

**WERKSTATTBÜCHER**

**HERAUSGEBER EVGEN SIMON**

**HEFT 1**

**OTTO  
MÜLLER**

**GEWINDE=  
SCHNEIDEN**



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

## Zur Einführung.

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

So unentbehrlich für den Betrieb eine gute Organisation ist, so können die höchsten Leistungen doch nur erzielt werden, wenn möglichst viele im Betrieb auch geistig mitarbeiten und die Begabten ihre schöpferische Kraft nutzen. Um ein solches Zusammenarbeiten zu fördern, wendet diese Sammlung sich an alle in der Werkstatt Tätigen, vom vorwärtsstrebenden Arbeiter bis zum Ingenieur.

Die „Werkstattbücher“ werden wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe stehen, dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich sein und keine andere technische Schulung voraussetzen als die des praktischen Betriebs.

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

### Bisher sind erschienen:

Heft 1: **Gewindeschneiden.**

Von Obering. O. Müller.

Heft 2: **Meßtechnik.**

Von Priv.-Doz. Dr. techn. M. Kurrein.

Heft 3: **Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten.**

Von Ing. H. Frangenheim.

Heft 4: **Wechselräderberechnung für Drehbänke.**

Von Betriebsdirektor G. Knappe.

Heft 5: **Das Schleifen der Metalle.**

Von Dr.-Ing. B. Buxbaum.

Heft 6: **Teilkopfarbeiten.**

Von Dr.-Ing. W. Pockrandt.

Heft 7: **Härten und Vergüten. 1. Teil: Stahl und sein Verhalten.**

Von Dipl.-Ing. Eugen Simon.

Heft 8: **Härten und Vergüten. 2. Teil: Die Praxis der Warmbehandlung.**

Von Dipl.-Ing. Eugen Simon.

Heft 9: **Rezepte für die Werkstatt.**

Von Chemiker Hugo Krause.

Heft 10: **Kupolofenbetrieb.**

Von Gießereidir. C. Irresberger.

### Demnächst werden erscheinen:

Freiformschmiede. 1. Teil.

Von Direktor P. H. Schweißguth.

Freiformschmiede. 2. Teil.

Von Direktor P. H. Schweißguth.

Die neueren Schweißverfahren.

Von Prof. Dr.-Ingen. P. Schimpke.

Gesenkschmiede.

Von Direktor P. H. Schweißguth.

### In Vorbereitung befinden sich:

Prüfen und Aufstellen von Werkzeugmaschinen. Von W. Mitan. — Werkzeuge für Revolverbänke. Von K. Sauer. — Bohren, Reiben und Senken. Von J. Dinnebier. — Haupt- und Schaltgetriebe der Werkzeugmaschinen. Von Walter Storck. — Herstellung der Fräser. Von P. Zieting. — Einbau und Behandlung der Kugellager. Von H. Behr. — Herstellung und Instandhaltung der Schmitte und Ziehwerkzeuge. Von Karl Knopf. — Fräsen. Von W. Birtel.

Jedes Heft 48—80 Seiten stark, mit zahlreichen Textfiguren.

Einheitspreis im August: jedes Heft M. 24.—

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

HEFT 1

# Gewindeschneiden

von

**Otto Müller**

Oberingenieur

Mit 151 Textfiguren

7. bis 12. Tausend



**Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH**

1922

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung . . . . .	3
II. Grundlagen . . . . .	4
Entstehung der Schraubenlinie S. 4. — Steigung, Ganghöhe S. 4. — Mehr- gängige Gewinde S. 6. — Gewindeform S. 7. — Profilwinkel S. 7. — Lage des Profils S. 8. — Spielraum in den Spitzen S. 10. — Flankenmaß S. 11. — Fehlerhafte Gewinde S. 11.	
III. Schneidstähle zum Gewindeschneiden . . . . .	12
A. Schneidstähle für Außengewinde . . . . .	12
Gewöhnliche Gewindestähle S. 13. — Schneidwinkel S. 14. — Hilfs- mittel zum Schleifen der Stähle S. 15. — Formstähle S. 15. — Strehler S. 17. — Rundstähle S. 17. — Federnde Stähle S. 20.	
B. Schneidstähle für Innengewinde . . . . .	21
Gewöhnliche Stähle S. 21. — Bohrstangen S. 22. — Strehler S. 22.	
IV. Das Schneiden der Gewinde . . . . .	23
Ausrichten des Stahles S. 23. — Spanzustellung S. 23. — Arbeitsgeschwindig- keit S. 25. — Auslauf des Gewindes S. 26. — Auslösen der Schloßmutter S. 27. — Gewindeuhr S. 29. — Einfluß der Konstruktion und des Zustandes der Maschine auf die Arbeitsgeschwindigkeit S. 29. — Das Schneiden steil- gängiger Gewinde S. 30. — Schneiden mehrgängiger Gewinde S. 31. — Konische Gewinde S. 33. — Temperatureinfluß S. 34. — Schmiermittel S. 35.	
V. Schneideisen . . . . .	35
Allgemeines S. 35. — Steigungsfehler S. 36. — Konstruktion der Schneid- eisen S. 36. — Außendurchmesser S. 36. — Länge S. 37. — Spanlöcher S. 37. — Stollenbreite S. 38. — Anschnitt S. 38. — Anstellwinkel S. 39. — Brustwinkel S. 39.	
VI. Gewindebohrer . . . . .	39
Bemessung der Durchmesser S. 40. — Mutterbohrer S. 40. — Sonder- bohrer S. 42. — Spannuten S. 42. — Nachstellbare Gewindebohrer S. 43. — Konisch geschnittene Gewindebohrer S. 43. — Steigungsfehler S. 44.	

ISBN 978-3-662-41650-1

ISBN 978-3-662-41785-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-41785-0

---

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

Copyright 1922 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1922

## I. Einleitung.

Die Schraube kann wohl als wichtigstes Maschinenelement angesehen werden. Sie tritt uns bei fast allen Erzeugnissen der Technik in mannigfaltigster Gestalt entgegen, sei es als Befestigungsmittel, sei es als Mittel zur Übertragung von Bewegungen. Es bedarf daher keines Beweises, daß die Güte unserer Industrieerzeugnisse in hohem Grade abhängig ist von der Güte der Schrauben, d. h. von Schrauben, die richtig profilierte Gewinde mit richtigen Abmessungen haben. Dazu ist es aber nötig, daß die mit der Herstellung der Gewinde bzw. der Beaufsichtigung der Herstellung betrauten Personen mit den theoretischen Grundlagen der Schraubenkonstruktion im allgemeinen und mit denen der einzelnen Gewindearten im besonderen vertraut sind, und daß diese Personen auch die Mittel zur Herstellung und Prüfung korrekter Gewinde kennen. Diese Forderungen werden nun leider selten erfüllt. Es ist schlechterdings nicht zu verlangen, daß der Werkstattmann, der Meister oder Dreher, ganz zu schweigen von dem angelehrten Maschinenarbeiter, die oft recht komplizierten theoretischen Ableitungen der Schraubenkonstruktion beherrscht. Die Männer der Werkstatt kennen meist nur die Mittel zur Herstellung, und auch diese selten umfassend, ohne beurteilen zu können, ob die angewandten Mittel, insbesondere die Schneidwerkzeuge, richtig konstruiert und hergestellt sind. Auch über die richtige Anwendung der Werkzeuge herrscht in der Werkstatt meist Unklarheit. Die Techniker, denen wohl die Schraubenkonstruktion geläufig ist, kümmern sich, abgesehen von wenigen umsichtigen Betriebsleitern und Werkzeugfachleuten, fast gar nicht um die Herstellung der Gewinde. So kommt es, daß in den meisten Betrieben die Herstellung der Gewinde vollständig der Werkstatt überlassen bleibt; sogar die Gewindestähle, von deren richtiger Form und Anwendung alles abhängt, stellen sich die Dreher meist selbst her, und zwar nicht nur die Stähle zum Schneiden von Schrauben, sondern auch die Stähle zum Schneiden von anderen Gewindeschneidwerkzeugen, wie Gewindebohrern und Schneideisen. Formgerechte Gewindeschneidwerkzeuge, wie sie von vielen Werkzeugfirmen auf den Markt gebracht werden, finden bei weitem nicht die Anwendung, die wünschenswert wäre; teils deswegen, weil die Dreher eine gewisse Abneigung gegen solche Werkzeuge zeigen, teils, weil die Leitung vieler Betriebe die Anschaffung solcher Werkzeuge aus falsch angewandter Sparsamkeit nicht für nötig erachtet.

Wenn also die Herstellung korrekter Gewinde in gewissem Grade vernachlässigt wurde, so war das möglich, weil die Mittel zur Kontrolle der Gewinde unvollkommen waren; daher konnten Fehler gar nicht oder nur unter einem unverhältnismäßig großen Zeitaufwand festgestellt werden. Und ähnlich liegen die Dinge vielfach heute noch. Bei den meisten Gewinden kommen kleine Inkorrektheiten auch nicht entscheidend zur Geltung; z. B. bei Befestigungsschrauben, wo geringe Fehler im Flankenwinkel, im Außen-, Kern- oder Flankendurchmesser hinzunehmen sind. Trotzdem sollte das Bestreben dahin gehen,

diese Fehler zu vermeiden, um so mehr, als sie meist nur auf Unkenntnis oder Unachtsamkeit beruhen und sich ohne Mehraufwand an Arbeit und Kosten vermeiden lassen. Schlimmer ist es schon, wenn Transportspindeln und Schnecken inkorrekt ausgeführt werden. Gerade bei diesen Gewinden aber, deren Herstellung allerdings wegen ihrer oft großen Steigung nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten bereitet und an die Geschicklichkeit des Drehers große Anforderungen stellt, werden oft die größten Fehler gemacht. Da es sich hier um Getriebeteile handelt, so wird deren Wirkungsgrad und Lebensdauer durch fehlerhafte Ausführung der Hauptteile geschädigt. Was nutzt es z. B., wenn ein Schneckengetriebe sorgfältig konstruiert wird und die günstigsten Verhältnisse bezüglich Eingriffdauer, Wirkungsgrad und Lebensdauer ermittelt sind, wenn die hergestellte Schnecke eine ganz andere Gewindeform hat als die der Konstruktion zugrundegelegte; oder, wenn selbst die Schnecke korrekt ausgeführt ist und der zum Fräsen des Schneckenrades nötige Fräser eine falsche Gewindeform hat. Treten dann Mißerfolge ein, ist der errechnete Wirkungsgrad am fertigen Getriebe nicht zu erreichen, so werden die Fehler gewöhnlich überall gesucht, nur nicht in der Gewindeform.

Zweck dieser Schrift soll sein, den Mann der Werkstatt, den Meister und den intelligenten Dreher, mit dem wichtigsten dessen bekannt zu machen, was bei Herstellung korrekter Gewinde beachtet werden muß. Dem Techniker soll die Abhandlung die Werkzeuge und Arbeitsverfahren vorführen, die nach dem jetzigen Stande der Technik der Werkstatt zur Verfügung stehen.

## II. Grundlagen.

Zur Herstellung von Schrauben aller Art ist die Verwendung der Leitspindel-drehbank nötig. Denn auch für Schrauben, die mit Schneideeisen, Schneidköpfen, Kluppen oder ähnlichen Werkzeugen hergestellt werden, wie z. B. Befestigungsschrauben und Bolzen, müssen doch die zur Herstellung der Werkzeuge nötigen Hilfswerkzeuge auf der Drehbank mit Gewinde versehen werden. Die Drehbank muß also als das grundlegende Werkzeug für die Erzeugung der Gewinde angesehen werden.

**Entstehung der Schraubenlinie. Steigung, Ganghöhe.** Der Hergang beim Gewindeschneiden auf der Drehbank ist folgender: Der mit Gewinde zu versiehende Körper von rundem Querschnitt wird auf der Drehbank eingespannt und in gleichförmig drehende Bewegung versetzt; während gleichzeitig der Gewindestahl ebenfalls gleichförmig in achsialer Richtung vorgeschoben wird und dabei den Gewindegang am Umfange des Körpers einschneidet (Fig. 1). Das Maß, um welches sich der Stahl bei einer Umdrehung des Körpers vorschiebt, gibt die Steigung oder Ganghöhe der Schraube an. Das Maß der Steigung wird entweder direkt angegeben, z. B. „10 mm Steigung“ oder „ $\frac{1}{4}$ “ Steigung“, oder es wird, wie es bei englischen und amerikanischen Gewindesystemen üblich ist, auf 1" bezogen, in diesen Fällen wird angegeben, wieviel Gewindgänge auf einen Zoll kommen, z. B. 4 Gang auf 1" statt  $\frac{1}{4}$ " Steigung.

**Steigungswinkel.** Steigungswinkel wird der Winkel genannt, der bei Abwicklung der Schraubenlinie von der den Umfang und der den Gewindegang darstellenden Geraden gebildet wird (Fig. 2 u. 3). In der Figur stellt A—C den Umfang  $d \cdot \pi$ ,  $s$  die Steigung und A—B den Gewindegang dar. Der von A—B und A—C eingeschlossene Winkel  $\alpha$  ist der Steigungswinkel. Er wird berechnet nach der Formel:

$$\cotg \alpha = \frac{d \cdot \pi}{s} \text{ oder } \tg \alpha = \frac{s}{d \cdot \pi}$$

Der Steigungswinkel läßt sich auch leicht zeichnerisch ermitteln, indem man ein Dreieck, wie A—B—C in Fig. 2 aus dem Umfange  $d \cdot \pi$  und der Steigung  $s$  konstruiert. Der Steigungswinkel kann dann mit genügender Genauigkeit mit einem Winkelmesser bestimmt werden. Wird die Figur beim maßstäblichen Auftragen der gegebenen Stücke zu klein, so ist es zweckmäßig, AC und BC in vergrößertem Maßstabe aufzuzeichnen; es müssen dabei aber beide Werte mit derselben Zahl

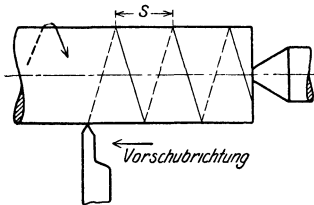


Fig. 1. Entstehung der Schraubenlinie.

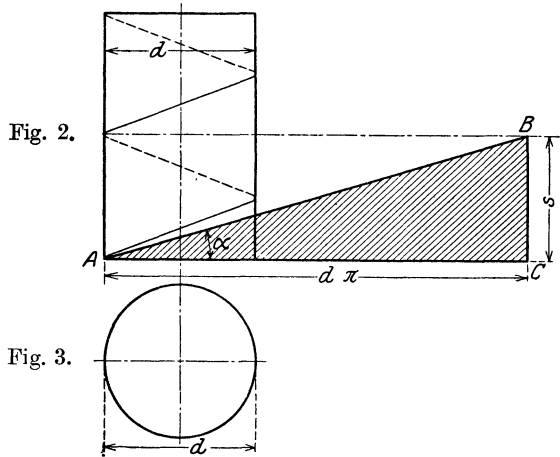


Fig. 2.

Fig. 3.

Abwicklung der Schraubenlinie.

multipliziert werden. Ist z. B. der Schraubendurchmesser 40 mm, die Steigung 12 mm, so ist  $AC = 40 \cdot 3,14$  mm;  $BC = 12$  mm. Will man das Dreieck im Maßstabe von 2:1 aufzeichnen, so wird  $AC = 2 \cdot 40 \cdot 3,14$  mm;  $BC = 2 \cdot 12$  mm. Der Winkel  $\alpha$  wird von der Vergrößerung des Maßstabes für AC und BC nicht berührt; er bleibt unverändert.

Aus dem angeführten Rechnungsbeispiel geht hervor, daß der Steigungswinkel bestimmt wird durch die Steigung  $s$  und den Durchmesser  $d$  der Schraube.

Daraus folgt, daß für die verschiedenen Durchmesser des Gewindes ebenso viele verschiedene Steigungswinkel sich ergeben. Für die in Fig. 4 dargestellte Schraube sind die Steigungswinkel z. B. für Außen- und Kerndurchmesser in Fig. 5 gegenübergestellt. Man nimmt wegen der oft recht beträchtlichen Unterschiede zwischen diesen beiden Werten in der Praxis für Berechnungen meist den mittleren Steigungswinkel an. Diesen erhält man durch Einsetzen des mittleren Durchmessers in die Formel zur Berechnung des Steigungswinkels. Der mittlere Durchmesser  $d_m$  wird gefunden, indem man Außen- und Kerndurchmesser addiert und den so erhaltenen Wert durch 2 dividiert; das ergibt die Formel:

$$d_m = \frac{d_a + d_i}{2}$$

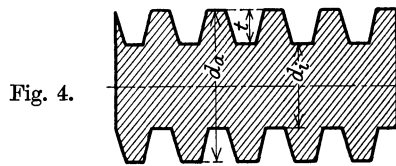


Fig. 4.

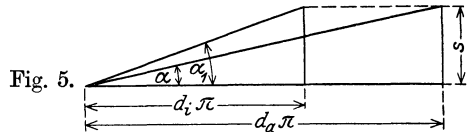


Fig. 5.

Verschiedenheit der Steigungswinkel.

**Mehrgängige Gewinde.** Mehrgängige Gewinde sind solche, die zwei oder mehr zueinander parallele Schraubengänge von gleicher Form und gleichen

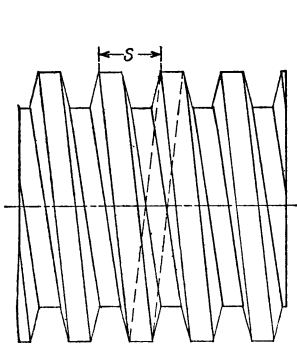


Fig. 6.  
Eingängiges Gewinde.

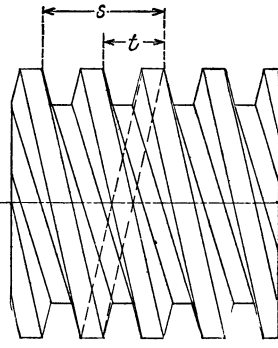


Fig. 7.  
Zweigängiges Gewinde.

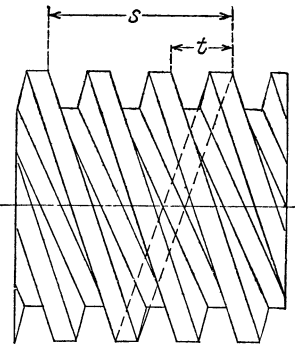


Fig. 8.  
Dreigängiges Gewinde.

Abmessungen aufweisen. Sie finden in solchen Fällen Anwendung, wo die Steigung im Verhältnis zum Außendurchmesser groß ist, haben also fast immer große Steigungswinkel.

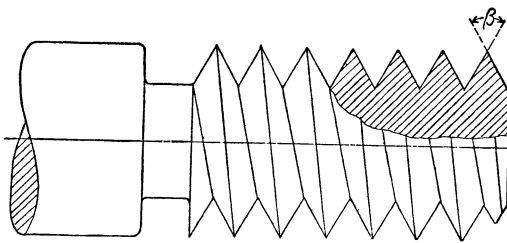


Fig. 9. Spitzgewinde.

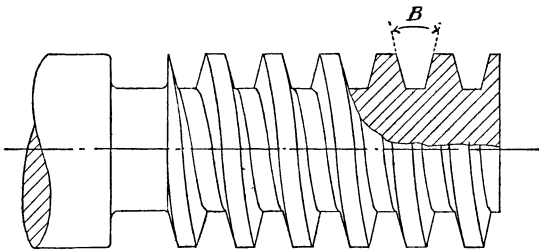


Fig. 10. Trapezgewinde.

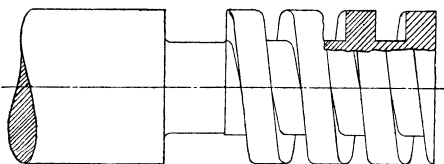


Fig. 11. Flachgewinde.

weil bei eingängiger Ausführung die Gewindelücke sehr tief, also der Kerndurchmesser so schwach ausfallen würde, daß die Schraube den Beanspruchungen nicht mehr genügen oder die Herstellung der zugehörigen Mutter große Schwierigkeiten bereiten würde.

Demzufolge bestimmt sich die Anzahl der Gewindegänge aus den

Konstruktionsunterlagen der Teile. Hat die Schraube zwei Gänge, so spricht man von zweifachem oder zweigängigem, bei drei Schraubengängen von dreifachem oder dreigängigem Gewinde usw. Die Anzahl der Schraubengänge hat jedoch mit der Steigung nichts zu tun;

diese ist vielmehr völlig unabhängig von der Anzahl der Schraubengänge. Die in Fig. 6—8 dargestellten Schrauben zeigen je ein eingängiges, zweigängiges und dreigängiges Gewinde. Die Gewindeprofile sind in allen drei Fällen gleich. Das Maß von einer Profilkante bis zur nächsten benachbarten ist bei einfachem

Gewinde gleich der Steigung; bei mehrfachem Gewinde nennt man dieses Maß  $t$  Teilung. Die Steigung ist bei Schrauben mit mehrfachem Gewinde derart festzustellen, daß man bei zweifachem Gewinde von einer Profilkante bis zur



zweitnächsten (Fig. 7), bei dreifachem Gewinde bis zur drittnächsten entsprechenden Profilkante mißt (Fig. 8).

**Gewindeform.** Die Form der Gewinde ist verschieden; sie bestimmt sich nach dem Verwendungszweck. Die gebräuchlichsten Grundformen sind das Dreieck, das Trapez und das Rechteck. Die Gewinde werden danach unterschieden in Spitzgewinde (Fig. 9), Trapezgewinde (Fig. 10) und Flachgewinde (Fig. 11). Im folgenden sind nur diese drei Arten behandelt; doch gilt das Gesagte sinngemäß auch für alle sonst vorkommenden Profile (Sägewinde, Kordelgewinde usw.). Für Spitzgewinde und Trapezgewinde sind die Profile normalisiert; die am meisten vorkommenden Profile sind das SJ-Gewinde (Fig. 12), das Whitworth-Gewinde (Fig. 13 und 14) und das Trapez-Gewinde (Fig. 15 und 16). Bei Flachgewinden (Fig. 11) wird die Gewindetiefe meist gleich der halben Steigung gewählt.

**Profilwinkel.** Der Profilwinkel ist bei Spitz-

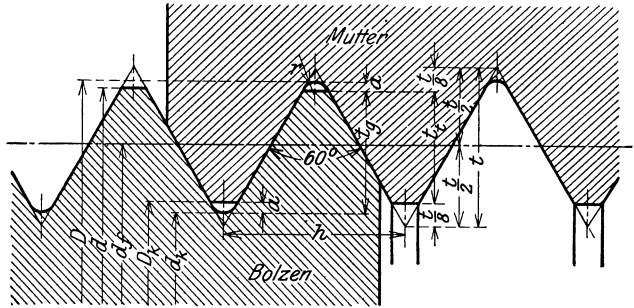


Fig. 12. SJ-Gewinde.

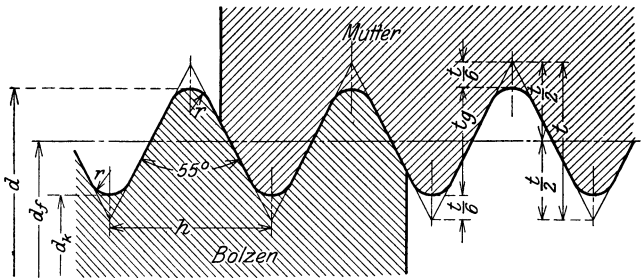


Fig. 13. Whitworth-Gewinde.

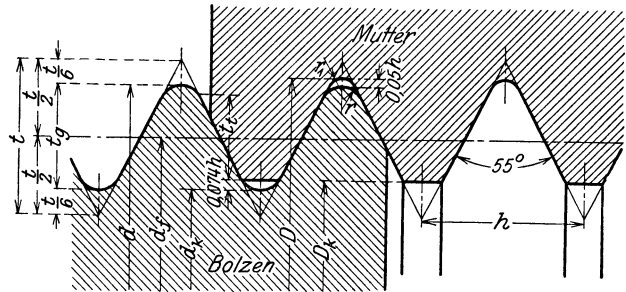


Fig. 14. Whitworth-Gewinde mit Spitzenspiel.

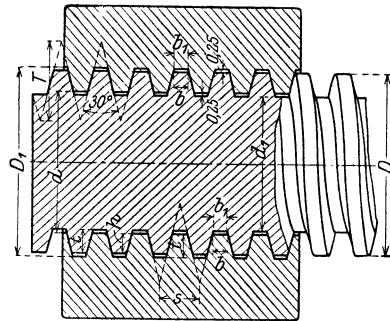
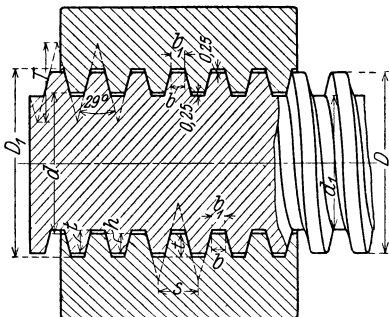


Fig. 15. Trapezgewinde mit 29° Flankenwinkel. Fig. 16. Trapezgewinde mit 30° Flankenwinkel.

gewinden meist  $60^\circ$ , wie beim SJ-Gewinde (Fig. 12), oder  $55^\circ$  wie beim Whitworth-Gewinde (Fig. 13 und 14). Für das Trapezgewinde, das auch für Schnecken in Betracht kommt, wurde bisher meist ein Profilwinkel von  $29^\circ$  zugrunde gelegt (Fig. 15), die neuen Normen des Normenausschusses der deutschen Industrie geben  $30^\circ$  an (Fig. 16).

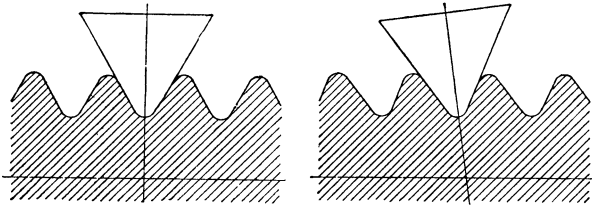


Fig. 17. Richtigstehendes Profil.

Fig. 18. Schiefstehendes Profil.

Um die Werkzeuge zur Herstellung der Spitzgewinde widerstandsfähiger zu machen, ferner um die Außenkanten der Gewingegänge weniger empfindlich zu gestalten und den Kerndurchmesser der Schrauben zu vergrößern, sind die Spitzgewindeprofile außen und im Kern abgeflacht (Fig. 12) oder abgerundet (Fig. 13 und 14).

Um die Werkzeuge zur Herstellung der Spitzgewinde widerstandsfähiger zu machen, ferner um die Außenkanten der Gewingegänge weniger empfindlich zu gestalten und den Kerndurchmesser der Schrauben zu vergrößern, sind die Spitzgewindeprofile außen und im Kern abgeflacht (Fig. 12) oder abgerundet (Fig. 13 und 14).

Um die Werkzeuge zur Herstellung der Spitzgewinde widerstandsfähiger zu machen, ferner um die Außenkanten der Gewingegänge weniger empfindlich zu gestalten und den Kerndurchmesser der Schrauben zu vergrößern, sind die Spitzgewindeprofile außen und im Kern abgeflacht (Fig. 12) oder abgerundet (Fig. 13 und 14).

**Lage des Profils.** Das Gewindeprofil soll immer symmetrisch zur Schraubenchse stehen (Fig. 17); schiefstehende Profile (Fig. 18) können keine gut passenden

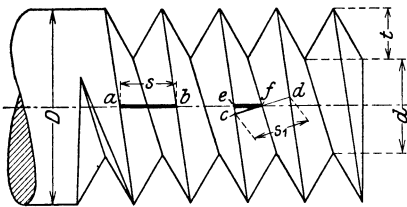


Fig. 19.

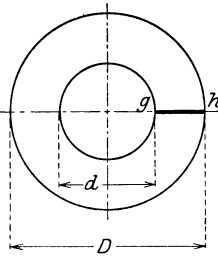


Fig. 20.

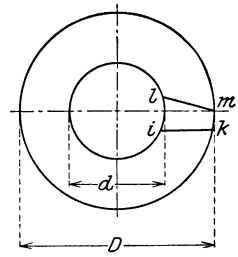


Fig. 21.

Lage des Profils zur Drehachse.

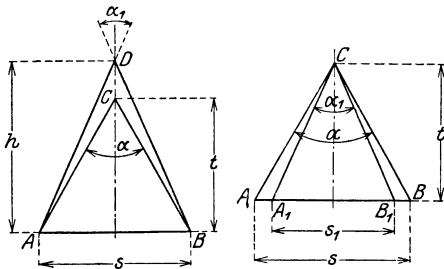


Fig. 22. Änderung des Profilwinkels durch falsche Lage der Schneidbrust.

Fig. 23.

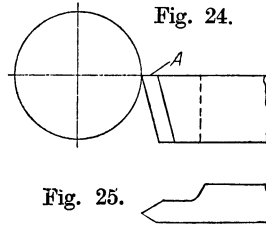


Fig. 25.

Richtige Lage der Schneidbrust.

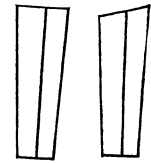


Fig. 26. Fig. 27. Gerade Schiefe Schneidbrust.

Gewinde ergeben. Ferner soll das Profil radial zur Schraubenchse stehen und in der Längsrichtung mit dieser in einer Ebene liegen; d. h. die Profilebene muß so liegen wie in Fig. 20 durch die Linie  $g-h$  und in Fig. 19 durch die Linie  $a-b$  dargestellt ist. Das entspricht einem Stahle mit einer Schneidbrust nach Fig. 24—26.

In der Praxis wird häufig gegen diese Forderungen verstoßen, indem das geradlinige Profil entweder durch ungenaue Herstellung der Schneidwerkzeuge in eine Lage gebracht wird, die durch die Linie  $l-m$  in Fig. 21 dargestellt ist,

oder durch falsche Einstellung der Schneidwerkzeuge in eine Lage, die durch Linie  $i-k$  (Fig. 21) oder  $c-d$  (Fig. 19) bezeichnet ist. Stähle mit diesen Fehlern sind in Fig. 27—29 dargestellt. Nicht selten werden auch zwei oder alle Fehler gleichzeitig gemacht. Die Fehler äußern sich in einer Profilverzerrung: der Profilwinkel ändert sich, und die Profilkanten stellen keine geraden, sondern gekrümmte Linien dar.

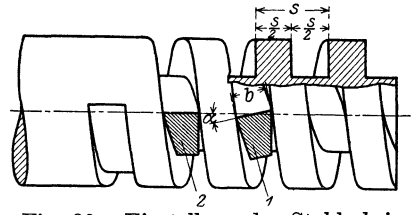
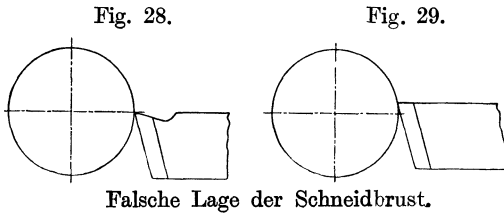


Fig. 28. Falsche Lage der Schneidbrust.

Fig. 29.

Fig. 30. Einstellung des Stahls bei Flachgewinde.

Die in Fig. 21 dargestellten Fehler sind nachweisbar durch folgende Betrachtung: Das Profildreieck  $A-B-C$  (Fig. 22) ist bestimmt durch die Steigung  $s$  und die Gewindetiefe  $t$  (Fig. 19);  $t$  ist gleich  $g-h$  in Fig. 20. Wie aus Fig. 21 zu ersehen ist und sich auch rechnerisch leicht nachweisen läßt, ist sowohl  $i-k$  als auch  $l-m$  größer als  $g-h$  in Fig. 20, also auch größer als  $t$ . Da die Steigung  $s$  aber in allen Fällen die gleiche ist, so ergibt sich z. B. für die Tiefe  $l-m$  ein neues Dreieck  $A-B-D$  in Fig. 22, dessen Höhe  $h$  größer als  $t$  ist; dessen Winkel  $\alpha_1$  also kleiner sein muß als der ursprüngliche Profilwinkel  $\alpha$ .

In ähnlicher Weise ist der in Fig. 19 angegebene Fehler mit Hilfe des Dreieckes  $c-e-f$  nachweisbar;  $c-f = \frac{s_1}{2}$  ist kleiner als  $e-f = \frac{s}{2}$ ; folglich ist  $s_1$  kleiner als  $s$ . Es ergeben sich also für  $s_1$  und  $s$  zwei verschiedene Profildreiecke, nämlich Dreieck  $ABC$  für  $s$  und  $A_1B_1C_1$  für  $s_1$  (Fig. 23); beide Dreiecke haben die Höhe  $t$  gemeinsam. Der Profilwinkel  $\alpha_1$  für  $s_1$  ist aber kleiner als  $\alpha$  für  $s$ .

Die Flankenkrümmung läßt sich zeichnerisch ermitteln; hierauf weiter einzugehen, erübrigt sich, da eine praktische Anwendung der Konstruktion zu den Seltenheiten gehört.

Auch bei Flachgewinden treten bei falscher Einstellung des Gewindestahles Profilverzerrungen ein. Die Breite des Gewindestahles ist bei Flachgewinden, eingängiges Gewinde vorausgesetzt, gleich  $\frac{s}{2}$  (Fig. 30). Wird nun der Stahl in die Gangrichtung eingestellt, Stellung 1 (Fig. 30), statt, wie es richtig ist, nach Stellung 2 (Fig. 30), so muß dessen Breite  $b$  entsprechend dem Steigungswinkel berechnet werden; dies geschieht nach der aus dem Dreieck  $c-e-f$  in Fig. 19 abzuleitenden Formel:

$$b = \frac{s}{2} \cdot \cos \alpha$$

worin  $\alpha$  der Steigungswinkel ist. Da dieser aber für jeden Durchmesser ein anderer, besonders aber für den Kerndurchmesser wesentlich größer ist als für den Außendurchmesser, so wird der Rechnungswert, also das Maß  $b$ , ebenfalls für jeden Durchmesser ein anderer, und zwar mit größer werdendem Winkel  $\alpha$  kleiner. Da nun der nach Fig. 30 in Stellung 1 eingespannte Stahl in gleicher Lage sowohl am Außen- wie auch am Kerndurchmesser schneidet, so muß die Gewindelücke nach dem Kerndurchmesser zu weiter werden; das Ergebnis ist

ein Gewinde nach Fig. 31. Wird der Stahl nach Fig. 29 über oder unter Mitte gestellt, so entsteht ein schiefstehendes Profil (Fig. 32).

**Spielraum an den Spitzen.** Für ein Gewinde sind drei Durchmesser bestimmend, nämlich der Außendurchmesser  $d$ , der Kerndurchmesser  $d_k$  und der Flankendurchmesser  $d_f$  (Fig. 12—14). Der Außendurchmesser  $d$  ist das Nennmaß der Schraube; ist also von einer Schraube von 16 mm Durchmesser die Rede, so ist damit der Außendurchmesser gemeint.

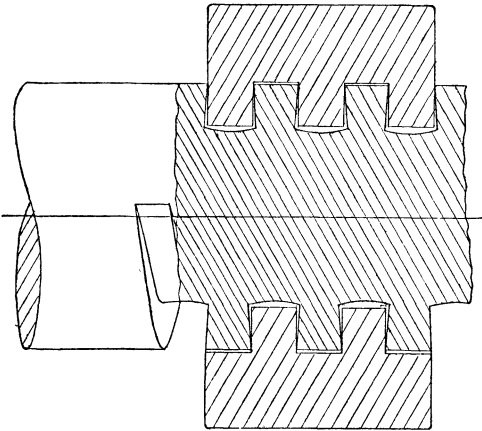


Fig. 31.

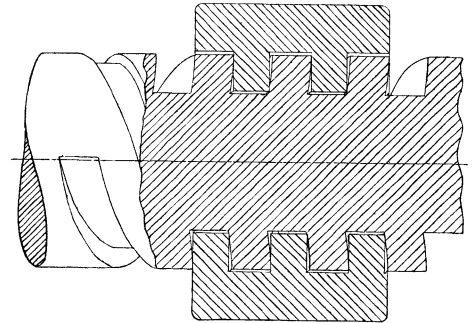


Fig. 32.

Profilverzerrung durch falsche Stahlstellung.

Der Kerndurchmesser  $d_k$  ist der kleinste Durchmesser der Schraube; er ist bei der Bestimmung der zulässigen Beanspruchung der Schraube maßgebend, indem der Berechnung der Kernquerschnitt zugrunde gelegt wird. Zur Erreichung eines guten Zusammenpassens von Schraube und Mutter ist es nötig, daß die Gewinde in den Flanken zur Anlage und damit zum Tragen kommen. Um dies sicher zu erreichen, ist bei einigen Gewindesystemen im Außen- und Kerndurchmesser zwischen Schraube und Mutter ein Spielraum vorgesehen; der größte Gewindedurchmesser der Mutter

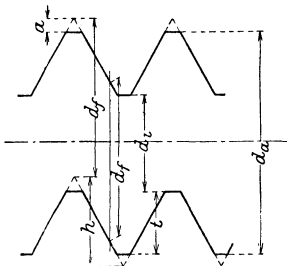


Fig. 33. Flankenmaß.

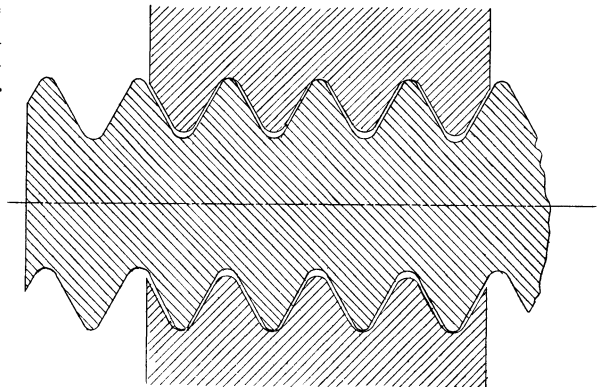


Fig. 34. Gewinde mit zu schwachem Flankenmaß.

ist etwas größer als der Außendurchmesser der Schraube, und der Kerndurchmesser der Schraube kleiner als der kleinste Gewindedurchmesser der Mutter, so daß die Schraube also weder im Außen- noch im Kerndurchmesser trägt, sondern nur in den Flanken. Zu den Gewindesystemen, die diesen Grundsatz

verfolgen, gehört das SJ-Gewinde (Fig. 12) und das Whitworth-Gewinde mit Spitzenspiel (Fig. 14). Auch Trapezgewinde hat im Außen- und Kerndurchmesser Spielraum (Fig. 15 und 16); desgleichen führt man Flachgewinde meist in gleicher Weise mit Spielraum im Außen- und Kerndurchmesser aus. Das Original-Whitworthgewinde hat diese Spielräume nicht, das Gewinde ist deshalb auch schwerer genau herzustellen, da es schwierig ist, zugleich Außen- und Kerndurchmesser sowie die Flanken zum Tragen zu bringen.

**Flankenmaß.** Es könnte nun der Fall eintreten, daß Gewinde mit richtigem Außendurchmesser doch zu schwach sind; und zwar dann, wenn die Abrundung bzw. Ablachung im Kern zu groß ist (Fig. 34). Zur Vermeidung solcher Fehler dient die Fest-

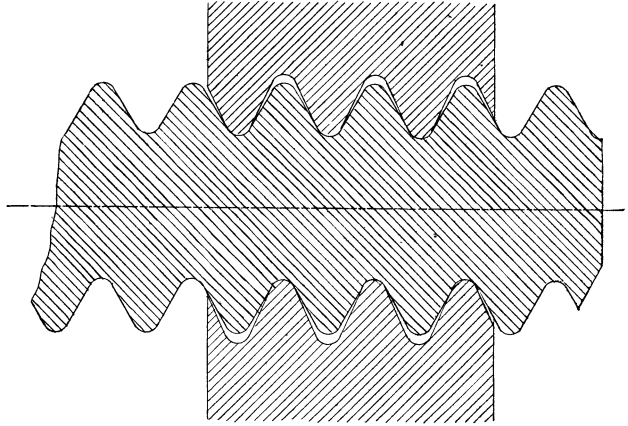


Fig. 35. Der Profilwinkel der Schraube ist zu groß.

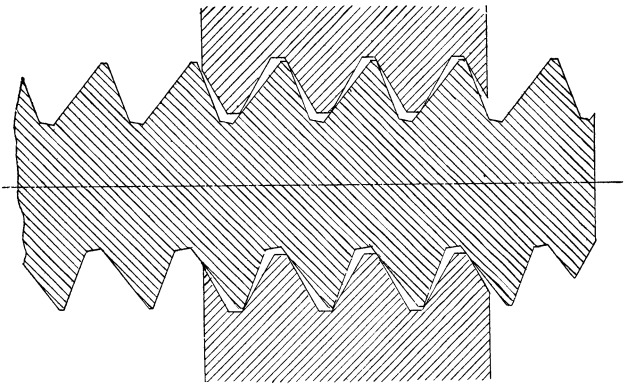


Fig. 36. Das Profil der Schraube steht schief.

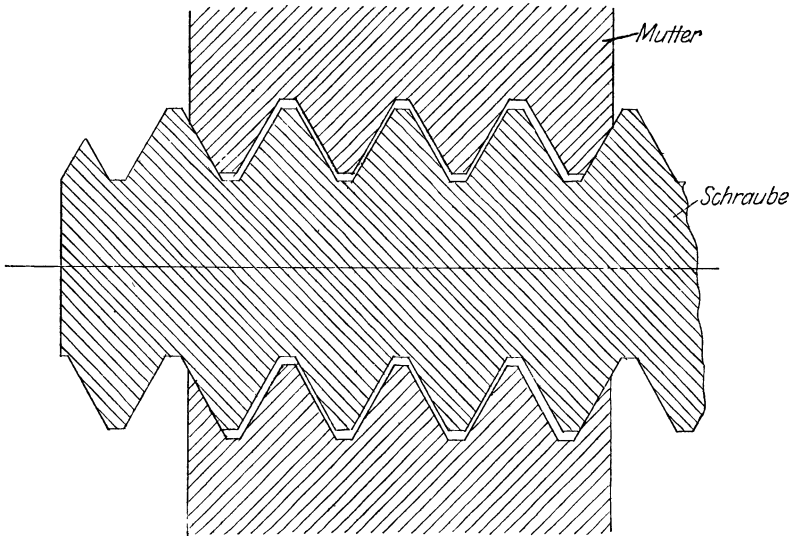


Fig. 37. Die Steigung der Schraube ist zu kurz.  
Fig. 34—37. Fehler bei der Herstellung der Gewinde.

stellung des Flankendurchmessers oder Flankenmaßes. Es ist das der senkrecht zur Achse gemessene Abstand der gegenüberliegenden Flanken, also das Maß  $d_f$  (Fig. 33). Denkt man sich die Profilkanten des Gewindes soweit verlängert, bis sie sich schneiden, so daß also die dem Profil zugrunde gelegten Dreiecke entstehen (Fig. 33), so ist der Abstand von der äußeren Spitze eines Dreieckes bis zur inneren Spitze des gegenüber liegenden Dreieckes ebenfalls gleich dem Flankenmaß. Es wird also berechnet, indem man zu dem Außendurchmesser zweimal  $a$  addiert und  $h$  subtrahiert. Das ergibt die Formel:

$$d_f = d_a + 2a - h.$$

Handelt es sich um Gewindesysteme, bei denen die Abrundungen bzw. Abflachungen am Außen- und Kerndurchmesser gleich groß sind, so vereinfacht sich die Rechnung; es ist dann nur nötig, von dem Außendurchmesser eine Gewindetiefe  $t$  abzuziehen; es ist also dann:

$$d_f = d_a - t.$$

Bei Trapezgewinden ist diese vereinfachte Rechnung nicht anwendbar, da bei diesen das Maß  $b$  am Außendurchmesser größer ist als das Maß  $b_1$  am Kerndurchmesser (Fig. 15 und 16).

In den Fig. 34—37 ist eine Anzahl der am meisten vorkommenden Fehler, die bei Herstellung der Gewinde gemacht werden, zusammengestellt.

### III. Schneidstähle zum Gewindeschneiden.

Die Güte des zu erzeugenden Gewindes ist abhängig:

1. von der genauen Herstellung der Gewindeschneidstähle,
2. von der genauen Einstellung der Schneidstähle,
3. von der richtigen Bestimmung der Wechselräder,
4. von dem richtigen Anwenden und Einstellen der sonstigen Einrichtungen der Drehbank,
5. von der sauberen und genauen Ausführung des Schneidens selbst,
6. von der richtigen Ausführung des Messens.

Die Berechnung der Wechselräder soll hier nicht behandelt werden; dieser Punkt scheidet also für unsere Betrachtungen aus. Das gleiche gilt für das Messen der Gewinde<sup>1)</sup>.

#### A. Die Schneidstähle für Außengewinde.

Wie bereits erwähnt, soll das Gewinde in einem Schnitt durch die Achse der Schraube das richtige Profil aufweisen (Fig. 19 und 20). Da die obere Schneidfläche  $A$  des Stahles (Fig. 24) bestimmend für das Gewindeprofil ist, so ergibt sich daraus, daß diese Fläche das genaue Gewindeprofil haben muß. Ferner ist nötig, daß diese Fläche  $A$  genau radial zum Arbeitsstück steht, d. h. die Verlängerung der Schneidfläche muß durch Mitte Arbeitsstück, also durch die Drehmitte gehen. Liegt die Auflagefläche des Stahles wagerecht, was im folgenden immer vorausgesetzt ist, so muß die Schneidbrust  $A$  des Stahles auf Mitte Spitze stehen und parallel zur Auflagefläche liegen (Fig. 24 und 26). Eine schiefe Lage der Schneidfläche, wie in Fig. 27 und 28, oder eine zu hohe oder zu tiefe Stellung derselben nach Fig. 29 würde nach dem im vorhergehenden Abschnitt Gesagten eine Profilverzerrung des Gewindes mit sich bringen.

<sup>1)</sup> Die Berechnung der Wechselräder, auch für die schwierigsten Fälle, behandelt ausführlich Heft 4 dieser Sammlung, das Messen der Gewinde Heft 2.

**Gewöhnliche Gewindestähle.** In den meisten Betrieben werden noch geschmiedete Gewindestähle nach Fig. 25 benutzt. Die genaue Formgebung und das Nachschleifen erfolgt meist durch die Dreher, die die Stähle benutzen. Bei Spitzgewinden wird dabei die bekannte Spitzenlehre (Fig. 38), die den Profiwinkel des Gewindes angibt, benutzt. Die Abrundung bzw. Abflachung der Spitze wird meist mit einem Ölstein von Hand vorgenommen. Hat das zu schneidende Gewindeprofil auch am Außendurchmesser Abrundungen, wie das Whitworthgewinde (Fig. 13 und 14), so sind, streng genommen, diese einfachen Stähle dafür nicht verwendbar, da mit ihnen die Herstellung der Außenabrundung nicht ausführbar ist. Trotzdem werden diese Stähle häufig für solche Gewinde benutzt; die Außenabrundung wird dann entweder gar nicht oder mit der Feile ausgeführt. Beides ist durchaus falsch; das Resultat ist ein fehlerhaftes Gewinde nach Fig. 34.

Für die Stähle zum Schneiden von Trapezgewinden gilt sinngemäß das oben Gesagte über Spitzgewinde. Bei Herstellung der Stähle wird zweckmäßig

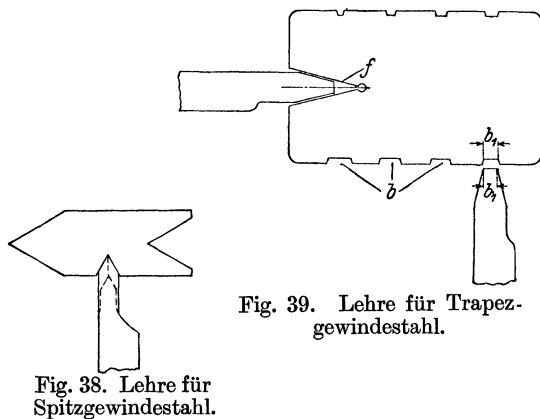


Fig. 38. Lehre für Spitzgewindestahl.

Fig. 39. Lehre für Trapezgewindestahl.

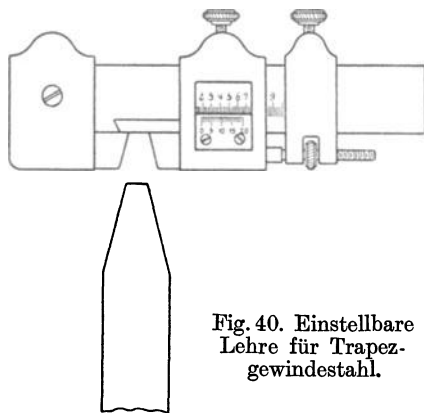


Fig. 40. Einstellbare Lehre für Trapezgewindestahl.

so verfahren, daß diese zunächst nach dem tiefen Einschnitt  $f$  der in Fig. 39 dargestellten Lehre mit dem genauen Flankenwinkel versehen werden, wobei die Breite  $b$  der Stähle etwas kleiner gehalten wird als das Fertigmaß ist. Darauf wird die vordere Fläche soweit abgeschliffen, bis das gewünschte Maß erreicht ist. Die Breite  $b_1$  wird an der Lehre Fig. 39 mittels der flachen Einschnitte, die für die verschiedenen normalen Steigungen in die Lehre eingearbeitet sind, festgestellt. In Fig. 40 ist eine verstellbare Lehre für diesen Zweck dargestellt, die nach Art einer Feinmeßschublehre ausgebildet ist. Die Lehre gestattet Ablesungen von  $\frac{1}{50}$  mm. Die Breite  $b_1$  der Stähle wird für Gewinde mit  $29^\circ$  Flankenwinkel (Fig. 15) berechnet nach der Formel:  $b_1 = 0,3706 \cdot s - 0,129$  mm, worin  $s$  die Steigung des Gewindes ist. Danach ergibt sich z. B. für eine Steigung von 4,8 mm eine Stahlbreite von

$$b_1 = 0,3708 \cdot 4,8 - 0,129 = 1,65 \text{ mm.}$$

Für Gewinde mit  $30^\circ$  Flankenwinkel (Fig. 16) berechnet sich  $b_1$  nach der Formel:

$$b_1 = 0,366 \cdot s - 0,134 \text{ mm.}$$

Handelt es sich um ein mehrgängiges Gewinde, so ist dabei zu berücksichtigen, daß dessen Profil einem Gewinde entspricht, das sich aus der Division der Steigung durch die Anzahl der einzuschneidenden Gänge ergibt. Zweigängiges Gewinde erhält also das Profil eines Gewindes von halb so großer Steigung;

dreigängiges Gewinde ein solches, das einem Drittel der wirklichen Steigung entspricht usw. Ist z. B. ein dreifaches Gewinde mit 18 mm Steigung zu schneiden, so kommt das Profil eines Gewindes von  $\frac{18}{3} = 6$  mm Steigung zur Anwendung.

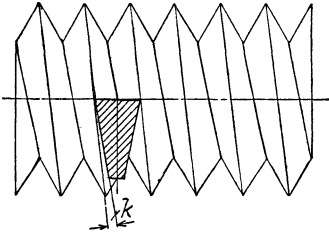


Fig. 41. Schneidwinkel der Gewindestähle.

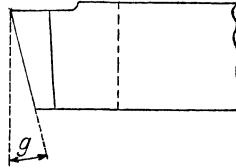


Fig. 42.

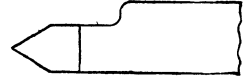


Fig. 43.



Fig. 44.

Fig. 42—44. Spitzgewindestahl.

**Schneidwinkel.** Wie bei allen Drehstählen, so ist auch bei den Gewindestählen die Beachtung der Schneidwinkel von Wichtigkeit. Der Anstellwinkel  $k$  (Fig. 41) sollte möglichst nicht kleiner als  $5-6^\circ$  gewählt werden. Bei Stählen

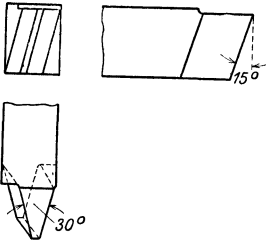


Fig. 45—47. Trapezgewindestahl.

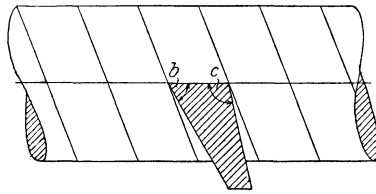


Fig. 48. Schneidwinkel an Stählen für Gewinde mit großem Steigungswinkel.

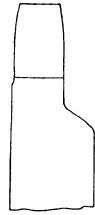


Fig. 49. Korrigierter Flachgewindestahl.

zum Schneiden von Spitzgewinden mit einem Steigungswinkel bis zu  $3^\circ$ , das sind z. B. die normalen SJ- und Whitworth-Gewinde, kann der Profilteil des Gewindestahles senkrecht angearbeitet werden (Fig. 42—44), wenn der Winkel  $g$  mindestens  $15^\circ$  beträgt. Der Anstellwinkel  $k$  in Fig. 41 ist dann immer noch genügend groß, um ein freies Arbeiten der Stahlschneide zu gestatten.

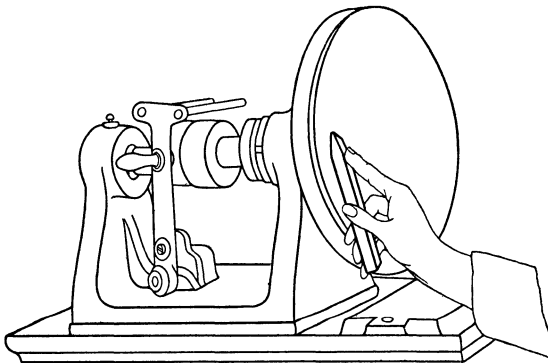


Fig. 50. Kupferscheibe zum Schleifen.

Für Gewinde mit größerem Steigungswinkel, wie sie besonders bei Trapez- und Flachgewinden vorkommen, muß, um den Flanken des Stahles einen Anstellwinkel geben zu können, der Profilteil des Stahles um den Steigungswinkel des Gewindes zur Senkrechten geneigt sein (Fig. 45—47). Dabei werden die Schnittwinkel  $b$  und  $c$  (Fig. 48) ungleich groß. Der Winkel  $c$  wird dann oft so groß, daß eine ungünstige Schnittkante entsteht. In solchen Fällen wird dann



meist der bereits erwähnte Fehler begangen, daß auch die obere, das Profil tragende Schneidfläche um den Steigungswinkel zur Wagerechten geneigt wird, Stahlstellung 1 (Fig. 30). Um die dadurch eintretende Profilverzerrung zu beheben, wird vielfach empfohlen, die Stahlform derart zu korrigieren, daß trotz der Schrägstellung der Schneidfläche eine korrekte Gewindeform erzeugt wird. Das Profil eines derartigen Stahles für Flachgewinde ist in Fig. 49 dargestellt. Die Stahlform muß in solchem Falle zeichnerisch und rechnerisch ermittelt werden, was recht umständlich, teuer und meist zwecklos ist, denn nur sehr wenige große Betriebe besitzen Einrichtungen, um die so ermittelten Formen der Werkstatt so zur Verfügung zu stellen, daß diese danach arbeiten kann. Dies gilt für alle Gewindeformen. Besser ist es, das Gewinde mit einem schräg gestellten Stahl nur vorzuschneiden und das Fertigschneiden mit getrennten Stählen für die rechte und linke Flanke vorzunehmen. Im folgenden Kapitel über das Schneiden der Gewinde ist das näher behandelt.

**Hilfsmittel zum Schleifen der Stähle.** Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Herstellung der Gewindestähle durchaus nicht einfach ist, zumal, wenn man berücksichtigt, daß dem Dreher meist nur der gewöhnliche Schleifstein, auf dem auch alle anderen Stähle geschliffen werden, zur Verfügung steht. Die Genauigkeit der so hergestellten Stähle ist dabei abhängig von der Geschicklichkeit und der Gewissenhaftigkeit des Drehers. Daß bei einem solchen Verfahren Fehler aller Art vorkommen, liegt auf der Hand. Wenn trotzdem die Herstellung der Stähle zum weitaus größten Teil noch den Drehern überlassen ist, so hat das seinen Grund mit darin, daß die Werkzeugschlosser, die doch für die Herstellung dieser Werkzeuge in erster Linie in Betracht kommen, es meist nicht verstehen, die Stähle so herzustellen, wie sie der Dreher wünscht; auch ist der Dreher beim Nachschleifen der stumpfen Stähle doch wieder auf sich selbst angewiesen, da er doch nicht warten kann, bis etwa der Werkzeugmacher das Schleifen besorgt hat. Um in solchen Fällen, wo die Herstellung und das Nachschleifen der Gewindestähle durch die Dreher nicht zu umgehen ist, die Möglichkeit zu schaffen, diese Arbeit korrekt auszuführen, sollten zum mindesten besondere Schleifsteine zu diesem Zwecke vorgesehen werden, zumal das ohne große Kosten ausführbar ist. Ein einfacher Schleifbock mit einer Schmirgelscheibe von 100—150 mm Durchmesser genügt schon dafür. Besser ist allerdings eine Kupferscheibe (Fig. 50), da auf dieser leichter genau ebene Flächen zu erzielen sind, und die Gefahr des Ausglühens der Schneiden nicht so groß ist wie bei der Schmirgelscheibe. Besonders für Stähle zum Schneiden größerer Profile, wie Schnecken usw., ist die Anwendung der Kupferscheibe zu empfehlen.

**Formstähle.** Für das Schneiden von normalen Spitzgewinden gibt es nichts besseres als die in Fig. 51—53 dargestellten Gewindegewindeschneidzähne, die das genaue Profil des Gewindes haben, für das sie bestimmt sind.

Die Formgebung durch den Dreher fällt vollständig fort; das Nachschleifen erfolgt nur an der oberen Fläche. Die Stähle werden in einem besonderen Halter (Fig. 54)

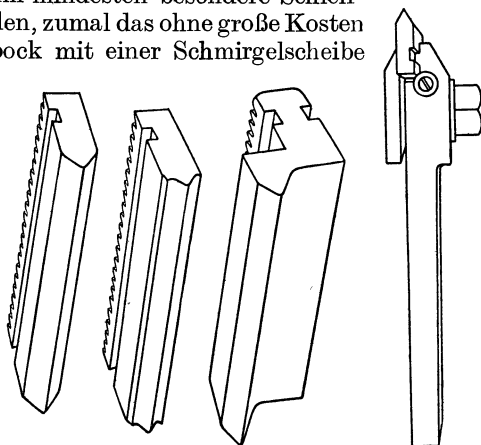


Fig. 51. 52. 53. Fig. 54. Halter  
Fig. 51—53. Gewindegewindeschneid-  
zähne. mit Schneid-  
zahn.

eingespannt, der das Einstellen des Stahles in der Höhenrichtung gestattet. Für das Ausrichten der Stähle zur Achse des Arbeitsstückes ist nur nötig, die Halter in einen Winkel von  $90^\circ$  zu dieser zu bringen (Fig. 55).

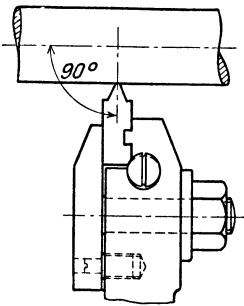


Fig. 55. Richtige Stellung des Formstahles.

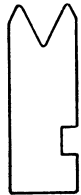


Fig. 55 a.

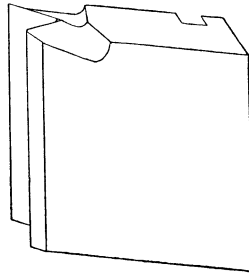


Fig. 55 b.

Gabelzahn.

Das Einstellen der Stähle ist also sehr einfach. In Fig. 53 ist eine gekröpfte Form dieser Stähle gezeigt; sie dienen zum Schneiden bis dicht an einen Ansatz. Diese Stähle werden von vielen Werkzeugfabriken in den Handel gebracht; sie werden in Massenfabrikation hergestellt; für die genaue Profilierung kommen sorgfältig durchdachte und genau hergestellte

Spezialwerkzeuge zur Anwendung. Der Gebrauch dieser Stähle ist um so mehr zu empfehlen, als ihr Preis in Anbetracht ihrer langen Lebensdauer nur gering ist.

Für die Herstellung von Gewinden, die, wie das Whitworthgewinde, auch am Außendurchmesser im Profil abgerundet sind, ist die Verwendung dieser Formstähle besonders zu empfehlen, da sie mit den genauen Radien der Abrundungen versehen sind (Fig. 52 und 58).

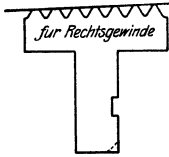


Fig. 56.



Fig. 57.

Strehler.



Fig. 58. Stahl mit Schultern.

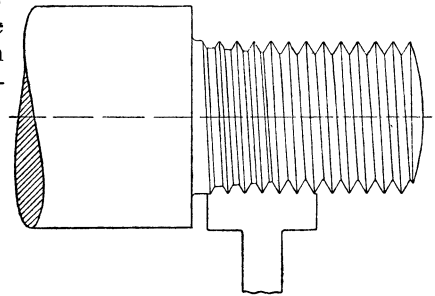


Fig. 59. Schneiden bis an einen Bund.

Eine verbesserte Form der Gewindeschneidzähne stellen die sogenannten Gabelstähle dar, Fig. 55 a. Bei diesen ist die Schneidwirkung besser, weil die an

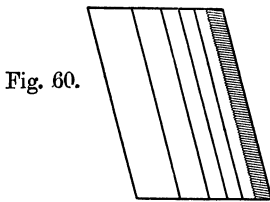


Fig. 60.



Fig. 61.

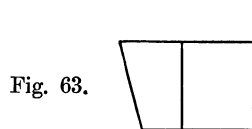


Fig. 63.



Fig. 64.



Fig. 62.

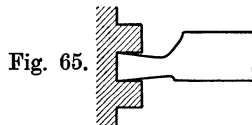


Fig. 65.

Fig. 60—62. Schneidzahn für Trapezgewinde.

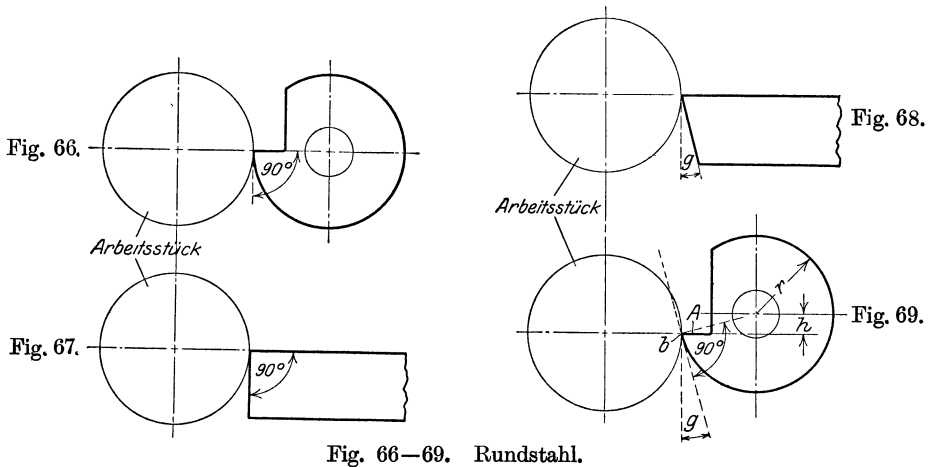
Fig. 63—65. Stahl für Flachgewinde.

der rechten und linken Flanke des Gewindes erzeugten Späne ungehindert abfließen können und sich nicht gegeneinander stauchen. Es erfolgt eine Spanteilung. Nur bei den letzten Spänen, wenn der Stahl mit dem vollen Profil arbeitet, ist

die Spanteilung aufgehoben und dann ebenso wie bei den anderen Stählen besonders vorsichtiges Arbeiten nötig. Ein besonderer Vorteil der Gabelstähle besteht noch darin, daß die oberen Schnittflächen seitlich schräg abfallend geschliffen werden können, Fig. 55 b, so daß nur die Schnittkanten in der wagerechten Ebene liegen. Dadurch wird die Schnittwirkung je nach der Art des zu verarbeitenden Materials oft bedeutend verbessert.

Auch für Trapezgewinde werden Stähle nach Fig. 51 angewandt; bei dieser Gewindeform erweist es sich aber als nötig, den Profiltail des Stahles aus den zu Fig. 41 erwähnten Gründen um den Steigungswinkel des Gewindes schräg anzuarbeiten (Fig. 60—62).

Stähle für Flachgewinde müssen nach hinten und nach unten so weit verjüngt sein, daß nur die Schneidkante mit dem Arbeitsstück in Berührung kommt (Fig. 63—65); die Kanten der Stahlflanken dürfen die Gewindeflanken nicht berühren. Da nur die vordere Kante als Schneide in Betracht kommt, so sind die Winkel e und f (Fig. 64) nicht als Anstellwinkel anzusehen; es ist vielmehr



nur nötig, sie so groß zu wählen, daß der Stahl die Gewindeflanken nicht berührt. Schneidzähne nach Fig. 51 sowie die weiter unten behandelten Rundstähle sind für Flachgewinde nicht verwendbar.

**Strehler.** Um die Gewindestähle auf eine größere Leistungsfähigkeit zu bringen und damit die Arbeitszeit für die Herstellung der einzelnen Gewinde abzukürzen, finden mehrzahnige Stähle (Strehler) nach Fig. 56 Anwendung. Die Arbeit ist bei den Strehlern nicht von einem Zahn zu leisten, sondern verteilt sich auf mehrere Zähne. Um dies zu erreichen, sind die Spitzen der Zähne nach Fig. 56 oder 57 abzuschleifen. Die Strehler werden mit besonderem Vorteil benutzt, wenn es sich um die Herstellung größerer Posten gleicher Arbeitsstücke handelt. Nicht zu verwenden sind Strehler für Gewinde, die bis an einen Bund oder Ansatz geschnitten werden müssen (Fig. 59), da dann die dem Ansatz zunächst befindlichen Gewindegänge nicht voll ausgeschnitten werden, das Gewinde also in diesem Teil im Kern konisch wird. Für Gewinde, an deren Genauigkeit hohe Anforderungen gestellt werden, sollten Strehler nicht benutzt werden; höchstens können sie zum Vorschneiden Verwendung finden.

**Rundstähle.** Eine andere Form der Gewindestähle stellen die Rundstähle dar (Fig. 69). Bei ihrer Herstellung ist zu beachten, daß die Schnittfläche A

nicht durch die Mitte des Stahles gehen darf. Der Stahl nach Fig. 66 würde einem gewöhnlichen Drehstahl entsprechen, bei dem der Keilwinkel  $90^\circ$  und der Anstellwinkel  $0^\circ$  beträgt (Fig. 67). Soll der Rundstahl einen Anstellwinkel gleich dem Winkel  $g$  des gewöhnlichen Drehstahles (Fig. 68) erhalten, so ist nach Fig. 69 unter diesem Winkel eine Tangente an den den Rundstahl darstellenden Kreis zu legen. Der Berührungspunkt  $b$  der Tangente muß auf der durch

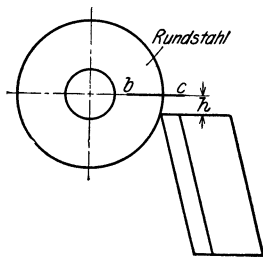


Fig. 70. Herstellung des Rundstahls.

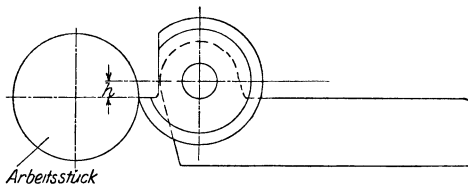


Fig. 71. Richtige Stellung des Rundstahls.

die Drehachse des Arbeitsstückes gehenden Wagerechten liegen, ebenso die Schneidfläche  $A$  des Stahles. Die Mitte des Drehstahles liegt also um das Maß  $h$  über der Drehmitte. Die Größe der Überhöhung ist abhängig von dem Durchmesser des Stahles und von der Größe des Anstellwinkels  $g$ . Die Überhöhung  $h$  kann entweder zeichnerisch ermittelt werden oder rechnerisch nach der Formel

$$h = r \cdot \sin g$$

bestimmt werden.

Das richtige Gewindeprofil müssen die Stähle in der Schnittfläche  $A$  (Fig. 66) aufweisen, d. h. also, daß das Profil im Schnitt  $bc$  (Fig. 70) von dem normalen Profil abweichen muß. Um die Stähle richtig zu profilieren, wird bei der endgültigen Formgebung der mit dem entsprechenden Profil versehene Drehstahl um das Maß  $h$  unter Mitte eingestellt (Fig. 70). Da der Stahl in dieser Stellung schlecht schneidet, so empfiehlt es sich, das Vordrehen bei normaler Stahlstellung vorzunehmen und erst für den letzten Schlichtschnitt den Stahl unter Mitte einzustellen.

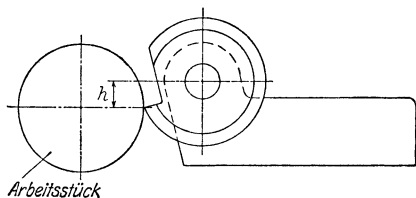


Fig. 72.

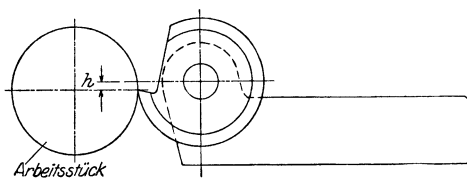


Fig. 73.

Fig. 72 u. 73. Falsche Stellung des Rundstahls.

Die Halter für die Rundstähle müssen so bemessen sein bzw. so eingespannt werden, daß die Mitte des Aufnahmebolzens um das Maß  $h$  nach Fig. 71 über der Drehmitte steht; nur wenn dies der Fall ist, kann der Stahl das richtige Profil erzeugen. Ist der Halter zu hoch oder zu niedrig, so erhält der Stahl eine Stellung nach Fig. 72 bzw. 73; in beiden Fällen wird ein falsches Profil erzeugt.

Die Rundstähle werden entweder als Scheiben ausgeführt, in die, wie bei einem gewöhnlichen Formstahl, das Gewindeprofil eingearbeitet ist (Fig. 74 und 75), oder sie werden mit Gewinde von derselben Steigung wie das zu schneidende Gewinde versehen (Fig. 76). Die erstgenannte Ausführungsart ist anwendbar

für Spitzgewinde mit geringem Steigungswinkel; bei ihrer Konstruktion muß der Winkel  $g$  (Fig. 68) so groß gewählt werden, daß der Flankenstellwinkel  $k$  (Fig. 41) noch groß genug wird; für normale SJ- und Whitworth-Gewinde würde also nach dem zu Fig. 42 Gesagten der Winkel  $g$  mindestens mit  $15^\circ$  zu wählen sein. Bei Gewinden mit größerem Steigungswinkel und Trapezgewinden wird der Flankenstellwinkel zu klein; die Stähle drücken dann in der Flanke. In solchen Fällen wählt man die andere Ausführungsform mit eingeschnittenem Gewinde. Das Gewinde des Stahles muß dann die entgegengesetzte Gangrichtung haben wie das Arbeitsstück. Hat also letzteres rechtes Gewinde, so muß der Stahl linkes erhalten und umgekehrt. Ferner ist zu beachten, daß der Steigungswinkel von Stahl und Arbeitsstück annähernd gleich sein muß, da der Stahl sonst in der einen Flanke leicht drückt, d. h., da der Steigungswinkel vom Durchmesser abhängig ist, daß die Durchmesser von Stahl und Arbeitsstück annähernd gleich groß sein müssen. Das gilt besonders für Trapezgewinde, da bei diesen der Flankenansatzwinkel ohnehin ziemlich klein ausfällt. Bei Stählen für kleine Gewindedurchmesser stößt diese Forderung insofern auf Schwierigkeiten, als es praktisch oft nicht möglich ist, Stähle von so kleinem Durchmesser einzuspannen. Diesen Schwierigkeiten begegnet man in einfacher Weise dadurch, daß man dem Stahl den doppelten Durchmesser des Arbeitsstückes gibt und zweigängiges Gewinde von doppelt so großer Steigung wie die des Gewindes des Arbeitsstückes einschneidet. Gewindeform, Teilung und Steigungswinkel ist dann genau so wie bei einem eingängigen Stahl von halb so großem Durchmesser. Ergibt auch der doppelte Durchmesser des Arbeitsstückes für den Stahl noch zu kleine Dimensionen, so gibt man diesem den dreifachen Durchmesser des Arbeitsstückes und versieht ihn mit dreifachem Gewinde mit dreimal so großer Steigung. Hat z. B. das zu schneidende Gewinde einen Durchmesser von 20 mm und 4 mm Steigung, so ist der Steigungswinkel  $\alpha$  nach der Formel:

$$\cotg \alpha = \frac{d \cdot \pi}{s} = \frac{20 \cdot 3,14}{4} = 15,7$$

$$\sphericalangle \alpha = 3^\circ 40'$$

Wählt man für den Stahl den doppelten Durchmesser, also 40 mm, so erhält er zweifaches Gewinde von 8 mm Steigung, die Rechnung für den Steigungswinkel ergibt den gleichen Wert wie oben, nämlich

$$\cotg \alpha = \frac{40 \cdot 3,14}{8} = 15,7$$

$$\sphericalangle \alpha = 3^\circ 40'$$

Die runden Strehler werden besonders häufig zum Vorschneiden von Trapezgewinden benutzt; es zeigt sich dabei oft, daß die einzelnen Zähne unsauber schneiden und die Gewindeflanken zerreißen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Zähne sowohl den Gewindegrund als auch beide Flanken gleichzeitig schneiden. Abhilfe ist hier nur dadurch zu schaffen, daß man durch entsprechende Konstruktion des Strehlers den Span zerteilt; das kann z. B. dadurch geschehen,

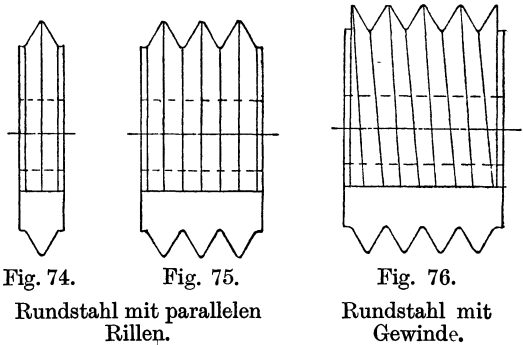


Fig. 74.

Fig. 75.

Fig. 76.

Rundstahl mit parallelen Rillen.

Rundstahl mit Gewinde.

daß man den Außendurchmesser des Strehlers konisch dreht, und zwar so, daß der Teil des Stahles, der mit dem Arbeitsstück zuerst in Berührung kommt, den größten Durchmesser hat (Fig. 77) (Maß  $D_1$  ist größer als  $D$ ); das Gewinde des Rundstahles wird gleichfalls konisch eingeschnitten, und zwar entgegengesetzt zu dem Außenkonus, so daß Maß  $d_1$  kleiner als  $d$  ist. Dadurch wird das Gewinde

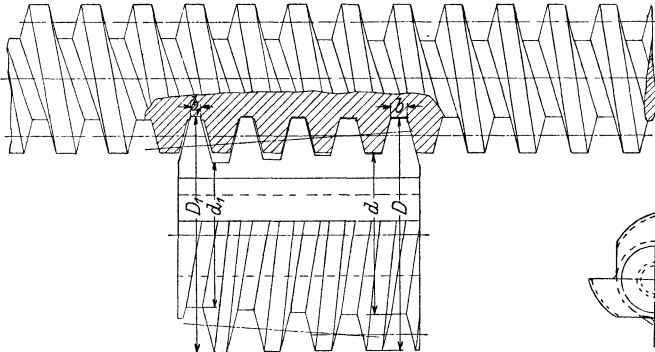


Fig. 77. Strehler-Rundstahl.

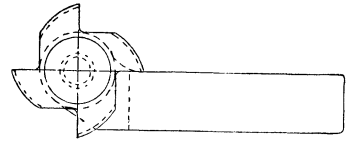


Fig. 78. Hinterdrehter Rundstahl.

nach der Seite des größten Außendurchmessers magerer; Maß  $b_1$  ist kleiner als  $b$ . Die Arbeitsweise des Stahles ist so, daß der erste Zahn nur den Gewindegrund schneidet, in den Flanken aber freigibt; die nachfolgenden Zähne schneiden nur die Flanken, und zwar so, daß sich die zu leistende Arbeit auf die einzelnen Zähne verteilt.

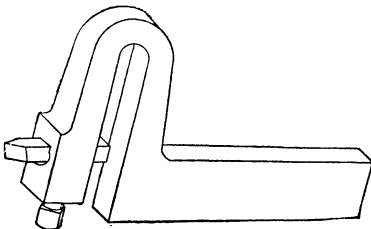


Fig. 79. Federnder Stahlhalter.

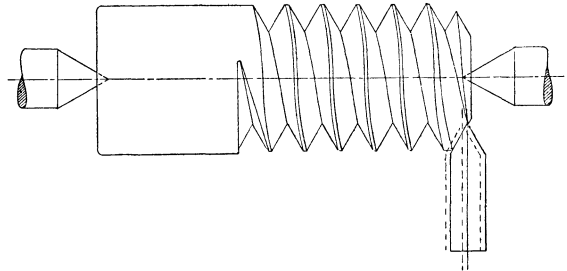


Fig. 80. Gewinde mit zu starkem ersten Gang.

Eine besondere Art der Rundstähle stellen die hinterdrehten dar (Fig. 78). Bei ihnen steht die das Profil aufweisende Schneidfläche genau radial; der Halter muß demgemäß so eingespannt werden, daß die Mitte des Aufnahmebolzens in gleicher Höhe mit der Drehmitte liegt.

**Federnde Stähle.** Beim Gewindeschneiden in zähes und filziges Material hält es oft schwer, saubere Gewindeflanken zu erzielen. Dreher, die nicht große Übung im Gewindeschneiden haben, sowie angelernte Arbeiter haben auch bei Materialien, die sich gut bearbeiten lassen, mit diesen Schwierigkeiten zu kämpfen. In solchen Fällen leistet der federnde Stahlhalter nach Fig. 79 vorzügliche Dienste. Die Konstruktion des Stahlhalters ist aus der Figur mit genügender Deutlichkeit zu erkennen. Seine günstige Arbeitsweise beruht darin, daß, wenn sich bei filzigem Material oder bei ungeschickter Spananstellung die Späne zusammenschieben, der Stahl infolge des erhöhten Spandruckes zurückfedert, also nicht einhaken und die Gewindeflanken zerreißen kann. Man kann mit Hilfe dieses Stahlhalters in Material, das sich sonst beim Gewindeschneiden sehr ungünstig verhält, ohne Aufwand besonderer Mühe saubere Gewinde schneiden. Desgleichen ist es an-

gelernten Arbeitern, selbst Frauen, bei Verwendung dieses Stahlhalters möglich, in gewöhnlichem Material ohne Schwierigkeiten gute Gewinde zu erzeugen.

Die beschriebene einfache Form des Stahlhalters hat den einen Nachteil, daß der Stahl nicht nur in Richtung quer zur Drehachse, also in Richtung des Schaftes, ausweichen kann, sondern auch seitlich (Fig. 80). Das macht sich beim Arbeiten dadurch bemerkbar, daß der erste Gewindengang des zu schneidenden

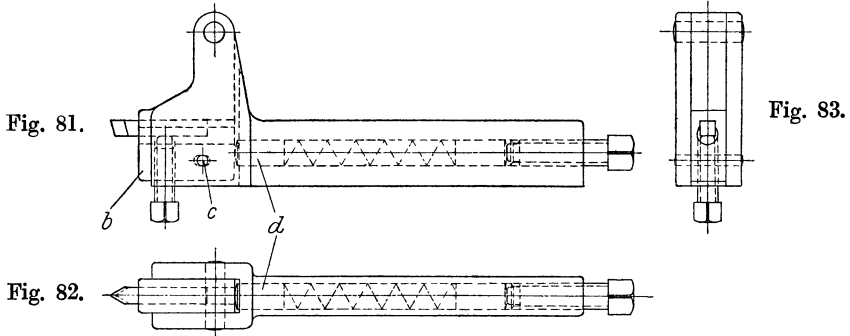


Fig. 81—83. Verbesserter federnder Halter.

Gewindes gewöhnlich stärker ausfällt, da bei diesem auf eine halbe Umdrehung des Arbeitsstückes nur eine Flanke geschnitten wird, der einseitige Spandruck also den Stahl seitlich abdrücken kann (Fig. 80).

In den Fig. 81—83 ist ein verbesserter federnder Stahlhalter dargestellt. Die Klappe *b*, die den Schneidstahl aufnimmt, ist um einen Bolzen drehbar; seitlich aber in einem Schlitz des Halters geführt. Die Klappe findet ein Auflager in dem Druckstift *d*, der durch eine Spiralfeder nach vorn gedrückt wird, während der Stift *e* verhindert, daß die Klappe weiter als bis zur wagerechten Stellung der Schneidfläche des Stahles dem Druck folgt. Der Halter arbeitet ebenso günstig wie der in Fig. 80 gezeigte, ohne dessen schädliche Nebenwirkung zu haben. Für Arbeiten, bei denen es sich um die Erzielung ganz genauer und gleichmäßiger Steigungen handelt, wie z. B. bei Leitspindeln, Teilspindeln, Schnecken und Gewindelehren oder um ganz genau laufende Gewinde, z. B. solche auf den Köpfen von Arbeitsspindeln an Werkzeugmaschinen oder Futter für diese, sollten aber solche und ähnliche Werkzeuge keine Anwendung finden. Desgleichen sind sie nicht anwendbar für Flachgewinde.

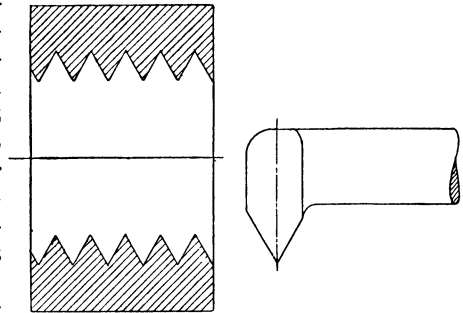


Fig. 84. Stahl für Innengewinde.

## B. Schneidstähle für Innengewinde.

**Gewöhnliche Stähle.** Für das Schneiden von Innengewinden auf der Drehbank ist das am meisten gebrauchte Werkzeug der in Fig. 84 dargestellte Stahl. Für die Herstellung gilt sinngemäß dasselbe, was über die entsprechenden Stähle für Außengewinde gesagt ist. Da die Stähle nach Fig. 84 geschmiedet werden

müssen und sich schlecht schleifen lassen, so verwendet man sie nur für kleine Löcher.

**Bohrstangen.** Sobald es der Durchmesser des zu schneidenden Gewindes zuläßt, sollte man Bohrstangen mit eingesetzten Stählen verwenden (Fig. 85 und 86). Diese Bohrstange dient zum Schneiden durchgehender Löcher; für

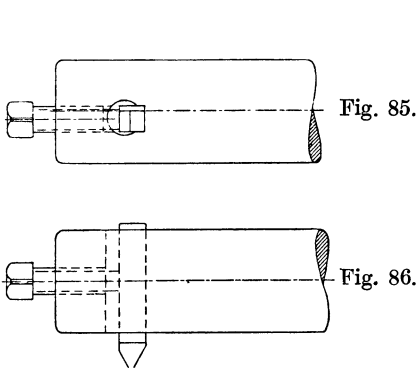


Fig. 85 u. 86. Bohrstange für durchgehende Löcher.

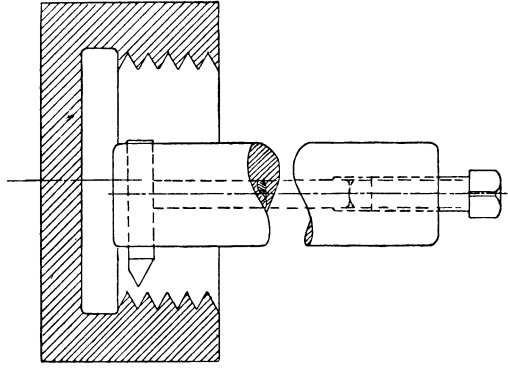


Fig. 87. Bohrstange für Sacklöcher.

Sacklöcher hat sich die in Fig. 87 gezeigte Ausführung bewährt; die Stange ist in der Längsrichtung durchbohrt und trägt in der Bohrung einen Druckbutzen, der durch eine Spannschraube am hinteren Ende der Bohrstange gegen den Stahl gedrückt wird. Diese Bohrstangen sind im Gebrauch wesentlich billiger als geschmiedete Stähle; die eingesetzten Stähle können außerhalb der Bohrstange hergestellt und auch nachgeschliffen werden. Außerdem besteht der Vorteil, daß beim Nachschleifen der stumpf gewordenen Stähle diese beim Wiedereinspannen ohne weiteres in ihre vorherige Lage und somit auch wieder in die richtige Stellung zu dem etwa schon eingeschnittenen Gewindengang gelangen.

**Strehler.** Zur Herstellung von Gewinden mit Abrundungen an den Spitzen sind Rundstähle ( Fig. 88 und 89) zu empfehlen, die sich mit Hilfe der Schneid-

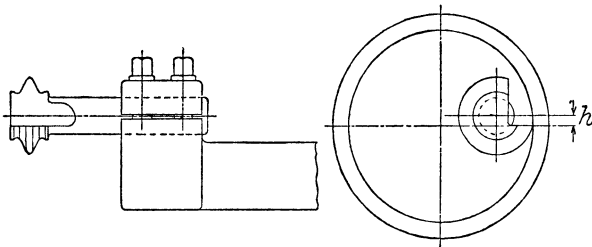


Fig. 88.

Innen-Rundstahl.

Fig. 89.

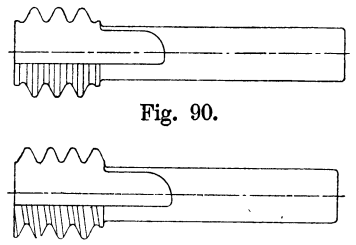


Fig. 90.

Fig. 91.

Fig. 90 u. 91. Innen-Strehler.

zähne nach Fig. 52 leicht genau herstellen lassen. Aber auch für alle anderen Gewinde sind die Rundstähle mit Vorteil zu verwenden; besonders da, wo es sich um Reihen- oder Massenherstellung von Teilen auf der Drehbank oder Revolverbank handelt. In solchen Fällen werden sie mehrzahnig ausgeführt, und zwar so, daß entweder Rillen eingedreht werden (Fig. 90) oder Gewinde eingeschnitten wird (Fig. 91). Für die Herstellung dieser Stähle gilt, was Profil



und Ansatzwinkel betrifft, das über die Rundstähle für Außengewinde Gesagte; insbesondere ist sowohl bei Herstellung als auch beim Einspannen der Stähle auf das Maß  $h$  (Fig. 89) zu achten. Doch ist es hier natürlich nicht möglich, den Durchmesser des Strehlers auch nur annähernd so groß zu wählen wie den Durchmesser des zu schneidenden Gewindes; der Strehler muß vielmehr wesentlich kleiner sein. Strehler mit Gewinde (Fig. 91) müssen dieselbe Gangrichtung erhalten wie das zu schneidende Gewinde; also bei rechtem Gewinde des Arbeitsstückes muß auch der Strehler rechtes Gewinde erhalten.

Die Stähle werden meist mit dem Schaft aus einem Stück hergestellt und in entsprechende Halter eingespannt (Fig. 88).

## IV. Das Schneiden der Gewinde.

**Ausrichten des Stahles.** Bevor mit dem eigentlichen Schneiden begonnen wird, ist es nötig, den Gewindestahl richtig einzustellen. Nach dem in den vorhergehenden Kapiteln Gesagten muß der Stahl also auf Mitte Drehbankspitze stehen (Fig. 92); die obere Schneidfläche muß in der Wagerechten liegen und der

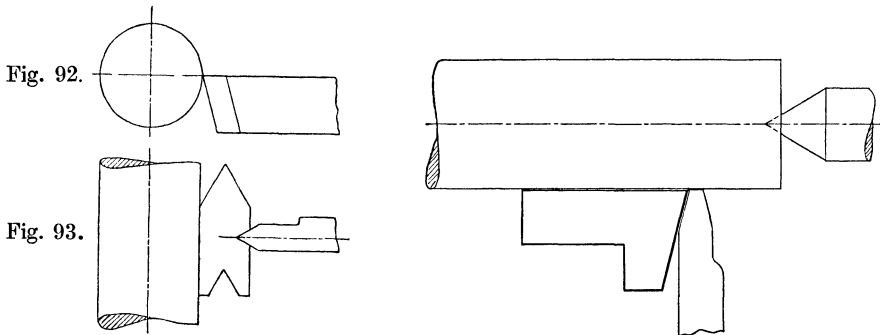


Fig. 92 u. 93. Ausrichten des Stahles.

Fig. 94. Ausrichten des Trapezgewindestahles.

Stahl so ausgerichtet sein, daß seine Symmetrieachse senkrecht zur Schraubenchse steht. Letzteres wird mit Hilfe der bekannten Spitzenlehre nach Fig. 93 erreicht. Bei Trapezgewinden wird für den gleichen Zweck eine Lehre nach Fig. 94 angewandt. Beim Ausrichten der Stähle nach diesen Lehren ist darauf zu achten, daß die Lehren an dem Arbeitsstück richtig anliegen und in wagerechter Lage gehalten werden. Geschieht dies nicht, so wird das Einstellen unsicher.

**Spanzustellung.** Der Gewindestahl ist seiner Form nach der Erlangung eines sauberen Schnittes nicht günstig, da die von beiden Flanken abfließenden Späne sich gegeneinanderstauchen und zu Klumpen zusammenballen, so daß der Stahl leicht einhakt und die Schnittoberfläche zerreißt. Schon bei gewöhnlichen Arbeiten bereitet es bekanntlich Schwierigkeiten, mit solchen oder ähnlich geformten Werkzeugen ohne weiteres saubere Schnitte zu erzielen. Wie man sonst bei spanabnehmenden Werkzeugen die Schnittwirkung durch Spanzerteilung verbessert, so kann es auch hier dadurch geschehen, daß man bei jedem Arbeitsgange immer nur eine Flanke des Stahles schneiden läßt. Das geschieht, indem man außer der Spanzustellung quer zur Achse des Arbeitsstückes auch eine geringe seitliche Verstellung des Stahles bei jedem Span vornimmt (Fig. 95) und erst bei den letzten feinen Schlichtspänen den Stahl mit dem vollen Profil

arbeiten läßt. Bei groben Gewinden, besonders wenn es sich um die Herstellung einer größeren Anzahl gleicher Stücke handelt, ist es ratsam, erst mit einem besonderen Stahl mit kräftigen Spänen vorzuschruppen und dann mit einem anderen Stahl nachzuschlichten. Das Ausschruppen geschieht dann am besten derart, daß der Obersupport der Drehbank schräg gestellt wird, und zwar so, daß er mit der Senkrechten auf der Achse des Arbeitsstückes einen Winkel

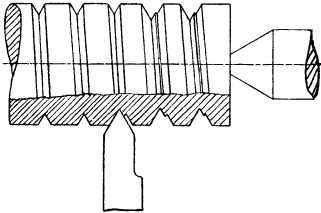


Fig. 95. Schneiden mit seitlicher Verstellung.

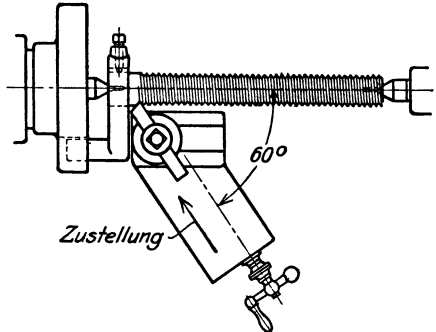
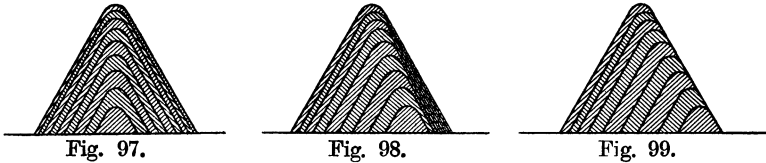


Fig. 96. Schneiden mit Zustellung in Flankenrichtung.

bildet, der dem halben Flankenwinkel des zu schneidenden Gewindes entspricht (Fig. 96). Die eigentliche Spananstellung erfolgt dann nur durch den Obersupport, während der Untersupport bei allen Spänen die gleiche Stellung ein-



Verschiedene Arten des Ausschneidens.

nimmt. Der Stahl schneidet immer nur mit einer Flanke. In den Fig. 97—98 ist die verschiedenartige Zerspanung des Materiales der Gewindelücke dargestellt. Fig. 97 gibt die Arbeitsweise bei Zustellung des Stahles nur quer zur Achse (Fig. 100) wieder; Fig. 98 entspricht einer Stahlverstellung quer zur Achse und seitlichem Nachstellen bei jedem Span

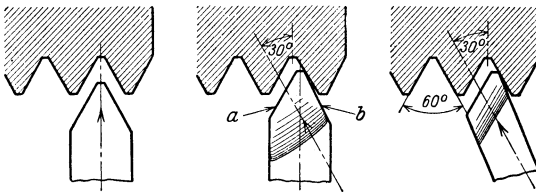


Fig. 100.

Fig. 101.

Fig. 102.

Abgeänderte Stahlform.

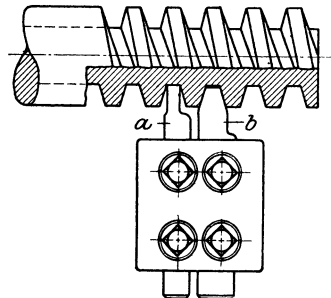


Fig. 103. Stähle zum Vor- und Fertigschneiden.

(Fig. 95); Fig. 99 zeigt die Zerspanung bei Anwendung des schräggestellten Supportes (Fig. 100 und 101).

Das in Fig. 96 dargestellte Verfahren hat noch den Vorteil, daß man hierbei von der Forderung, daß die obere Schneidfläche des Stahles wagerecht liegen muß, absehen kann; es ist sogar zu empfehlen, die Schneidbrust etwas hohl zu

schleifen (Fig. 101), dadurch wird die Schneidwirkung des Stahles besonders beim Schneiden von weichem Stahl wesentlich verbessert. Ferner ist zu empfehlen, den Stahl so zu schleifen, daß sein Profilwinkel etwas kleiner als der des Gewindes ist, ihn aber doch so einzustellen, daß die schneidende Flanke a (Fig. 101) im richtigen Winkel zur Schraubenachse steht; dadurch wird erreicht, daß die Flanke b überhaupt nicht mit dem Arbeitsstück in Berührung kommt, also auch nicht das Schneiden beeinflussen kann. Wenn es die Umstände wünschenswert erscheinen lassen, kann bei diesem Arbeitsverfahren von der üblichen Form der Gewindestähle überhaupt abgewichen und eine Form etwa nach Fig. 102 gewählt werden. Verwendet man beim Ausschruppen fertig profilierte Formstähle, so können diese, abweichend von der sonst verlangten korrekten Stellung, etwas schief gestellt werden, so daß auch hier die nicht schneidende Flanke frei geht. Beim Nachschneiden kann die kleine Inkorrektheit durch richtige Einstellung des Schlichtstahles ausgeglichen werden.

Das Schneiden von Trapezgewinden mit größerem Profil erfolgt, wenn zum Vorschneiden nicht Strehler benutzt werden, zweckmäßig mit zwei Stählen, die in entsprechendem Abstände nebeneinander im Support eingespannt werden (Fig. 103). Der Stahl a hat die Form eines Einstechstahles und eine Breite, die der Gewindelückenbreite am Kerndurchmesser entspricht. Mit ihm wird der Gewindegang vorgeschritten, so daß der Stahl b nur die Flanken zu schneiden hat. Dieses Verfahren kann auch beim Fertigschneiden angewandt werden.

Das einseitige Schneiden des Stahles beim Ausschruppen von Spitzgewinden und die geschilderte Verwendung zweier Stähle beim Schneiden von Trapezgewinden ermöglicht es auch, die Schnittgeschwindigkeit und die Spanstärke wesentlich höher zu wählen, als wenn der Stahl mit dem vollen Profil arbeiten würde.

Beim Fertigschneiden des Gewindes, wobei der Stahl mit beiden Flanken arbeitet, besteht, wie schon bemerkt, die Gefahr des Einhakens und Zerreißen der Gewindeflanken. Häufig werden aber auch durch „Schnattern“ des Stahles die Flanken nicht glatt, sondern erhalten ein Aussehen, das einer schwachen Kordierung ähnlich ist. Um diesen Erscheinungen vorzubeugen, wenden viele Dreher ein sehr einfaches Mittel an: sie legen zwischen Mitnehmerscheibe und Drehherz einen Lederstreifen (Fig. 104) und polstern dadurch gewissermaßen den Mitnehmer. Bessere Resultate werden erzielt bei Verwendung federnder Stahlhalter nach Fig. 79 und 81. Kann man auch bei diesen das „Schnattern“ nicht beseitigen, so muß die Schnittgeschwindigkeit herabgemindert werden.

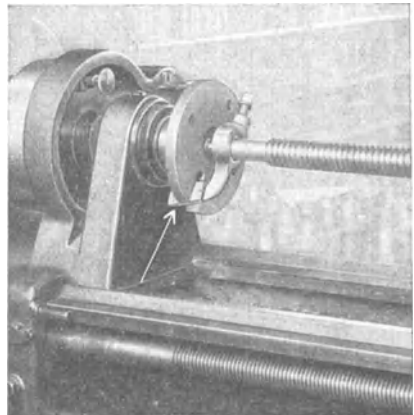


Fig. 104. Elastische Auflage des Drehherzes.

**Arbeitsgeschwindigkeit.** Im übrigen ist die Schnittgeschwindigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit beim Gewindeschneiden von einer ganzen Anzahl verschiedener Momente abhängig, wie Art des Materials, Art des angewandten Werkzeuges, Form und Abmessungen des Arbeitsstückes, auftretende Erwärmung des Arbeitsstückes beim Schneiden, Konstruktion und Zustand der Maschine, Art des Schmiermaterials, Geschicklichkeit des Arbeiters und Ansprüche an die Genauigkeit des Gewindes.

Was zunächst das Material des Arbeitsstückes betrifft, so ist es klar, daß man z. B. bei Werkzeugstahl eine geringere Schnittgeschwindigkeit wählen muß als für gewöhnlichen Maschinenstahl; es gibt aber auch Stahlsorten, die weniger hart als Werkzeugstahl, dafür aber zäh und filzig sind; diese letzteren verlangen meist eine besonders geringe Schnittgeschwindigkeit und bereiten überhaupt beim Gewindeschneiden die größten Schwierigkeiten.

Der Einfluß des Werkzeuges auf die Schnittgeschwindigkeit rührt sowohl von der Konstruktion des Werkzeuges her wie von dem Material, aus dem es hergestellt ist. Für einen gewöhnlichen einzahnigen Stahl nach Fig. 51 und 93 sind im allgemeinen größere Geschwindigkeiten zulässig als für einen mehrzahnigen (Fig. 56); dasselbe gilt für Stähle aus Schnellschnittstahl gegenüber solchen aus gewöhnlichem Werkzeugstahl. Federnde Stähle lassen im allgemeinen eine höhere Schnittgeschwindigkeit zu als starre.

In den meisten Fällen sind die Form und die Abmessungen des Arbeitsstückes ausschlaggebend für die Wahl der Schnittgeschwindigkeit. Teile, die im Verhältnis zu ihrem Durchmesser eine große Länge haben, z. B. Spindeln, die zum Bewegen von Maschinenteilen dienen, biegen sich infolge des Stahldruckes um so mehr durch, je größer die Spanstärke und die Schnittgeschwindigkeit ist. Um diesem Durchbiegen entgegenzuwirken, ist in solchen Fällen immer zu empfehlen, die Arbeitsstücke in bekannter Weise durch Lünetten zu stützen. Bei langen Flach- und Trapezgewinden benutzt man zweckmäßig die mitgehende Lünette, die unmittelbar vor oder hinter der Arbeitsstelle des Stahles angesetzt wird. Beim Schneiden von Spitzgewinden ist die Anwendung der mitgehenden Lünette nicht zulässig, da durch das Andrücken des Arbeitsstückes durch den Schnittdruck an die Gleitflächen die Gewindespitzen breitgedrückt würden.

**Auslauf des Gewindes.** Von großer Bedeutung für die Arbeitsgeschwindigkeit ist der Auslauf des Gewindes. Es kommen hierbei drei Ausführungen in

Betracht (Fig. 105—108). Die in Fig. 105 dargestellte ist oft anzutreffen; bei groben Gewinden wird auch die in Fig. 108 gezeigte Ausführung häufig gewählt, bei der ein Loch in das Arbeitsstück gebohrt wird, in das der Gewindegang und damit der Stahl beim Schneiden ausläuft. Beide Ausführungen bedingen große Aufmerksamkeit des Drehers, denn er darf den Stahl nicht zu früh zurückziehen, da sonst der letzte Gewindegang nur unvollkommen ausgeschnitten wird, noch darf das Zurückstellen zu spät erfolgen, da in diesem Falle der Stahl in das volle Material hineinläuft, beschädigt wird und unter Umständen auch das Arbeitsstück ruiniert. Viele Dreher helfen sich über diese Schwierigkeiten dadurch hinweg, daß sie die Drehbank ausschalten, wenn der Stahl den letzten Gewindegang erreicht hat und das letzte Stück von Hand den Riemen ziehen, oder sie lassen die Drehbank von vornherein mit so geringer Umdrehungszahl laufen, daß das Zurückziehen des Stahles während des

Ganges der Maschine möglich ist. Es liegt auf der Hand, daß die Arbeitsgeschwindigkeit durch die geschilderte Ausführungsform der Arbeitsstücke stark herabgemindert wird. Die Arbeitsweise gestaltet sich wesentlich günstiger, wenn die Konstruktion nach Fig. 107 ausgeführt ist, bei der das Gewinde in

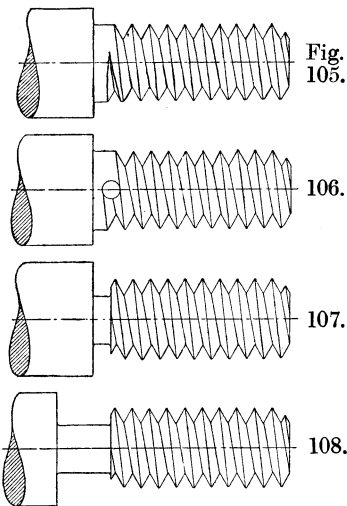


Fig. 105—108. Verschiedene Arten des Gewinde-Auslaufes.

einen Einstich ausläuft. Der Dreher braucht hierbei weniger scharf Obacht auf den Gewindeauslauf zu geben; die Beeinflussung der Umdrehungszahl durch den Auslauf des Gewindes fällt entweder ganz fort oder besteht nur in vermindertem Umfange, nämlich dann, wenn das Gewinde bis dicht an einen Bund heranläuft und der Einstich verhältnismäßig schmal ist. Wenn es die Art der Konstruktion irgend zuläßt, sollten statt der Ausführungsformen nach Fig. 105 und 106 möglichst die in Fig. 107 oder noch besser die in Fig. 108 dargestellte zur Anwendung gelangen, die einen besonders breiten Einstich zeigt. Dieser beansprucht einen weniger großen Aufwand an Aufmerksamkeit seitens des Drehers und gibt ferner bei Verwendung von Strehlern, die die Herstellungszeit ebenfalls bedeutend verkürzen, diesen freien Auslauf.

Erwähnt sei noch, daß die Einstiche, wenn sie nur wenig tiefer gehen als der Kerndurchmesser und nicht scharfkantig, sondern mit Hohlkehlen ansetzen, die Festigkeit des Gewindebolzens nicht vermindern. Erfahrung und Versuche haben ergeben, daß Bolzen mit Eindrehung, wenn sie bis zum Bruch beansprucht werden, nicht an der Eindrehung, sondern im Gewinde reißen.

**Auslösen der Schloßmutter.** Die Arbeitsgeschwindigkeit wird ferner dadurch beeinflußt, ob der Support nach Beendigung eines Arbeitsweges durch Linkslauf der Drehbank oder durch Auslösen der Schloßmutter und Zurückkurbeln des Bett-schlittens von Hand in seine Anfangsstellung gebracht wird. Bei Gewinden von kleinem Durchmesser und geringer Länge, wo also der Rücklauf nur kurze Zeit in Anspruch nimmt, wird ersteres Verfahren fast immer das vorteilhaftere sein; bei großen Durchmessern oder großen Gewindelängen erfordert der Rücklauf mehr Zeit; es ist daher hierbei das Zurückkurbeln von Hand vorzuziehen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß ein Öffnen der Schloßmutter und Wiederschließen während des Schneidens an beliebiger Stelle nur bei solchen Gewindesteigungen zulässig ist, die ein Vielfaches der Steigung der Leitspindel darstellen. Ist das nicht der Fall, so würde der Stahl nicht in den vorgeschneittenen Gang einlaufen, sondern mehr oder weniger davon abweichen. Hat z. B. die Leitspindel eine Steigung von 6 mm, so kann die Schloßmutter bei allen Gewinden, deren Steigung in 6 ohne Rest aufgeht oder ein Vielfaches von 6 ist, geöffnet und an beliebiger Stelle wieder geschlossen werden. Für 6 mm Leitspindel kommen also Steigungen von 0,75, 1, 1,5, 2, 3, 6, 12, 18, 24 mm usw. in Betracht. Bei Gewinden mit Zollsteigung verhält es sich ebenso; hat z. B. die Leitspindel vier Gang auf 1", so sind Gewinde mit 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24 usw. Gang auf genannte Art zu schneiden. Bei allen

Gewindesteigungen, deren Zahlenwert nicht in dem der Leitspindel restlos aufgeht, ist es nötig, vor jedem Schließen der Schloßmutter die Arbeitsspindel im Spindelkasten, die Leitspindel und den Support jedesmal in dieselbe Stellung zueinander zu bringen. Das geschieht am besten so, daß man die Stellung des Supportes in der Anfangsstellung durch einen Anschlag ein für allemal festlegt. Die Stellung der Arbeitsspindel wird durch Kreidestriche, die am Vorderlager und an der Mitnehmerscheibe, oder, wenn es sich um Futterarbeit handelt, am Einspannfutter angebracht werden, gekennzeichnet. In gleicher Weise wird die Stellung der Leitspindel durch Kreidestriche an dieser

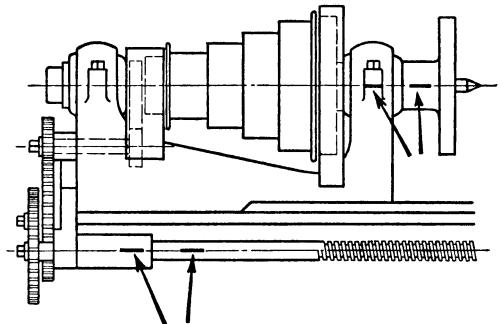


Fig. 109. Hilfsmittel zum Auslösen der Schloßmutter.

Stellung durch Kreidestriche an dieser

und an ihrem Lager kenntlich gemacht (Fig. 109). Nach Beendigung eines Arbeitsganges wird der Support in seine Anfangsstellung gebracht und die Arbeitsspindel so oft gedreht, bis auch die Arbeitsspindel und die Leitspindel die durch Kreidestriche gekennzeichnete Ausgangsstellung einnehmen, worauf die Schloßmutter geschlossen wird.

Dieses einfache Verfahren ist in solchen Fällen zulässig, wo das Verhältnis Leitspindelsteigung: zu schneidende Steigung oder umgekehrt einen Rest von  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  oder  $\frac{1}{8}$  ergibt; die Schloßmutter ist dann nämlich bei jeder 2., 4. oder

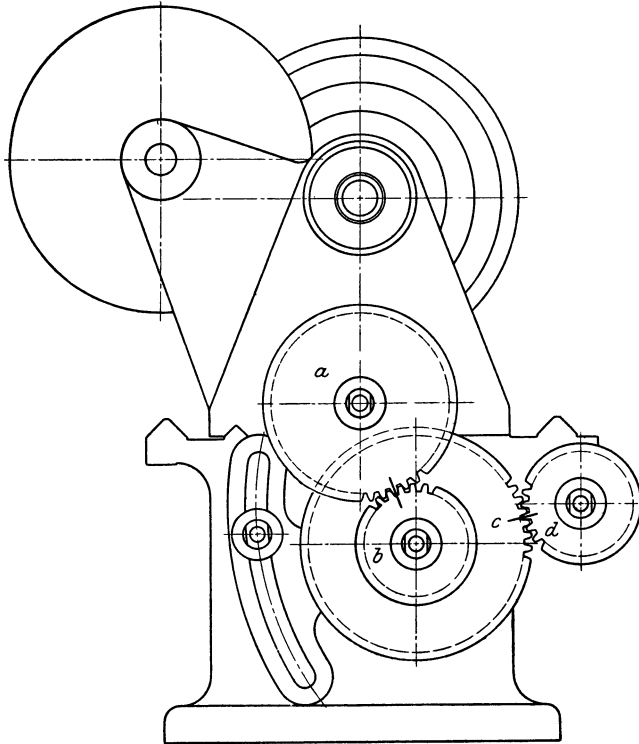


Fig. 110. Genaues Verfahren beim Auslösen der Schloßmutter.

werden dadurch oft unmerklich, daß sich beim Schließen der Schloßmutter der Bettschlitten etwas verschiebt.

Ein genaueres Verfahren besteht darin, daß die Kennzeichnung der Arbeitsspindelstellung ebenfalls durch Kreidestriche an den Wechsellrädern erfolgt (Fig. 110). Die Stellung der Räder a und b bzw. c und d wird in der Anfangsstellung durch Kreidestriche an den im Eingriff befindlichen Zähnen gekennzeichnet. Der Support muß dabei wieder jedesmal die gleiche Stellung einnehmen.

Beim Schneiden ganz genauer Gewinde, z. B. solcher auf Meßspindeln, Leitspindeln und dgl., besonders wenn es sich um feine Steigungen handelt, ist das Auslösen der Schloßmutter nur dann zu empfehlen, wenn ihre Konstruktion, Ausführung und Zustand eine Gewähr dafür bietet, daß die Schloßmutterhälften beim Schließen einmal wie das andere genau die gleiche Stellung zueinander einnehmen. Das geschieht z. B. nicht, wenn die Schlittenführung der Schloßmutterhälften ein Ecken gestatten, oder wenn der Schließmechanismus es zuläßt,

8. Umdrehung der Arbeitsspindel zu schließen. Ergibt der Divisionsrest weniger einfache Werte, wie es z. B. dann vorkommt, wenn Gewinde mit Millimetersteigung auf einer Drehbank geschnitten werden soll, die eine Leitspindel mit Steigung nach Zollmaß hat oder umgekehrt, so ist das beschriebene Verfahren wenig zuverlässig, da es dann vorkommen kann, daß sich das Schloß auch schließen läßt, wenn die gewollte Stellung der Arbeitsspindel zum Support nicht genau eingehalten ist; das Trapezgewinde der Leitspindel gestattet nämlich ein teilweises Schließen der Schloßmutter auch dann, wenn der Gewindegang derselben nicht genau über der der Leitspindel steht. Kleine Differenzen

die Mutter mehr oder weniger dicht zu schließen. In solchem Falle gelingt es nicht immer, den Stahl bei jedem Arbeitsgange wieder in die gleiche Stellung zu bringen; es kann vielmehr geschehen, daß ein geringes Versetzen eintritt. Beträgt dieses Versetzen auch nur wenige Hundertstel Millimeter, so ist damit schon der Erfolg der Arbeit in Frage gestellt. Es ist dann zu empfehlen, den Stahl durch Rücklauf des Supportes in die Anfangsstellung zu bringen.

**Gewindeuhr.** Eine sehr vorteilhafte Einrichtung zur Erleichterung und Beschleunigung des Gewindeschneidens stellt die sog. Gewindeuhr dar (Fig. 111 und 112). Eine senkrecht an der rechten Vorderseite des Bettschlittens gelagerte Welle trägt am oberen Ende ein Zifferblatt, am unteren ein Schneckenrad, das mit der Leitspindel in Eingriff steht und von dieser angetrieben wird. Die Zähnezahl des Schneckenrades ist ein Vielfaches der Gangzahl der Leitspindel. Hat

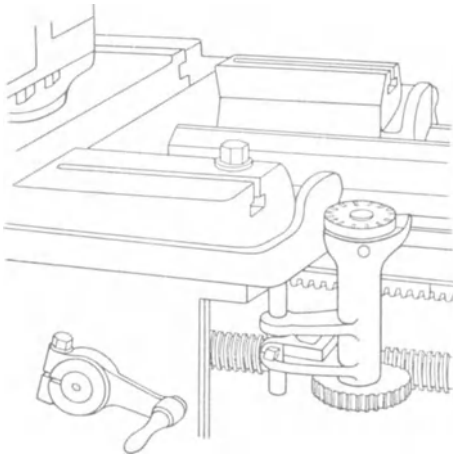


Fig. 111.

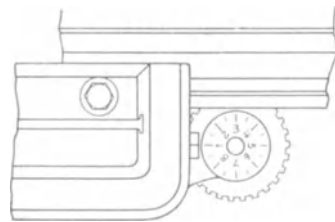


Fig. 112.

Gewindeuhr.

diese z. B. vier Gang auf 1", so erhält das Schneckenrad zweckmäßig 16, 24 oder 32 Zähne. Das Zifferblatt erhält dann soviel Teilstriche wie die Division Zähnezahl : Gangzahl ergibt. Bei vier Gängen der Leitspindel und 16 Zähnen des Schneckenrades also vier Striche, bei 24 Zähnen sechs und bei 32 Zähnen acht Teilstriche.

Die Arbeitsweise ist folgende: Beim ersten Schnitt wird die Ausgangsstellung des Supportes so kenntlich gemacht, daß dieser ohne weiteres immer wieder in die gleiche Stellung gebracht werden kann. In dieser Stellung muß sich die Schloßmutter schließen lassen und ein Strich des Zifferblattes auf der angebrachten Marke stehen. Nach Beendigung jeden Schnittes wird die Schloßmutter geöffnet, der Support in die Ausgangsstellung von Hand zurückgekurbelt, während die Bank weiterläuft. Darauf wird die durch die Leitspindel angetriebene Uhr beobachtet und in dem Moment, in welchem ein Teilstrich auf die Marke zeigt, das Schloß zugeschlagen. Das Verfahren ist in der beschriebenen Weise anwendbar, wenn es sich um das Schneiden von Gewinden mit ganzen Gangzahlen handelt. Sind dagegen z. B. mit einer Leitspindel von vier Gang auf 1"  $12\frac{1}{2}$  Gang zu schneiden, so muß auch die Arbeitsspindel bei jedesmaligem Schließen der Schloßmutter die gleiche Stellung einnehmen.

**Einfluß der Konstruktion und des Zustandes der Maschine auf die Arbeitsgeschwindigkeit.** Die Konstruktion und der Zustand der Arbeitsmaschine ist gleichfalls von Einfluß auf die Arbeitsgeschwindigkeit. Eine verhältnismäßig schwere Drehbank, die in der Hauptsache für große Spanleistungen beim Schrumpfen konstruiert ist, wird meist nicht günstig beim Gewindeschneiden

arbeiten, da infolge der Schwere der Ausführung die einzelnen Teile auch schwerer, jedenfalls aber unter größerem Kraftaufwand zu bewegen sind. Da es beim Gewindeschneiden aber viel weniger auf hohe Spanleistung als auf die Möglichkeit der schnellen und sicheren Bewegung der einzelnen Maschinenglieder ankommt, so muß bei Auswahl der bestgeeigneten Maschine auf diesen Umstand Rücksicht genommen werden. Auch die bequeme Lage der einzelnen Bedienungselemente ist zu berücksichtigen und darauf zu sehen, daß die Arbeit ohne gezwungene Körperstellung des Arbeiters ausgeführt werden kann. Ferner ist die Art und der Zustand des Deckenvorgeleges von Wichtigkeit; Vorgelege mit Fest- und Losscheibe sind im allgemeinen nicht so gut zum Gewindeschneiden geeignet wie solche mit Reibungskuppelungen. Diese gestatten ein genaueres und schnelleres Umschalten vom Rechts- in Linksgang als erstere.

Die Geschicklichkeit und Erfahrung des Arbeiters spielt beim Gewindeschneiden eine große Rolle; aber auch der geschickteste Dreher wird keine guten Resultate erzielen, wenn er seine Maschine nicht genau kennt; denn jede einzelne derselben hat besondere Eigenheiten, kleine Mängel usw., die der damit Vertraute ohne weiteres überwindet, die einem anderen aber mehr oder weniger große Schwierigkeiten bereiten. Das beste Ergebnis wird der Dreher erzielen, der mit seiner Drehbank völlig verwachsen ist und jedes einzelne ihrer Glieder wie Glieder seines Körpers beherrscht.

Selbstverständlich ist, daß die verlangte Arbeitsgenauigkeit und die Art der vorgeschriebenen Meßverfahren ebenfalls einen Einfluß auf die Arbeitsmenge ausüben. Die Genauigkeitsansprüche sollten deswegen sorgfältig geprüft und für die verschiedenartigen Verwendungszwecke der einzelnen Gewinde besonders bestimmt werden. Es ist zu unterscheiden, ob es sich um Befestigungsschrauben, Spindeln, Werkzeuge, Lehren usw. handelt.

**Das Schneiden steilgängiger Gewinde.** Die größten Schwierigkeiten in der Herstellung bereiten die Gewinde mit großem Steigungswinkel; mit ihrer Herstellung können meist nur die geschicktesten Dreher betraut werden. Oft werden dabei durch falsch hergestellte oder durch falsche Einstellung richtig hergestellter Werkzeuge recht grobe Fehler begangen, die allerdings fast ebenso oft unentdeckt bleiben, weil ein Nachprüfen solcher Gewinde schwierig ist und die dazu nötigen Meßeinrichtungen verhältnismäßig wenig entwickelt und die bestehenden wenig bekannt sind.

Fast allgemein kann man die Beobachtung machen, daß beim Schneiden steiler Gewinde der Stahl in die Gangrichtung des Gewindes eingestellt wird,

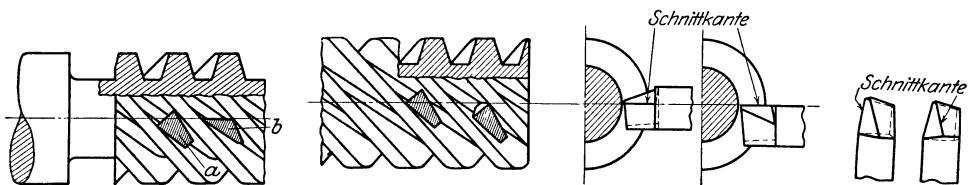


Fig. 113.

Fig. 114.

Fig. 115.

Fig. 116.

Fig. 117. 118.

Schneiden steilgängiger Trapezgewinde.

(Stellung a, Fig. 113), da bei richtiger Einstellung (Stellung b, Fig. 113) die Schneidkanten ungünstige Schnittwinkel erhalten. Die durch Anwendung der Stahlstellung a auftretenden Fehler, die sich durch Profiländerung ausdrücken, sind in den vorhergehenden Kapiteln bereits behandelt worden.

Da die Gewinde mit großem Steigungswinkel fast immer auch ein großes Profil haben, also schon aus diesem Grunde ein Ausschuppen der Gewindelücke



mit groben und ein Nachschlichten mit feinen Spänen angebracht erscheint, so empfiehlt es sich, für das Schruppen die Stahlstellung *a* zu wählen und das Schlichten mit getrennten Stählen für die rechte und linke Flanke vorzunehmen (Fig. 114—118). Dabei ist zu beachten, daß die Schneidkanten der Flanken dieser Stähle wagerecht liegen müssen. Der Mehraufwand an Zeit, der bei Anwendung dieses Verfahrens auf den ersten Blick groß erscheint, ist in Wirklichkeit nur gering und kann sich unter Umständen zu einer Zeitersparnis wandeln, da beim Arbeiten mit getrennten Stählen für jede Flanke die Gefahr des Einhakens viel geringer ist; man kann mit größerer Schnittgeschwindigkeit arbeiten und erzielt mit weniger Gefahr ein sauberes Gewinde als bei den anderen Verfahren.

Für solche Schrauben, die Elemente von Bewegungsmechanismen darstellen, wie z. B. Schnecken, Leitspindeln usw., und das ist bei großen Gewinden fast immer der Fall, sollte aber selbst ein geringer Mehraufwand an Zeit bei der Herstellung keine ausschlaggebende Rolle spielen; die Forderung, dem Gewinde eine korrekte Form zu geben, sollte obenan stehen, da von dieser Wirkungsgrad und Lebensdauer des Getriebes abhängt.

**Schneiden mehrgängiger Gewinde.** Beim Schneiden mehrgängiger Gewinde ist es nötig, beim Übergange des Schneidstahles von einem Gang in den anderen das Arbeitsstück um ein der Gangzahl

des Gewindes entsprechendes Stück zu verdrehen. Bei zweigängigen Gewinden ist  $\frac{1}{2}$ , bei dreigängigen  $\frac{1}{3}$ , bei viergängigen  $\frac{1}{4}$  Umdrehung des Arbeitsstückes nötig usw. Dieses Versetzen des Arbeitsstückes erfolgt meist mit Hilfe der Wechselräder derart, daß man durch einen Kreidestrich die Eingriffsstelle des ersten treibenden Rades *a* mit dem Rade *b* kennzeichnet (Fig. 119), dann durch Lösen der Schere beide Räder außer Eingriff bringt und nun durch Drehen der Arbeitsspindel das Rad *a* um soviel Zähne zu dem Rade *b* versetzt, wie die Teilverdrehung ergibt, d. h. also bei zweigängigen Gewinden um die Hälfte, bei dreigängigen um ein Drittel der Zähne usw. Dabei ist nötig, die Zahnzahl des Rades *a* so zu wählen, daß diese ohne Rest durch die Anzahl der Gewindegänge teilbar ist. Bei solchen Drehbänken, wo das Rad *a* in einer Übersetzung von 1 : 2 von der Arbeitsspindel angetrieben wird, ist das natürlich zu berücksichtigen; bei zweigängigen Gewinden ist also

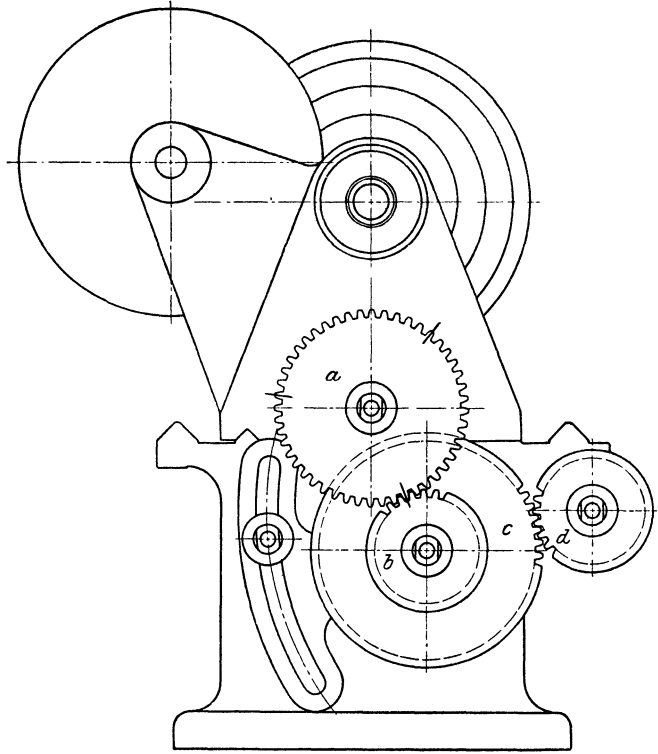


Fig. 119. Schneiden mehrgängiger Gewinde.

in solchem Falle eine volle Umdrehung des Rades a nötig, bei dreigängigen zwei Drittel Umdrehung usw.

Handelt es sich um die Herstellung größerer Mengen gleicher Teile, die mit mehrgängigem Gewinde versehen werden sollen oder wird die Arbeit von angelegerten Arbeitern oder wenig geschulten Drehern ausgeführt, so erscheint das beschriebene Verfahren etwas umständlich, obgleich es für einen einigermaßen gewandten Dreher weder Schwierigkeiten noch großen Zeitaufwand mit sich bringt.

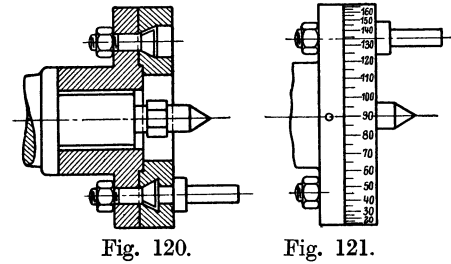


Fig. 120.

Fig. 121.

Mitnehmerscheibe für mehrgängige Gewinde.

Um die Arbeit zu vereinfachen, werden häufig Mitnehmerscheiben mit Schalteinrichtung angewandt, die gestatten, die Teildrehung des Arbeitsstückes vorzunehmen, ohne die Arbeitspindel zu verdrehen (Fig. 120 und 121). Die Scheibe besteht aus zwei Platten, die durch eine Skala in beliebigem Winkel

zueinander versetzt und in der gewünschten Stellung durch Schraubenbolzen fest miteinander verbunden werden können. Es sind auch noch andere Konstruktionen solcher Mitnehmerscheiben in Gebrauch, die statt der Skala mit Rasten und Index versehen sind. Bei Verwendung solcher Mitnehmerscheiben ist aber zu berücksichtigen, daß die Ausführung sowohl der Skala als auch der Rasten, was Genauigkeit betrifft, meist wenig zuverlässig ist, und daß besonders die genaue Einstellung der Skala stark von den persönlichen Eigenschaften des ausführenden Arbeiters abhängt, und somit die Vorbedingung für alle möglichen Fehler gegeben ist.

Beim Vorschneiden mehrgängiger Gewinde kann die Arbeitszeit dadurch wesentlich abgekürzt werden, daß man durch Einspannen mehrerer Stähle neben-

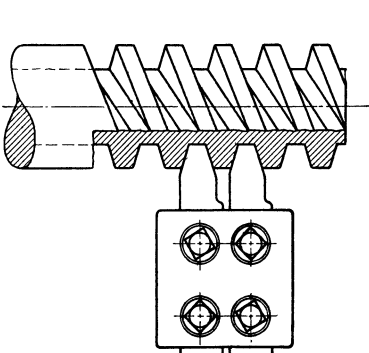


Fig. 122.

2 Stähle für zweigängiges Gewinde.

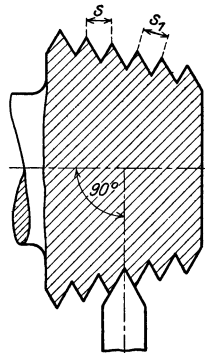


Fig. 123.

Konisches Gewinde.

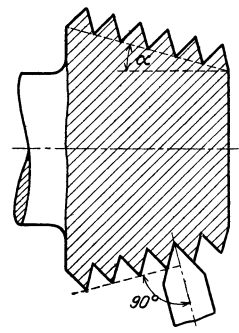


Fig. 124.

einander (Fig. 122) oder Verwendung entsprechender Strehler mehrere Gewindengänge gleichzeitig bearbeitet. Dabei ist allerdings nötig, daß der Auslauf des Gewindes dies gestattet; es wäre also eine Konstruktion des Arbeitsstückes nach Fig. 108 erforderlich.

Die Wärmeausdehnung, die später noch besonders behandelt wird, kann sich beim Schneiden mehrgängiger Gewinde, besonders bei langen Spindeln, auch dann unangenehm bemerkbar machen, wenn es sich nicht um Genauigkeitsgewinde handelt. Wird beim Vorschneiden solcher Teile nicht die genügende

Vorsicht geübt, und tritt eine größere Erwärmung dabei ein, so kann es leicht geschehen, daß beim Einschneiden der einzelnen Gänge das Arbeitsstück verschiedene Temperaturen annimmt, so daß die einzelnen Gewindegänge voneinander verschiedene Steigungen haben. Dadurch werden dann die stehenden Gewindegänge verschieden stark.

**Konische Gewinde.** Bei konischen Gewinden steht das Profil meist senkrecht zur Achse (Fig. 123), nur selten senkrecht zur Mantelfläche des Kegels

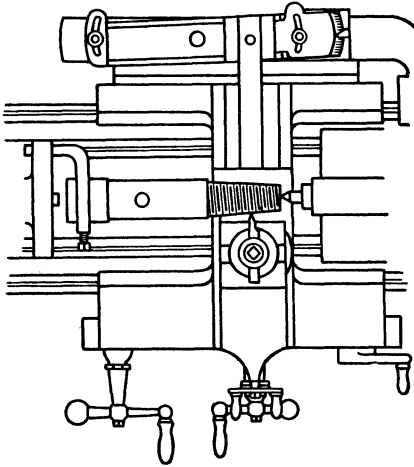


Fig. 125.

Schneiden konischer Gewinde mit Konuslineal.

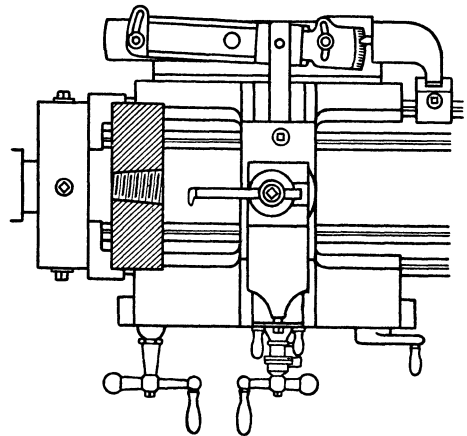


Fig. 126.

(Fig. 124). Die Steigung wird in Richtung parallel zur Achse gemessen, Maß  $s$ , Fig. 123, nicht am Mantel des Kegels, Maß  $s_1$ .

Korrekte konische Gewinde können nur mit Hilfe des Konuslineales hergestellt werden (Fig. 125 und 126). Da Drehbänke mit dieser Einrichtung nicht immer zur Verfügung stehen, so werden Außengewinde zwischen den Spitzen oft in gleicher Weise hergestellt wie glatte Konen, indem der Reitstock entsprechend verstellt wird (Fig. 127). Wird dieses Verfahren angewandt, so muß bei Berechnung der Wechselräder das Maß  $s_1$  (Fig. 123) zugrunde gelegt werden, das sich aus der Gleichung ergibt:

$$s_1 = \frac{s}{\cos \alpha}$$

Ein weiterer Umstand ist bei Herstellung konischer Gewinde zwischen den Spitzen und mit verstelltem Reitstock zu beachten: Der Berührungspunkt des auf dem Arbeitsstück festgespannten Drehherzes mit der Mitnehmerscheibe beschreibt keinen Kreis, sondern eine Ellipse (Fig. 128). Das

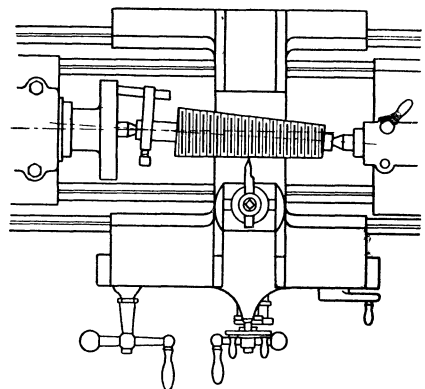


Fig. 127. Schneiden konischer Gewinde mit versetztem Reitstock.

Arbeitsstück erhält demzufolge bei jeder Umdrehung abwechselnd eine schnellere und langsamere Bewegung. Da der Support sich ebenso wie

die Arbeitsspindel gleichförmig bewegt, so entsteht ein „trunkenes Gewinde“ (Fig. 129), deshalb so genannt, weil man den Gewingegang des sich drehenden Arbeitsstückes, wenn man ihn mit dem Auge verfolgt, wie einen Trunkenen hin und her schwanken sieht. Der Fehler wird noch vergrößert, wenn der

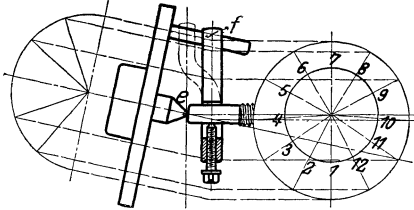


Fig. 128. Ungleichförmige Drehung.

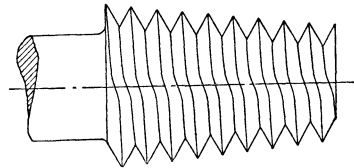


Fig. 129. Trunkenes Gewinde.

Berührungspunkt des Mitnehmers nicht senkrecht über der Endfläche des Arbeitsstückes liegt, Punkt f in Fig. 128. In diesem Falle erhält die von dem Berührungspunkt des Mitnehmers beschriebene Ellipse eine zur Drehachse exzentrische Lage (Fig. 128). Die Fehler werden um so größer, je größer der Winkel  $\alpha$  (Fig. 124) ist.

**Temperatureinfluß.** Bei Gewinden, auf deren genaue Steigung besonderer Wert zu legen ist, muß auf die durch Wärme verursachte Längenausdehnung Rücksicht genommen werden. Das ist z. B. nötig bei der Herstellung von Gewindebohrern, Gewindelehren, Leitspindeln, Teilspindeln, Meßschrauben usw. Der Einfluß der Volumenänderung durch die Wärme auf die Durchmesser der Arbeitsstücke soll hier nicht behandelt werden; seine Beachtung wird als selbstverständlich vorausgesetzt.

Die Wärmeausdehnung beträgt für Stahl bei einer Temperaturveränderung von  $1^{\circ}\text{C}$  0,0001 mm auf 1 mm Länge, bei einer Gewindelänge von 100 mm und  $15^{\circ}$  Temperaturunterschied also

$$0,00001 \times 100 \times 15 = 0,015 \text{ mm.}$$

Die beim Gewindeschneiden auftretende Erwärmung der Arbeitsstücke ist oft recht beträchtlich und der Unterschied gegenüber der Temperatur der Leitspindel der Drehbank, auf der die Arbeit ausgeführt wird, um so größer, je niedriger die Temperatur der Bank ist, die wiederum von der Temperatur abhängig ist, die in dem Arbeitsraume herrscht. Die Erwärmung des Arbeitsstückes braucht nicht nur durch den Schneidvorgang verursacht zu werden, sondern kann z. B. auch dadurch entstehen, daß die Körnerspitze, oder, wenn das Arbeitsstück in Lünetten läuft, diese, zu fest angestellt wurden. Um die Erwärmung, die durch die eigentliche Spanabnahme eintritt, unschädlich zu machen, empfiehlt es sich, die Gewinde erst vorzuschneiden und das Fertigschneiden dann vorzunehmen, wenn die Teile die Temperatur des Arbeitsraumes angenommen haben. Dies ist besonders zu empfehlen, wenn es sich um längere Arbeitsstücke, z. B. Spindeln, handelt, die meist auch verhältnismäßig grobe Gewinde haben. Durch einige grobe Späne beim Vorschneiden kann schon eine nicht unbeträchtliche Erwärmung eintreten. Beträgt sie auch nur  $15^{\circ}$ , so ergibt sich nach oben angeführtem Zahlenbeispiel eine Längenveränderung bei 1 m Länge des Arbeitsstückes von 0,15 mm. Diese große Differenz gebietet Vorsicht beim Vorschneiden; es muß in den Gewindeflanken noch soviel Material stehen gelassen werden, daß die Längendifferenz beim Nachschneiden ausgeglichen werden kann. Die Erwärmung beim Vorschneiden kann dadurch herabgemindert werden, daß man

das Schmiermaterial durch eine Pumpe in einem kräftigen Strahl zuführt; das Schmiermaterial wirkt dann gleichzeitig als Kühlmittel.

Erwähnt sei noch, daß die Frage der Erwärmung des Arbeitsstückes nichts zu tun hat mit der Frage, nach welcher Ausgangstemperatur die Leitspindel geschnitten ist. Die letztere Frage muß natürlich bei Genauigkeitsgewinden ebenfalls beachtet werden. Vor Beginn der Arbeit muß darüber Klarheit herrschen, bei welcher Ausgangstemperatur, 0° oder 20°, die Teile die angegebene Steigung haben sollen. Gleichfalls muß vorher bekannt sein, nach welcher Ausgangstemperatur die Leitspindel der Drehbank ausgeführt ist. Hat diese eine Ausgangstemperatur von 20° und soll das herzustellende Gewinde auf 0° bezogen sein, so ist die Differenz bei Berechnung der Wechselräder zu berücksichtigen.

**Schmiermittel.** Da die Gewinde eine möglichst glatte Oberfläche haben sollen, so ist es nötig, beim Gewindeschneiden Schmiermittel anzuwenden. Nur bei Bronze, Messing, Zink und anderen Weichmetallen kann von der Verwendung von Schmiermitteln abgesehen werden; auch kann man Gußeisen trocken schneiden. Für die Wahl des Schmiermittels ist zunächst die Art des zu verarbeitenden Materials maßgebend; bereitet es keine besonderen Schwierigkeiten, so genügt meist Seifenwasser, während für Gußstahl und zähe oder filzige Stahlsorten fettes Öl (tierisches oder Pflanzenöl) benutzt werden muß. Für gewöhnlich sind auch die sonst im Betrieb verwandten Schneidöle zum Gewindeschneiden verwendbar. In der Praxis hat sich für Arbeiten, die auf der Leitspindelbank ausgeführt werden, eine Mischung von Öl und Petroleum bewährt; dieses dünnflüssige Gemisch bedeckt nicht wie reines Öl in dicker Schicht die Oberfläche des Gewindes; der Dreher kann also gut beobachten, ob der Stahl eine glatte Oberfläche erzeugt. In besonders schwierigen Fällen muß aber auch zu teureren Ölen, wie Lardöl (Schmalzöl) oder auch zu Fischtran gegriffen werden.

Die Schmiermittel sind auch auf die Schneidhaltigkeit der Werkzeuge und damit auf deren Lebensdauer von Einfluß. Bei Verwendung guter Öle werden die Schneiden weit weniger angegriffen als dies bei geringwertigen Ölen oder Seifenwasser geschieht. Da ein häufiges Nachschärfen der Werkzeuge, besonders bei automatisch arbeitenden Maschinen und Revolverbänken, die Leistungen stark herabmindert, so wird an solchen Maschinen meist fettes Öl als Schmiermaterial verwendet. Der dadurch verursachte Mehraufwand an Kosten wird reichlich wett gemacht dadurch, daß die Maschinen weniger oft wegen Stumpfwerden der Werkzeuge stillgesetzt werden müssen.

## V. Schneideisen.

**Allgemeines.** Die billigste Herstellungsart für Außengewinde ist die mit Schneideisen. Fast alle Befestigungsgewinde werden nach diesem Verfahren erzeugt; doch können auch Spindeln und ähnliche Teile, an deren Gewinde, was genaues Laufen betrifft, keine großen Anforderungen gestellt werden, so hergestellt werden. Eine Grenze findet die Verwendung der Schneideisen und Schneidköpfe bei großen Durchmessern und groben Gewinden. Bei großen Durchmessern werden die nötigen Werkzeuge und Maschinen sehr groß und damit unwirtschaftlich; bei groben Gewinden werden infolge des großen Profiles mehrere Arbeitsgänge nötig, da bei nur einem Schnitt das Gewinde ausreißen oder das Werkzeug zerbrechen würde. Die erstrebten Vorteile wandeln sich dann leicht in das Gegenteil um.

Bei der Entscheidung darüber, ob ein Gewinde auf der Drehbank oder mit Schneideisen geschnitten werden soll, ist zu prüfen, ob das Gewinde zu irgend

einem Zylinder desselben Teiles genau laufen und ob die Steigung genau sein soll. Werden diese Forderungen gestellt, so sollte das Gewinde immer mit dem Stahl auf der Drehbank oder mittels Leitapparates auf der Revolverbank geschnitten werden. Bei Gewinden, die mit Schneideisen geschnitten werden, kann man Ansprüche auf genaues Laufen nicht stellen; auch wird die Steigung, selbst wenn die Werkzeuge genau hergestellt sind, meist ungenau. Diese Ungenauigkeiten sind darin begründet, daß die Schneideisen ebenso wie die Gewindebohrer, die im folgenden Abschnitt behandelt werden, durch das Härten Steigungsfehler erhalten und diese auf die Schrauben übertragen. Die Hauptursache der Ungenauigkeiten liegt jedoch darin, daß sich das Material der Schrauben beim Schneidvorgange streckt.

**Steigungsfehler.** Der Vorschub des Schneideisens erfolgt, sobald einige Gewindgänge geschnitten sind, durch das Eisen selbst, indem seine mittleren

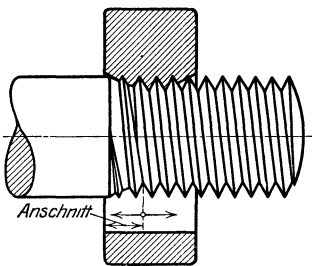


Fig. 130. Schneidwirkung beim Schneideisen.

Gewindgänge sich auf das bereits geschnittene Gewinde aufschrauben (Fig. 130). Die nicht unerhebliche Vorschubkraft muß also von der Schraube selbst aufgenommen werden. Das Schneideisen sowie der fertige Gewindeteil der Schraube wird, wie in Fig. 130 gezeigt, in Pfeilrichtung nach rechts gedrückt, während auf den unfertigen Teil der Schraube eine nach links gerichtete Kraft wirkt. Die Grenze beider Krafrichtungen liegt da, wo der Anschnitt des Schneideisens in den zylindrischen Teil übergeht.

Das Gewinde wird sich durch diese Kräfte um so mehr strecken, je größer das Gewindeprofil im Verhältnis zum Durchmesser ist. Feingewinde werden im allgemeinen nicht davon betroffen; dagegen sind die normalen Befestigungsgewinde der SJ- und Whitworthreihen dieser Erscheinung unterworfen, da bei diesen die Materialmenge, die von dem Schneideisen zu zerspanen ist, im Verhältnis zu den Kernquerschnitten der Schrauben groß ist. Das Strecken des Gewindes wird ferner beeinflusst von der Art des zu verarbeitenden Materiales, von der Schnittgeschwindigkeit, von dem Anschnitt des Schneideisens und von der Art des zur Verwendung gelangenden Schmiermaterials. Sehr geschickte Revolverdreher beheben den Fehler oft dadurch zum Teil, daß sie das Schneideisen nicht nur beim Anschneiden an das Arbeitsstück andrücken, sondern auf dem ganzen Arbeitsgange diesen Druck ausüben. Die nach rechts gerichtete Kraft (Fig. 130) wird dabei also nicht mehr von der Schraube aufgenommen, sondern von dem in der Maschine eingespannten Schneideisenkopf.

**Konstruktion der Schneideisen.** Für die Konstruktion der Schneideisen bestanden bisher keine einheitlichen Regeln, es kamen daher die mannigfaltigsten Ausführungsformen vor. Die wichtigsten Punkte, die bei der Konstruktion von Schneideisen beachtet werden müssen, sind: Außendurchmesser, Länge, Durchmesser und Anzahl der Spanlöcher, Breite der Zähne und der Lücken, der Anschnitt und der Schnittwinkel. Die große Verschiedenheit in der Ausführung der Schneideisen beruht auf der oft recht weit auseinandergelassenen Anschauung der Fachleute über diese einzelnen Punkte.

**Der Außendurchmesser  $D$**  (Fig. 131) soll möglichst klein gehalten sein, hauptsächlich deshalb, weil mit wachsendem Außendurchmesser des Schneideisens auch der Schneideisenhalter größer wird (Maß  $F$ , Fig. 132) und die Herstellungskosten beider Teile erhöht werden. Ferner werden die Werkzeuge aber

auch schwerer und in der Handhabung unbeholfener. Das tritt besonders in Erscheinung beim Schneiden feiner Gewinde und solcher von kleinem Durchmesser, bei deren Herstellung der Arbeiter mit etwas Gefühl arbeiten muß, um

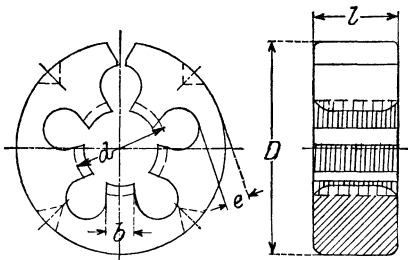


Fig. 131. Konstruktion der Schneideisen.

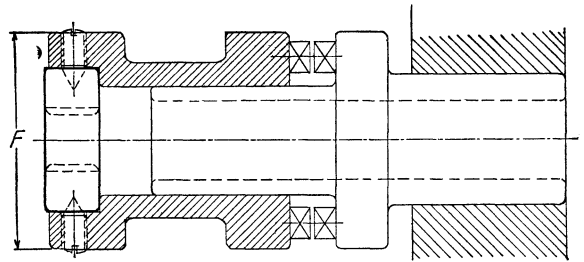


Fig. 132. Schneideisenhalter.

ein gutes Gewinde zu erzeugen. Auch ist z. B. bei Automaten das Gewicht der im Revolverkopf eingespannten Werkzeuge insofern von Bedeutung, als beim Schalten des Revolverkopfes, der mit unnötig schweren Werkzeugen versehen ist, die Sperrorgane, wie Schaltring und Riegel, größere Schläge aufzunehmen haben als bei geringem Gewicht der Werkzeuge. Die Genauigkeit der Schaltung und die Lebensdauer der Maschine wird bei zu schweren Werkzeugen herabgemindert. Bei Bestimmung der Außendurchmesser ist ferner noch darauf zu achten, daß nicht zu viele verschiedene Durchmesser gewählt werden, denn damit vermehrt sich auch die Anzahl der vorrätig zu haltenden Schneideisenhalter.

Die Länge  $l$  der Schneideisen (Fig. 131) wird bei mittleren Durchmessern und normaler Steigung ungefähr gleich dem Gewindedurchmesser gewählt. Im allgemeinen sollte die Länge nicht größer angenommen werden als unbedingt notwendig; denn die durch das Härten eintretende Längenänderung beeinflusst auch hier, wie bei den Gewindebohrern, die Steigung des Gewindes. Die eigentliche Schneidarbeit wird von den auf Schnitt gearbeiteten ersten Gewindegängen, dem Anschnitt, der weiter unten näher behandelt wird, geleistet. Die in der Mitte des Schneideisens stehenden vollen Gewindegänge dienen hauptsächlich dazu, dem Werkzeug den richtigen Vorschub zu geben. Mit der Länge der Schneideisen wächst auch die Schwierigkeit, die Späne aus den Spanlöchern zu entfernen.

Die Spanlöcher sollen möglichst zahlreich und möglichst groß sein. Zahlreich, weil die Anzahl der Schneiden gleich der Anzahl der Spanlöcher ist und bei einer größeren Zahl von Schneiden sich die von einer derselben zu leistende Arbeit verringert, also weniger beansprucht wird, länger scharf bleibt und feinere Späne erzeugt. Groß sollen die Spanlöcher sein, damit die Späne genügend Raum haben. Die Späne dürfen sich nicht zusammenballen, sondern müssen durch das Schmiermaterial fortgespült werden, weshalb es auch von Wichtigkeit ist, möglichst feine Späne zu erzeugen.

Die Forderungen: kleiner Außendurchmesser und große Spanlöcher stehen im Gegensatz zueinander. Es ist der Geschicklichkeit des Konstrukteurs überlassen, hier den besten Ausweg zu finden. Zu beachten ist die Wandstärke  $e$  (Fig. 131), die nicht zu schwach werden darf, da sonst die Bruchgefahr groß wird. Für die normalen Befestigungsgewinde der SJ- und Whitworthtabellen werden von den Werkzeugfabriken gut dimensionierte Schneideisen in den Handel gebracht. In nebenstehender Tabelle sind die Dimensionen solcher Schneideisen zusammengestellt.

## Abmessungen der Schneideisen.

## Für SJ- und Whitworth-Gewinde.

Gewindedurchmesser		Außen- durch- messer	Länge
mm	Zoll		
3—4	$\frac{1}{16}$ — $\frac{5}{32}$	20	5
4,5—6	$\frac{3}{16}$ — $\frac{1}{4}$	20	7
7—9	$\frac{5}{16}$	25	9
10—11	$\frac{3}{8}$ — $\frac{7}{16}$	30	11
12—14	$\frac{1}{2}$ — $\frac{9}{16}$	38	14
16—20	$\frac{5}{8}$ — $\frac{13}{16}$	45	18
22—24	$\frac{7}{8}$ —1	55	22
27—36	$1\frac{1}{8}$ — $1\frac{3}{8}$	65	25
39—42	$1\frac{7}{16}$ — $1\frac{3}{4}$	75	28

## Für Feingewinde.

Gewinde- durchmesser	Außen- durch- messer	Länge
3—4	20	5
4,5—6	20	7
7—9	25	9
10—11	30	11
12—14	38	14
16—20	45	14
22—24	55	16
27—36	65	20
39—48	75	20
52—64	90	22
68—72	110	22

Bei Schneideisen für Feingewinde von großem Durchmesser werden die Spanlöcher unter Berücksichtigung des oben Angeführten oft nicht mit runden, sondern mit langen Spanlöchern versehen (Fig. 133).

Die Stollenbreite  $b$  (Fig. 131) soll nicht größer gewählt werden, als für deren Haltbarkeit gegen Bruch nötig ist, denn

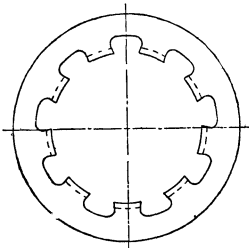


Fig. 133. Schneideisen mit langen Spanlöchern.

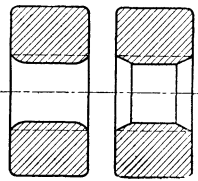


Fig. 134. Fig. 135. Anschnitt der Schneideisen.

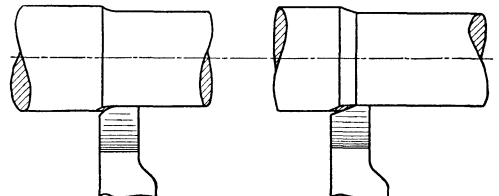


Fig. 136. Schneideisenanschnitt und Drehstahl. Fig. 137.

um den Raum, den die unnötig breiten Stollen zuviel beanspruchen, werden die Spanlöcher enger. Für normale Gewinde hat sich eine Breite von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$   $d$  als praktisch brauchbar erwiesen, wobei  $d$  der Gewindedurchmesser ist.

Der Anschnitt wird möglichst kurz ausgeführt, um auch Gewinde, die bis an einen Ansatz oder einen Schraubenkopf reichen, schneiden zu können. Bei normalen Gewinden werden höchstens zwei Gewindegänge zum Anschnitt benutzt. Zu diesem Zweck werden die Schneideisen entweder nach Fig. 135 kegelförmig ausgesenkt oder nach Fig. 134 ausgerundet. Die erste Ausführungsform bereitet der Herstellung weniger Schwierigkeiten als die letztere; insbesondere lassen sich, wenn der Anschnitt von Hand gefeilt wird, bei der kegelförmigen Form die einzelnen Schneidkanten mit geringerer Mühe zum gleichmäßigen Schneiden bringen als bei der runden. Die runde Form des Anschnittes erleichtert aber die Erzeugung sauberer Gewinde, da die Verteilung der von den einzelnen Gewindegängen zu leistenden Arbeit so ist, daß die ersten Gewindegänge mehr Material zu zerspannen haben als die folgenden. Der Unterschied in der Arbeitsweise beider Ausführungsarten wird deutlicher, wenn man sich beide Schneidformen auf gewöhnliche Drehstähle übertragen denkt (Fig. 136 und 137). Der Stahl nach Fig. 136 erzeugt Späne, die am großen Durchmesser des Arbeitsstückes am stärksten sind und nach dem von dem Stahl erzeugten Durchmesser



schwächer werden. Der Teil der Schneide, der das Fertigmaß erzeugt, wirkt also als Schlichtstahl. Im Gegensatz hierzu sind die von dem Stahl nach Fig. 137 erzeugten Späne an allen Stellen der Schneide von gleicher Stärke. Die mit einem Stahl nach Fig. 136 bearbeitete Oberfläche wird glatter sein als die mit einem Stahl nach Fig. 137 bearbeitete.

Die Schneideisen werden auf beiden Seiten mit Anschnitt versehen; das geschieht zu dem Zwecke, um nach Verbrauch der einen Seite das Eisen umdrehen und es von der anderen Seite benutzen zu können. Dadurch wird die Lebensdauer der Eisen erhöht.

Von großer Wichtigkeit ist, daß die Schneiden alle gleichmäßig viel Arbeit leisten, da im anderen Falle die erzeugten Gewinde an Genauigkeit und Sauberkeit verlieren, andererseits aber auch die Lebensdauer der Schneideisen herabgemindert wird, denn durch das Aussetzen einer oder einiger Schneiden werden die anderen überlastet und vorzeitig zerstört.

**Anstellwinkel.** Der Anstellwinkel  $\alpha$  (Fig. 138) muß auf die Länge des Anschnittes angearbeitet werden. Das geschieht entweder durch Hinterdrehen, Fräsen oder von Hand durch Feilen. Für das Maß des Freiarbeitens sind die gleichen Betrachtungen maßgebend, die für gewöhnliche Drehstähle gelten. An dem Schneideisen S in Fig. 138 ist der Anstellwinkel  $\alpha$  gleich dem des in der gleichen Figur angedeuteten Drehstahles D; für seine Bemessung ist die Art des zu verarbeitenden Materiales bestimmend. Man wird also für harten Stahl den Winkel kleiner wählen als für weichen Stahl, Eisen oder Messing.

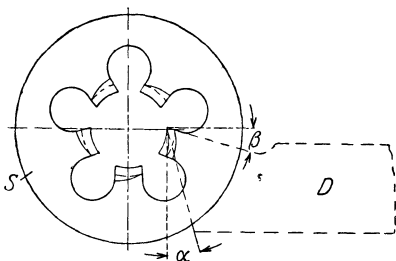


Fig. 138. Schnittwinkel bei Schneideisen und Drehstahl.

**Der Brustwinkel  $\beta$**  (Fig. 138) ist für ein gutes Arbeiten der Schneideisen von größter Bedeutung; er ist sinngemäß in gleicher Weise wie der Anstellwinkel  $\alpha$  von dem gewöhnlichen Drehstahl abzuleiten, seine Größe richtet sich gleichfalls nach dem zu verarbeitenden Material und beeinflusst in hohem Maße das bereits erwähnte Strecken des Gewindes. Je größer der Winkel  $\beta$  gewählt wird, um so leichter schneidet das Eisen, um so weniger streckt sich also auch das Gewinde. Andererseits wird die Lebensdauer der Schneiden und damit die des Schneideisens mit wachsendem Winkel  $\beta$  vermindert; denn wie bei jedem Schneidwerkzeug, so ist auch hier eine schlanke Schneide empfindlicher als eine solche mit stumpferem Winkel. Weiche und zähe Materialien bedingen einen größeren Winkel  $\beta$  als harte und kurzbrüchige. In der Praxis wählt man den Winkel  $\beta$  bis zu  $20^\circ$ . Das Gewindeprofil wird durch den Winkel  $\beta$  nicht beeinflusst.

Um die Beanspruchung der Schneideisen und des zu verarbeitenden Materiales zu verringern und gleichzeitig die Erzeugung glatter Gewindeoberflächen zu erleichtern, wendet man bei größeren Gewinden, ebenso wie bei den Gewindebohrern, Vor- und Nachschneider an. Das geschieht oft beim Schneiden von Gewinden in Gußstahl oder in besonders zähes oder filziges Material.

## VI. Gewindebohrer.

Die einfachste, was Formgebung betrifft, genaueste und fast immer billigste Herstellung von Innengewinden erfolgt mittels Gewindebohrer. Nur bei großen Durchmesser, wo Gewindebohrer teuer und unhandlich werden, treten

Gewindestahl und Strehler sowie das Gewindefräsen in vorteilhafte Konkurrenz mit dem Gewindebohrer. Die Genauigkeit der Formgebung bei Benutzung von Gewindebohrern ist deshalb größer als bei der Herstellung mittels Stahles oder Strehlers, weil es viel leichter ist, einen Gewindebohrer mit genau profiliertem Gewinde zu schneiden und zu prüfen als ein Innengewinde.

Dagegen können bei Innengewinden, die mit Gewindebohrern geschnitten sind, meist keine großen Ansprüche an die Genauigkeit der Steigung gestellt werden, da die weiter unten behandelten Steigungsfehler der Gewindebohrer auf die von diesen erzeugten Gewinde übertragen werden. Innengewinde mit sehr genauer Steigung müssen also mit dem Stahl geschnitten werden.

**Bemessung der Durchmesser.** Für Gewinde, die im Außen- und Kerndurchmesser zwischen Schraube und Mutter Spielraum haben (Fig. 12 und 14—16), muß der Außendurchmesser des Gewindebohrers größer sein als der Außendurchmesser der Schraube. Das Spiel am Kerndurchmesser der Schraube wird durch entsprechendes Größerbohren des Kernloches der Mutter erzielt. Der Flankendurchmesser ist bei Gewindebohrer und Schraube gleich groß. Bei Gewindebohrern, die zum Herstellen von Schneideisen dienen, ist auch der Außen- und Kerndurchmesser gleich dem der Schraube, da ja die Schneideisen genau das Gewinde der zu ihrer Herstellung benutzten Bohrer wiedergeben.

**Mutterbohrer.** Die bekanntesten Gewindebohrer für den Gebrauch auf

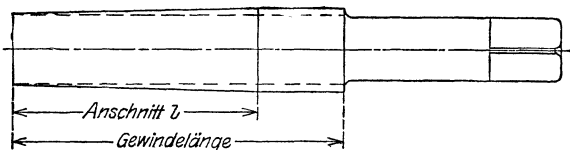


Fig. 139. Mutterbohrer.

Maschinen sind die Mutterbohrer (Fig. 139). Sie sind außen konisch und am vorderen Ende im Außendurchmesser so stark wie der Kerndurchmesser des Gewindes. Das Gewinde wird durch einmaliges Durchdrehen des

Bohrers fertig geschnitten; der Gewindeteil und der konische Anschnitt ist deshalb verhältnismäßig lang.

Der Bohrer hat in seinem konischen Teil I (Fig. 139) fast die ganze Arbeit zu verrichten. Demzufolge ist bei der Konstruktion solcher Bohrer die zu leistende Arbeit zu berücksichtigen, d. h. es muß beachtet werden, in welchem Verhältnis die Steigung des Gewindes zum Durchmesser steht, welche Länge die zu schneidende Mutter hat und aus welchem Material sie gefertigt ist. Die im Handel käuflichen Mutterbohrer sind meist so bemessen, daß sie zum Schneiden von Gewinden, wie sie in den SJ- und Whitworthtabellen angegeben sind, genügen, wobei eine Mutterhöhe etwa gleich dem Gewindedurchmesser, und als Material Eisen oder Stahl mittlerer Festigkeit angenommen ist.

Gewindebohrer kleineren Durchmessers sind in hohem Maße der Bruchgefahr ausgesetzt, da der geringe Querschnitt des Kernes und des Schaftes in einem ungünstigen Verhältnis zu ihrer Beanspruchung beim Arbeiten steht. Bei der Konstruktion solcher Gewindebohrer ist dieses Moment zu beachten, und der Durchmesser des Schaftes ausreichend stark zu wählen; wenn nötig, stärker als der Außendurchmesser. Für gewöhnlich macht man den Schaft ebenso stark wie den Kerndurchmesser des Gewindes. Ist das Gewinde von größerer als normaler Steigung, oder ist die Mutter ungewöhnlich lang, so wird die Bruchgefahr vergrößert; es empfiehlt sich in solchen Fällen, statt eines Bohrer zwei oder mehr anzuwenden, die dann als Vor- und Nachschneider ausgebildet und in ihren Durchmessern entsprechend abgestuft sein müssen. Umgekehrt kann bei Feingewinden die Länge der Bohrer verringert werden.

Das Gleiche geschieht oft bei Feingewindebohrern von größerem Durchmesser, da bei diesen leicht ein Ausreißen der Gewinde beim Schneiden erfolgt.

In den Fig. 140—143 und den zugehörigen Tabellen sind die Hauptabmessungen der gebräuchlichsten Bohrerarten angegeben.

Abmessungen der Handgewindebohrer.

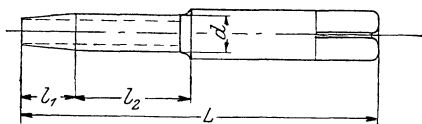


Fig. 140.

d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>
1	25	10	3	2,3	39	15	4	4,5	50	19	6
1,2	28	11	3	2,6	41	16	4,5	5	52	19	7
1,4	30	12	3,5	3	44	17	5	5,5	54	20	7
1,7	33	13	3,5	3,5	46	18	5	6	56	20	8
2	36	14	4	4	48	18	6				

Abmessungen der Handgewindebohrer.

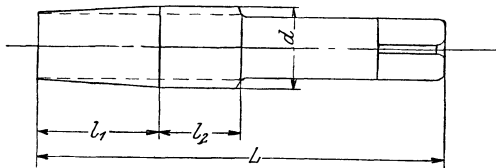


Fig. 141.

d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>
7	60	22	8	16	92	30	16	33	155	44	33
8	62	22	9	18	100	32	18	36	165	46	36
9	66	23	10	20	108	34	20	39	178	50	39
10	70	25	10	22	115	35	22	42	188	52	42
11	74	26	11	24	122	37	24	45	200	55	45
12	78	27	12	27	132	39	27	48	210	57	48
14	85	28	14	30	145	42	30	52	225	60	52

Abmessungen der Mutterbohrer.

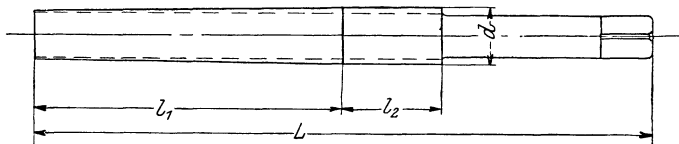


Fig. 142.

d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>
8	94	53	10	18	155	87	18	36	275	157	36
9	104	61	10	20	175	100	20	39	290	163	39
10	104	61	10	22	185	106	22	42	312	176	42
11	114	66	11	24	198	111	24	45	333	188	45
12	124	73	12	27	220	125	27	48	350	197	48
14	134	78	14	30	240	138	30	52	375	211	52
16	145	83	16	33	260	150	35				

## Abmessungen der Schneideisenbohrer.

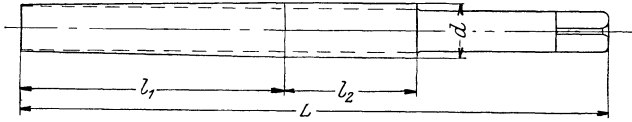


Fig. 143.

d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>
8	105	64	16	16	185	108	32	30	320	205	50
9	115	72	18	18	210	124	36	33	345	228	52
10	125	75	20	20	220	135	40	36	370	241	54
11	135	83	22	22	240	148	42	39	400	264	56
12	145	86	24	24	260	165	45				
14	165	102	28	27	290	182	48				

**Sonderbohrer.** Aus der Form des in Fig. 139 dargestellten Bohrers ist zu erkennen, daß dieser nur für durchgehende Löcher benutzt werden kann. Meist gehen aber die auf Drehbänken und Revolverbänken geschnittenen Gewinde nicht durch, so daß die Mutterbohrer nicht verwendbar sind. Es müssen in solchen Fällen zylindrische Gewindebohrer mit kurzem Anschnitt benutzt werden (Fig. 144). Da außerdem meist Feingewinde in Betracht kommen, so ergibt sich die Notwendigkeit, Sondergewindebohrer herzustellen.

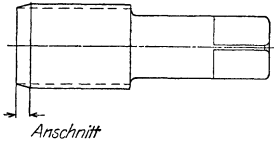


Fig. 144. Bohrer mit kurzem Anschnitt.

**Spannuten.** Bei der Konstruktion solcher Bohrer muß vor allem beachtet werden, daß die Spannuten so bemessen sind, daß die Späne genügend Raum haben.

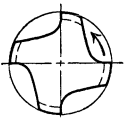


Fig. 145.

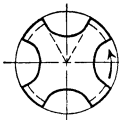


Fig. 146.

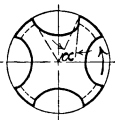


Fig. 147.

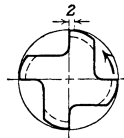


Fig. 148.

Verschiedene Nutenformen.

Die in Fig. 145 dargestellte Form entspricht der für Handgewindebohrer meist üblichen. Die so ausgeführten Bohrer haben den Nachteil, daß sich beim Zurückdrehen der Bohrer die Späne zwischen diesen und das fertig geschnittene Gewinde einklemmen und letzteres zerreißen können. Das geschieht besonders dann sehr leicht, wenn die Spannuten eng sind, die Späne sich also fest zusammenballen und die Spannut vollständig ausfüllen. Besser bewährt haben sich Bohrer mit Nuten nach Fig. 146. Bei diesen werden die Späne beim Rückwärtsdrehen der Bohrer zurückgeschoben und haben keine Gelegenheit, sich zwischen diesen und das Muttergewinde einzuklemmen.

Im Gegensatz zu den Gewindestählen für Außen- und Innengewinde, bei denen es nötig ist, daß die Schneidbrust radial zu dem zu schneidenden Gewinde steht, ist es bei Gewindebohrern nicht nötig, diese Forderung zu stellen. Im Gegenteil ist die Lage der Schneidbrust bei Gewindebohrern für die Formgebung des Gewindes bedeutungslos; maßgebend für die Lage der Schneidbrust ist lediglich die Schnittwirkung. Es ist also durchaus statthaft und z. B. beim Schneiden von zähem Material zu empfehlen, die Schneidbrust nach Fig. 147 hohl auszuschleifen. Der so entstehende Brustwinkel  $\alpha$  wird bis zu  $20^\circ$  gewählt.

**Nachstellbare Gewindebohrer.** Gewinde größeren Durchmessers, die genau lehrenhaltig sein sollen, werden zweckmäßig mit nachstellbaren Bohrern reguliert. In Fig. 149 ist ein solcher Bohrer dargestellt, dessen Gewindeteil geschlitzt und mit einer zentralen konischen Bohrung versehen ist. Mittels der mit Vierkant versehenen Stellschraube kann der Durchmesser des Bohrers vergrößert und so etwa eintretender Verschleiß ausgeglichen werden. Der in Fig. 150 gezeigte Bohrer hat eingesetzte Backen, die gleichfalls durch eine zentral angeordnete Schraube nachgestellt werden können. Diese nachstellbaren Bohrer sind besonders beim Bearbeiten von Gußeisen von großem Wert, da dieses Material durch seine schleifende Wirkung einen großen Verschleiß der Gewindebohrer verursacht.

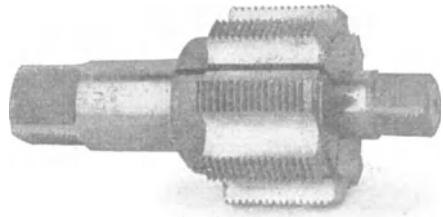


Fig. 149. Nachstellbarer Gewindebohrer.

**Konisch geschnittene Gewindebohrer.** Muttergewindebohrer für grobe Gewinde, besonders für Trapezgewinde,

werden des besseren Anschnittes wegen oft so ausgeführt, daß nicht nur der Außendurchmesser konisch gedreht, sondern auch das Gewinde konisch geschnitten wird, d. h. also am Anschnitt schwächer. Die so ausgeführten Bohrer haben den Fehler, daß der Rücken des Zahnes auf einem größeren Durchmesser liegt als die Schneidkante. Liegt z. B. der Punkt a des Bohrers in Fig. 151 auf der Schneidkante, so liegt der Punkt b, da ja der Bohrer außen und im Kern konisch ist, auf einem größeren Durchmesser. Der Rücken des Bohrers wird also wie eine konische Schraube in den von der Schneidkante hergestellten Gewindengang eingepreßt. Die dabei entstehende Reibung ist sehr groß; infolgedessen sind solche Bohrer nur unter verhältnismäßig großem Kraftaufwand durch die zu schneidende Mutter hindurchzudrehen, und häufige Brüche sind die Folge. Um die große Reibung, besonders in den Flanken, zu verringern, werden die Bohrer häufig hinterfeilt, d. h. der Rücken der einzelnen Zähne Gang für Gang in der Flanke freigeleitet, so daß nur die Schneidkante oder nur ein kurzes Stück der Flanke in dem geschnittenen Gewinde zur Anlage kommt. Dieses Verfahren ist sehr mühselig und teuer. Besser ist es, Bohrer, bei denen ein Freiarbeiten der Flanken nötig ist, zu hinterdrehen; das gewährt nicht nur eine gleichmäßigere Ausführung, sondern ist auch wesentlich billiger als das Hinterfeilen. Man wählt zweckmäßig eine Hinterdrehkurve von 1 mm für größere und  $\frac{1}{2}$  mm für kleinere Bohrer. Um ein Haken beim Schneiden zu verhindern, läßt man an der Schneidkante 1—2 mm des runden Teiles des Rückens stehen (Fig. 148).

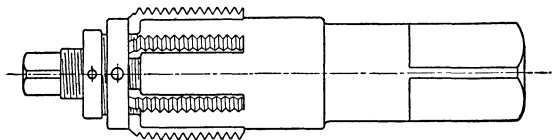


Fig. 150. Nachstellbarer Gewindebohrer.

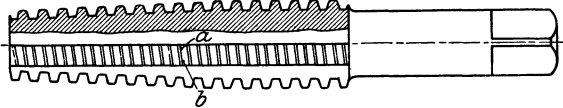


Fig. 151. Konischer Gewindebohrer.

Besonders gute Ergebnisse erzielt man mit hinterdrehten Bohrern dann, wenn man sie zwangsläufig vorschiebt. Das Arbeitsstück wird auf der Drehbank in ein Futter eingespannt und der Bohrer in einem entsprechenden Halter

in den Support. Beim Schneiden wird dann der Support durch die Leitspindel wie beim Schneiden mit dem Gewindestahl vorgeschoben.

**Steigungsfehler.** Fast alle Gewindebohrer sind mit Steigungsfehlern behaftet; diese haben ihre Ursache darin, daß der Stahl durch das Härten sich in seinen Abmessungen verändert. Wenn man auch bei guten Fabrikaten diese Fehler nach Möglichkeit auf ein ganz geringes Maß herabmindert, so daß sie z. B. bei Bohrern für gewöhnliche Befestigungsgewinde kaum praktische Bedeutung erlangen, so machen sich die Abweichungen bei Gewindebohrern für längere Müttern, besonders solchen für Spindeln, doch unliebsam bemerkbar. Es empfiehlt sich daher, bei Herstellung solcher Bohrer der erwähnten Neigung des Stahles, sich zu verziehen, in folgender Weise entgegenzuwirken: man schneidet von der gleichen Stahlstange, aus der die Bohrer hergestellt werden sollen, ein Stück ab, dreht es auf die Dimensionen des herzustellenden Bohrers, bestimmt seine genaue Länge und härtet es. Nach dem Härten stellt man durch abermaliges Messen die Längenveränderung fest und kann nun diese Längendifferenz in die Gewindesteigung einrechnen und die Wechselräder danach bestimmen.

---

**Der praktische Maschinenbauer.** Ein Lehrbuch für Lehrlinge und Gehilfen, ein Nachschlagebuch für den Meister. Herausgegeben von Dipl.-Ing. H. Winkel. Erster Band: Werkstattausbildung. Von August Laufer, Meister der Württemb. Staatseisenbahn. Mit 100 Textfiguren. 1921. Gebunden Preis M. 24.—

---

**Automaten.** Die konstruktive Durchbildung, die Werkzeuge, die Arbeitsweise und der Betrieb der selbsttätigen Drehbänke. Ein Lehr- und Nachschlagebuch. Von Oberingenieur Ph. Kelle (Berlin). Mit 767 Figuren im Text und auf Tafeln, sowie 34 Arbeitsplänen. 1921. Gebunden Preis M. 144.—

---

**Der Dreher als Rechner.** Wechselräder-, Touren-, Zeit- und Konusberechnung in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von E. Busch. Mit 28 Textfiguren. 1919. Gebunden Preis M. 8.40

---

**Die Dreherei und ihre Werkzeuge in der neuzeitlichen Betriebsführung.** Von Betriebs-Oberingenieur W. Hippler. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 319 Textfiguren. 1919. Gebunden Preis M. 16.—

---

**Über Dreharbeit und Werkzeugstähle.** Autorisierte deutsche Ausgabe der Schrift „On the art of cutting metals“ von Fred W. Taylor (Philadelphia). Von A. Wallich, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen. Viertes, unveränderter Abdruck. 5. und 6. Tausend. Mit 119 Figuren und Tabellen. 1920. Gebunden Preis M. 22.—

---

**Handbuch der Fräselei.** Kurzgefaßtes Lehr- und Nachschlagebuch für den allgemeinen Gebrauch. Gemeinverständlich bearbeitet von Emil Jurthe und Otto Mietzschke, Ingenieure. Fünfte, durchgesehene und vermehrte Auflage. Mit 395 Abbildungen, Tabellen und einem Anhang über Konstruktion der gebräuchlichsten Zahnformen bei Stirn- und Kegelrädern, sowie Schnecken- und Schraubenträgern. 1919. Gebunden Preis M. 18.—

---

**Der Fräser als Rechner.** Berechnungen an den Universal-Fräsmaschinen und -Teilköpfen in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von E. Busch. Mit 69 Textabbildungen und 14 Tabellen. 1922. Preis M. 45.—, geb. M. 55.—

---

**Die Schneidstähle.** Ihre Mechanik, Konstruktion und Herstellung. Von Dipl.-Ing. Eugen Simon. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 545 Textfiguren. 1919. Preis M. 6.—

---

**Die Blechabwicklungen.** Eine Sammlung praktischer Verfahren. Zusammengestellt von Johann Jaschke, Ingenieur in Graz. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 295 Textabbildungen. 1922. Preis M. 36.—

---

**Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung.** Von Professor Fr. W. Hülle in Dortmund. Dritte, vermehrte Auflage.

Erster Band: Der Bau der Werkzeugmaschinen. Mit 240 Textabbildungen. 1921.  
Gebunden Preis M. 27.—

Zweiter Band: Die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen in der Metallbranche. Mit 395 Textabbildungen. Erscheint im Sommer 1922

---

**Die Werkzeugmaschinen**, ihre neuzeitliche Durchbildung für wirtschaftliche Metallbearbeitung. Ein Lehrbuch von Professor Fr. W. Hülle, Oberlehrer an den Staatl. Vereinigten Maschinenbauschulen in Dortmund. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 1020 Abbildungen im Text und auf Textblättern, sowie 15 Tafeln. Unveränderter Neudruck. 1922. Gebunden Preis M. 375.—

---

**Die Technologie des Maschinentechnikers.** Von Professor Ing. Karl Meyer, Oberlehrer an den Staatlichen Vereinigten Maschinenbauschulen zu Köln. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 431 Textfiguren. 1920. Gebunden Preis M. 28.—

---

**Maschinenelemente.** Leitfaden zur Berechnung und Konstruktion für technische Mittelschulen, Gewerbe- und Werkmeisterschulen, sowie zum Gebrauche in der Praxis. Von Ing. H. Krause, Iserlohn. Vierte, vermehrte Auflage. Mit 392 Textfiguren. 1922. Gebunden Preis M. 87 —

---

**Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau.** Herausgegeben von Ing. C. Volk, Berlin.

Erstes Heft: Die Zylinder ortsfester Dampfmaschinen. Von H. Frey, Berlin. Mit 109 Textfiguren. 1912. Preis M. 2.40

Zweites Heft: Kolben. I. Dampfmaschinen- und Gebläsekolben. Von C. Volk, Berlin. II. Gasmaschinen- und Pumpenkolben. Von A. Eckardt, Deutz. Mit 247 Textfiguren. 1912. Preis M. 4.—

Drittes Heft: Zahnräder. I. Teil. Stirn- und Kegelräder mit geraden Zähnen. Von Prof. Dr. A. Schiebel, Prag. Zweite, vermehrte Auflage. Mit 132 Textfiguren. 1922. Preis M. 54.—

Viertes Heft: Kugellager. Von Ingenieur W. Ahrens, Winterthur. Mit 134 Textfiguren. 1913. Preis M. 4.40

Fünftes Heft: Zahnräder. II. Teil. Räder mit schrägen Zähnen. Von Prof. Dr. A. Schiebel, Prag. Zweite Auflage. Mit etwa 116 Textfiguren. In Vorbereitung

Sechstes Heft: Schubstangen und Kreuzköpfe. Von Oberingenieur H. Frey, Berlin. Mit 117 Textfiguren. 1913. Preis M. 1.60

---

**Das Skizzieren von Maschinenteilen in Perspektive.** Von Ing. C. Volk (Berlin). Vierte, erweiterte Auflage. Zweiter Abdruck. Mit 72 in den Text gedruckten Skizzen. 1919. Preis M. 2.80

---

**Freies Skizzieren ohne und nach Modell für Maschinenbauer.**

Ein Lehr- und Aufgabenbuch für den Unterricht. Von Karl Keiser, Oberlehrer an der Städtischen Maschinenbau- und Gewerbeschule zu Leipzig. Dritte, erweiterte Auflage. Mit 22 Einzelfiguren und 24 Figurengruppen 1921. Preis M. 10.—

---

**Lehrgang der Härtetechnik.** Von Dipl.-Ing. Johann Schiefer, Studienrat an den Staatl. verein. Maschinenbauschulen und den Kursen für Härtetechnik an der Gewerbeförderungsanstalt für die Rheinprovinz, und E. Grün, Fachlehrer der Kurse für Härtetechnik an der Gewerbeförderungsanstalt für die Rheinprovinz. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 192 Textfiguren. 1921. Preis M 38.—, geb. M. 44 —

---

**Härte-Praxis.** Von Carl Scholz. 1920. Preis M. 4.—

---



**Hilfsbuch für den Maschinenbau.** Für Maschinentechniker, sowie für den Unterricht an technischen Lehranstalten. Unter Mitwirkung von Prof. P. Gerlach-Chemnitz, Prof. F. W. Hülle-Dortmund, Regierungsrat Prof. Dr. J. Kollert-Chemnitz, Prof. Dr.-Ing. G. Unold-Chemnitz herausgegeben von Oberbaurat **Fr. Freytag** †, Professor i. R. Sechste, erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 1288 in den Text gedruckten Figuren, 1 farbigen Tafel und 9 Konstruktionstafeln. 1920. In Ganzleinen gebunden Preis M. 320.— (einschl. Verlagsteuerzuschlag.)

---

**Taschenbuch für den Maschinenbau.** Bearbeitet von Prof. H. Dubbel-Berlin, Dr. G. Glage-Berlin, Dipl.-Ing. W. Gruhl-Berlin, Dipl.-Ing. R. Hänchen-Berlin, Ing. O. Heinrich-Berlin, Dr.-Ing. M. Krause-Berlin, Prof. E. Toussaint-Berlin, Dipl.-Ing. H. Winkel-Berlin, Dr.-Ing. K. Wolters-Berlin. Herausgegeben von Prof. H. Dubbel, Ingenieur, Berlin. Dritte, erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 2620 Textfiguren und 4 Tafeln. In zwei Teilen. 1921. In Ganzleinen gebunden. In einem Bande Preis M. 420.—; in zwei Bänden M. 480.— (einschl. Verlagsteuerzuschlag.)

---

**Aufgaben aus der Technischen Mechanik.** Von Ferd. Wittenbauer, o.ö. Professor an der Technischen Hochschule zu Graz.

I. **Allgemeiner Teil.** 843 Aufgaben nebst Lösungen. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 627 Textfiguren. Unveränderter Neudruck. 1921.

Gebunden Preis M. 48.—

II. **Festigkeitslehre.** 611 Aufgaben nebst Lösungen und einer Formelsammlung. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 505 Textfiguren. Unveränderter Neudruck.

Erscheint im Sommer 1922

III. **Flüssigkeiten und Gase.** 634 Aufgaben nebst Lösungen und einer Formelsammlung. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 433 Textfiguren. 1921.

Gebunden Preis M. 50.—

---

**Einführung in die Festigkeitslehre** nebst Aufgaben aus dem Maschinenbau und der Baukonstruktion. Ein Lehrbuch für Maschinenbauschulen und andere technische Lehranstalten sowie zum Selbstunterricht und für die Praxis. Von Ingenieur **Ernst Wehnert**, Oberlehrer an der Städtischen Gewerbe- und Maschinenbauschule in Leipzig. Mit 247 in den Text gedruckten Figuren. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Unveränderter Neudruck. 1921. Preis M. 30.—

---

**Lehrbuch der Mathematik.** Für mittlere technische Fachschulen der Maschinenindustrie. Von Prof. Dr. **R. Neuendorff**, Oberlehrer an der Staatlichen höheren Schiff- und Maschinenbauschule, Privatdozent an der Universität Kiel. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 262 Textfiguren. 1919. Gebunden Preis M. 12.—

---

**Trigonometrie** für Maschinenbauer und Elektrotechniker. Ein Lehr- und Aufgabenbuch für den Unterricht und zum Selbststudium. Von Dr. **Adolf Heß**, Professor am Kantonalen Technikum in Winterthur. Vierte, unveränderte Auflage. Mit 112 Textfiguren. 1922. Preis M. 20.—

---

**Planimetrie** mit einem Abriß über die Kegelschnitte. Ein Lehr- und Übungsbuch zum Gebrauche an technischen Mittelschulen. Von Dr. **Adolf Heß**, Professor am Kantonalen Technikum in Winterthur. Zweite Auflage. Mit 207 Textfiguren.

Preis M. 6.60

---

**„Serve“ Schnellrechner.** D. R. G. M. D. R. W. Z. Der neue ideale Schnellrechner für Lohnabrechnungen, Preisberechnungen, Kalkulationsrechnungen, Massenberechnungen und alle Multiplikationsarbeiten. Von **J. Serve**, Leiter eines Lohn- und Kalkulationsbureaus der Firma Ludwig Loewe & Co., A.-G., Berlin. 1920. Kart. Preis M. 14.—

---

**Santz-Multiplikator.** D. R. G. M. Kleinste, das gesamte Zahlenreich umfassende Rechentafel zum unmittelbaren Ablesen des Ergebnisses aller Längen-, Flächen-, Inhalts-, Gewichts- und Preis-Berechnungen, wie überhaupt der Multiplikation und Division beliebig vieler Zahlen. Von **Adolf Santz**, Oberingenieur in Berlin. 1920. Gebunden Preis M. 30.—

---

**Die Kalkulation in Maschinen- und Metallwarenfabriken.** Von Ingenieur Oberlehrer **Ernst Pieschel**. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 214 Textfiguren und 27 Musterformularen. 1920. Preis M. 24.—; gebunden M. 30.—

---

**Kritik des Taylor-Systems.** Zentralisierung — Taylors Erfolge — Praktische Durchführung des Taylor-Systems — Ausbildung des Nachwuchses. Von **Gustav Frenz**, Oberingenieur und Betriebsleiter der Maschinenfabrik Thyssen & Co. in Mülheim-Ruhr. 1920. Preis M. 10.—

---

**Die wirtschaftliche Arbeitsweise in den Werkstätten der Maschinenfabriken,** ihre Kontrolle und Einführung mit besonderer Berücksichtigung des Taylor-Verfahrens. Von **Adolf Lauffer**, Betriebsingenieur in Königsherg i. Pr. Berichtigter Neudruck. 1919. Preis M. 4.60

---

**Technisches Denken und Schaffen.** Eine gemeinverständliche Einführung in die Technik. Von Professor Dipl.-Ing. **G. von Hanffstengel**, Charlottenburg. Dritte, durchgesehene Auflage. (9.—16. Tausend.) Mit 153 Textabbildungen. 1922. Gebunden Preis M. 45.—

---

**Lebendige Kräfte.** Sieben Vorträge aus dem Gebiete der Technik. Von **Max Eyth**. Dritte Auflage. Mit in den Text gedruckten Abbildungen. 1920. Gebunden Preis M. 12.80

---

**Werkstattstechnik.** Zeitschrift für Fabrikbetrieb und Herstellungsverfahren. Herausgegeben von Dr.-Ing. **G. Schlesinger**, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin. Vierteljährlich Preis M. 60.—

---

**Der praktische Maschinenbauer.** Ein Lehrbuch für Lehrlinge und Gehilfen, ein Nachschlagebuch für den Meister. Herausgegeben von Dipl.-Ing. H. Winkel. Erster Band: Werkstattausbildung. Von August Laufer, Meister der Württemb. Staatseisenbahn. Mit 100 Textfiguren. 1921. Gebunden Preis M. 24.—

---

**Automaten.** Die konstruktive Durchbildung, die Werkzeuge, die Arbeitsweise und der Betrieb der selbsttätigen Drehbänke. Ein Lehr- und Nachschlagebuch. Von Oberingenieur Ph. Kelle (Berlin). Mit 767 Figuren im Text und auf Tafeln, sowie 34 Arbeitsplänen. 1921. Gebunden Preis M. 144.—

---

**Der Dreher als Rechner.** Wechselräder-, Touren-, Zeit- und Konusberechnung in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von E. Busch. Mit 28 Textfiguren. 1919. Gebunden Preis M. 8.40

---

**Die Dreherei und ihre Werkzeuge in der neuzeitlichen Betriebsführung.** Von Betriebs-Oberingenieur W. Hippler. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 319 Textfiguren. 1919. Gebunden Preis M. 16.—

---

**Über Dreharbeit und Werkzeugstähle.** Autorisierte deutsche Ausgabe der Schrift „On the art of cutting metals“ von Fred W. Taylor (Philadelphia). Von A. Wallich, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen. Viertes, unveränderter Abdruck. 5. und 6. Tausend. Mit 119 Figuren und Tabellen. 1920. Gebunden Preis M. 22.—

---

**Handbuch der Fräserei.** Kurzgefaßtes Lehr- und Nachschlagebuch für den allgemeinen Gebrauch. Gemeinverständlich bearbeitet von Emil Jurthe und Otto Mietzschke, Ingenieure. Fünfte, durchgesehene und vermehrte Auflage. Mit 395 Abbildungen, Tabellen und einem Anhang über Konstruktion der gebräuchlichsten Zahnformen bei Stirn- und Kegelrädern, sowie Schnecken- und Schraubenrädern. 1919. Gebunden Preis M. 18.—

---

**Der Fräser als Rechner.** Berechnungen an den Universal-Fräsmaschinen und -Teilköpfen in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von E. Busch. Mit 69 Textabbildungen und 14 Tabellen. 1922. Preis M. 45.—, geb. M. 55.—

---

**Die Schneidstähle.** Ihre Mechanik, Konstruktion und Herstellung. Von Dipl.-Ing. Eugen Simon. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 545 Textfiguren. 1919. Preis M. 6.—

---

**Die Blechabwicklungen.** Eine Sammlung praktischer Verfahren. Zusammengestellt von Johann Jaschke, Ingenieur in Graz. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 295 Textabbildungen. 1922. Preis M. 36.—

---