

# Praxisgerechtes Drehen



## Lernquellen

VSM Normenauszug (2014)

Fachkunde Metall (Europa Lehrmittel)

Alfred Bettschen: Normen - Tabellen - Formeln (2009)

Berufsbildung Produktionsmechaniker (Swissmechanic)

Eberhard Pauksch: Zerspantechnik (Vieweg + Teubner)

Dietrich, Tschätsch: Praxis der Zerspantechnik (Springer Vieweg)

Ernst Widmer (Print on demand): Drehen und Gewindeschneiden (Springer Basel AG)

<https://www.youtube.com/watch?v=oD-G35Viqxs>

<https://www.youtube.com/watch?v=U9KPZU51Wpo>

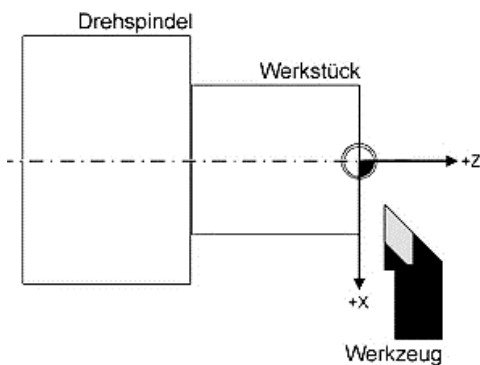
# 1 Grundlagen

Das Drehen gehört zu den drei Zerspanungsverfahren, die dem Produktionsmechaniker vertraut sein müssen. Die anderen Verfahren sind Bohren und Fräsen. Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich zur Hauptsache auf das Zerspanen mit konventionellen Drehmaschinen mit Zug- und Leitspindel.

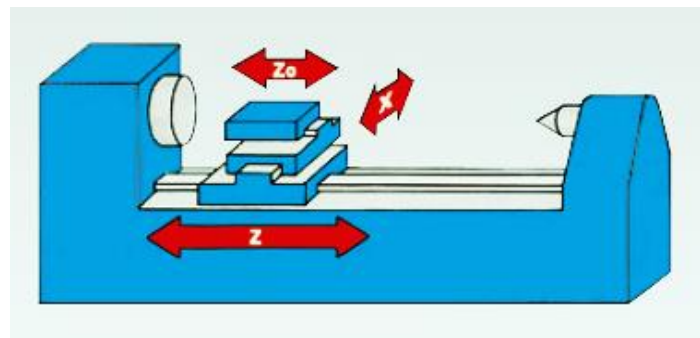
## 1.2 Achsengeometrie

Wie alle Werkzeugmaschinen besitzen auch Drehmaschinen ein Koordinatensystem, das sich an den Hauptachsen orientiert.

- Die Z-Achse fällt mit der Spindelachse zusammen. Eine Bewegung des Bettschlittens nach rechts bedeutet Bewegung in positiver Richtung.
- Die X-Achse steht rechtwinklig auf der Z-Achse. Eine Bewegung des Planschlittens nach hinten (vom Bediener weg) bedeutet Bewegung in positiver Richtung.
- Der Oberschlitten besitzt eine Hilfsachse  $Z_0$ .



**x, y-Achsen mit Werkstücknullpunkt**

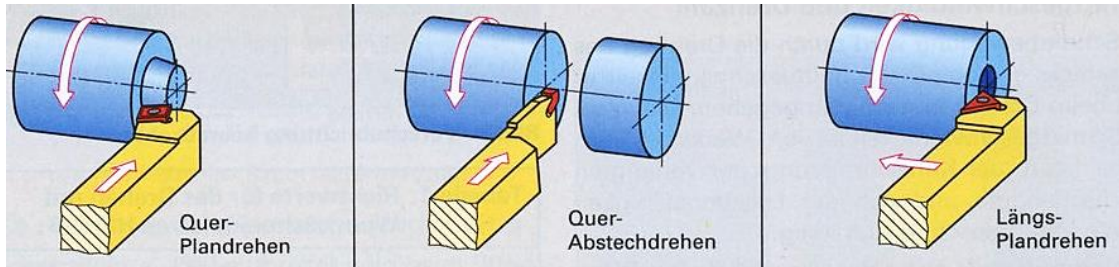


**Achsen einer konventionellen Drehmaschine**

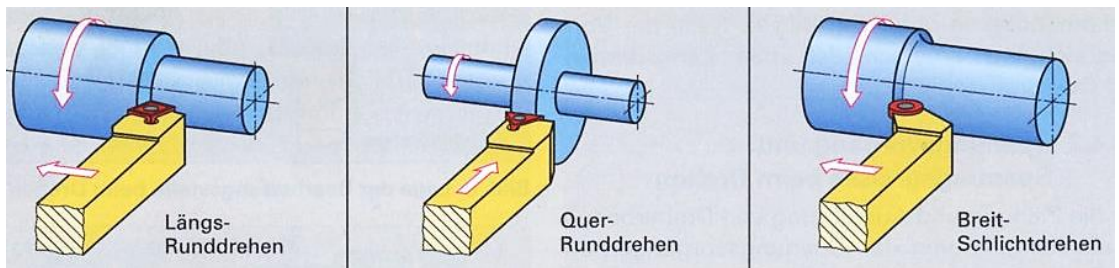
X-Achse Planschlitten  
Z -Achse Bettschlitten  
Z<sub>0</sub>-Achse Oberschlitten

## 2 Drehvorgänge

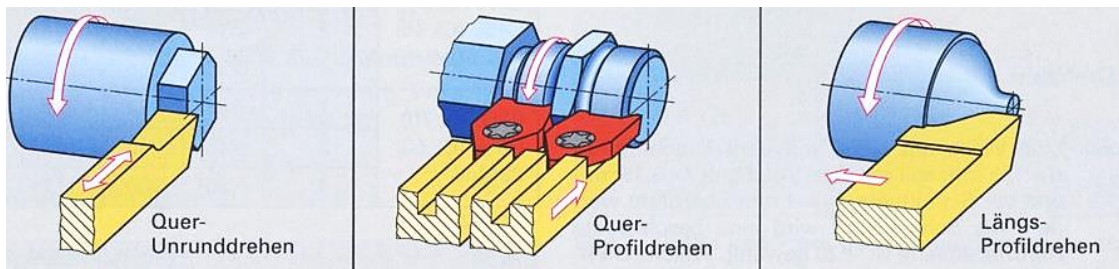
Gedreht wird entlang der Werkzeugachsen. Auch kombinierte Bewegungen sind möglich. Die folgenden Beispiele zeigen die unterschiedlichen Verfahren.



### Plandrehen

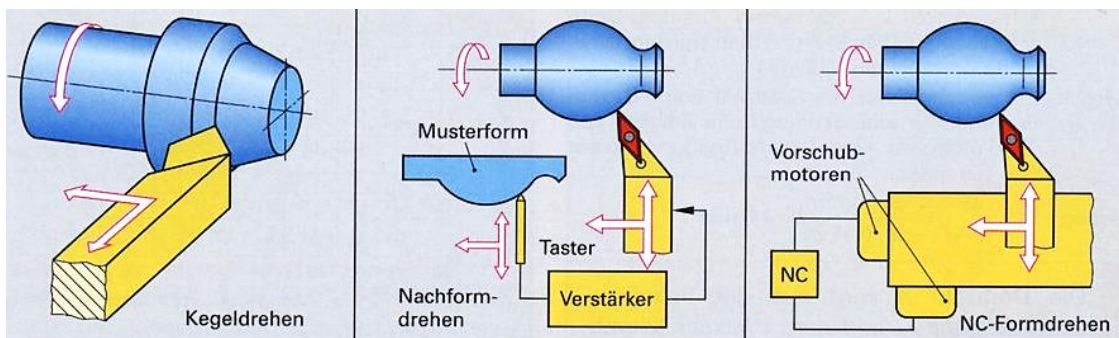


### Runddrehen



### Unrunddrehen

### Profildrehen

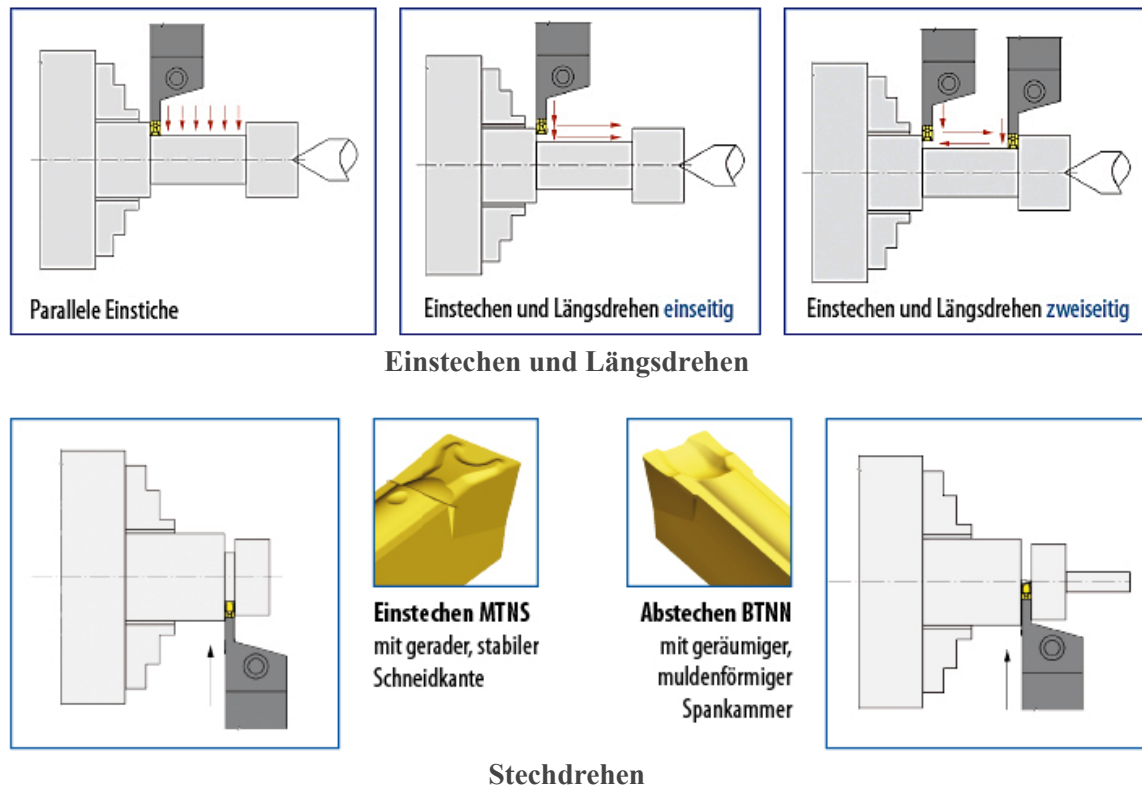


### Kegeldrehen

### Formdrehen

### 2.1 Stechdrehen

Beim Stechdrehen bewegt sich das Werkzeug senkrecht oder parallel zur Werkstückachse. Die Kontur entsteht meist durch einmaliges Stechen auf Fertigtiefe. Beim Stechdrehen wird darüber hinaus in Einstechen, Abstechen und Ausstechen unterschieden.



a) Das *Einstecken* wird dabei hauptsächlich angewandt, um mit einer Stechplatte eine Nut bestimmter Form, z. B. Nuten für Gewindeausläufe, zu erzeugen. Wenn die Nutform gerade ist und parallel zur Werkstückachse verläuft, dann ist die gesamte Breite der Hauptschneide des Stechdrehmeißels im Einsatz. Der Eckenwinkel beträgt hierbei  $90^\circ$ .

b) Wenn man ein fertig bearbeitetes Werkstück von der Materialstange abstechen will, geschieht dies mittels des Abstechverfahren. Im Gegensatz zum Einstecken ist beim *Abstechen* die Hauptschneide zur Werkstückachse geneigt. Der Eckenwinkel des Abstechstahls ist kleiner als  $90^\circ$ . Dadurch entstehen am Werkstück zwei verschiedene Zapfendurchmesser. Dies hat zur Folge, dass in der Endphase des Abstechvorgangs das am kleinen Zapfendurchmesser hängende Teil ohne Restzapfen abbricht.

c) Das *Ausstecken* wiederum ist ein Stechdrehen, bei dem die Vorschubrichtung des Stechdrehmeißels parallel zur Werkstückachse liegt. Es wird z. B. angewendet, um aus einer Platte eine große Scheibe herauszutrennen oder zur Herstellung von Nuten an Stirnflächen.

## 2.2 Kegeldrehen

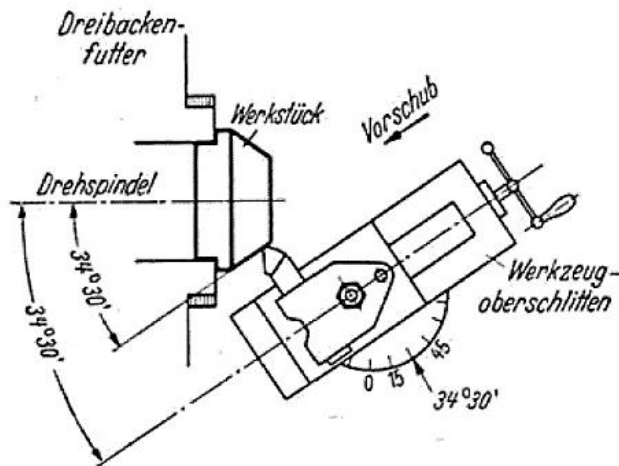
Für das Kegeldrehen an konventionellen Drehmaschinen, stehen drei Verfahren zur Auswahl.

- Kegeldrehen durch Oberschlittenverstellung
- Kegeldrehen mit Leitlineal
- Kegeldrehen durch Reitstockverstellung

### 2.2.1 Kegeldrehen durch Oberschlittenverstellung

Hierbei wird der Oberschlitten um den Einstellwinkel  $\alpha/2$  verstellt. Um dies möglichst genau einstellen zu können benötigen sie eine Messuhr, sowie einen Kegellehrdorn (mit dem selben

Einstellwinkel  $\alpha/2$ ). Der Kegellehrdorn wird nun zwischen einer Mitnehmerscheibe und dem Reitstock eingespannt. Die Messuhr wird mit einem Halter auf den Oberschlitten befestigt. Die Fläche des Lehrdorns wird nun mit der Messuhr abgefahren, um so die Abweichung von Oberschlitten zu Kegellehrdorn fest zu stellen. Je kleiner die Abweichung, desto parallel laufen sie zueinander. Die Abweichung sollte nicht mehr als 0,02 mm betragen.



Der Vorschub wird von Hand ausgeführt. Die herzustellende Kegellänge ist durch die begrenzte Verstellmöglichkeit des Oberschlittens ebenfalls begrenzt.

$\alpha$  Kegelwinkel,  $\alpha/2$  Einstellwinkel

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2l}$$

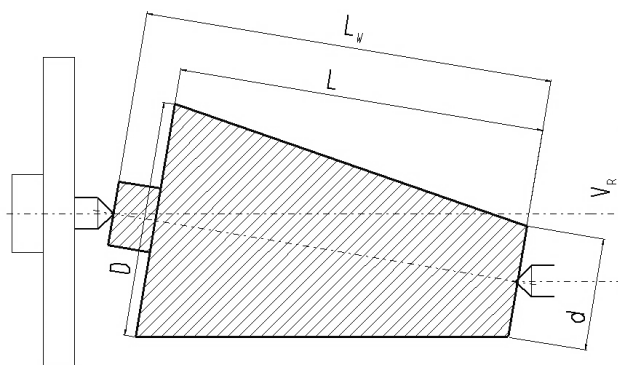
### Aussenkegeldrehen mittels Oberschlittenverstellung

#### 2.2.2 Kegeldrehen mit Leitlineal

Hierbei werden mithilfe eines Leitlineals, der den Planschlitten führt, lange Kegel gedreht. Der Vorschub erfolgt über die Zugspindel. Für diese Variante benötigt der Dreher eine geeignete Maschine und die dazu nötige Ausrüstung.

#### 2.2.3 Kegeldrehen durch Reitstockverstellung

Das Werkstück wird zwischen den Spitzen gespannt und von einer Mitnehmerscheibe und Mitnehmer angetrieben. Der Reitstock wird axial um das Maß  $V_R$  verschoben. Das Werkstück muss hierbei sicher fixiert werden. Dafür ist eine Zentrierung der Form R notwendig. Die Zugspindel führt den Vorschub aus.



$D$  grosser Kegeldurchmesser

$d$  kleiner Kegeldurchmesser

$L$  Länge des Kegels

$L_W$  Länge des Werkstücks

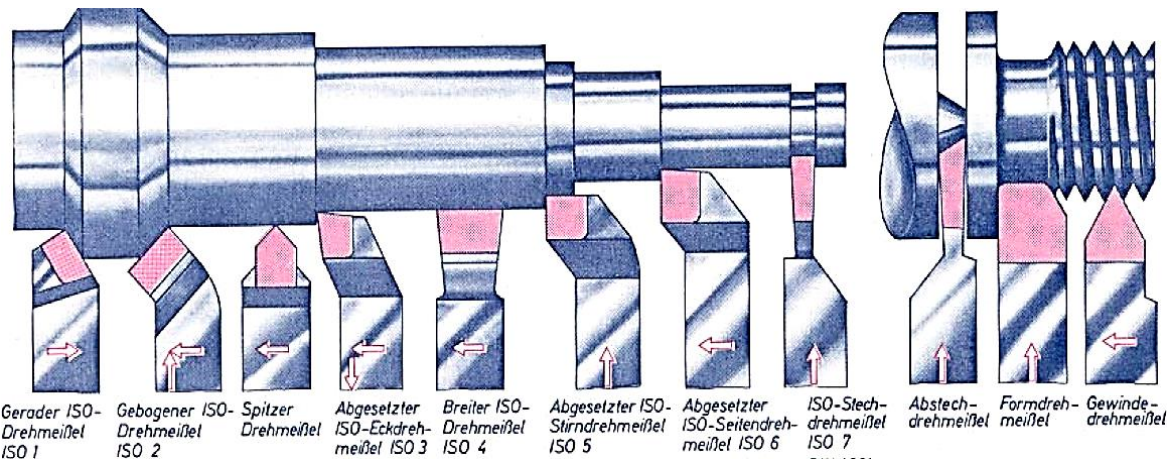
$V_R$  Verstellung des Reitstocks

$$V_R = \frac{D - d}{2} \cdot \frac{L_W}{L}$$

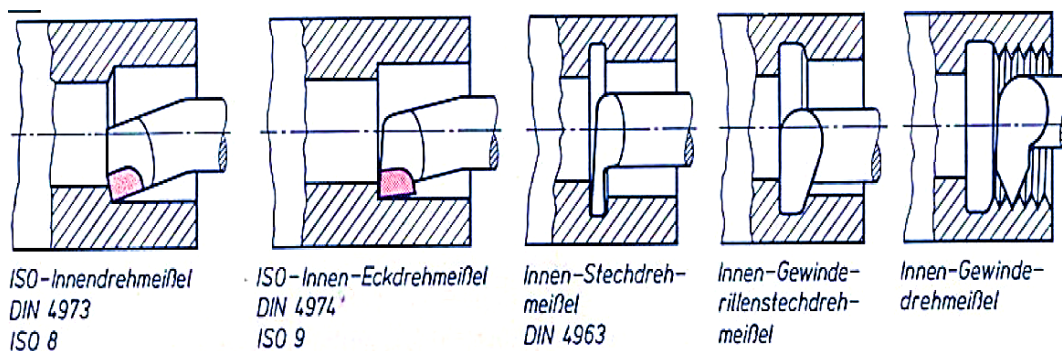
### Kegeldrehen mittels Reitstockverstellung

### 3 Drehwerkzeuge

Wesentliches Element beim Drehen ist der Drehmeißel. Die Wahl eines geeigneten Meissels und seine richtige Einspannung in den Werkzeughalter sind elementar.



**Aussendrehmeißel**



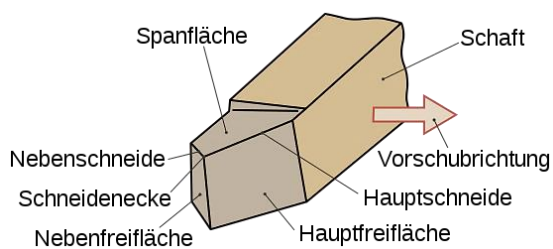
**Innendrehmeißel**

### 3.1 Der richtige Drehmeißel

#### 3.1.1 HSS-Drehstähle

Noch immer bewährt sind Drehmeißel aus (Hochleistungs)-Schnellarbeitsstahl (HSS von engl. High Speed Steel).

Insbesondere das Ifanger-System besitzt bei Drehern einen guten Ruf.



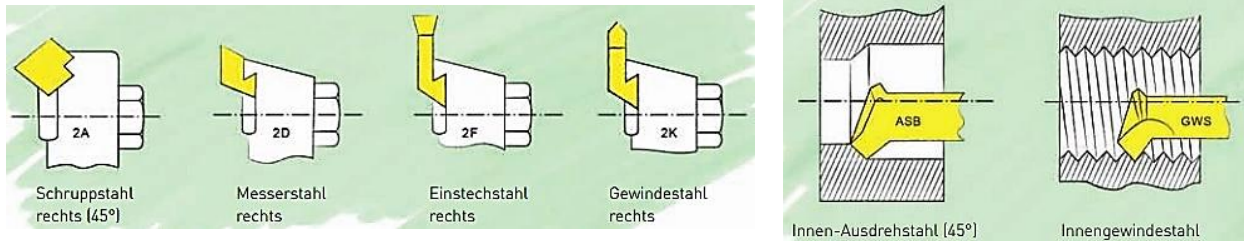
**Prinzipieller Aufbau eines Drehmeissels**



**HSS-Drehmeißel**

Während gewöhnlicher Werkzeugstahl bereits ab etwa 200 °C seine Härte verliert, behält Schnellarbeitsstahl bis etwa 600 °C seine Härte.

Um die Lebensdauer des Stahls nicht zu beeinträchtigen, ist auf eine ausreichende Kühlmittelzufuhr zu achten.

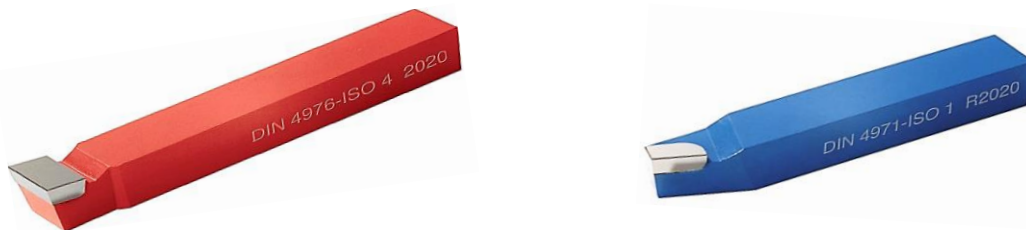


**Ifanger-System für die Aussenbearbeitung**

**Ausdreh- und Innengewindestahl**

### 3.1.2 Hartmetall-Drehstähle

Eine höhere Arbeitstemperatur als den HS-Drehstählen kann Hartmetallmeisseln zugemutet werden. Meist wird ein Plättchen aus Wolframkarbid auf einen Träger aufgelötet. Bei üblicher Schnittgeschwindigkeit nach Tabelle kann auf ein Kühlmittel verzichtet werden.



**Drehmeissel mit aufgelötetem Hartmetallplättchen**

### 3.1.3 Wendeschneidplatten

Anstelle der obigen HS-Drehstählen und Hartmetall-Drehmeisseln werden in der Serienfertigung meist Wendeschneidplatten aus Hartmetall oder Sinterkeramik verwendet, die auf einen passenden Werkzeugträger geschraubt resp. geklemmt werden. Die Vorteile gegenüber konventionellen Gewindeschneidstählen bestehen in einer höheren Verschleissfestigkeit, einem reduzierten Kühlmittelsatz und einer höheren Drehzahl und Vorschubgeschwindigkeit der Arbeitsmaschine, wodurch die Wirtschaftlichkeit gesteigert wird.



**Wendeschneidplatten**

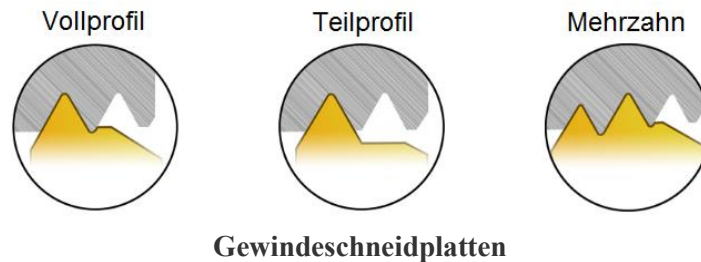
**Klemmhalter mit Wendeschneidplatte**

### 3.1.4 Gewindeschneidplatten

a) Für unsere Zwecke benutzen wir sog. *Vollprofil*schnidplatten, welche das komplette Profil eines Gewindes (vom Gewindegrund bis zu den Gewindespitzen) ausschneiden.

b) *Teilprofil*schnidplatten schneiden die Gewindeflanken und den Gewindegrund und sind für unterschiedliche Steigungen verwendbar.

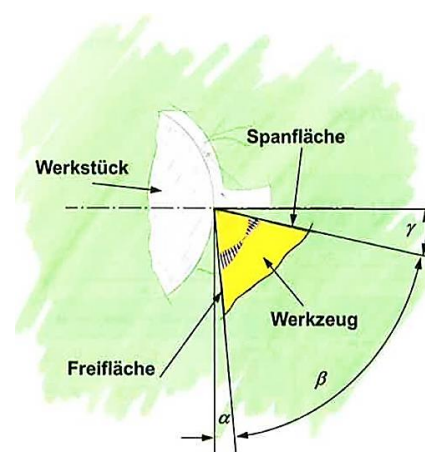
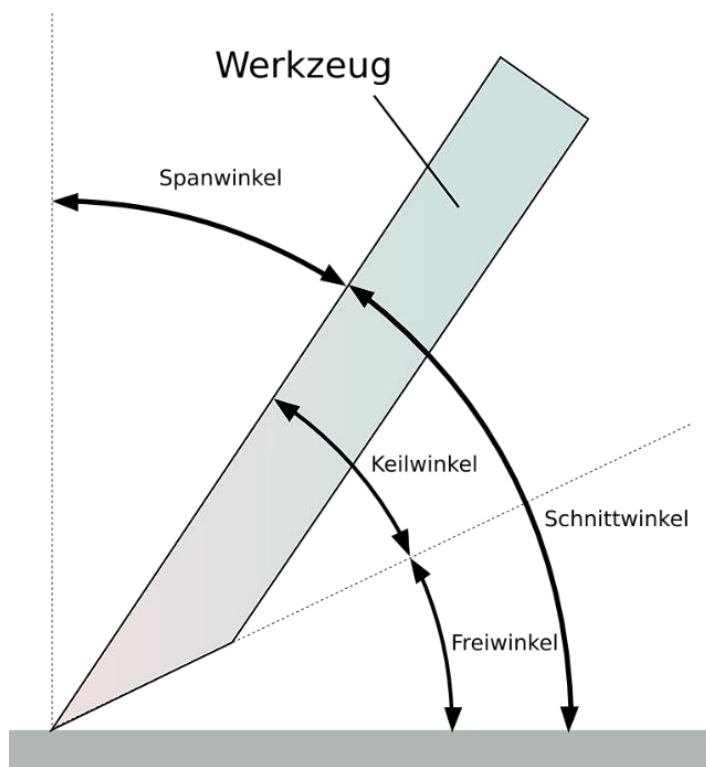
c) *Mehrzahnschnidplatten* ähneln den Vollprofil-schnidplatten, verfügen jedoch über mehr als einen Zahn (die Produktivität ist bei einer Zweizahnschnidplatte doppelt, bei einer Dreizahnschnidplatte dreimal so gross).



## 4 Werkzeuggeometrie

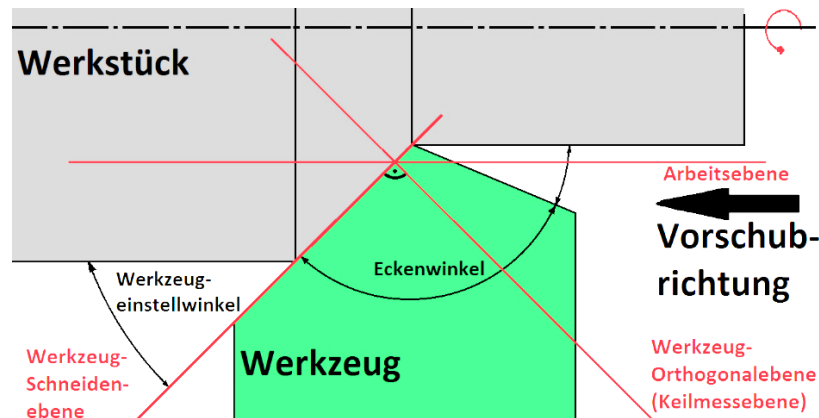
### 4.1 Keil und Drehmeissel

Das zugrundeliegende Prinzip bei der Zerspanung beruht auf dem Keil. Das denkbar älteste Handwerkzeug ist der Faustkeil. Die charakteristischen Winkel finden sich überall dort, wo ein keilförmiges Werkzeug in ein Werkstück eingreift.



Winkel beim Drehmeissel

Wichtige Winkel beim Drehmeissel sind der Freiwinkel  $\alpha$ , der Keilwinkel  $\beta$  und der Spanwinkel  $\gamma$  mit einer Winkelsumme von  $90^\circ$ . Die Grösse dieser Winkel ist für Spanleistung, Standzeit und Oberflächengüte von ausschlaggebender Bedeutung (siehe dazu Tabellenbuch Europa-Fachbuchreihe).



Winkel in der Werkzeug-Bezugsebene<sup>1</sup>

- Der *Freiwinkel*  $\alpha$  bewirkt, dass zwischen der Freifläche des Werkzeugs und dem Werkstück ein Zwischenraum vorhanden ist und keine Reibung entsteht. Er muss nicht gross sein.
- Der *Keilwinkel*  $\beta$  ist der Winkel des aktiven Schneidkeils. Je grösser er ist, desto stärker kann die Schneide mechanisch und thermisch belastet werden.
- Der *Spanwinkel*  $\gamma$  beeinflusst die Spanbildung und die Grösse der Schnittkraft. Er kann positiv oder negativ sein. Negative Spanwinkel sind für Schneiden aus Hartmetall oder Schneidkeramik vorteilhaft, weil Druckbeanspruchung von stossempfindlichen Schneidstoffen wesentlich besser aufgenommen wird als Zugbeanspruchung.

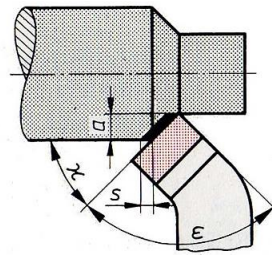
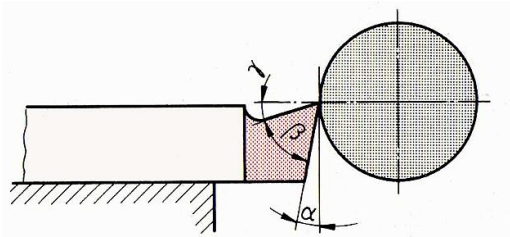
Ausser den genannten drei Winkeln gibt es weitere Winkel, die bei Drehmeisseln beachtet werden müssen, darunter den Schnittwinkel  $\delta$ , den *Einstellwinkel*  $\kappa$ , den *Eckenwinkel* (Spitzwinkel)  $\varepsilon$  und den *Neigungswinkel*  $\lambda$ .

## 4.2 Justierung des Drehstahls

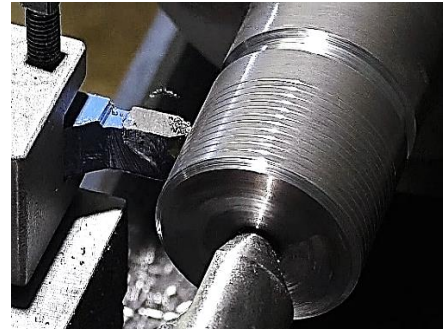
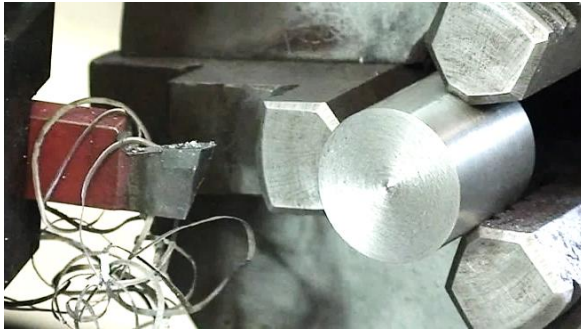
Bei der Spanabnahme wirkt auf den eingespannten Drehstahl ein sehr hoher Schnittdruck, welcher den Stahl stark auf Biegung beansprucht. Bei langem Heblarm biegt sich der Stahl, wodurch unerwünschte Oszillationen entstehen. Die Schneide dringt ungleichmässig in das Werkstück ein und erzeugt eine wellige Oberfläche. Man spannt den Stahl deshalb fest und so kurz wie möglich ein.

Für eine optimale Spanabnahme muss die Schneidekante mit einer Lehre auf die Werkstückmitte (Drehachse) ausgerichtet werden. Ist der Stahl zu hoch, drückt und schabt er; ist er zu tief, hakt er. Ein ins Drehfutter eingespannter Dorn als Ausrichthilfe tut es auch. Zur Not hilft auch der Reitstock mit einer Zentrierspitze.

<sup>1</sup> Bildquelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Zerspanen>



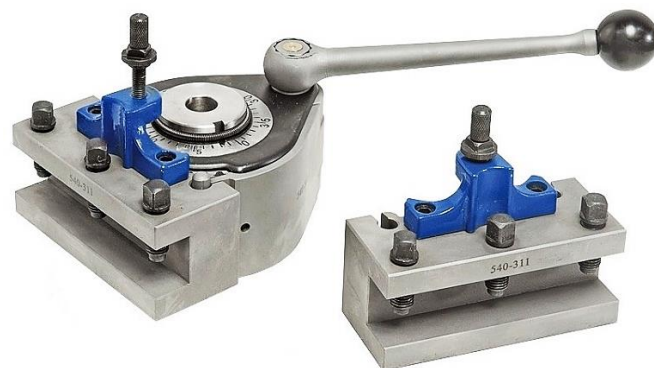
$a$  = Schnitttiefe  
 $s$  = Vorschub  
 $\chi$  = Einstellwinkel  
 $\varepsilon$  = Spitzenwinkel  
 oder Eckenwinkel



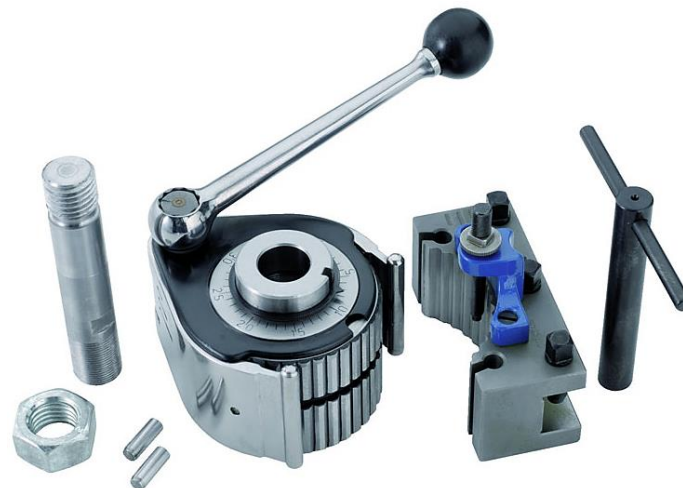
Beispiele für korrektes Einspannen des Drehstahls

### 4.3 Werkzeughalter

Werkzeughalterungen gibt es unterschiedliche. Bekannt ist z.B. das System Multifix, womit ein schneller Drehstahlwechsel möglich ist.



Klemmhalterkopf mit Drehstahlhalter



Multifix Stahlhalterset

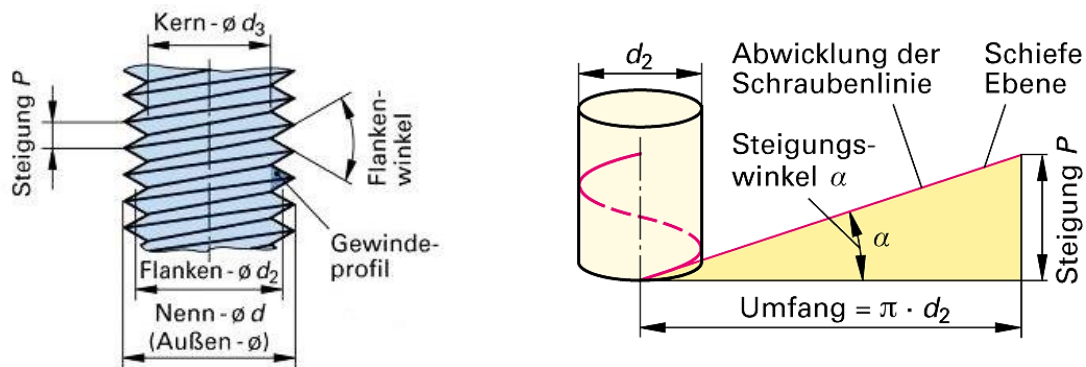
## 5 Gewindefertigung mit der Drehmaschine

### 5.1 Kenngrößen eines Gewindes

In Globo gibt es Spitzgewinde, Trapezgewinde, Sägewinde und Rundgewinde. Im Rahmen dieser Arbeit befassen wir uns lediglich mit dem metrischen ISO-Regelgewinde, das zu den Spitzgewinden gehört. Gewinde dieser Art dienen dem Maschinenbauer als Befestigungsgewinde (im Unterschied zum Bewegungsgewinde, wo meist das Trapezgewinde zum Einsatz gelangt). Beachte dazu die einschlägigen Normen.<sup>2</sup>

Die Größe eines Gewindes lässt sich auf einfache Weise mit einer *Steigungslehre* (Gewindeschablone) ermitteln. Eine andere Möglichkeit besteht darin, mit einem Meßschieber über mehrere Gewindegänge zu messen.

Begriffe wie Nenndurchmesser, Steigung, Flankenwinkel, Kerndurchmesser usw. werden beim Gewindedrehen in Zukunft als bekannt vorausgesetzt. Die diesbezügliche Nomenklatura wird nachfolgend in gebotener Kürze umrissen.



Schraubenlinie mit Steigungsdreieck<sup>3</sup>

► **Steigung** (auch Ganghöhe genannt) → Abstand zweier Gewindespitzen; pro Umdrehung verschiebt sich eine Schraube um den Betrag der Steigung.

► **Aussendurchmesser** → Durchmesser über die Gewindespitzen gemessen; damit eine Schraube leichtgängig wird, muss der theoretische Durchmesser etwas reduziert werden.

$$\text{Aussendurchmesser} = \text{Nenndurchmesser} \text{ minus } 0,1 \times \text{Steigung}$$

Für ein Bolzengewinde M20 beträgt der Aussendurchmesser demzufolge  $20,00 - 0,25 = 19,75$  mm.

► **Kerndurchmesser** → Durchmesser des Schraubenkernes am Gewindegrund.

$$\text{Kerndurchmesser} \approx 0,8 \times d$$

► **Gewindetiefe** → Abstand vom Aussendurchmesser bis zum Gewindegrund.

$$\text{Gewindetiefe im } \varnothing \approx 1,3 \times \text{Steigung}$$

<sup>2</sup> Normenauszug 2014, Seite 145  
<http://www.gewinde-normen.de/>

<sup>3</sup> Fachkunde Metall (Europa Lehrmittel).

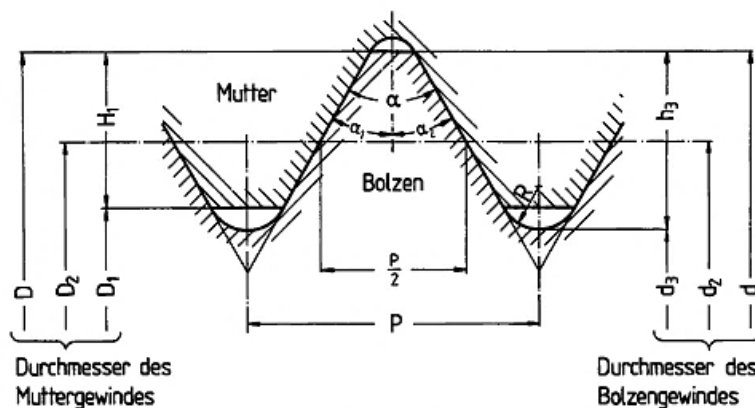
► **Flankenwinkel** → Winkel zwischen zwei benachbarten Gewindeflanken. Ein metrisches ISO-Regelgewinde besitzt einen Flankenwinkel von  $60^\circ$ . Dasselbe gilt für ein metrisches Feingewinde (bspw. MF 12, das mit unterschiedlichen Steigungen vorkommt). Withworth-Rohrgewinde dagegen haben einen Flankenwinkel von  $55^\circ$ . Die Steigung wird in Gewindegängen pro Zoll angegeben.

► **Drehsinn** → Es wird zwischen rechts- und linksgängigen Gewinden unterschieden. Im Rahmen dieser Arbeit befassen wir uns ausschliesslich mit Rechtsgewinden, welche im Uhrzeigersinn eingeschraubt werden. Linksgewinde werden dort verwendet, wo sich ein Rechtsgewinde lösen kann, z.B. bei einer Schleifscheibenbefestigung. Sie sind mit einer speziellen Bezeichnung versehen, bspw. M10-LH (LH = Lefthand).

► **Zustellung** → Verschiebung des Drehstahls in radialer Richtung durch einen festgelegten Betrag. Bei bestimmten Verfahren wird auch axial zugestellt; dadurch entsteht eine kombinierte Bewegung durch alternierende Verstellung von Ober- und Planschlitten.

Tabelle 1					
Zustellschritte in Abhängigkeit der Steigung					
Steigung P [mm]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Schnitte	4 ... 8	6 ... 10	7 ... 12	8 ... 14	10 ... 16

Die folgende Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen Muttern- und Bolzengewinde inklusive der einschlägigen Benennungen.



- Außendurchmesser (Nenndurchmesser)  $d$  bzw.  $D$
- Flankendurchmesser  $d_2$  bzw.  $D_2$
- Kerndurchmesser  $d_3$  bzw.  $D_3$ ,
- Gewindesteigung  $P$ ,
- Flankenwinkel  $\alpha$ ,
- Teilflankenwinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$ ,
- Radius am Gewindegrund (Rundung)  $R$ ,
- Gewindetiefe  $h_3$ ,
- Flankenüberdeckung (Gewindetragtiefe)  $H_1$ .

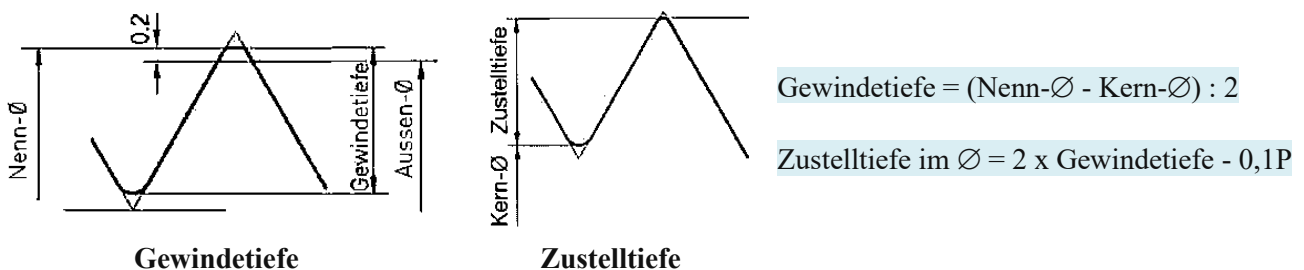
## 5.2 Bestimmung der Gewindetiefe

Zur Bestimmung der Gewindetiefe ist die Benutzung eines Tabellenbuches empfehlenswert.

$$\text{Gewindetiefe} = 0,61343 \times \text{Steigung}$$

Tabelle 3 Bestimmung der Zustelltiefe für ein metrisches ISO-Regelgewinde				
Bolzensgewinde	Nominal-Ø	Aussen-Ø	Nominal-Ø	Aussen-Ø
Nominal-Ø - 0,1P	20,00 - 0,25	= 19,75 mm	10,00 - 0,15	= 9,85 mm
<b>Gewindetiefe</b> [Nominal-Ø - Kern-Ø] / 2 0,61343 x Steigung	(20 - 16,93) / 2 0,61343 x 2,5	= 1,53 mm	(10 - 8,16) / 2	= 0,92 mm
<b>Zustelltiefe Ø</b> Gewindetiefe x 2 Abzug [Nominal-Ø - d]	1,53 x 2 - (20 - 19,75)	= 3,06 mm - 0,25 mm	0,92 x 2 - (10 - 9,85)	= 1,84 mm - 0,15 mm
		<b>2,81 mm</b>		<b>1,69 mm</b>

Die folgende Grafik zeigt die spezifischen Unterschiede zwischen Gewindetiefe und Zustelltiefe.



## 5.3 Verfahren und Werkzeuge

Ein Gewinde kann auf unterschiedliche Weise hergestellt werden.

► **Manuelle Gewindefertigung** → Für ein Aussengewinde wird ein Werkzeughalter mit Schneideisen (Filière), für ein Innengewinde ein Windeisen resp. eine Rätche mit Gewindebohrer benötigt. Sanitärmonteur verwenden meist eine Gewindegewindeschneidkluppe.

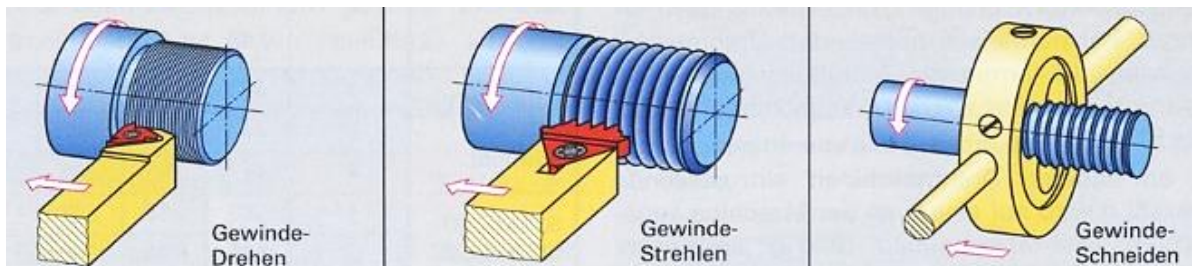
► **Maschinelle Gewindefertigung** → Es gibt unterschiedliche Verfahren wie Gewindegewindeschneiden, Gewindefräsen, Gewindestrehlen und Gewindeformen. Insbesondere bei grossen Stückzahlen ist das Gewindeformen die wirtschaftlich effizienteste Lösung.

Beim Gewindedrehen wird ein schraubenförmiges Profil im Längsdrehverfahren erzeugt. Wichtig ist die präzise Einstellung der Schneide auf die Werkstückmitte sowie die rechtwinklige Justierung in bezug auf die Spindelachse. Damit sich die Schneide nicht zu stark erwärmt, wird die Drehzahl reduziert.

Der Vorschub muss an die Gewindesteigung angepasst werden, damit das Werkzeug entlang

der passenden Schraubenlinie ins Werkstück eingreift. Um zu gewährleisten, dass sich der Drehstuhl bei jeder Spindelumdrehung exakt um die gewünschte Steigung weiterbewegt, wird der Vorschub über Wechselräder auf Leitspindel und Bettschlitzen übertragen. Alternativ kann die Vorschubbewegung auch elektronisch mit der Spindeldrehung synchronisiert werden.

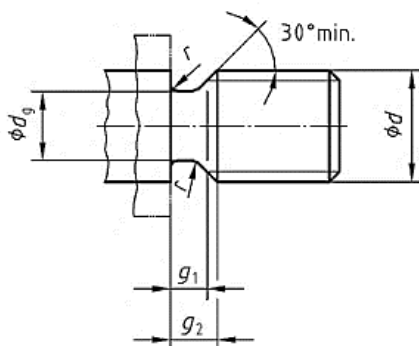
Moderne Drehmaschinen besitzen ein Schaltgetriebe, welches die Einstellung der richtigen Steigung ermöglicht.



**Aussengewinde fertigen**

## 5.4 Freistich

Im Maschinenbau dienen sogenannte Freistiche dazu, beim Zusammenbau für das anliegende Teil genug Freiraum zu schaffen sowie während der Fertigung dem Werkzeug als Auslaufzone zu dienen.



Gewindefreistich (DIN 76-1)<sup>4</sup>

$$\phi d_g = \phi d - \text{Tabellenwert}$$

$g_1, g_2$  gemäss Tabelle

In praxi werden oft «Näherungswerte» verwendet:

$$\phi g \approx \text{Kern-}\phi - 0,2 \text{ mm}$$

$$g_2 \approx 3 \times \text{Steigung (ohne Gewinde 2,5 mm)}$$

Fürs Gewindedrehen ist ein Freistich (eine «Gewinderille») nötig, damit der Stahl am Ende des letzten Gewindenganges sauber ausfährt. Der vom Drehstuhl erzeugte Eckradius reduziert mechanische Spannungen, welche durch Absätze in der Drehkontur und den damit verbundenen Kerbwirkungen entstehen.

Auf Folgendes muss bei der Herstellung geachtet werden:

- Wird ein Bolzengewinde gedreht, muss der Freistich einen etwas kleineren Durchmesser aufweisen als der Kerndurchmesser des Gewindes.
- Bei einem Muttergewinde muss der Durchmesser des Freistichs den Nenndurchmesser

<sup>4</sup> VSM Normenauszug 2014, Seite 175 f.

Bettschen: Normen - Tabellen - Formeln (2009).

leicht übersteigen.

- Der Gewindefreistich sollte mindestens 3 Steigungen lang sein.
- Auf eine sorgfältige Ausrundung aller Übergänge ist zu achten, um die von ihnen ausgehende Kerbwirkung zu verringern.

Der Übergang zwischen Freistich und Gewinde sollte mit einem Einlaufwinkel versehen werden. Dieser beträgt normalerweise 60 Grad.

Beispiele:

1) Freistich für ein ISO-Regelgewinde M10

Kern- $\emptyset$  = 8,5

$\emptyset_g$  = d minus Tabellenwert = 9,85 - 2,30 = 7,55

Länge 3 x Steigung = 4,50

Radius nach Tabelle = 0,80

2) Freistich für ein ISO-Regelgewinde M20

Kern- $\emptyset$  = 17,50

$\emptyset_g$  = d minus Tabellenwert = 19,75 - 3,60 = 16,15

Länge 3 x Steigung = 7,50

Radius nach Tabelle = 1,20

## 6 Gewindedrehen

Eine sorgfältige Planung ist für das einwandfreie Gelingen beim Gewindedrehen unverzichtbar. Aus diesem Grunde ist vorgängig ein Operationsplan anzufertigen.

Zu berücksichtigende Aspekte:

- Drehmaschine auf die benötigte Steigung einstellen.
- Bei Verwendung von Ifanger-Stählen deren Schrägstellung überprüfen.
- Drehzahl reduzieren auf 50 bis 80 Umdrehungen/min.
- Keine Anschläge benutzen (Leitspindel besitzt keine Rutschkupplung).
- Schlossmutter zwischen den einzelnen Zustellschritten nicht öffnen.

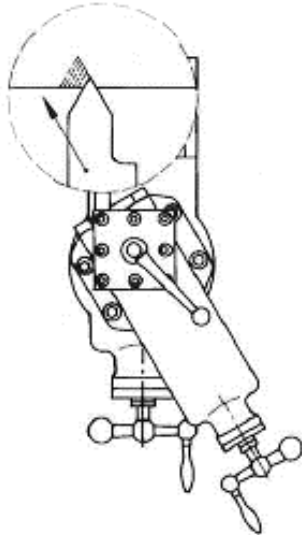
### 6.1 Zustellmodalitäten

1) Die einfachste Zustellungsart ist die **Radialzustellung**, die sich für kleine Steigungen eignet. Aufgrund der gleichzeitigen Beanspruchung beider Schneiden entsteht ein V-förmiger Span, der nur schwer zu kontrollieren ist.

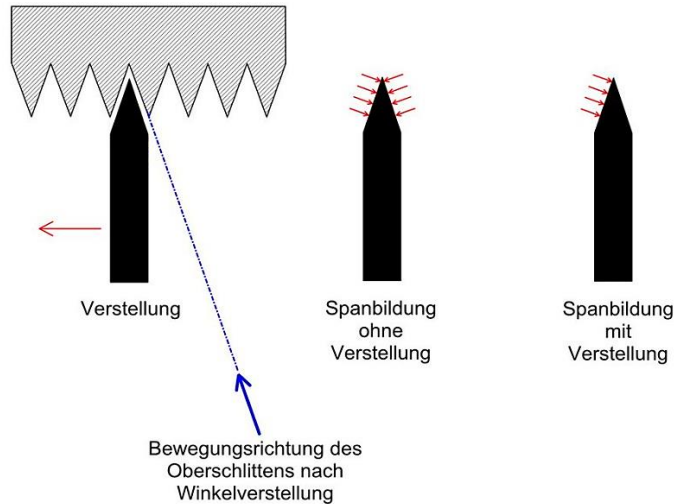
2) Bei Gewindesteigungen von  $\geq 2$  mm wird die **Radial-Flanken-Zustellung** eingesetzt, die einen verbesserten Spanablauf ermöglicht, aber den Nachteil hat, dass sich das Werkzeug an der nichtschneidenden Flanke schabt.

Eine elegante Möglichkeit ist die Zustellung mit einem auf  $30^\circ$  (halber Flankenwinkel) gegen

den Uhrzeigersinn verstellten Oberschlitten. Versierte Dreher nehmen einen etwas kleineren Winkel (z.B. 29,5°). Auf diese Weise muss nur der Oberschlitten zugestellt werden, die Flankenverschiebung erfolgt dabei automatisch. Wichtig ist, dass der Gewindedrehstahl rechtwinklig gegenüber der Spindelachse ausgerichtet ist.



**Radial-Flanken-Zustellung mit verstelltem Oberschlitten.**



**Der Oberschlitten steht 30° resp. 29,5° gegen den Uhrzeigersinn.<sup>5</sup>**

Nicht ganz einfach ist eine erneute Nullstellung (auf die Gradskala ist nur bedingt Verlass). Bei Abweichungen entstehen beim Längsdrehen konische Konturen. Im Zweifelsfall sollte der Verfahrensweg mit einem Messtaster überprüft werden.

3) Mit der **modifizierten Flankenstellung** wird der Nachteil der schabenden Werkzeugkante beseitigt. Zwischen der nicht im Eingriff befindlichen Kante und dem Werkstück verbleibt ein Freiraum.

4) Mit der **wechselseitigen Radial-Flanken-Zustellung** werden beide Flanken gleichmässig belastet. Die Späne fließen abwechselnd in zwei Richtungen ab, wodurch bessere Gewindeflächen entstehen.

**Radialzustellung**



- kurzspanende Werkstoffe
- kleine Steigungen

**Radial-Flanken-Zustellung**



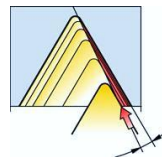
- auf allen Maschinen
- für Steigungen  $\geq 2,5$

**Wechselseitige Radial-Flanken-Zustellung**



- grosse Steigungen
- langspanende Werkstoffe

**Modifizierte Flankenstellung**



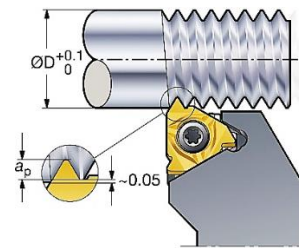
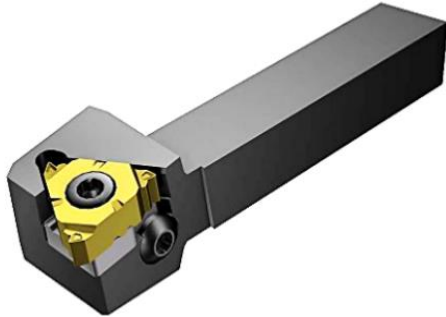
- für CNC-Maschinen

<sup>5</sup> <https://forum.zerspanungsbude.net/viewtopic.php?f=59&t=20862&start=10>

## 6.2 Ausrichten des Gewindedrehstahls

### 6.2.1 Schneidplatten

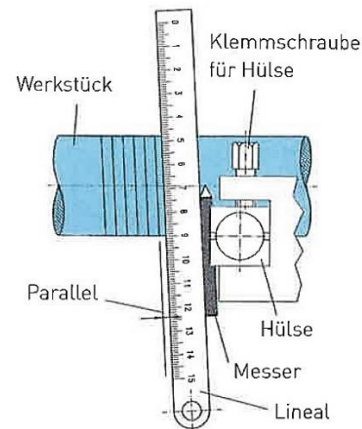
Gewindeschneidplatten mit passendem Klemmstahlhalter sind in der Regel bereits richtig positioniert.



Klemmstahlhalter mit Gewindeschneidplatte

### 6.2.2 Ifanger-Gewindemesser

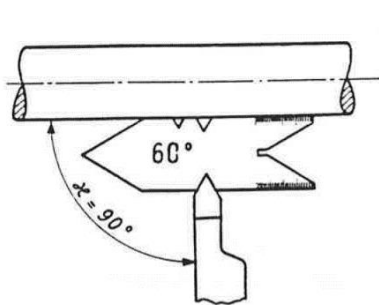
Ifanger-Gewindemesser müssen um den Steigungswinkel des betreffenden Gewindes gekippt werden, damit das Messer optimal in den Gewindegang eingreift. Ansonsten entstehen keine brauchbaren Gewindeflanken.



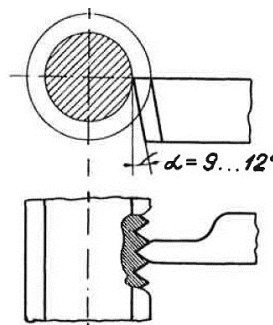
Justierung Ifanger-Gewindemesser

### 6.2.3 Gewindedrehstähle

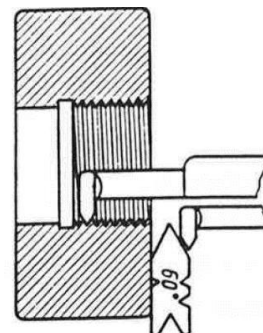
Spitzgewindedrehstähle werden rechtwinklig zur Spindelachse justiert werden. Dazu benutzt der versierte Dreher eine Schleiflehre. Das Gesagte gilt sinngemäss auch für Innendrehstähle. Auch hierzu leistet die Schleiflehre entsprechende Hilfe.



Spitzgewindedrehstahl



Stirnwinkel



Innengewindemeissel

Es ist darauf zu achten, dass ein Stirnwinkel von ca. 10° vorhanden ist, damit die Gewindeflanken bei senkrecht gestellter Schneide formgenau ausgeschnitten werden.

### 6.3 Ermittlung der Zustellschritte

Tabelle 4 enthält eine praxiskonforme Auflistung der Zustellschritte für die gebräuchlichsten Gewindesteigungen.

**Tabelle 4**  
Radiale Zustellschritte beim Gewindedrehen mit Schneidplatte

**Außenbearbeitung, metrisch 60°**

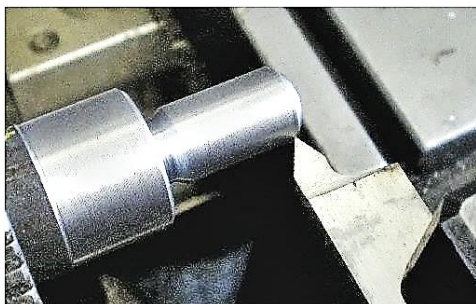
Anzahl der Zustellungen	Steigung [mm]																		
	0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
16																		3,41	3,72
15															2,50	2,80	3,12	0,12	0,12
14														0,08	0,10	0,10	0,13	0,14	
13												1,89	2,20	0,11	0,12	0,12	0,13	0,15	
12												0,08	0,08	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16	
11											1,58	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,16	0,18	
10											0,08	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,17	0,19	
9									1,14	1,28	0,11	0,12	0,14	0,14	0,16	0,18	0,18	0,20	
8									0,08	0,08	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,19	0,21	
7							0,80	0,94	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22	
6						0,67	0,08	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17	0,17	0,20	0,22	0,22	0,24	
5	0,34	0,40	0,47	0,50	0,54	0,08	0,10	0,12	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,22	0,24	0,24	0,27	
4	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,11	0,11	0,14	0,14	0,16	0,17	0,18	0,21	0,22	0,24	0,27	0,27	0,30	
3	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,25	0,25	0,28	0,32	0,32	0,35	
2	0,09	0,11	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,21	0,21	0,24	0,24	0,26	0,31	0,32	0,34	0,39	0,40	0,43	
1	0,11	0,14	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,22	0,25	0,27	0,28	0,34	0,34	0,37	0,41	0,43	0,46	

Radialzustellung [mm]

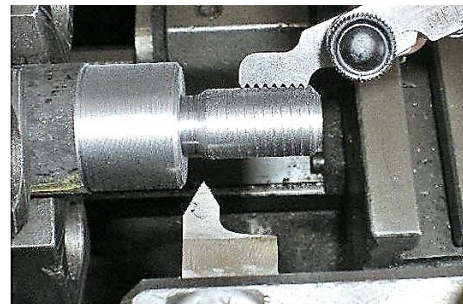
← Schnittgeschwindigkeit verringern

## 7 Praxisbeispiele

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf die Herstellung eines metrischen Aussengewindes. Für ein Innengewinde bleibt die Vorgehensweise prinzipiell dieselbe.



**Gewindespur «ankratzen»**



**Steigung mit Formlehre kontrollieren**

Bevor mit dem eigentlichen Gewindedrehen begonnen wird, erstellt der Dreher eine «Prob Spur», wobei das Werkstück nur leicht «angekratzt» wird. Nach 5 bis 10 Gewindegängen wird angehalten, um den Spurverlauf zu überprüfen. Sind die Gewindegänge in Ordnung, kann mit dem Drehen begonnen werden. Nun bleibt die Schlosmutter bis zum fertigen Gewinde

eingerstet. Ausnahmen von dieser Regel sind nur dann gestattet, wenn eine Gewindeuhr verwendet wird. Eine sorgfältige Planung ist für das einwandfreie Gelingen beim Gewindedrehen unverzichtbar. Zu den wichtigsten Punkten zählen:

- Operationsplan für die in Frage kommende Gewindegrösse erstellen
- Drehmaschine auf die benötigte Steigung einstellen
- Bei Verwendung von Ifanger-Stählen deren Schrägstellung überprüfen
- Drehzahl reduzieren (49 bis 80 Umdrehungen/min)
- Keine Anschläge benutzen (Leitspindel besitzt keine Rutschkupplung)
- Schlossmutter zwischen den einzelnen Zustellschritten nicht öffnen

## 7.1 Radial-Zustellung

Es soll ein ISO-Regelgewinde M10 angefertigt werden. Benutze dafür eine Gewindeschneidplatte für eine Steigung von 1,5. Zunächst muss die Zustelltiefe – meist bezogen auf den Durchmesser – mit Hilfe eines Tabellenbuches ermittelt werden.

Radial-Zustellung		
Anzahl	Zustellung X-Achse	
1. Schritt	0,40	- 0,40
2. Schritt	0,30	- 0,70
3. Schritt	0,30	- 1,00
4. Schritt	0,20	- 1,20
5. Schritt	0,20	- 1,40
6. Schritt	0,10	- 1,50
7. Schritt	0,10	- 1,60
8. Schritt	0,09	- 1,69

Aussendurchmesser [in mm] =

$$10,00 - 0,15 = 9,85$$

Gewindetiefe [in mm] =

$$(\text{Nenn-}\varnothing - \text{Kern-}\varnothing) : 2 = (10,00 - 8,16) : 2 = 0,92$$

Zustelltiefe im  $\varnothing$  =

$$2 \times \text{Gewindetiefe} - 0,1P = 1,84 - 0,15 = 1,69$$

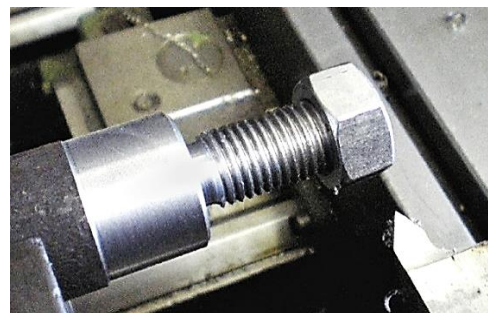
Last but not least wird das Gewinde mit einer Gewindelehre geprüft. Ist keine Gewindelehre vorhanden, nimmt der Praktiker eine Mutter.



**Grenzlehrdorn für Innengewinde**



**Gewinde-Gutlehring für Aussengewinde**



**Schraubenmutter als einfachste Prüfhilfe**

Eine Mutter muss leichtgängig und mit wenig Spiel auf dem Bolzengewinde laufen. Die Praxis zeigt ferner, dass entgegen der theoretisch errechneten Zustelltiefe ein bis zwei zusätzliche Schnitte erforderlich sind. Darüber hinaus ist es hilfreich, den Oberschlitten vor dem letzten Schnitt um  $\frac{5}{100}$  nach rechts zu verstellen. Ist der Gewindeanfang problematisch, hilft die Nachbearbeitung mit einer Gewindefeile. Auch eine Dreikantfeile leistet gute Dienste. Zuallerletzt werden die Gewindespitzen bei laufender Maschine mit einer Schlichtfeile leicht gebrochen.

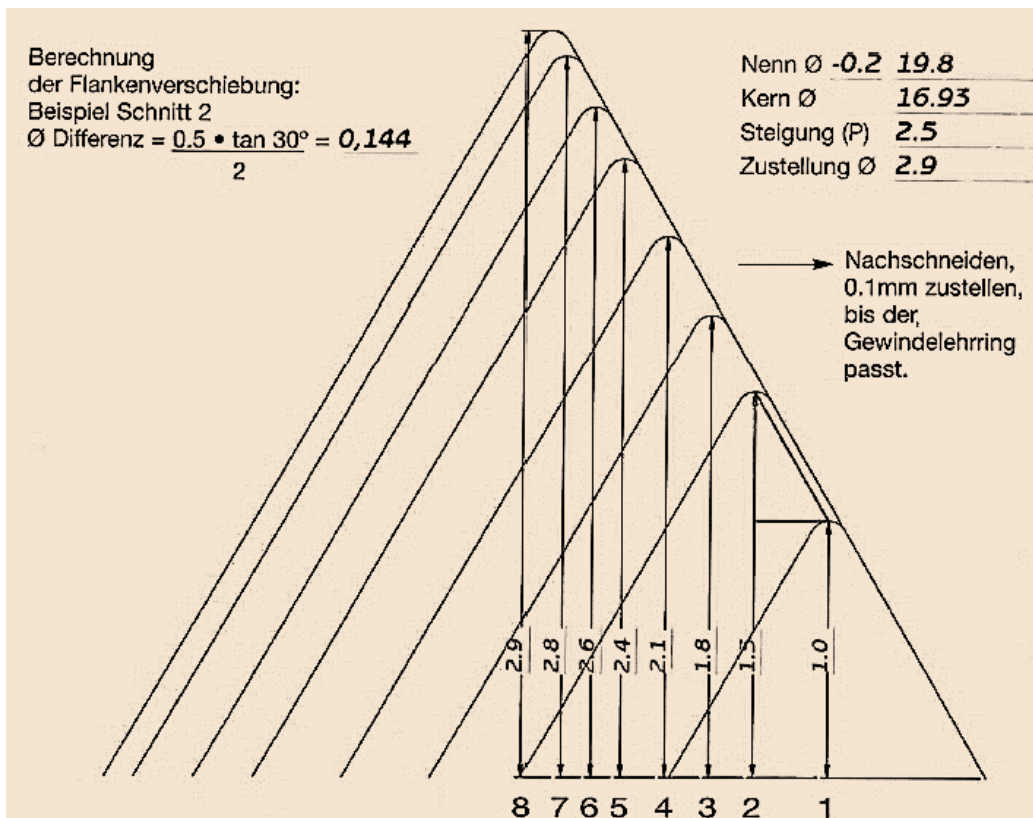
## 7.2 Radial-Flanken-Zustellung

Ein ISO-Regelgewinde M20 ist anzufertigen. Benutze einen lfanger-Gewindedrehstuhl.

Aussendurchmesser [in mm] =  $20,00 - 0,25 = 19,75$

Gewindetiefe [in mm] =  $(\text{Nenn-}\varnothing - \text{Kern-}\varnothing) : 2 = (20,00 - 16,93) : 2 = 1,54$

Zustelltiefe im  $\varnothing = 2 \times \text{Gewindetiefe} - 01P = 3,08 - 0,25 = 2,83$



### Radial-Flanken-zustellung bei einem ISO-Regelgewinde M20

Die Flankenverschiebung wird trigonometrisch errechnet. Sie beträgt in etwa  $\frac{1}{3}$  der Zustellung im Durchmesser.

### Axiale Verschiebung = $\tan 30^\circ \times$ Radiale Zustellung

Fehlt am Ende noch ein Span, so wird radial in  $\frac{5}{100}$  Schritten zugestellt, bis die Gewindeprobe zufriedenstellend ausfällt. Beim letzten Zustellschritt wird der Oberschlitten um  $\frac{5}{100}$  nach

rechts verstellt und nochmals durchgefahren. Auf diese Weise entsteht eine schönere Gewindeflanke.

<b>Radial-Flanken-Zustellung</b>				
Anzahl	Zustellung X-Achse		Verschiebung Z-Achse	
1. Schritt	0,50	- 0,50	---	---
2. Schritt	0,50	- 1,00	---	---
3. Schritt	0,40	- 1,40	0,29	- 0,29
4. Schritt	0,40	- 1,80	0,17	- 0,46
5. Schritt	0,40	- 2,20	0,17	- 0,63
6. Schritt	0,30	- 2,50	0,17	- 0,80
7. Schritt	0,20	- 2,70	0,12	- 0,92
8. Schritt	0,05	- 2,75	0,08	- 1,00
9. Schritt	0,50	<b>- 2,80</b>	0,08	-1,08

### 7.3 Wechselseitige Radial-Flanken-Zustellung

Ein ISO-Regelgewinde M20 ist anzufertigen. Benutze dafür ein Ifanger-Gewindemesser.

- Erster Schnitt nur radial zustellen.
- Restliche Schnitte radial und in der Flanke alternierend zustellen.
- Reichlich Kühlmittel verwenden.

<b>Wechselseitige Radial-Flanken-Zustellung</b>			
Anzahl	Zustellung X-Achse		Flanke wechselnd
1. Schritt	0,50	- 0,50	---
2. Schritt	0,50	- 1,00	- 0,15
3. Schritt	0,40	- 1,40	+ 0,15
4. Schritt	0,40	- 1,80	- 0,15
5. Schritt	0,40	- 2,20	+ 0,15
6. Schritt	0,30	- 2,50	- 0,10
7. Schritt	0,20	- 2,70	+ 0,10
8. Schritt	0,05	- 2,75	- 0,10
9. Schritt	0,50	<b>- 2,80</b>	+ 0,10

Fehlt nach dem letzten Schritt noch ein Span, so wird nur noch radial in  $\frac{5}{100}$  Schritten zugestellt, bis die Gewindeprobe zufriedenstellend ausfällt.

Links:

[https://www.youtube.com/watch?v=IPTq\\_PpUM04](https://www.youtube.com/watch?v=IPTq_PpUM04)

<https://www.youtube.com/watch?v=-3Z4PfrITil>

<https://www.youtube.com/watch?v=EZnyuDS4ZTs>

<https://www.youtube.com/watch?v=2xpb6YpgmBA>