitzt und die Bohrung zu groß schneidet.

Mit diesen Bohrstangen können unter Verwendung von Messern mit geraden Schnittflächen (siehe Heft 16: Senken) auch die Naben angeschnitten werden. Dies ist jedoch auch mit der Bohrstange mit runden oder Vierkantstählen möglich, und zwar durch Verwendung besonderer Stähle.

Die Herstellung der Bohrmesser nach Abb. 116 und der dazu passenden Stangen ist bedeutend schwieriger und teurer als der einfacher Einsteckstähle, außerdem ist der Verbrauch von Schnellstahl bei größeren Messern bedeutend.

In Abb. 117 ist eine Bohrstange mit verstellbarem Messer dargestellt (Patent der Expansion Boring Tool Company in Detroit, Michigan). Die Bohrstange besitzt zwei Messer a , in die je ein Gewindestück b eingesetzt ist. Mit Hilfe der Spindel c werden die Messer verstellt. Eine Skala d dient zur Feineinstellung. Auf dem Rücken der Messer befindet sich ein Druckstück e , das durch einen Bolzen f , der an der Stelle g abgeflacht ist, angepreßt wird. Damit sich beim Bohren die Spindeln c und f nicht lösen, werden zur Sicherheit die Druckschrauben h und i angezogen. Die Messer können mit Hilfe einer Mikrometereinteilung auf genauen Durchmesser eingestellt werden.

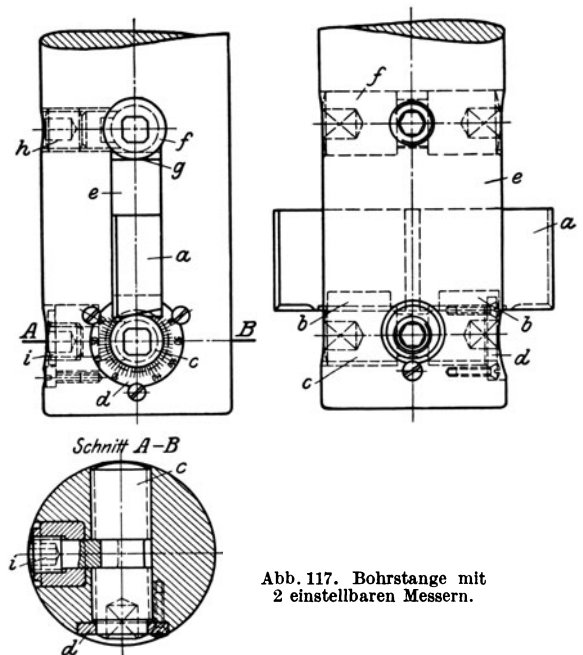


Abb. 117. Bohrstange mit 2 einstellbaren Messern.

Sonderbohrstangen. Für verschiedene Zwecke, z. B. für das Ausbohren von Ölkammern oder für Kegelig-Bohren sind Sonderbohrstangen erforderlich.

In Abb. 118 ist eine Bohrstange zum Bohren kegelliger Löcher, in Abb. 119 ihre Anwendung dargestellt. Durch einen Schaltstern d , der an einen Anschlag e (Abb. 119) bei jeder Umdrehung der Bohrstange anschlägt, wird der Bohrstahl

um einen Bruchteil der Steigung der Vorschubspindel *b* (Abb. 118) — hier um ein Fünftel, weil der Schaltstern fünfteilig ist — vorgeschoben. Ist die Bohrung fertig,

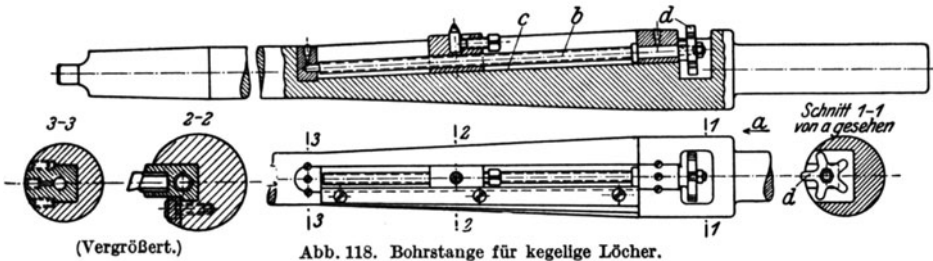


Abb. 118. Bohrstanze für kegelige Löcher.

muß der Bohrstaht zurückgeschraubt werden. Die Bahn *c* muß genau mit dem auszubohrenden Kegel übereinstimmen.

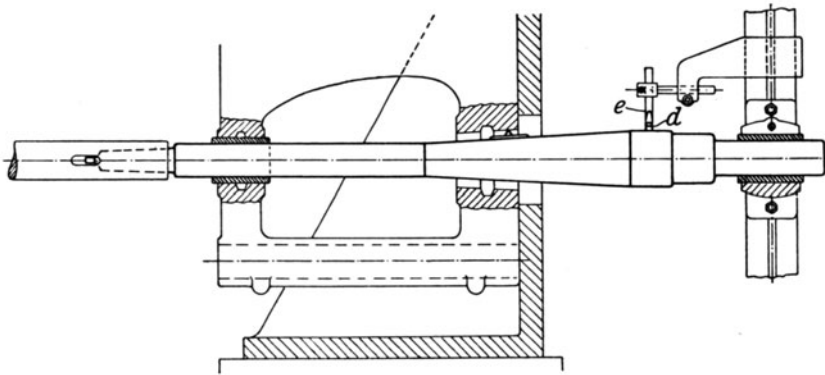


Abb. 119. Bohren kegelliger Löcher.

Abb. 120 zeigt einen freitragenden Bohrerapparat für kegelige Bohrungen, der unmittelbar an den Kopf der Bohrspindel bei Waagrecht-Bohrwerken angeschraubt wird.

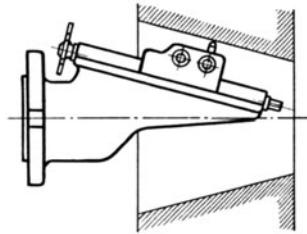


Abb. 120. Bohren kegelliger Löcher.

Zum Ausbohren von Ölkammern dient die Bohrstanze (Abb. 121). Der Stahl wird durch einen Keil *a* mit Schraube *b* und Handrad *c* beim Arbeiten vorgeschoben. Die Druckschraube für den Bohrstaht wird so angestellt, daß der Bohrstaht sich noch schieben läßt. Ist die Ausdrehung fertig, dann wird die Druckschraube gelöst, so daß der Stahl beim Zurückziehen des Keiles von selbst zurückfällt. Das Werkzeug ist einfach und hat sich gut bewährt.

Bei der Bohrstanze (Abb. 122) ist der Stahl schwenkbar gelagert. Er wird durch eine Mutter mit Handrad und kegelliger Ausdrehung auf Schnitt angestellt.

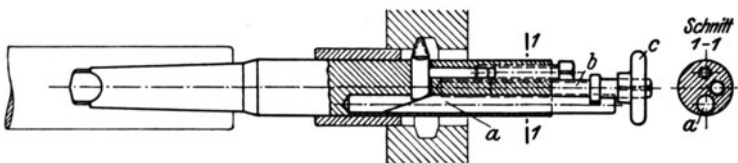


Abb. 121. Bohrstanze für Ölkammern.

Eine Spiralfeder drückt den Stahl in seine ursprüngliche Lage zurück.

Abb. 123 und 124 zeigen Anwendungsbeispiele.

Befestigung der Bohrstange in der Arbeitsspindel. Durch die Erschütterung beim Ausbohren großer Bohrungen kommt es häufig vor, daß sich die Bohrstange in der Arbeitsspindel löst oder beim Rückwärtsschneiden aus der Arbeitsspindel herauszieht. Um dies zu vermeiden, wird

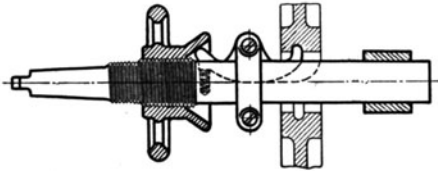


Abb. 122.

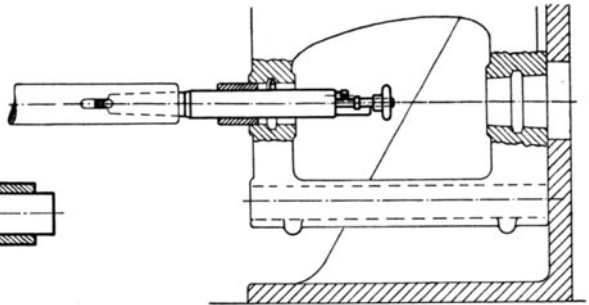


Abb. 123. Ausbohren von Ölkammern.

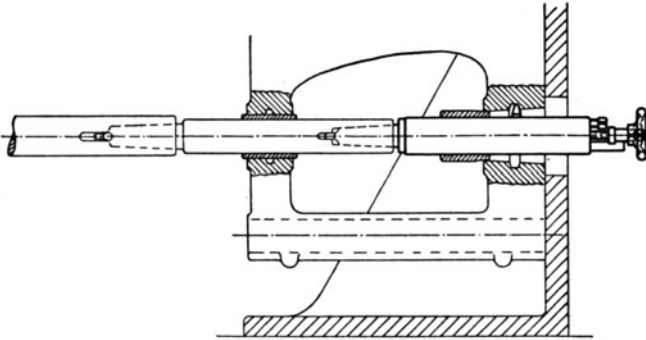


Abb. 124. Ausbohren von Ölkammern.

der Kegel der Bohrstange durch einen Querkeil (Abb. 125) befestigt.

Die Querkeilbefestigungen sind vom DNA festgelegt (siehe DIN E 1801 bis 1803).

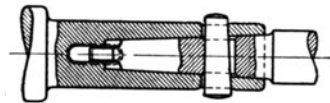


Abb. 125. Querkeilbefestigung.

Bohrköpfe.

Zum Ausbohren großer Bohrungen in Zylindern usw. werden Bohrköpfe (Abb. 126 und 127) verwendet. In Abb. 127 haben die Stähle

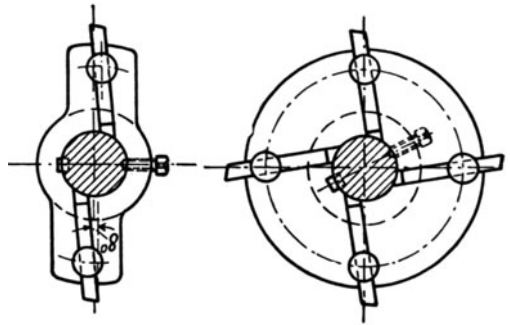
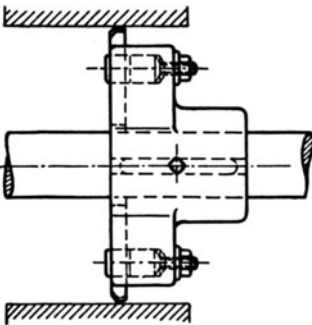


Abb. 126. Bohrköpfe mit 2 und 4 Stählen.

Die Bohrköpfe werden auf Bohrstangen entweder als wandernd (Abb. 128) oder fest (Abb. 129) oder fest und mit der Bohrstange verschiebbar (Abb. 130) aufgesetzt.

Der wandernde Bohrkopf schiebt sich auf der Bohrstange *b* (Abb. 128) durch Anschlagen des Schaltsterns *c* an den festen Anschlag *d*. Bei einem sechsteiligen Schaltstern beträgt der Vorschub für jede Umdrehung der Bohrspindel ein Sechstel der Steigung der Vorschubspindel *e*.

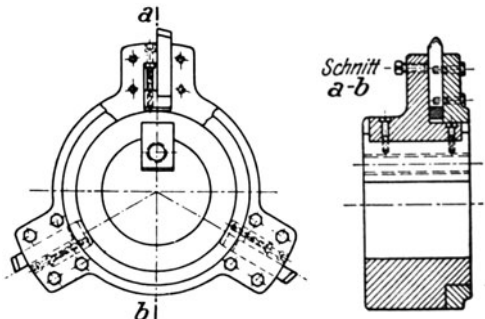


Abb. 127. Bohrkopf mit Feineinstellung der Stähle.

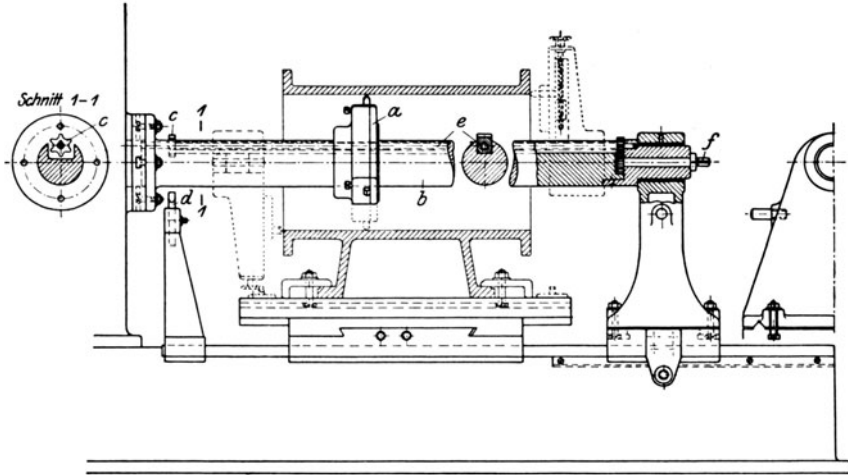


Abb. 128. Bohrstange mit wanderndem Bohrkopf.

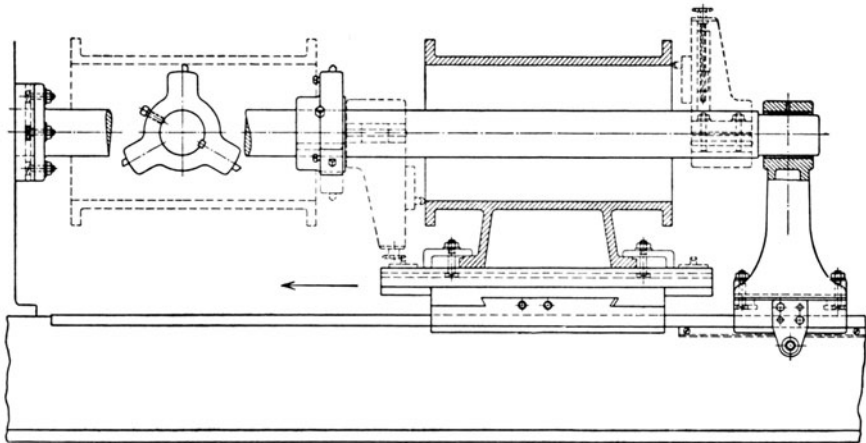


Abb. 129. Bohrstange mit festem Bohrkopf.

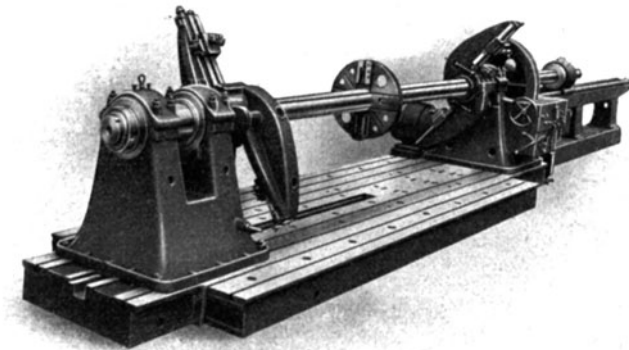


Abb. 130. Einspindiges Bohrwerk mit verschiebbarer Bohrstange (Collet & Engelhardt).

Durch Drehen des Bolzens f wird durch ein Zahnrad der Stahl in die Anfangsstellung zurückgebracht.

Bei den Bohrstangen mit festem Bohrkopf (Abb. 129) wird das Werkstück verschoben, während bei den Bohrköpfen nach Abb. 128 und 130 das Werkstück feststeht.

VIII. Spannwerkzeuge.

Kegelhülsen. Bohrer und Bohrstangen, Reibahlen und Senker mit kegeligem Schaft werden im Kegel der Bohrspindel festgehalten. Ist der Kegel des Werkzeuges kleiner als der der Bohrspindel, so verwendet man Zwischenhülsen (Abb. 131). Oft werden mehrere dieser Hülsen ineinandergesteckt, um einen Ausgleich oder eine Verlängerung herzustellen. Es empfiehlt sich jedoch nicht, mehr als zwei Kegelhülsen ineinander zu stecken, da sonst das Werkzeug nicht genau genug läuft.

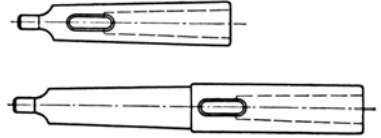


Abb. 131.

Häufig kommt es vor, daß diese Hülsen zu kurz sind. In solchen Fällen werden verlängerte Kegelhülsen nach Abb. 132 verwendet. In der Tabelle ist eine Zusammenstellung gebräuchlicher Verlängerungen wiedergegeben.

Zu Abb. 132 (Maße in mm).

D	l									Morse-Kegel	
										innen	außen
15—20	125	175	250	325	400	475	550	650		1	2
22—25	175	250	325	400	475	550	650	800		2	2
24—28	175	250	325	400	475	550	650	800		2	3
30—34	175	250	325	400	475	550	650	800		3	3
32—36	175	250	325	400	475	550	650	800		3	4
38—45	175	250	325	400	475	550	650	800		4	4

Für gewundene Bohrer aus Flachstahl dienen Kegelhülsen nach Abb. 133.

Klemm-Bohrfutter. Zum Festhalten von Bohrern, Reibahlen und Senkern mit zylindrischem Schaft bis zu einer gewissen Größe benutzt man Bohr-

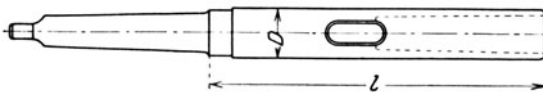


Abb. 132.



Abb. 133.

futter verschiedener Art. Abb. 134 zeigt ein einfaches Spannfutter für nur einen bestimmten Bohrerdurchmesser. Es wird da verwendet, wo der Bohrer ganz genau laufen muß. Deshalb wird die Bohrung nach Fertigstellung des Aufnahmekegels auf der Drehbank genau laufend eingebohrt und außerdem noch mit einem dünnen Bohrstahl nachgedreht, so daß der Schaft des Bohrers genau paßt. Der Ring a wird durch die Mutter b vorgeschoben, wodurch der geschlitzte Teil c ein wenig zusammenfedert.



Abb. 134.

Selbstzentrierende Backenfutter. Es sind Futter mit 2 Backen, die gezahnt sind

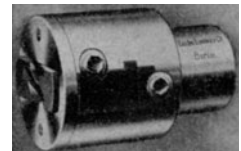


Abb. 135. Zentrierendes Zweibackenfutter (die hinteren Backen fassen den Mitnehmer).

und ineinander greifen (Abb. 135, die hinteren Backen dienen zur zwangsläufigen Mitnahme des Bohrers an 2 angefrästen Flächen) oder mit 3 Backen, die eine

schneidenartige Spannfläche haben (Abb. 136 und 137). Die Backen spannen zentrisch. Dazu ist in Abb. 136 ein Schlüssel nötig, während in Abb. 137 es genügt, mit der Hand die außen gekordelte Hülse zu drehen.

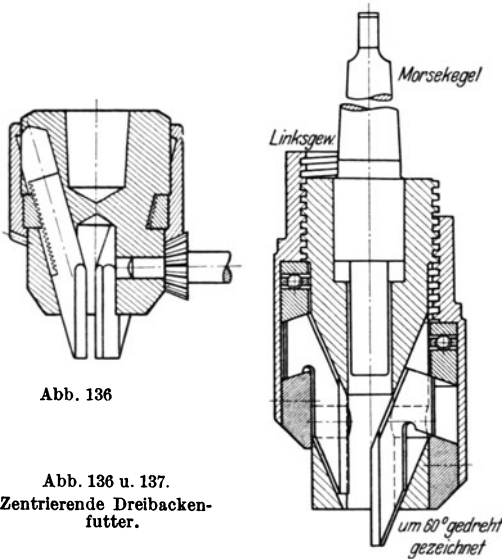


Abb. 136

Abb. 136 u. 137.
Zentrierende Dreibackenfutter.

Abb. 137.

Selbstspannende Klemmbohrfutter. Die Konstruktion des Futter (Abb. 138) ist insofern eigenartig, als zwischen der äußeren Hülse und den drei Backen eine zwangschlüssige Verbindung durch Zahnsegmentgetriebe besteht.

Der bequeme Bohrerwechsel während des Ganges der Maschine und ohne Zuhilfenahme irgendeines Schlüssels, die sichere Mitnahme des Bohrers, der sich selbsttätig um so fester spannt, je stärker er arbeitet, sind besondere Vorzüge dieses Futter, die es namentlich zum Bohren kleinerer und mittlerer Löcher sehr wertvoll machen.

Der Bohrer wird durch Festhalten der gekordelten Hülse bei laufender Maschine bzw. durch Drehen der Hülse bei stillstehender Maschine gelöst.

Eine kräftige Feder hält den Bohrer fest, sobald die Hülse losgelassen wird. Selbstzentrierende Bohrfutter haben alle den Nachteil, daß sie nach längerem Gebrauch nicht mehr genau laufen und von Zeit zu Zeit nachgearbeitet werden müssen.

Abb. 138.
Selbstspannendes Bohrfutter.

Bohrfutter mit auswechselbaren Spannpatronen. Diese Futter (Abb. 139) werden hauptsächlich auf Revolverdrehbänken für genau laufende Arbeiten verwendet. Der zylindrische Schaft des Werkzeuges wird im Futterkörper *a* durch eine kegelige geschlitzte Spannbuchse *c* zentriert und durch Überwurfmutter *b* festgespannt.

Für jeden Durchmesser ist eine besondere Spannbuchse nötig, weshalb diese Futter meist nur in der Massenfertigung verwendet werden. Sie haben kegeligen oder zylindrischen Schaft.

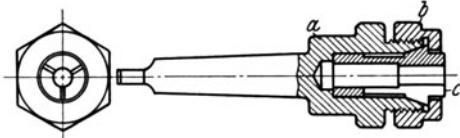


Abb. 139. Patronenfutter.

Schnellwechselfutter. Das Schnellwechselfutter Abb. 140 besteht aus dem

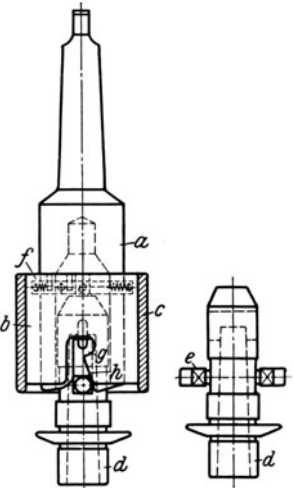


Abb. 140. Schnellwechselfutter.

Futterkörper *a*, der drehbaren Buchse *b*, mit dem fest aufgepreßten, gekordelten Ring *c* und den Hülse *d* zur Aufnahme der Werkzeuge. Die Hülse sind außen

zylindrisch, und zwar paßt der Durchmesser unterhalb des Mitnehmers *e* genau in die Bohrung des Futterkörpers, während er oberhalb etwas kleiner ist, so daß die Hülse leicht in die Bohrung einzuführen ist. Hält man während des Laufens die Buchse *b* mit aufgepreßtem Ring *c* fest, so kommt ihr Schlitz über den des Futterkörpers, und man kann die Hülse mit dem Mitnehmer leicht einführen. Läßt man dann den Ring mit Buchse los, so springt die Buchse durch die Federn *f* zurück und drückt die Hülse durch die Schrägen *g* mit dem kegeligen Ende in die kegelige Bohrung. Da außerdem der untere Zylinder der Hülse sich in der Bohrung ohne Spiel führt, so läuft die Hülse genau mit dem Futter. Die geneigten Flächen bei *h* gestatten, die Hülse auch ohne Zurückdrehen der Buchse einzuführen.

Wird durch Zurückdrehen der Buchse die Hülse freigegeben, so läßt man sie auf Daumen und Zeigefinger der rechten Hand fallen (Abb. 141).

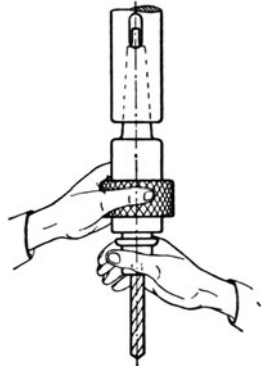


Abb. 141.

Diese Futter werden recht verschiedenartig ausgeführt; ihr Vorteil liegt in dem schnellen Wechseln der Werkzeuge. Zu jedem Werkzeug muß aber eine besondere Einsatzhülse da sein, die während der Bearbeitung eines Gegenstandes auf dem Werkzeug bleibt. Die Futter werden hauptsächlich in der Senkrechthohrerei verwendet für Gegenstände, die zu ihrer Bearbeitung viele Werkzeuge erfordern (Abb. 142). Sie können jedoch auch in der Waagrechtbohrerei und Revolverdreherei mit Vorteil verwendet werden. In der Revolverdreherei dann, wenn mehr Werkzeuge nötig sind als in dem Revolverkopf untergebracht werden können (Abb. 142).

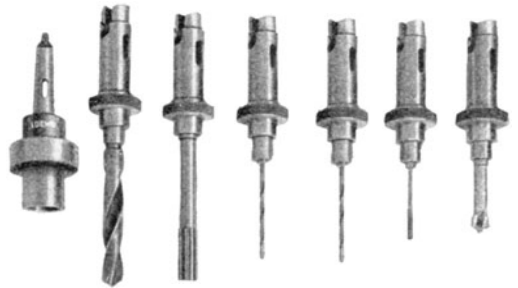


Abb. 142.

Sicherheitsbohrfutter. Der Bohrerspann-

apparat Abb. 144 verhindert bei richtiger Einstellung das Brechen der Bohrer. Er eignet sich für Bohrer und Gewindebohrer und hat für Werkzeuge mit zylindrischem Schaft ein besonderes Futter.

Bei zu großem Widerstand bzw. bei Hemmung hört die Mitnahme des Bohrers selbsttätig auf: er bleibt stehen, während die Spindel der Bohrmaschine leer weiterläuft. Der Apparat wird nach einer Skala, entsprechend dem jeweiligen Bohrerdurchmesser, eingestellt. Das konstruktive Prinzip des Apparates beruht auf einer durch konstanten Federdruck betätigten Knaggenkuppelung.

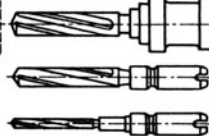
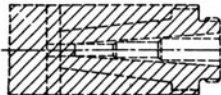
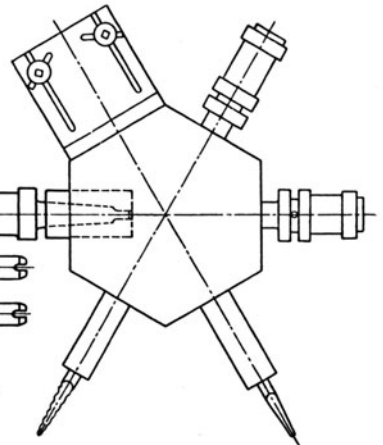


Abb. 143. Schnellwechselfutter im Revolverkopf.



Die entsprechenden Auslösewiderstände für die verschiedenen Bohrergrößen werden durch Verschiebung des Angriffspunktes der Feder am Knaggenhebel her-

vorgesehen, wodurch es möglich ist, ein und denselben Apparat für viele Bohrergrößen zu verwenden.

Verstellbare Bohrstangenhalter für Revolverbänke. Bohrstähle auf einen bestimmten Lochdurchmesser genau einzustellen ist bei Bohrstangen, die im Revolverkopf einer Revolverdrehbank fest eingespannt sind, sehr schwierig und zeitraubend und wird meist ungenau. Abb. 145 zeigt einen verstellbaren Halter. Die vordere Aufnahme, in die die Bohrstange eingespannt ist, kann durch eine Gewindespindel mit Skala genau eingestellt werden. Für kleine Bohrstähle von 5—12 mm dient ein besonderer Einsatz mit Unterlagen, so daß die Stähle stets genau in der Achse der Bohrung liegen.



Abb. 144.
Sicherheitsbohrfutter.



Abb. 145. Bohrstangenhalter für Revolverkopf.

An Stelle von Reduzierhülsen für verschiedene Durchmesser können auch Bohrstangenhalter nach Abb. 146 verwendet werden, die nicht so leicht verspannt werden wie Klemmhülsen.

Bohrstangenhalter für Drehbänke. Abb. 147 zeigt einen solchen Halter zum Aufsetzen auf den Support. In einen Halter können zwei bis drei verschieden große Bohrungen für die Bohrstangen eingebohrt werden.

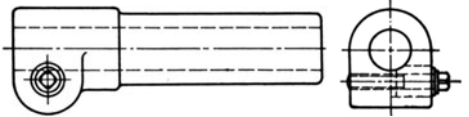


Abb. 146.

Halter für Spindelbohrer. Zum Festhalten der Spindelbohrer mit zylindrischem Schaft bis zu 20 mm Durchmesser verwendet man Futter nach Abb. 148. Das Futter ist vorn geschlitzt und wird durch eine Mutter gespannt. Da die Spanstärke beim Spindelbohrer sehr gering ist, so genügt diese Spannung.

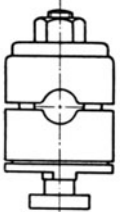


Abb. 147.

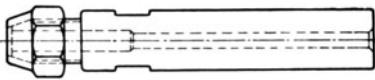


Abb. 148.



Abb. 149.

Für größere Bohrer dienen Futter nach Abb. 149. Der Schaft des Bohrers ist mit Gewinde versehen und wird in das Futter eingeschraubt.

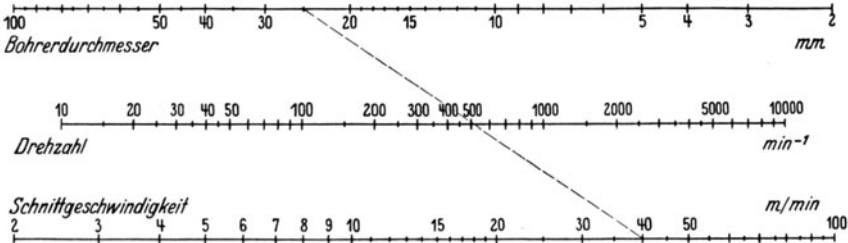


Abb. 150. Leitertafel für d , v , n . Man sucht auf der oberen Leiter den Bohrerdurchmesser (d), auf der unteren die Schnittgeschwindigkeit (v) und verbindet beide Punkte durch eine Gerade (gestrichelt). Im Schnittpunkt dieser Geraden mit der mittleren Leiter liest man die zugehörige Drehzahl (n) ab.

WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER

HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON, BERLIN

Bisher sind erschienen (Fortsetzung):

- | | |
|--|--|
| <p>Heft 35: Der Vorrichtungsbau.
II: Bearbeitungsbeispiele mit Reihenplanmäßig konstruierter Vorrichtungen. Typische Einzelvorrichtungen.
Von Fritz Grünhagen.</p> <p>Heft 36: Das Einrichten von Halbautomaten.
Von J. van Himbergen, A. Bleckmann, A. Waßmuth.</p> <p>Heft 37: Modell- und Modellplattenherstellung für die Maschinenformerei.
Von Fr. und Fe. Brobeck.</p> <p>Heft 38: Das Vorzeichnen im Kessel- und Apparatebau.
Von Ing. Arno Dorl.</p> <p>Heft 39: Die Herstellung roher Schrauben.
I: Anstauchen der Köpfe.
Von Ing. Jos. Berger.</p> <p>Heft 40: Das Sägen der Metalle.
Von Dipl.-Ing. H. Hollaender.</p> <p>Heft 41: Das Pressen der Metalle (Nichteisenmetalle).
Von Dr.-Ing. A. Peter.</p> | <p>Heft 42: Der Vorrichtungsbau.
III: Wirtschaftliche Herstellung und Ausnutzung der Vorrichtungen.
Von Fritz Grünhagen.</p> <p>Heft 43: Das Lichtbogenschweißen.
Von Dipl.-Ing. Ernst Klosse.</p> <p>Heft 44: Stanztechnik. I: Schnitttechnik.
Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.</p> <p>Heft 45: Nichteisenmetalle. I: Kupfer, Messing, Bronze, Rotguss.
Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.</p> <p>Heft 46: Fellen.
Von Dr.-Ing. Bertold Buxbaum.</p> <p>Heft 47: Zahnräder.
I: Aufzeichnen und Berechnen. Von Dr.-Ing. Georg Karrass.</p> <p>Heft 48: Öl im Betrieb.
Von Dr.-Ing. Karl Krekeler.</p> |
|--|--|

In Vorbereitung bzw. unter der Presse befinden sich:

Farbspritzen. Von Obering. R. Klose.
Die Werkzeugstähle. Von Ing.-Chem. H. Herbers.
Spannen. Von Dr.-Ing. Fr. Klautke.

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

***Die moderne Stanzerei.** Ein Buch für die Praxis mit Aufgaben und Lösungen. Von Ingenieur Eugen Kaczmarek. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 186 Textabbildungen. VIII, 209 Seiten. 1929. RM 13.—; gebunden RM 14.40

***Schmieden und Pressen.** Von P. H. Schweißguth, Direktor der Teplitzer Eisenwerke. Mit 236 Textabbildungen. IV, 110 Seiten. 1923. RM 4.—

***Härten und Vergüten.** Von Dr.-Ing. Eugen Simon. („Werkstattbücher“, Heft 7 und 8.)
Erster Teil: Stahl und sein Verhalten. Dritte, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 91 Abbildungen im Text und 8 Tabellen. 70 Seiten. 1930. RM 2.—
Zweiter Teil: Die Praxis der Warmbehandlung. Dritte, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 116 Abbildungen im Text und 6 Tabellen. 65 Seiten. 1931. RM 2.—

* Auf alle vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Nachlaß von 10 % gewährt.