

Gewinde

Entstehung der Schraubenlinie

Eine Schraubenlinie entsteht, wenn auf der Mantelfläche eines sich drehenden Zylinders ein Punkt gleichförmig in Richtung der Zylinderachse bewegt wird. Die Längsverschiebung des Punktes bei einer Umdrehung entspricht der Steigung eines Gewindes. Die Abwicklung einer Schraubenlinie ergibt ein rechtwinkliges Dreieck (Bild 197/1). Der vom Umfang und von der Schraubenlinie eingeschlossene Winkel α ist der Steigungswinkel des Gewindes. Er ist um so größer, je kleiner der Durchmesser und je größer die Steigung des Gewindes sind. Bei den meisten Gewinden betragen die Steigungswinkel etwa 2 bis 4°. Für die Beschreibung eines Gewindes werden folgende Bezeichnungen benützt: *Gewindeprofil*, *Außendurchmesser (Nenn-durchmesser)*, *Steigung*, *Steigungswinkel*, *Kerndurchmesser*, *Gewindeflankendurchmesser*, *Gewindetiefe* und *Flankenwinkel*(Bild 197/2).

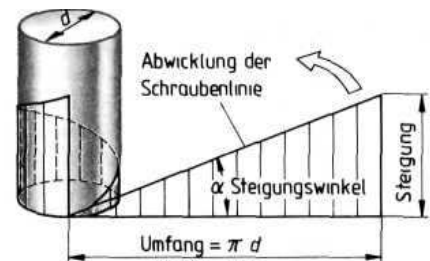


Bild 197/1: Schraubenlinie

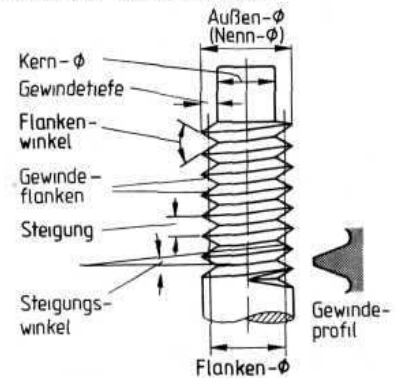


Bild 197/2: Bezeichnungen am Gewinde

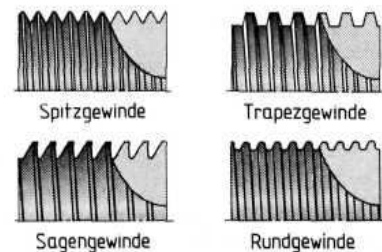


Bild 197/3: Gewindeprofile

Einteilung der Gewinde

Die in der Technik verwendeten Gewindearten unterteilt man nach *Profil*, *Verwendungszweck*, *Gangrichtung* (Drehsinn) und *Gangzahl*.

Gewindeprofil

Nach dem Gewindeprofil unterscheidet man *Spitz-*, *Trapez-*, *Sägen-* und *Rundgewinde* sowie *Sondergewinde* (Bild 197/3).

Verwendungszweck

Nach dem Verwendungszweck unterscheidet man *Befestigungs-* und *Bewegungsgewinde* (Bild 197/4). Als Befestigungsgewinde dienen meist Spitzgewinde. Mit Bewegungsgewinden (meist Trapezgewinden) werden drehende Bewegungen in geradlinige umgewandelt, wie z.B. bei Leitspindeln und Spindeln für Schlittenbewegungen. Bei Gewinden mit großen Steigungswinkeln ist auch eine Umwandlung von geradliniger in drehende Bewegung möglich, wie z.B. beim Drillbohrer.

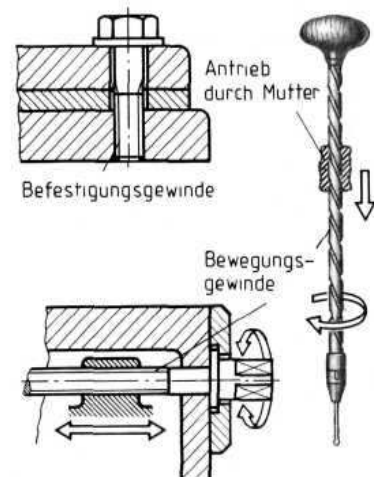


Bild 197/4: Befestigungs- und Bewegungsgewinde

Gangrichtung (Drehsinn)

Nach der Gangrichtung unterscheidet man Rechts- und Linksgewinde. Hält man eine Schraube senkrecht, so steigen die Gewindegänge beim Rechtsgewinde nach rechts und beim Linksgewinde nach links an (Bild 197/5).

Ein Linksgewinde wird nur dann verwendet, wenn sich ein Rechtsgewinde lösen würde (Schleifscheibenbefestigung, Fahrradpedal) oder wenn eine bestimmte Längsbewegung bei gegebener Drehrichtung verlangt wird (Planzugspindel einer Drehmaschine, Spannschloss). Linksgewinde müssen mit den Buchstaben „LH“ (Left-Hand) hinter der vollständigen Gewindebezeichnung gekennzeichnet werden, z.B. M20x 1-LH. Bei Werkstücken mit Links- und Rechtsgewinden müssen hinter die Gewindebezeichnung des Rechtsgewindes zusätzlich die Buchstaben „RH“ (Right-Hand) gesetzt werden.

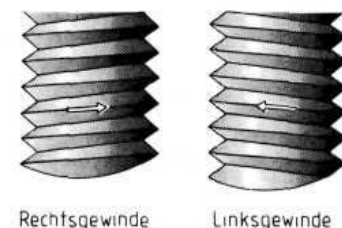
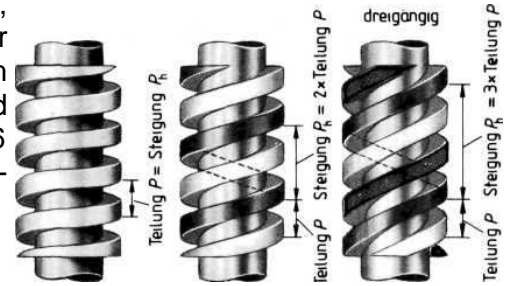


Bild 197/5: Rechts- und Linksgewinde

Gangzahl

Nach der Gangzahl unterscheidet man ein- und mehrgängige Gewinde (Bild 198/1). Ein Gewinde hat so viele Gänge, wie es Gewindeanfänge besitzt. Am häufigsten werden eingängige Gewinde eingesetzt. Mehrgängige Gewinde verwendet man, wenn bei geringer Drehung große axiale Bewegungen verlangt werden, z. B. bei Spindelpressen, Schnecken, Füllfederhaltern und Kameraobjektiven. Bei der Bezeichnung von mehrgängigen Gewinden folgt nach dem Nenndurchmesser (Außendurchmesser) die Steigung und dann der Buchstabe P mit der Teilung, z.B. Tr32x18P6. Ogängiges Trapezzgewinde mit 32 mm Außendurchmesser, 18 mm Steigung und 6 mm Teilung).



Metrisches ISO-Gewinde¹¹

Das Metrische ISO-Gewinde besitzt einen Flankenwinkel von 60°. Es unterscheidet sich vom heute nicht mehr verwendeten Metrischen DIN-Gewinde durch eine größere Rundung am Kerndurchmesser des Bolzens und durch eine größere Abflachung am Kerndurchmesser der Mutter (Bild 198/2).

Bei Metrischen ISO-Gewinden unterscheidet man Regelgewinde (Normalgewinde) und Feingewinde.

Bei Regelgewinden ist dem Nenndurchmesser (Außendurchmesser) jeweils eine bestimmte Steigung zugeordnet. In der Gewindebezeichnung wird daher nur der Nenndurchmesser des Gewindes angegeben, z.B. M16.

Feingewinde haben das gleiche Profil, aber bei gleichem Nenndurchmesser kleinere Steigungen als Regelgewinde. Bedingt durch den kleineren Steigungswinkel lösen sich bei Erschütterungen Feingewinde nicht so leicht wie die Regelgewinde. Die Steigungen für die verschiedenen Durchmesser sollen möglichst nach den in DIN 13 Blatt 12 aufgestellten Auswahlreihen gewählt werden. Ein Metrisches Feingewinde mit 36 mm Außendurchmesser und 1,5 mm Steigung erhält die Gewindebezeichnung M36 x 1,5.

Aus der Gewindebezeichnung ist bei Regelgewinden nur der Außendurchmesser und bei Feingewinden der Außendurchmesser und die Steigung ersichtlich. Zum Schneiden eines Innengewindes mit Gewindebohrern muss auch der Durchmesser des Kernlochbohrers bekannt sein. Dieser muss Tabellen entnommen oder berechnet werden (Europa-Tabellenbuch Metall).

Bei Metrischen ISO-Gewinden erhält man den Durchmesser des Kernlochbohrers, wenn man vom Außendurchmesser die Steigung abzieht. So ist z. B. für ein ISO-Gewinde M12, das 1,75 mm Steigung hat, der Durchmesser des Kernlochbohrers = $d - P = 12 \text{ mm} - 1,75 \text{ mm} = 10,25 \text{ mm}$.

Für genaue Gewinde, die gedreht oder geschliffen werden, müssen die Maße und Toleranzen für die Kern- und Flankendurchmesser Tabellen entnommen werden. Bei ISO-Gewinden sind die Kerndurchmesser für den Bolzen und für die Mutter eines Gewindes nicht gleich groß. Bei einem Gewinde mit 3 mm Steigung ist der Kerndurchmesser der Mutter um 0,433 mm größer als der des Bolzens. Sind Gewindetabellen, z. B. für Feingewinde, nicht vorhanden, so kann man die notwendigen Maße nach den Formeln in Bild 198/2 berechnen. Auch wenn die in den Formeln angegebenen Zahlen gerundet werden, erhält man Maße, die nur sehr wenig von den Tabellenwerten abweichen.

Sind Profil, Nenndurchmesser und Steigung eines Gewindes bekannt, so können alle anderen Gewindemaße berechnet werden.

Gewindeherstellung

Für die *Gewindeherstellung* werden je nach benötigter Stückzahl, verlangter Genauigkeit und Oberflächengüte verschiedene Fertigungsverfahren angewandt.

Gewindeschneiden

Mit *Gewindebohrern* und *Schneideisen* lassen sich maßhaltige Gewinde einfach und wirtschaftlich fertigen. Die Gewinde können sowohl von Hand als auch mit Maschinen wie Bohrmaschinen, Drehmaschinen und Gewindeschneidmaschinen geschnitten werden.

Schneiden von Innengewinden

Zum Schneiden von Innengewinden müssen zuerst die Kernlöcher gebohrt werden. Man bohrt sie stets größer als der Kerndurchmesser und vor allem bei langen Gewinden so groß wie die Toleranz es zulässt. Der Gewindebohrer drückt beim Schneiden Werkstoffteilchen nach innen, so dass die Bohrung kleiner wird; man nennt diesen Vorgang „Aufschneiden“. Bei zu klein gebohrten Kernlöchern muss der Gewindebohrer diesen Werkstoff zusätzlich ausschneiden. Zähre Werkstoffe, wie Stahl, Stahlguss, zähe Kupferlegierungen, Reinaluminium und Kunststoffe, schneiden mehr auf als spröde Werkstoffe, wie Gusseisen, spröde Kupfer-Zinklegierungen, Aluminium- und Magnesiumlegierungen. Für Metrische ISO-Gewinde, die am Kerndurchmesser ein Spiel besitzen, können die Kernlöcher bei allen Werkstoffen gleich groß gebohrt werden.

Die Kernlöcher müssen vor dem Gewindeschneiden von beiden Seiten mit einem 90° Kegelsenker oder mit dem Spiralbohrer, der auch zum Bohren der Durchgangslöcher für die Schrauben benutzt wird, angesenkt werden (Bild 200/1). Durch das Ansenken erreicht man, dass der Gewindebohrer besser anschneidet; außerdem wird verhindert, dass der erste und der letzte Gewindegang herausgedrückt werden. Die über die notwendige Einschraublänge hinausgehende Kernlochbohrung kann freigebohrt werden (Bild 200/2).

Kernlöcher sollen so groß wie zulässig gebohrt werden. Dies erleichtert das Gewindeschneiden und vermeidet Gewindebohrerbrüche.

Für Gewinde, die in Grundlöcher geschnitten werden müssen, bohrt man die Kernlöcher tiefer als die nutzbare Gewindelänge, da das Gewinde nicht bis auf den Grund der Bohrung geschnitten werden kann (Bild 200/2).

Gewindebohrerarten

Gewindebohrer werden in geschnittener sowie in geschliffener und hinterschliffener Ausführung hergestellt. Man verwendet sie als Hand- und Maschinengewindebohrer. Hinterschliffene Gewindebohrer besitzen einen Freiwinkel, die geschnittenen dagegen nicht (Bild 200/3).

Mit geschnittenen Gewindebohrern erhält man Gewinde, die innerhalb des Toleranzfeldes 6 H (mittel) liegen. Geschliffene Gewindebohrer ergeben Gewinde, die innerhalb der Toleranzfelder 4 H oder 5 H (fein) liegen (Seiten 189 und 205).

Je nach Art des Gewindeloches (durchgehend oder Grundloch) und des Werkstoffes verwendet man den Gewindebohrersatz, den Muttergewindebohrer oder den Einschnittgewindebohrer.

Mit dem **3teiligen Handgewindebohrersatz** (Bild 200/4) schneidet man Gewinde in Grundlöcher (Sacklöcher) oder in lange durchgehende Gewindelöcher (tiefer als 1,5 x Gewindedurchmesser). Dieser Gewindebohrersatz besteht aus dem Vor-, dem Mittel- und dem Fertigschneider.

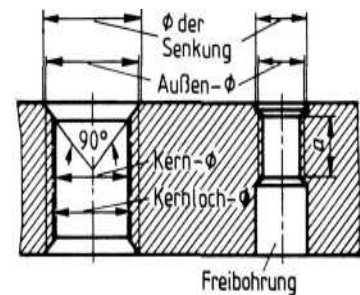


Bild 200/1: Angesenkte Gewinde

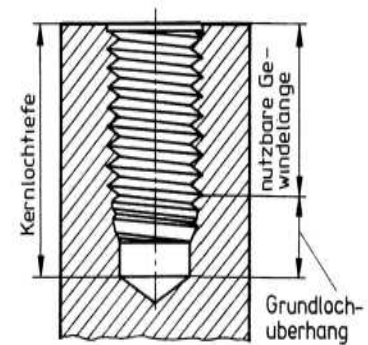


Bild 200/2: Gewinde in Grundlöchern

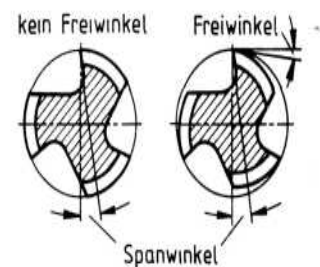


Bild 200/3: Geschnittener und hinterschliffener Gewindebohrer

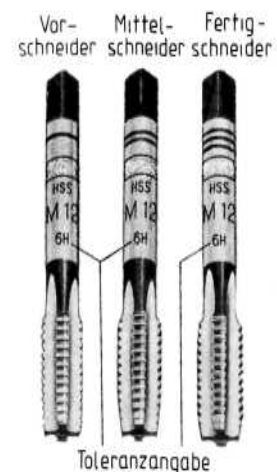


Bild 200/4: 3teiliger Gewindebohrersatz

Um ein sauberes Gewinde zu erhalten und um eine Überbeanspruchung des einzelnen Gewindebohrers zu vermeiden, wird die Zerspanungsarbeit auf die 3 Gewindebohrer des Satzes verteilt (Bild 201/1). Um ein gutes Anschneiden der Gewindebohrer zu erreichen, erhalten diese einen Anschnitt. Dieser ist beim Vorschneider etwa 5, beim Mittelschneider 3,5 und beim Fertigschneider etwa 2 Gänge lang. Die Bohrer müssen in der richtigen Reihenfolge benutzt werden. Erst der Fertigschneider erzeugt das voll ausgeschnittene Gewinde.

Der **2teilige Handgewindebohrersatz** besteht nur aus Vor- und Fertigschneider. Man verwendet ihn für Feingewinde und Whitworth-Rohrgewinde. Diese Gewinde haben eine geringere Gewindetiefe als Normalgewinde.

Der **Hand-Muttergewindebohrer** besitzt einen langen Anschnitt, man schneidet mit ihm in einem Arbeitsgang Gewinde in Bleche und dünne Werkstücke unter einer Dicke von 1,5 mal Gewindedurchmesser.

Der geradgenutete **Einschnitt-Handgewindebohrer** (Bild 201/2) mit Schälanschnitt eignet sich am besten zum Schneiden von Gewinden in Bleche und dünne Werkstücke (Dicke unter 1,5 mal Gewindedurchmesser). Infolge der Schrägstellung des Anschnittes (Schälanschnitt) ist es möglich, mit einer wesentlich kürzeren Anschnittlänge als bei dem Hand-Muttergewindebohrer auszukommen. Dadurch erreicht man kürzere Schneidzeiten. Durch die Schälwirkung des schrägen Anschnittes werden die anfallenden Späne besser aus dem Bohrloch gefördert. Der Bohrer schneidet dadurch freier, eine Ballung der Späne in den Nuten wird vermieden, und der Schmiermittelzufluss nicht gehemmt.

Der schräggenutete **Hochleistungsgewindebohrer** mit hintergeschliffenem Gewinde schneidet in einem Schnitt ein maßhaltiges Gewinde (**Bild 201/3**). Durch den Schälanschliff im Anschnitt-Teil des Bohrers wird eine sehr hohe Spanleistung erzielt. Für durchgehende Löcher verwendet man einen Gewindebohrer mit Linksdrall, der die anfallenden Späne vor sich her aus dem Bohrloch schiebt. Bei Grundlöchern wird ein Gewindebohrer mit Rechtsdrall verwendet, der die Späne gegen die Vorschubrichtung aus dem Bohrloch befördert. Hochleistungsgewindebohrer gibt es als Hand- und Maschinengewindebohrer in kurzer und langer Ausführung.

Gewindebohrer für Leichtmetalle besitzen größere Spanwinkel und haben geräumigere Spannuten als die für härtere Werkstoffe.

Bild 201/3: Hochleistungsgewindebohrer Gewindeschneiden von Hand

Beim Ansetzen des Gewindebohrers muss man darauf achten, dass er axial in das Kernloch eingeführt wird und beim Hineindreihen nicht verkantet. Den Mittel- und Fertigschneider dreht man erst einige Gänge mit der Hand ein und setzt dann das Windeisen auf. Der Vierkant des Gewindebohrers muss genau in den Durchbruch des Windeisens passen. Man verwendet Kugelwindeisen mit vier verschiedenen großen Vierkantlöchern oder verstellbare Windeisen. Mit dem verstellbaren Windeisen kann man den Gewindebohrer fest einspannen und dadurch besser führen.

Das Gewindeschneiden muss mit gleichmäßigem Druck auf das Windeisen erfolgen. Aus Grundlöchern sind die Späne öfters zu entfernen, denn gestaute oder verklemmte Späne beschädigen das Gewinde und führen oft zum Bruch des Gewindebohrers. Mit stumpfen Gewindebohrern erhält man unsaubere und ungenaue Gewinde. Da zum Schneiden dann auch mehr Kraft erforderlich ist, brechen sie leicht ab. Stumpfe Gewindebohrer müssen deshalb rechtzeitig auf Werkzeugschleifmaschinen geschärft werden. Geeignete Schmiermittel erleichtern das Gewindeschneiden und ergeben saubere Gewinde.

Durch wiederholtes Zurückdrehen des Gewindebohrers um etwa 7_4 Umdrehung brechen die Späne ab, und frischer Schmierstoff gelangt an die Schneidkanten.

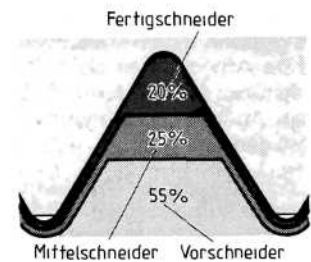


Bild 201/1: Spanvolumenanteil eines 3teiligen Handgewindebohrersatzes



Bild 201/2: Einschnitt-Handgewindebohrer

mit Linksdrall für Durchgangslocher

mit Rechtsdrall für Grundlöcher



Entfernen abgebrochener Gewindebohrer

Ist ein Gewindebohrer abgebrochen, so entfernt man zuerst die Späne aus dem Gewindeloch und setzt dann einen Gewindebohrerausdreher an. Dabei schiebt man die in einem Haltering befestigten 3 oder 4 Finger in die Nuten des abgebrochenen Gewindebohrers. Eine Führungsbuchse, die bis an das Werkstück geschoben wird, verhindert das Ausweichen der Finger. Mit Hilfe eines Windeisens wird der Gewindebohrerrest herausgedreht. Ist kein passender Ausdreher vorhanden, und kann man den Gewindebohrer noch fassen, so versucht man ihn durch leichte Schläge mit Hilfe eines Durchschlages zu lockern und dann mit einer Rundzange zurückzudrehen. Durch Funkenerosion lassen sich vor allem kleine abgebrochene Gewindebohrer aus dem Gewindeloch entfernen.

Arbeitsregeln

Das Kernloch muss größer als der Kerndurchmesser des Gewindes gebohrt werden. Das Kernloch ist größer als der Außendurchmesser des Gewindes anzusenken. Für Leichtmetalle sind Gewindebohrer mit großen Spannuten zu verwenden. Der Gewindebohrer muss beim Anschneiden genau in Achsrichtung angesetzt werden. Windeisen müssen genau auf den Vierkant des Gewindebohrers passen. Während des Schneidens sind die Späne, besonders aus Grundlöchern, öfter zu entfernen. Es sollen nur scharf geschliffene Gewindebohrer verwendet werden.

Schneiden von Außengewinden

Der Bolzendurchmesser muss kleiner als der Gewindeaußendurchmesser sein, da auch das Schneideisen den Werkstoff mehr oder weniger aufschneidet. Bei Stahl dreht man den Bolzendurchmesser um etwa 0,1 mal Steigung kleiner als den Außendurchmesser. Durch den kleineren Bolzendurchmesser wird das Schneidwerkzeug geschont, und das Gewinde wird sauber. Um ein gutes Anschneiden der Gewindeschneidwerkzeuge zu erreichen, erhält der Bolzen eine 45° Fase, die etwas größer als die Gewindetiefe sein soll.

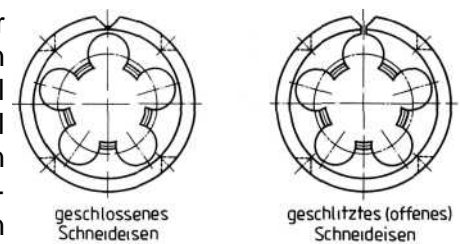


Bild 202/2: Geschlossenes und geschlitztes Schneideisen

Zum Schneiden von Außengewinden verwendet man *Schneideisen*, *Gewindeschneidkluppen* oder *Gewindeschneidköpfe*.

Mit Schneideisen werden Gewinde aus dem Vollen mit einem Schnitt maßhaltig hergestellt. In Stahl lassen sich jedoch Gewinde mit über 2 mm Steigung nicht mehr in einem Arbeitsgang schneiden, da sonst die Gewindegänge ausreißen würden. In diesem Falle müssen Schneideisen zum Fertigschneiden verwendet werden.

Man unterscheidet **geschlossene** und **geschlitzte** Schneideisen (**Bild 202/2**). Meist werden geschlossene Schneideisen verwendet. Mit diesen erhält man ein einwandfreies, maßhaltiges Gewinde.

Gewindeschneiden von Hand

Beim Gewindeschneiden mit dem Schneideisen im Schraubstock kann es leicht vorkommen, dass das Gewinde schief auf den Bolzen geschnitten wird, es „verläuft“. Dabei deckt sich die Achse des Gewindes nicht mit der des Bolzens, sondern läuft schräg nach außen. Das geschieht vor allem dann, wenn der Bolzen keine Fase besitzt oder wenn mit einseitigem Druck auf das Schneideisen gearbeitet wird.