

FORMATION  
ifpm



# BEARBEITUNG

DREHEN  
FRÄSEN



## Inhalt

<b>BEARBEITUNG - Drehen .....</b>	<b>1</b>
Parallel drehmaschine .....	2
Drehen .....	3
Die arbeitsvorgänge .....	5
Schnittgeschwindigkeit (VC) .....	6
Herstellung eines konus .....	7
Werkzeuge der drehmaschine .....	8
Bearbeitungszeichen .....	8
Das gewindeschneiden .....	9
Amboss-mikrometer .....	10
Voreinstellung eines Durchgangs von 1/100 mm auf einer Drehmaschine .....	11
Leichtmetall-legierungen .....	11
<b>BEARBEITUNG - Fräsen .....</b>	<b>13</b>
Einleitung .....	14
Klassifizierung der fräsen .....	15
Die wesentlichen Arbeitsvorgänge beim Fräsen .....	16
Planfräsen und Plan-und Drehfräsen .....	17
Die platten .....	18
Lösung von Problemen .....	20
Die Korngröße von Karbid .....	20
Oberflächenzustand .....	21
Bearbeitung eines Parallelepiped .....	21
Gegenlauf-fräsen .....	22
Gleichlaufräsen .....	22
Arbeitsweise der fräsen .....	23
Schieb lehre zu 1/10 mm .....	23
Durchgangstiefe (Clarkson Normen) .....	25
Einfluss des durchmessers auf die schnittparameter .....	26
Schnittgeschwindigkeit beim fräsen .....	27
Die Schnittwinkel und die Spanbildung .....	28
Die bearbeitung und wärmeerzeugung .....	29
Messuhr .....	30
Ausrichten des verstellbaren tisches .....	31
Ausrichten des universalkopfes .....	32
Ausrichten des schraubstocks .....	33
Vorschubgeschwindigkeit .....	34

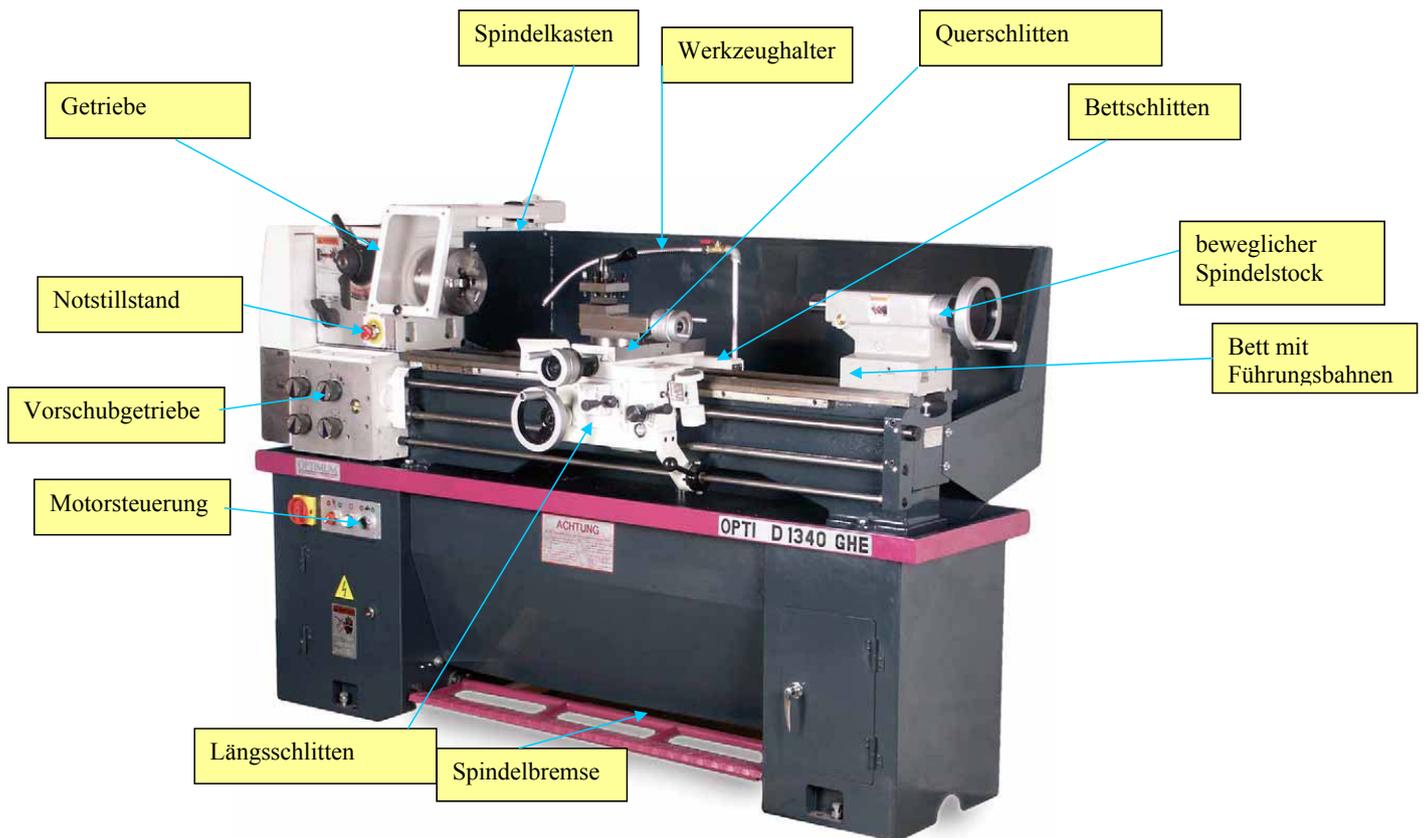
Das Amboss-Mikrometer .....	36
Tabelle der Schnittparameter .....	37
Zusammenfassung .....	37
Abmontieren der fräsdorne .....	38
Tiefenmesser und tiefenmikrometer .....	39
Beispiel der Materialspezifikation .....	39
Spanquerschnitt .....	40
Typen von Fräsen .....	41
Die Schnittkraft .....	45
Die beseitigung des spiels .....	46
Auswahl des fräsendurchmessers .....	46
Anbauvorrichtungen und fräsdorne .....	47
Ausarbeitung von metallkarbiden .....	47
Abnutzung der platten .....	48
Zusammenfassung des problemen und messungen .....	50
Schaftfräse mit wendeplatten aus hartmetall .....	51



# BEARBEITUNG

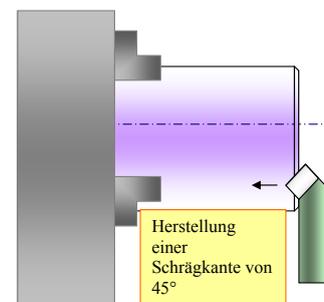
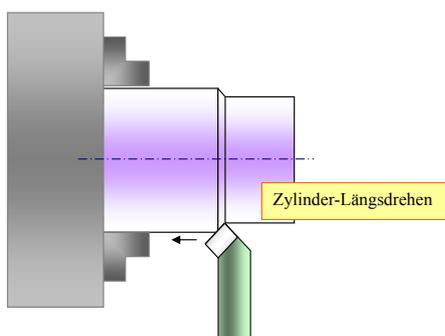
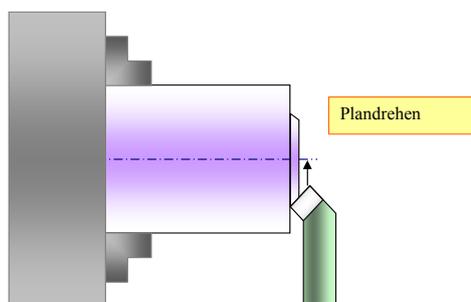
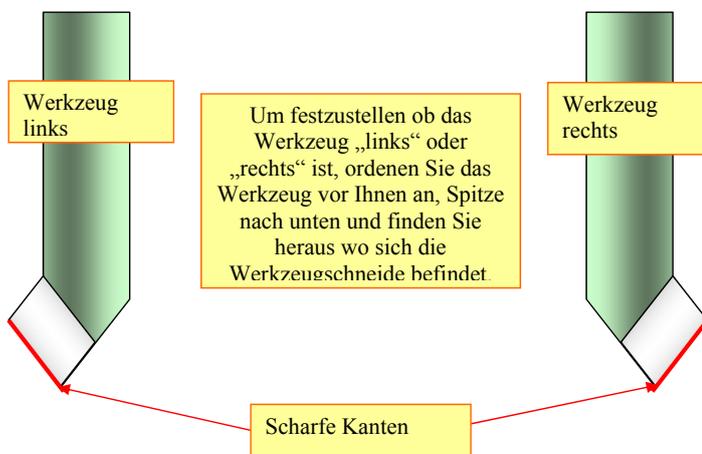
## DREHEN

## PARALLEL DREHMASCHINE



# DREHEN

## Der gebogene Überdrehhalter



**Drehen oder Plandrehen**

Arbeitsvorgang zur Bearbeitung der Vorsprünge und ebenen Flächen auf einer Werkzeugmaschine. Auf einer Drehmaschine entspricht das Drehen einer Bewegung des Werkzeugs entlang einer Achse, die senkrecht zur Drehachse des Werkstücks steht.

**Drehrichtung**

**Bewegung des Werkzeugs**

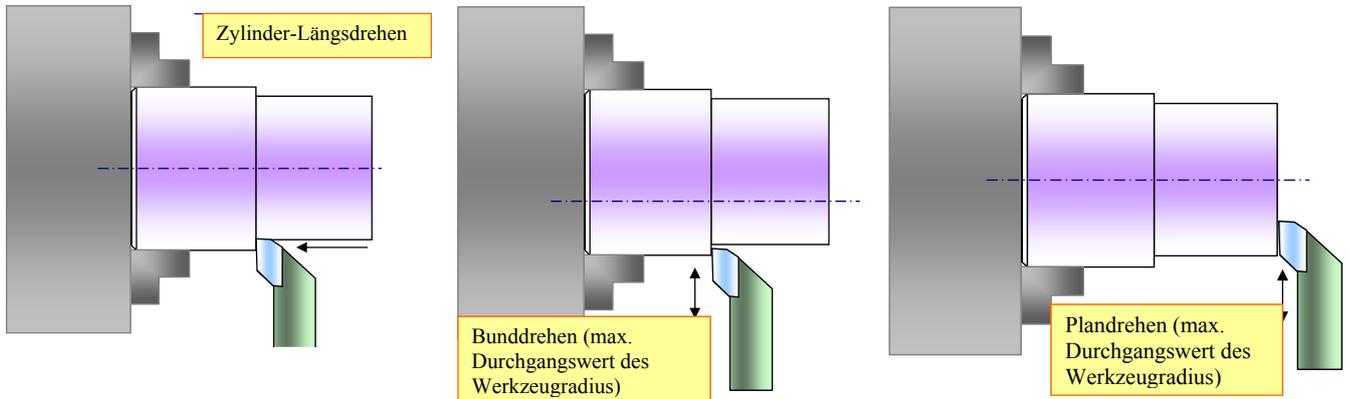
**Werkzeug zum Längsdrehen - Drehen**

**Seitlicher Freiwinkel 5°**

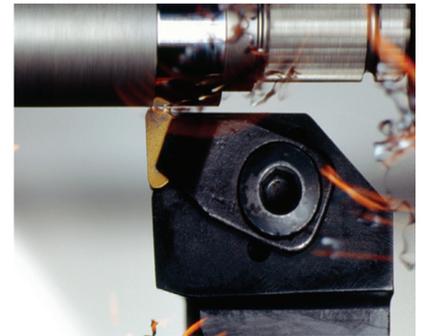
**Spitzenwinkel 80°**

**Seitlicher Freiwinkel 5°**

## Das Längsdrehen

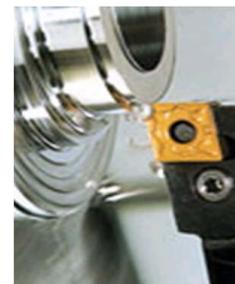


**Schlittensystem oder Längsdrehen**  
Arbeitsvorgang zur Bearbeitung eines Zylinders auf einer Drehmaschine mit einem bestimmten Durchmesser durch Bewegung des Schneidwerkzeugs entlang einer Achse parallel zur Werkstückachse.

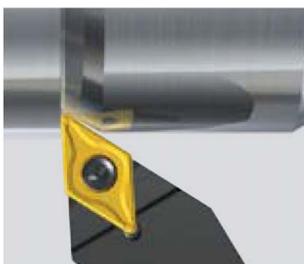


## Das Werkzeug zum Längsdrehen

Das Werkzeug zum Längsdrehen-Drehen eignet sich sehr gut für das Längsdrehen. Darüber hinaus dient es auch zum Drehen. SEHR WIDERSTANDSFÄHIG (wenn möglich als 1. Wahl verwenden).



Das Werkzeug zum Längsdrehen (kopieren 55°) Weniger widerstandsfähige Spitze



Wir verfügen jedoch über eine große Anzahl von Werkzeugen für diese Art von Bearbeitung, die durch Form des Werkzeugs und die Form der Platte gekennzeichnet ist.

DIE WAHL HÄNGT VON DER AUSZUFÜHRENDEN ARBEIT AB.

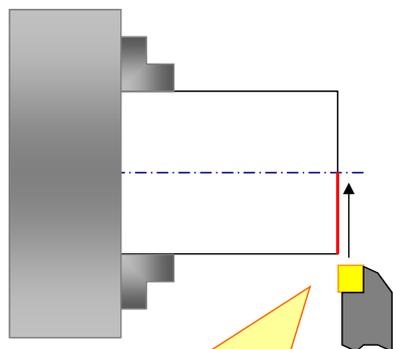


Das Werkzeug zum Längsdrehen (kopieren 35°) Weniger widerstandsfähige Spitze



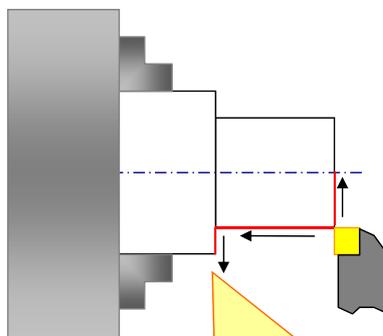
## DIE ARBEITSVORGÄNGE

DREHEN



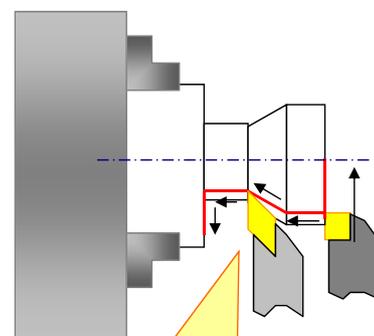
Das Drehen erfolgt unabhängig vom  $\varnothing$ , vom größten bis zum kleinsten (durch Schieben). Die Resultate für den Oberflächen- und Formzustand sind besser.

PLANDREHEN  
LÄNGSDREHEN  
BUNDDREHEN



Das Bunddrehen erfolgt unabhängig vom  $\varnothing$ , vom größten bis zum kleinsten (durch Schieben) oder vom kleinsten bis zum größten  $\varnothing$  (durch Ziehen). Die Wahl hängt hauptsächlich von der Bundlänge ab. Das Resultat für den Oberflächen- und Formzustand ist jedoch immer besser beim Schieben.

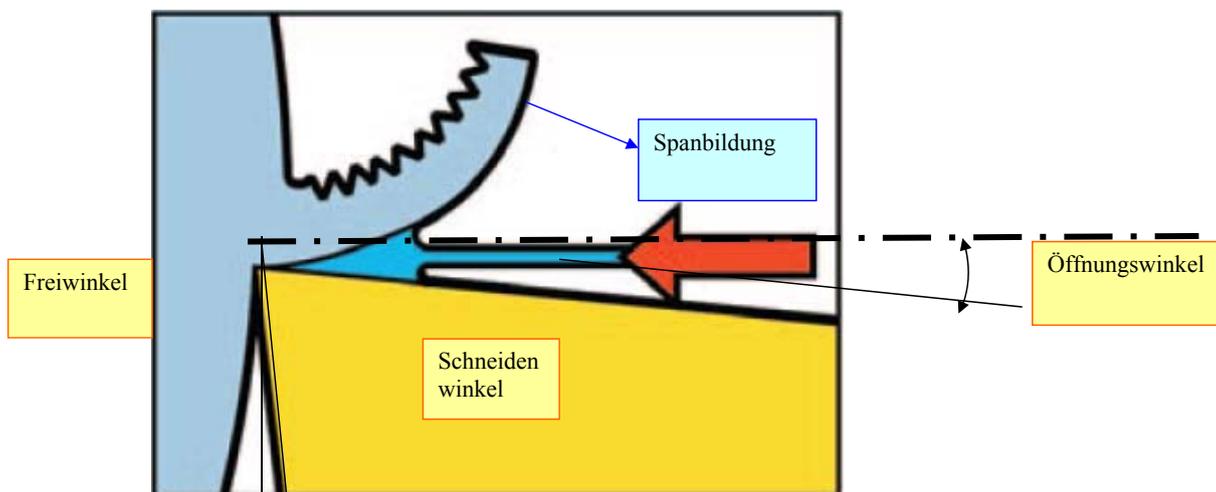
PLANDREHEN  
LÄNGSDREHEN  
KOPIEREN  
BUNDDREHEN



Bei bestimmten Typen von Bearbeitung ist aufgrund der Werkstückform das Austauschen des Werkzeugs erforderlich. Es ist eine andere Wahl geboten.

## WINKEL DER DREHWERKZEUGE

MATERIAL	FREIWINKEL	SCHNEIDWINKEL	ÖFFNUNGSWINKEL
Grauguß	5°	75°	10°
Weißguß	4°	82°	4°
Weichstahl	6°	60°	24°
Mittelharter Stahl	6°	65°	19°
Harter Stahl	5°	75°	10°
Bronze	6°	80°	4°
Messing	6°	82°	2°
Aluminium	7°	43°	40°
Duraluminium	7°	43°	40°



## SCHNITTGESCHWINDIGKEIT (VC)

Die Schnittgeschwindigkeit oder „VC“, ist die Umlaufbahn (oder Umfang), den ein Punkt auf dem Außendurchmesser des Werkstücks innerhalb einer Minute zurücklegt. Sie wird in **Meter pro Minute** oder auch **m/min** ausgedrückt.

Insgesamt handelt es sich um die Länge des Spans in **Meter** während einer Zeiteinheit: **die Minute**.

Ein Punkt auf einem Durchmesser „D“ in **mm**, der auf einer Drehmaschine eine Strecke von  $\pi \times D$  in mm zurücklegt.

Wenn sich „n“ in **U/min dreht**, erhalten wir für eine Minute  $\pi \times D \times n =$  die Schnittgeschwindigkeit **VC**, in **mm pro min**.

Um **m/min** zu erhalten, reicht es aus durch **1000** zu dividieren

$$\text{VC} = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

Kurz gefasst, haben wir

Die Schnittgeschwindigkeit hängt von mehreren Variablen ab. Die hauptsächlichen Variablen sind:

1° die Art des Metalls, aus dem das Werkstück besteht: Aluminium, Bronze, Guss, Kohlenstoffstahl, legierter Stahl, usw.;

2° die Art des Metalls, aus dem das Werkzeug besteht: HSS, HSSC, Karbid mit oder ohne Verkleidung, usw.;

3° der Querschnitt des Spans (ein veränderbares Element je nachdem, ob es sich um eine Vor- oder Endbearbeitung handelt);

4° und noch viele weitere Variablen.

Wir müssen uns bewusst sein, dass genau so wie beim Reiben unserer Hände, sich unser Werkzeug durch die Reibung auf dem Werkstück erwärmen wird.

Je härter das Material, desto mehr Aufwand und Erwärmung.

Je härter das Werkzeug ist, desto mehr Widerstand leistet es gegen die Erwärmung.

Bestimmte Werkzeughersteller haben Werkzeuge mit Verkleidungen entwickelt, deren Eigenschaften die Reibung erleichtern → den Aufwand verringern → die Erwärmung verringern.

**Die Schneidparameter hängen von der gewünschten Lebensdauer der Schnittkante unseres Werkzeugs ab.**

Kurz gesagt, wir müssen nicht die VC berechnen, sondern jene Parameter kennen, die uns erlauben, in den Handbüchern und Katalogen der Werkzeughersteller die RICHTIGE WAHL zu treffen.

## GRUNDSCHNITTGESCHWINDIGKEIT (Vorbearbeitung)

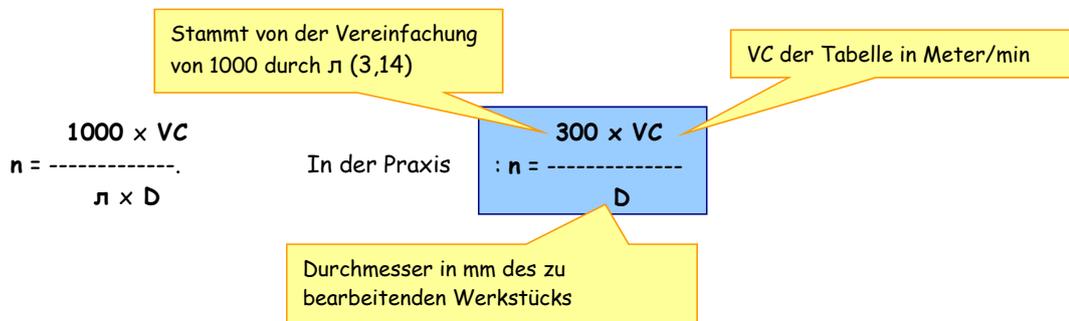
ZU BEARBEITENDES MATERIAL	MATERIAL DES WERKZEUGS		
	A.R.O	A.R.S.	C.M. (mittel)
Weichstahl bis Rm45 kg/mm <sup>2</sup>	30 m/min	50 m/min	220 m/min
Weichstahl bis Rm 55	20 m/min	40 m/min	190 m/min
Halbharter/harter Stahl bis Rm 65	18 m/min	30 m/min	160 m/min
Hartstahl bis Rm 75	15 m/min	25 m/min	130 m/min
Hartstahl bis Rm 85	10 m/min	15 m/min	105 m/min
Weiches Gußeisen	20 m/min	30 m/min	100 m/min
Kupfer	100 m/min	150 m/min	280 m/min
Messing	60 m/min	75 m/min	325 m/min
Zinnbronze	30 m/min	40 m/min	320 m/min
Bronze oder Phosphor	20 m/min	30 m/min	280 m/min
Aluminium	150 m/min	350 m/min	395 m/min
Duraluminium	125 m/min	200 m/min	320 m/min
Nylon	125 m/min	200 m/min	-
Rostfreie Stähle		10 bis 15 m/min	135 m/min
Spezialstähle Or-Ni-Va-Mo		8 bis 30 m/min	65 m/min

Bei Karbiden dient die Dokumentation des Lieferanten als einzige Referenz. Die Werte in dieser Tabelle sind Richtwerte.

A.R.O. = gewöhnlicher Schnellarbeitsstahl  
A.R.O. = Qualitäts-Schnellarbeitsstahl  
C.M. = Metallkarbide

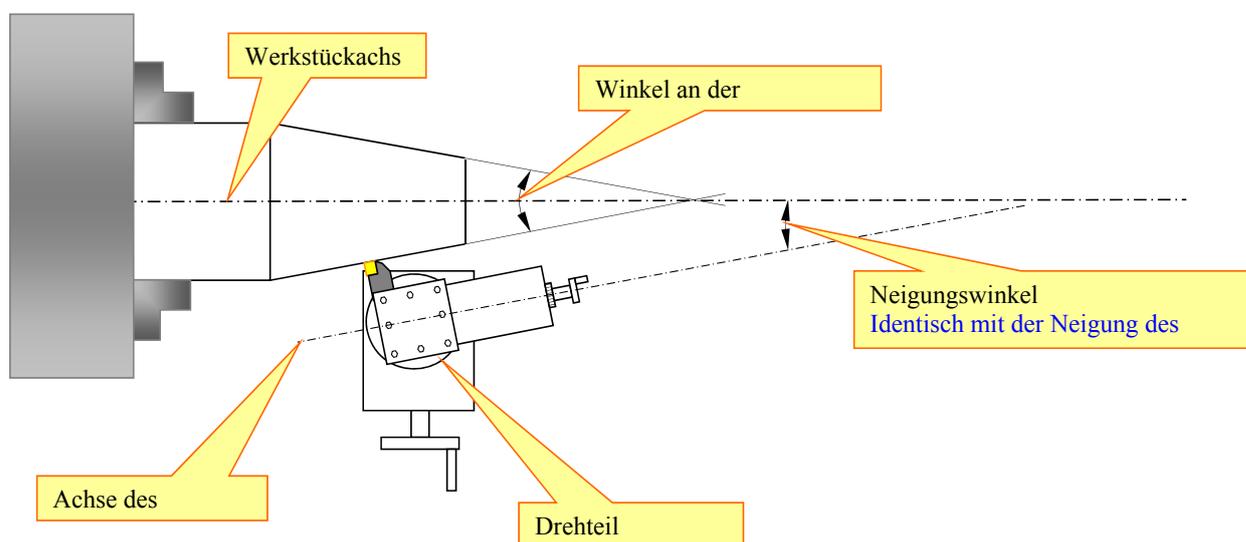
## BERECHNUNG DER DREHGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT VOM DURCHMESSER DES WERKSTÜCKS UND DER SCHNITTGESCHWINDIGKEIT

**VC m/min** ist eine Angabe, es ist erforderlich die Drehgeschwindigkeit **n Tr/min** zu berechnen



Mit einer ausgiebigen Befeuchtung erhöht man die derart erhaltenen Geschwindigkeiten um 25%.  
Schmierung: lösliches Öl oder Schneidöl.

## HERSTELLUNG EINES KONUS

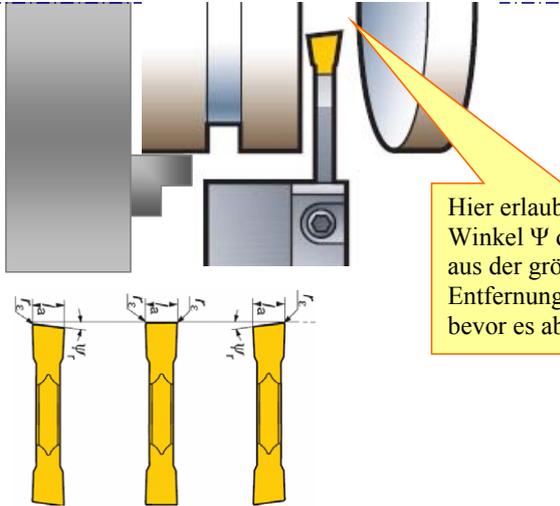


Neigungswinkel oder Neigung des Werkzeugschlittens =

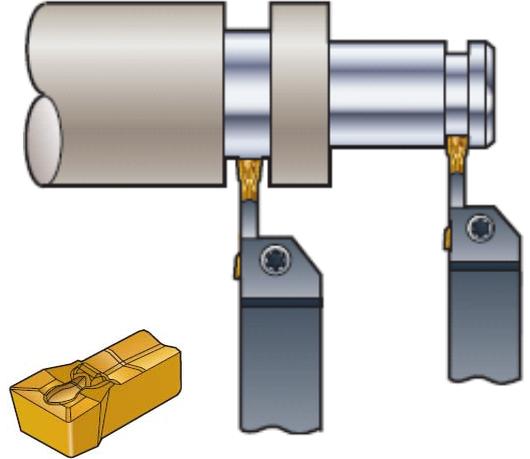
$$\frac{\text{Winkel an der Spitze des Konus}}{2}$$

# WERKZEUGE DER DREHMASCHINE

**Abstechwerkzeug**



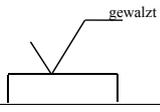
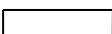
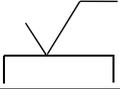
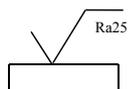
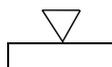
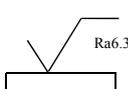
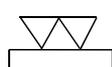
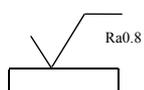
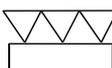
**Einstechmeißel oder Nutenmeißel**



- Das Metall erst nach dem Abschleifen angreifen;
- So nahe wie möglich der Spindel abschneiden;
- Den Grundschlitten auf dem Bett blockieren;
- Vermeiden vor dem Beginn des Schneidens zu schmieren;
- Wenn das Werkstück ein Loch aufweist, dieses auf einen Stab setzen.

## BEARBEITUNGSZEICHEN

Zweck: die Bearbeitungszeichen erlauben es jene Oberflächen zu unterscheiden, die rauh bleiben sollen, von jenen, die zu bearbeiten sind. Darüber hinaus zeigen sie den Endzustand der bearbeiteten Flächen an.

NORMALISIERTE ZEICHEN	Frühere Zeichen	BEZEICHNUNG	VORSICHTSMASSNAHME
		Raue Flächen, die im Anschluss an Arbeiten wie Formen, Schmieden, Walzen, Ziehen, usw. erhalten werden.	Raue Oberflächen.
		Raue jedoch saubere, durch eine sorgfältigere Arbeit erhaltene Oberflächen.	Keine Bearbeitungs-Überhöhung vorsehen.
		Oberflächen, die nach einem oder mehreren Grobschliffen erhalten werden. Die vom Werkzeug verursachten Riefen sind fühlbar und mit bloßem Auge erkennbar.	Bearbeitete Oberflächen.
		Oberflächen, die nach einer oder mehreren Endbearbeitungen erhalten werden. Die vom Werkzeug verursachten Riefen sind mit bloßem Auge kaum erkennbar. Endarbeit genannt „normal“.	Eine Bearbeitungs-Überhöhe vorsehen.
		Oberflächen, die nach einer oder mehreren sorgfältigeren Bearbeitungen erhalten werden. Die vom Werkzeug verursachten Riefen sind mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar. Sorgfältige Endbearbeitung.	Überhöhe vorsehen.

# DAS GEWINDESCHNEIDEN

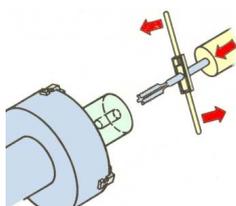
## VON HAND Satz Gewindebohrersatz

Besteht allgemein aus 3 Gewindebohrern die in 3 Durchgangsreihen das Gewinde bilden.

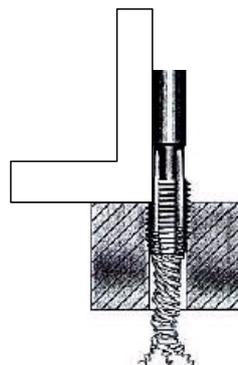


### Das Windeisen

Dient zum Antrieb der Gewindebohrer.  
Es ist fest oder einstellbar.



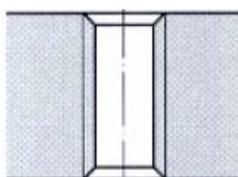
### Anordnung des Gewindebohrers



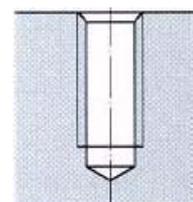
Nenn Ø	Teilung	Stahlbohrung übliche Arbeit $d = D - P$	Bohrung Bronze oder Messing und Gußeisen $d = D - (P \times 1,2)$
Ø 3	0,50	2,5	2,4
Ø 4	0,75	3,25	3,1
Ø 5	0,90	4,10	3,9
Ø 6	1,00	5	4,8
Ø 8	1,25	6,75	6,5
Ø 10	1,50	8,50	8,2
Ø 12	1,75	10,25	10
Ø 14	2,00	12	11,75
Ø 16	2,00	14	13,75

## MASCHINELLE BOHRUNG

### Durchgangslöcher



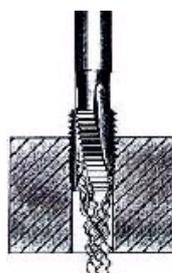
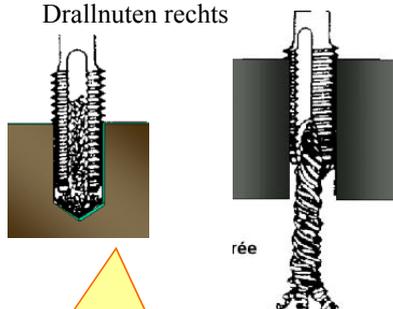
### Sacklöcher



Drallnuten rechts

Drallnuten links

Drallnuten rechtsgerichtet

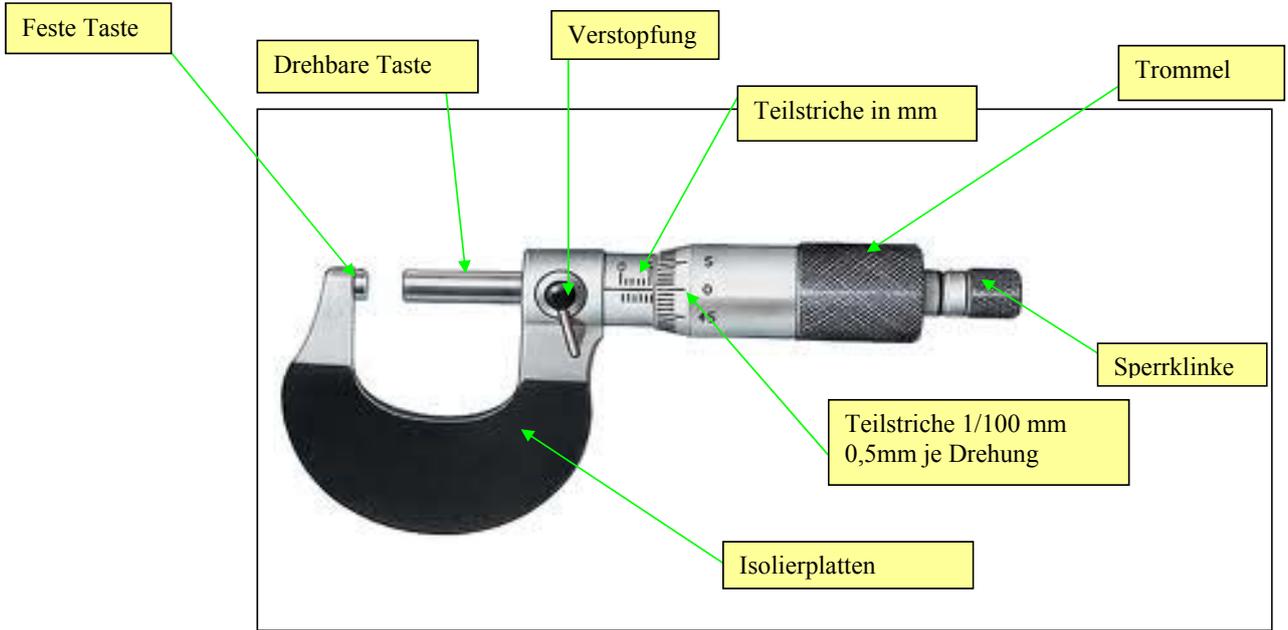


Die gerade Drallnute schiebt den Span nach unten.  
Eignet sich nicht für Sacklöcher.  
Verstopfungsgefahr.

Die linksgerichtete Drallnute schiebt den Span nach unten.  
Eignet sich nicht für Sacklöcher.  
Verstopfungsgefahr.

Die rechtsgerichtete Drallnute schiebt den Span nach oben.  
Eignet sich für Sacklöcher.  
Beseitigt die Verstopfungsgefahr.

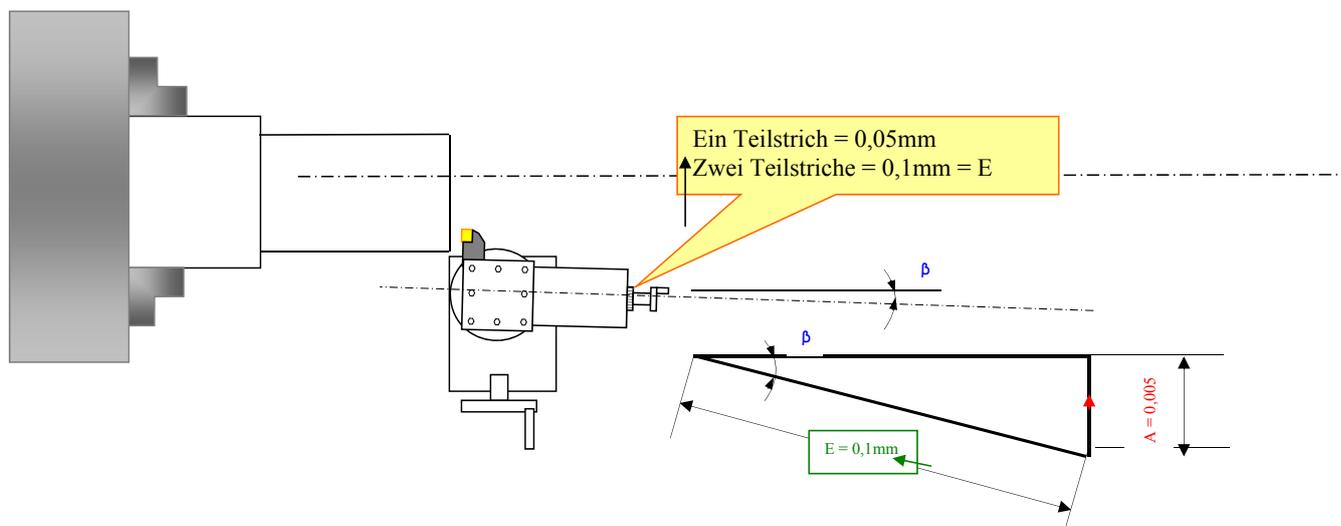
# AMBOSS-MIKROMETER



## Prüfungen

 A) <input type="text"/>	 B) <input type="text"/>	 C) <input type="text"/>	 D) <input type="text"/>	 E) <input type="text"/>	 F) <input type="text"/>	 G) <input type="text"/>	 H) <input type="text"/>	 I) <input type="text"/>	 J) <input type="text"/>
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

## VOREINSTELLUNG EINES DURCHGANGS VON 1/100 MM AUF EINER DREHMASCHINE



Es soll ein Durchgang mit einer Tiefe von  $A=0,005$  mm ausgeführt werden, das heißt 1/100 auf dem Durchmesser des Werkstücks, das in das Spannfutter einer Drehmaschine eingespannt ist. Wenn der Werkzeugschlitten leicht um einen Winkel von  $\beta$  gegen die Achse der Drehmaschine geneigt ist, bestimmt man den Wert von  $\beta$  wie für einen Vorschub  $E = 0,1$  mm des Schlittens, das Werkstück bewegt sich radial um 0,005mm. Bei kleinen Winkeln, entspricht  $A$  einem Bruchteil des Umfangs  $2 \pi E$  mit Mittelpunkt  $O$  und Radius  $E$ .

$$\beta \approx \frac{A}{2 \pi E} \text{ de } 360^\circ = 360 \times \frac{A}{2 \pi E} = 360 \times \frac{0,005}{2 \pi \times 0,1} = \frac{1,8}{0,2 \pi} = \frac{9}{\pi} = 2,87^\circ = 2^\circ + \frac{87}{100} \times 60' = 2^\circ 52'$$

## LEICHTMETALL-LEGIERUNGEN

Unter dieser Bezeichnung versteht man Aluminiumlegierungen, die im allgemeinen mehr als 90% Aluminium enthalten und deren Dichte zwischen 2,6 und 3,2 beträgt.

### 1. GUSSLEGIERUNGEN

Diese Legierungen werden durch Sand- oder Kokillenguß hergestellt, mit oder ohne thermische Behandlung. Sie verfügen über einen normalen Widerstand ( $R = 12$  bis  $20$ ), einen durchschnittlichen Widerstand ( $20$  bis  $28$ ) oder auch einen hohen Widerstand ( $R = + 28$ ).

Aluminium-Zink-Kupfer Legierungen werden für den Bau von Gehäusen verwendet.

Aluminium-Kupfer Legierungen sind für die Automobil- und Luftfahrtindustrie bestimmt.

Aluminium-Silizium-Legierungen werden für den Bau von Gehäusen für Automobile verwendet.

### 2. SCHMIEDELEGIERUNGEN

Diese Legierungen werden in Form von Blöcken und Platten gegossen, die anschließend gewalzt, geschmiedet, gezogen oder gestanzt werden.

**DURALUMINIUM:** dies ist die älteste und gleichzeitig der Prototyp von Legierungen mit hohem Widerstand. Die Zusammensetzung ist wie folgt:

$$\text{Cu: } 3,5 - 4,5\% - \text{Mn: } 0,5\% - \text{Fe: } 0,4\% - \text{Mg: } 0,5\% - \text{Si: } 0,3 - 0,4\%$$

### 3. SCHNEIDELEMENTE

Neigungswinkel zum Schleifen: bis zu  $40^\circ$  bei reinem Aluminium. Wie weicher Stahl für die Legierungen.

Schnittgeschwindigkeit : 65 bis 125 m/min mit Werkzeugen aus A.R., entsprechend der Geschicklichkeit des Bedieners mit Werkzeugen aus C.M.

### 4. BEMERKUNGEN

Bei der Bearbeitung von Aluminium und bestimmten Aluminium-Legierungen haben die Späne die unangenehme Tendenz an den Werkzeugen haften zu bleiben. Um dem entgegenzuwirken sollte mit einem löslichen Öl oder mit Petroleum geschmiert werden.

**BOHRER MIT GERINGER GANGHÖHE:** dieser Bohrer ist für das Hochleistungsbohren von Aluminium-, Rotkupferlegierungen und Legierungen anderer Weichmetalle ausgelegt.





# BEARBEITUNG

## FRÄSEN

## EINLEITUNG

### DIE MASCHINENELEMENTE UND ACHSEN



### SICHERHEITSHINWEISE FÜR DIE ARBEIT AN FRÄSMASCHINEN

- Keine lose Kleidung tragen; die Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen und das Haar darunter verstecken;
- Weder das Werkstück noch die Fräse während der Arbeit berühren;
- Einen Pinsel oder eine Hand- Bürste verwenden, um die Späne zu entfernen;
- Auf keinen Fall eine Maschine während des Betriebs reinigen oder schmieren;
- Vor dem Abmontieren des Spannfutters überprüfen, ob die Stromzufuhr abgeschaltet ist (Sicherheitsmaßnahme);
- Tragen Sie Schutzbrillen immer dann, wenn Späneflug stattfindet, benutzen Sie eine Schutzabdeckung wenn vorhanden, und ebenso bei Arbeiten mit Druckluft;
- Keine Kontrollen durchführen, während die Maschine im Betrieb ist;
- Entfernen Sie das Werkstück ausreichend von der Fräse, um eine Messung vorzunehmen, um jeden zufällige Berührung der Fräse mit der Hand zu vermeiden;
- Verwenden Sie für kurze Abstände keine schnelle Bewegung; falls diese für die Annäherung an die Fräse benutzt wird, frühzeitig abbrechen und die Annäherung mit Hilfe der manuellen Bewegung fortsetzen;
- Stellen Sie sicher, dass das Werkstück und alle Zubehörteile einwandfrei befestigt sind, bevor Sie mit der Arbeit beginnen;
- Bei Vorliegen eines Störfalls schalten Sie die Maschine sofort ab; im allgemeinen, ist es erforderlich die Vorschubbewegung vor der Drehbewegung zu stoppen, doch falls erforderlich, benutzen Sie den generellen Notstillstandsknopf;
- Melden Sie umgehend jeden Fehler oder jede festgestellte Beschädigung;
- Setzen Sie ein Schutzgehäuse auf die Zahnradgetriebe der Teilvorrichtung;
- Zum Montieren oder Abmontieren eines schweren Teils oder Zubehör, lassen Sie sich von einer anderen Person helfen;
- Ergreifen Sie auf keinen Fall die Initiative an der elektrischen Anlage zu arbeiten.

## KLASSIFIZIERUNG DER FRÄSEN



### Universal-Fräsmaschine:

Die Grundmaschine ist eine Fräsmaschine mit horizontaler Achse und verstellbarem Tisch; die Vorschubbewegungen werden auf den Tisch übertragen; nur der Fräser-Aufnahmedorn führt eine Drehbewegung aus.

Die Maschine ist so ausgelegt, dass sie mit einem Universalfräskopf und Spezialausrüstungen ausgestattet werden kann wie zum Beispiel : Teilgeräte, Rundtische, Nutstoß, Aggregate, usw.

Im Prinzip ermöglicht sie die Ausführung aller geläufigen Arbeitsvorgänge: ihre Universalität beruht im wesentlichen auf der Möglichkeit sie als horizontale oder vertikale Fräsmaschine zu verwenden und den Antrieb der Teilgeräte sicherzustellen.

### Vertikale Fräsmaschine:

Was letztere von der vorigen am meisten unterscheidet, ist die Tatsache, dass der vertikale Fräskopf eine Axialbewegung der Spindel bewirkt; der Tisch ist nicht verstellbar; sie ist nicht dazu ausgelegt Umwandlungselemente aufzunehmen; der Kopf kann nicht abmontiert werden, kann aber auf einer Ebene verstellt werden. Sie wird hauptsächlich dazu verwendet, um Arbeiten wie Planfräsen, Rallsicken und Flanschen mit Schnittleistungen durchzuführen, die wesentlich höher sind als jene einer Maschine mit Universalkopf.

Darüber hinaus erlaubt die Axialbewegung des Spindelfutters aufeinanderfolgende Ausführung von Flanschen oder Planfräsarbeiten auf verschiedenen Höhen desselben Werkstücks, wodurch der vertikale Bewegungsmechanismus der Konsole geschont wird, da er während der gesamten Dauer dieser Arbeiten gesperrt bleibt.

### Horizontale Fräsmaschine:

Drei Vorschubbewegungen des Auflagetisches; der Tisch ist nicht verstellbar.

Die Maschine wird nur selten in dieser Ausführung vermarktet. In den meisten Fällen sehen die Hersteller die Möglichkeit für das Anbringen von Zubehörteilen - Universalkopf - vertikaler Kopf. Sie wird häufig als Universalfräsmaschine eingeordnet.



## Einige Varianten



### Universal-Werkzeugfräsmaschine:

Obwohl ihre Leistungsfähigkeit in den meisten Fällen ziemlich begrenzt ist, wird sie als die am meisten universelle Maschine betrachtet.

Die Grundmaschine ist gekennzeichnet dadurch, dass sie über keine Konsole verfügt sondern über eine vertikale Tischoberfläche; dieser Tisch kann einen Tisch im rechten Winkel aufnehmen oder einen auf 2 Ebenen verstellbaren Universalstisch.

Die horizontale Spindel ermöglicht eine Axialbewegung des Spindelfutters.

Die Querbewegung wird ermöglicht durch Bewegung des oberen Schlittens, der mit einer großen Anzahl von verschiedenen Köpfen ausgestattet werden kann: universelle, vertikale, zum Stechen, zum Bohren, usw. Ihre Benutzung beschränkt sich auf die Herstellung von Matrizen, Stempeln, Formen, Schablonen und Prototypen. Sie ist häufig mit optischen Lesegeräten für sehr präzise Bewegungen ausgestattet.

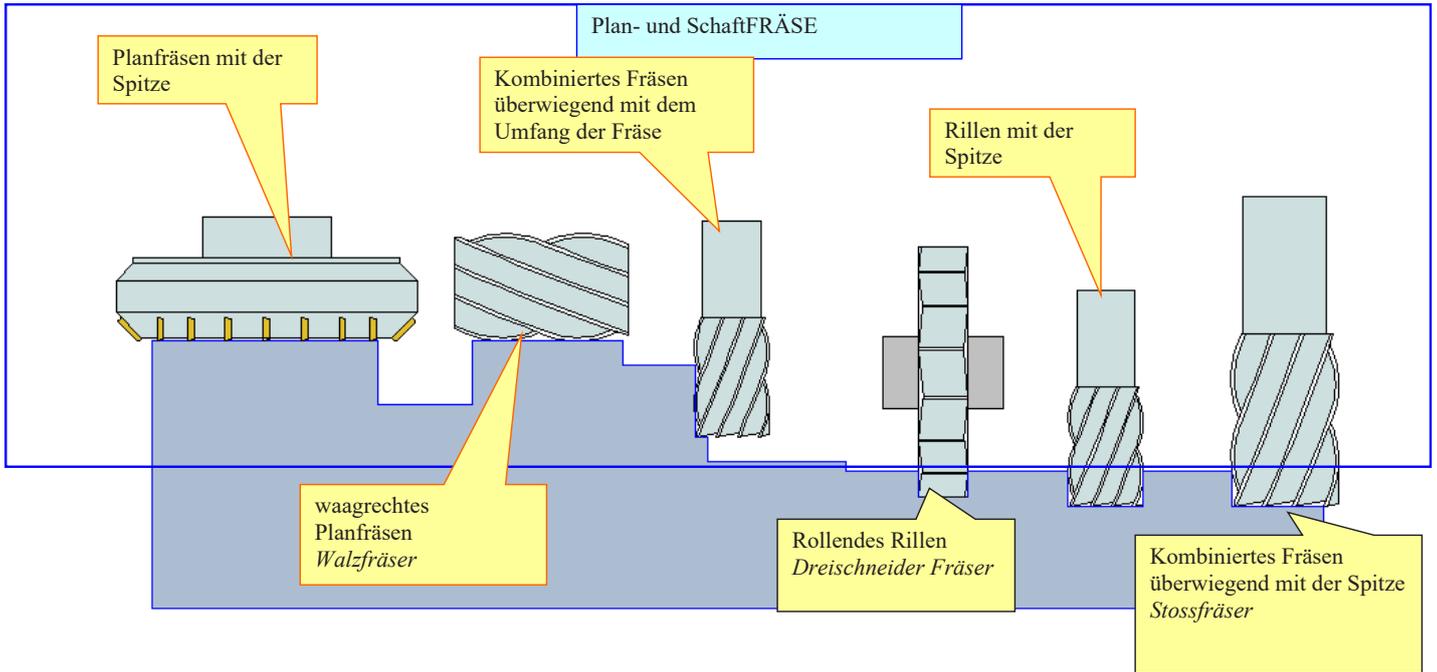


### Fräsmaschine mit Schlitten:

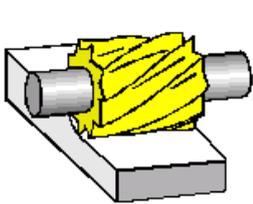
Oberschlitten motorisiert: der Oberschlitten verfügt über alle Antriebsmechanismen der Spindel und über einen unabhängigen Motor; der Fräskopf am Ende des Schlittens kann universell oder vertikal sein.

Diese Ausführung wird häufig auch mit einer waagrechten Spindel vorgesehen, die von einem klassischen System angetrieben wird, das somit mit 2 Spindeln ausgerüstet ist; die Maschine kann sehr rasch für Arbeiten angepasst werden, die ein häufiges Austauschen des Fräskopfs erfordern.

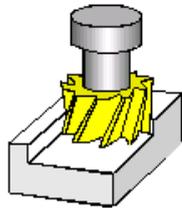
# DIE WESENTLICHEN ARBEITSVORGÄNGE BEIM FRÄSEN



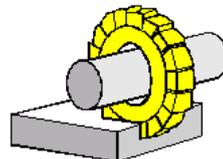
## DIE FRÄSEN



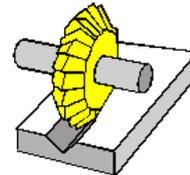
Walzenfräse 1 Größe  
Ebene Oberflächen



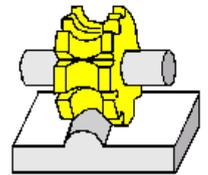
Walzenstirnfräse mit 2 Größen  
ebene Oberfläche und Ecken



Dreiseitig schneidende Fräse  
Versetzte Zahnungezn  
Rillen, Nuten

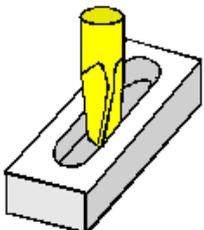


bikonische Fräse  
Prismenführung

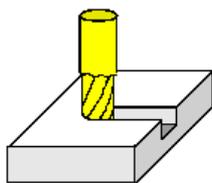


Fräse mit konkav  
kreisförmigem Profil  
kreisförmige  
Führungen

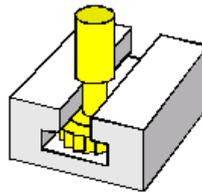
### SCHAFTFRÄSE



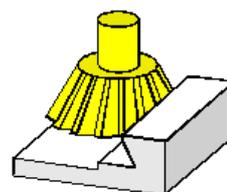
Rillenfräse  
Nuten und Taschen



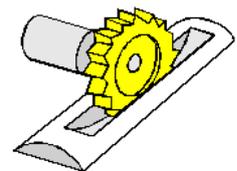
Nutfräse  
Tiefe Nuten und Konturen



Fräse für T-Nuten  
T-Nuten



Konische Fräse  
zweiseitig schneidend  
Winkelführung



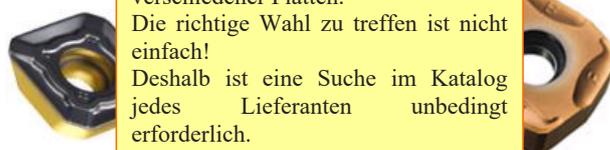
Fräse 1 Größe  
Keilnuten

## PLANFRÄSEN UND PLAN-UND DREHFRÄSEN

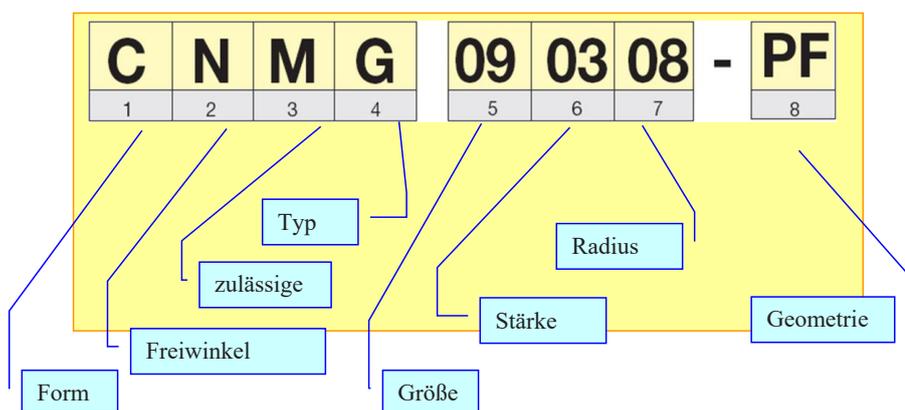


Es gibt unzählige verschiedene Fräsen, die sich durch die Anzahl Zahnungen, Durchmesser, Form des Fräskörpers und der Platte, die Befestigung der Fräse und der Platte, die Schneidwinkel, usw. unterscheiden. Wir werden die Einzelheiten dieser Varianten später besprechen.

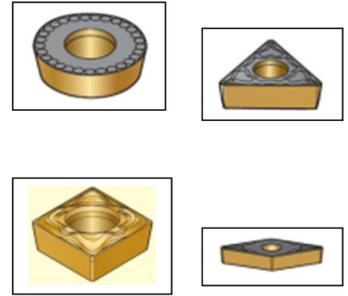
## DIE PLATTEN



Wir verfügen über eine große Anzahl verschiedener Platten. Die richtige Wahl zu treffen ist nicht einfach! Deshalb ist eine Suche im Katalog jedes Lieferanten unbedingt erforderlich. Die Suchparameter sind folgende.



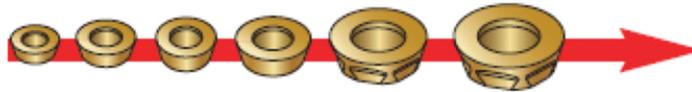
In den Katalogen wird sie durch einen Buchstaben definiert



1. DIE FORM DER PLATTE						
80° <b>C</b>	55° <b>D</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	35° <b>V</b>	80° <b>W</b>

2. DER FREIWINKEL DER PLATTE		
5° <b>B</b>	7° <b>C</b>	0° <b>N</b>

3. DER TYP DER PLATTE	
<b>A</b>	<b>G</b>
<b>M</b>	<b>T</b>



5. GRÖSSE DER PLATTE = LÄNGE DER SCHNEIDKANTE						
<i>l</i> mm: 06-19	07-15	06-12	09-19	06-22	11-16	06-08

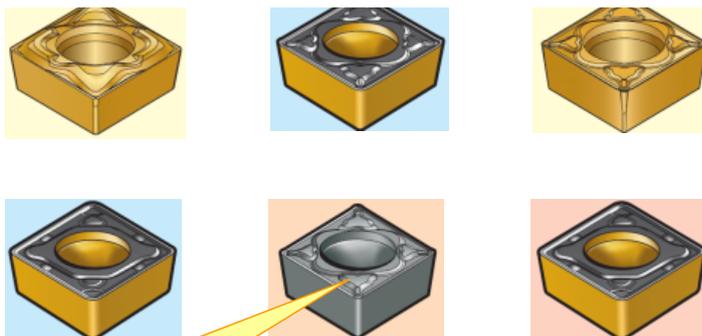
7. ECKENRADIUS	
	04 $r_{\epsilon} = 0,4$
	08 $r_{\epsilon} = 0,8$
	12 $r_{\epsilon} = 1,2$
	16 $r_{\epsilon} = 1,6$
	24 $r_{\epsilon} = 2,4$

### 8. Die Geometrie – entsprechend dem Hersteller

Es ist möglich, dass ein Code hinzugefügt wird: ein Symbol bestehend aus zwei Buchstaben zur Beschreibung der Plattengeometrie.

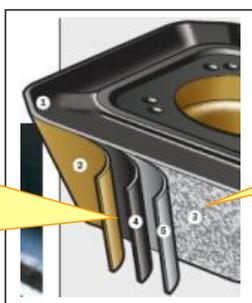
**PF** = ISO **P** Endbearbeitung

**MR** = ISO **M** Rohling



Form des Spanbrechers bestimmt, ob die Platte Rohling oder Endbearbeitung ist

Andere Verkleidung zur Verbesserung bestimmter Eigenschaften. z. B.:  
 Aluminiumoxid, Titan **TiN**, **TiCN**, **TiAlN**, **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** und weitere.  
 PVD; physikalische Dampfphasenabscheidung bei Tief-t° (400° bis 600°) im Vakuum.  
 CVD; chemische Dampfphasenabscheidung bei Hoch-t° (700° bis 1050°) im Vakuum.



Karbidgemisch mit unterschiedlicher Korngröße Binder und Zusatzstoff. z.

### Form der Schnittkante (herstellerspezifisch)

**Leicht**  
L

Leichtes Fräsen.  
Geringe Schnittkraft.  
Geringer Vorschub

Basisauswahl Mittel  
M

Allgemeines Fräsen in der Mehrzahl der Werkstoffe

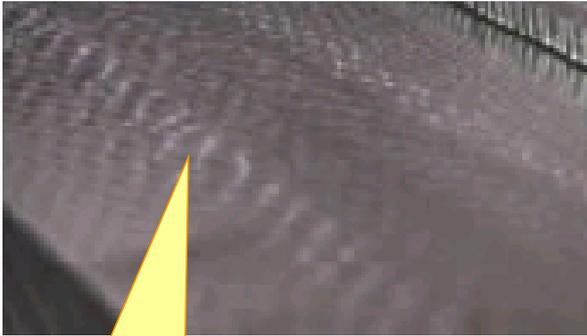
**Schwer**  
H

Schweres Fräsen  
Hohe Schnittkräfte.  
Starker Vorschub

Hier können wir eine Verstärkung der Schneidkante durch die Abschrägung sehen (bei hohem Schnittdruck).

ISO/ANSI	L	M	H
<b>Stähle</b>	<b>P</b>		
<b>Rostfreie Stähle</b>	<b>M</b>		
<b>Guss</b>	<b>K</b>		
<b>Nichteisenmetalle</b>	<b>N</b>		
<b>Feuerfeste Werkstoffe</b>	<b>S</b>		
<b>Gehärtete Metalle</b>	<b>H</b>		

## LÖSUNG VON PROBLEMEN



Rattermarken aufgrund von Vibrationen des Werkstücks, des Werkzeugs oder einer zu übermäßigen Ausladung.



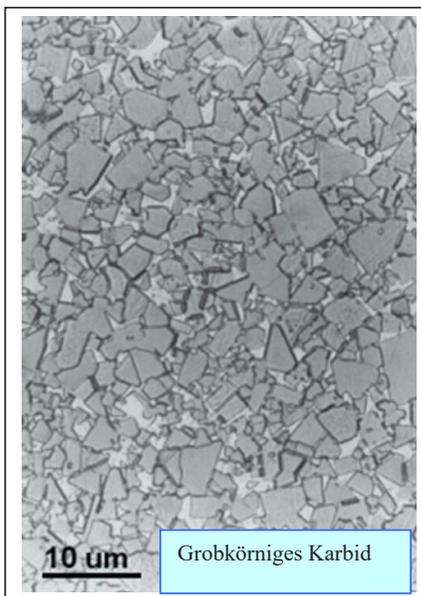
Einwandfrei

isuell können wir bestimmte Feststellungen machen. Bei der Bearbeitung müssen wir auf Geräusche achten, die durch den Schnitt verursacht werden und manchmal bereits bei den ersten Anzeichen reagieren, um einen Bruch des Werkzeugs oder der Platte(n) zu vermeiden.

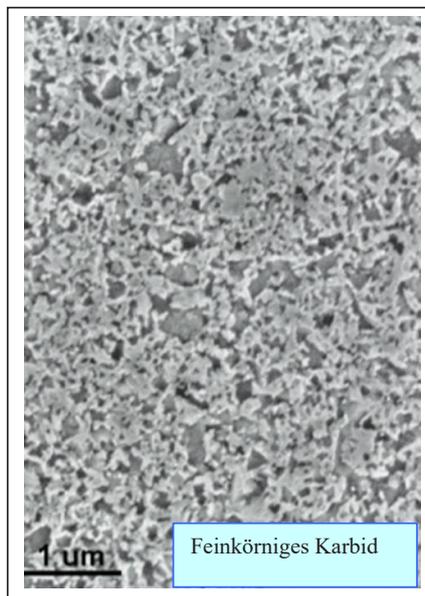
**Wir müssen alle Sinne wach halten.**

Dank der Übung und Gewohnheit erkennen wir die sogenannten „normalen“ Geräusche und Vibrationen

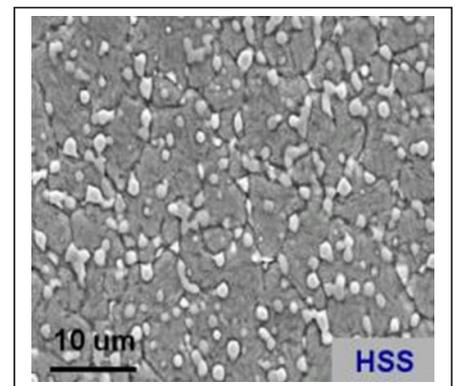
## DIE KORNGRÖSSE VON KARBID



Grobkörniges Karbid



Feinkörniges Karbid



HSS

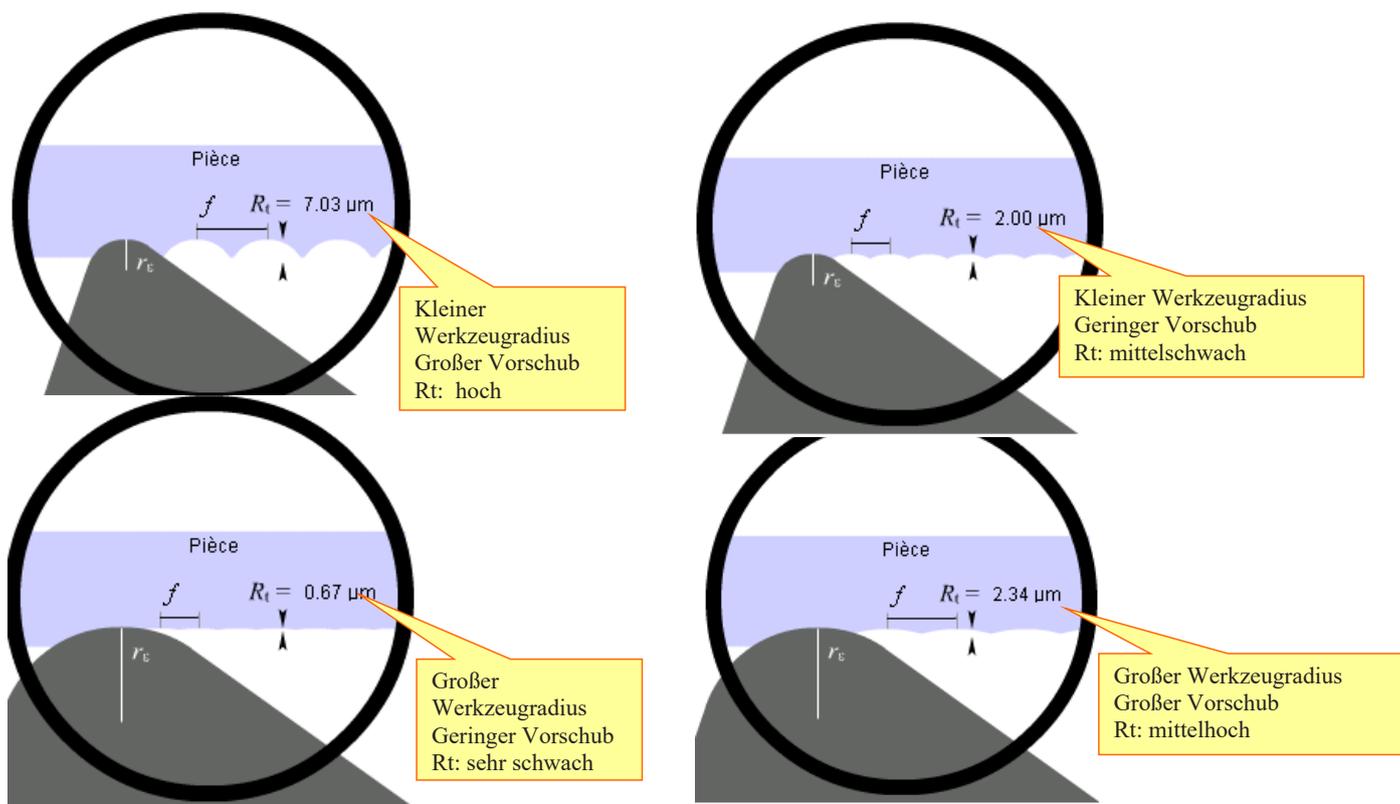
Je nach Substrat (*Zusammensetzung des Karbids*) erhalten wir Hartmetallsorten mit unterschiedlichen Eigenschaften wie:

- ± hart
- ± bruchfest
- ± rissfest
- ± druckfest
- ± widerstandsfähig gegen mechanische Stöße und Wärmeshocks
- ± elastisch
- ± verschleißfest



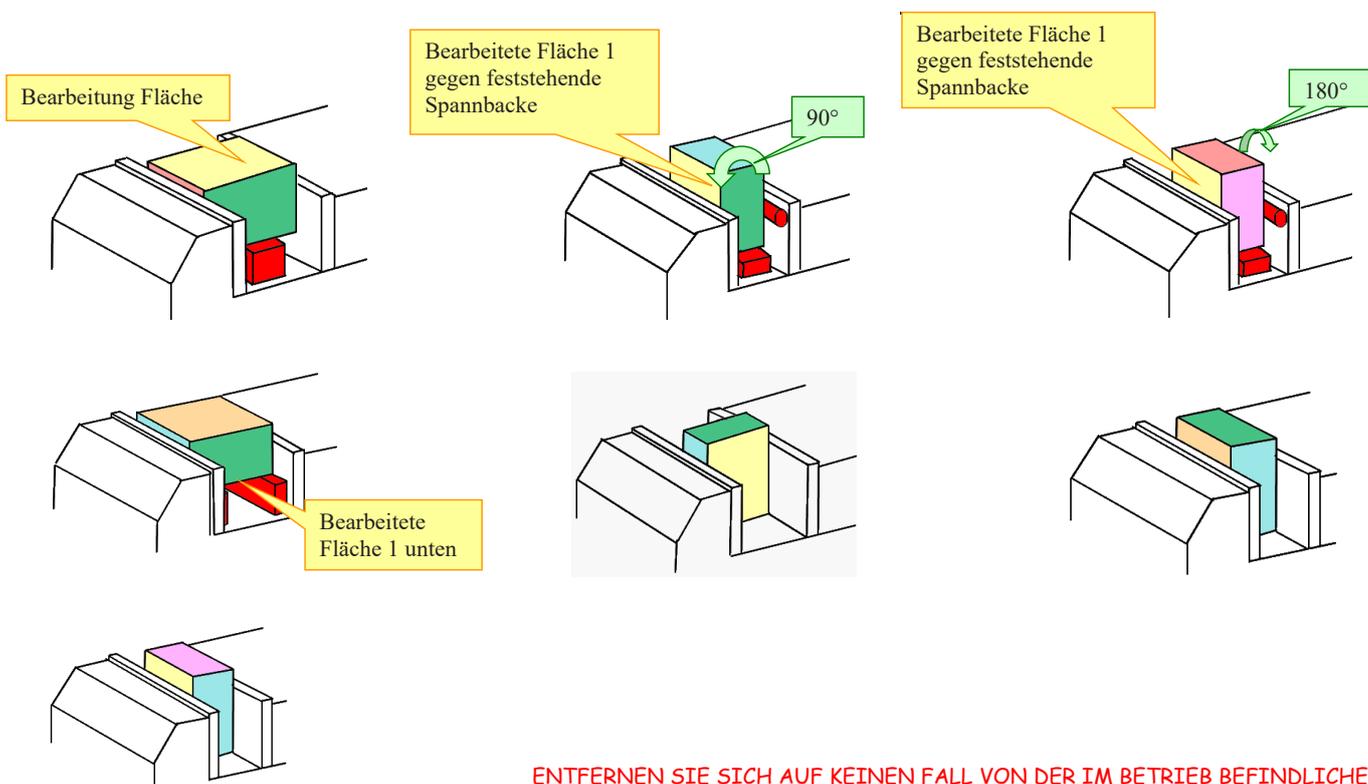
Ein Pollenkorn auf Karbidhartmetallteilchen

## OBERFLÄCHENZUSTAND



Die beste Oberflächenbeschaffenheit erhält man mit einem großen Radius und einem geringen Vorschub.

## BEARBEITUNG EINES PARALLELEPIPEDS



**ENTFERNEN SIE SICH AUF KEINEN FALL VON DER IM BETRIEB BEFINDLICHEN MASCHINE.**

## GEGENLAUF-FRÄSEN

### PRINZIP

Man spricht von Gegenlauf-Fräsen (oder konventionellem Fräsen oder mit dem Umfang der Fräse) wenn die Vorschubrichtung auf Schnitthöhe entgegen der Drehrichtung der Fräse läuft.

Diese Art von Fräsen kann durch diese kleine Skizze veranschaulicht werden.

### SPANBILDUNG

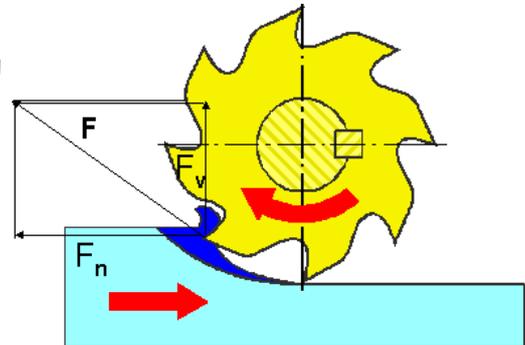
Bei Schnittbeginn, gleitet die Zahnschneide auf der Oberfläche des Werkstücks (1), die Spanstärke ist gleich Null. Danach dringt der Zahn langsam in das Material ein (2) um am Schnittende die maximale Tiefe zu erreichen (3).

### VORTEIL

Beim Schälen, heben die Zähne der Fräse eventuell vorhandene Verunreinigungen ab.

### NACHTEILE

1. Wenn die Fräse in das Material eingreift, schneidet der Zahn nicht aufgrund des Mindestspans. Aufgrund dessen übt das Werkzeug eine übermäßige Reibung auf dem Werkstück aus, wird abgenutzt und beschädigt die bearbeitete Fläche.
2. Im Anschluss an diesen Verschleiß wird der Druck zu groß und bei jedem Zahnaustritt (4) taucht das Werkzeug in das Material (5). Dadurch entstehen Rattermarken und die Oberflächenbeschaffenheit wird verschlechtert (6).
3. Die Schnittkraft neigt dazu das Werkstück abzuheben sowie den Tisch auf dem es befestigt ist. Dies erfordert eine wesentlich stärkere Blockierung des Werkstücks.



## GLEICHLAUFFRÄSEN

### PRINZIP

Man spricht von Gleichlauf-Fräsen (oder Kongruenz-Fräsen) wenn die Vorschubrichtung auf Schnitthöhe mit der Drehrichtung der Fräse identisch ist.

Diese Art von Fräsen kann durch diese kleine Skizze veranschaulicht werden.

### SPANBILDUNG

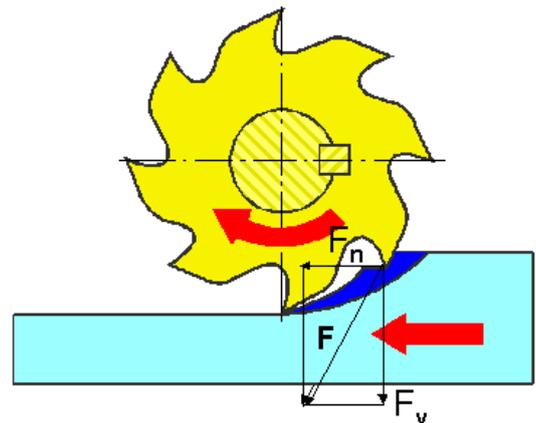
Zu Schnittbeginn hat der Span seine maximale Stärke (1), die dann nach und nach abnimmt und einen Nullwert erreicht.

### VORTEIL

Die Schnittkraft drückt das Werkstück mehr auf den Tisch und diesen auf seinen Schlitten.

### NACHTEILE

1. Es entsteht eine Beanspruchung aufgrund der Stöße auf die Schnittkante. Dies erfordert die Verwendung einer widerstandsfähigeren Schnittkante.
2. Es ist darauf zu achten, dass das Verhältnis zwischen der Zahnanzahl und der Durchgangstiefe so ausfällt, dass immer nur ein einzelner Zahn eingreift.
3. Dieses Fräsverfahren erfordert eine Nachstellvorrichtung auf der Maschine.



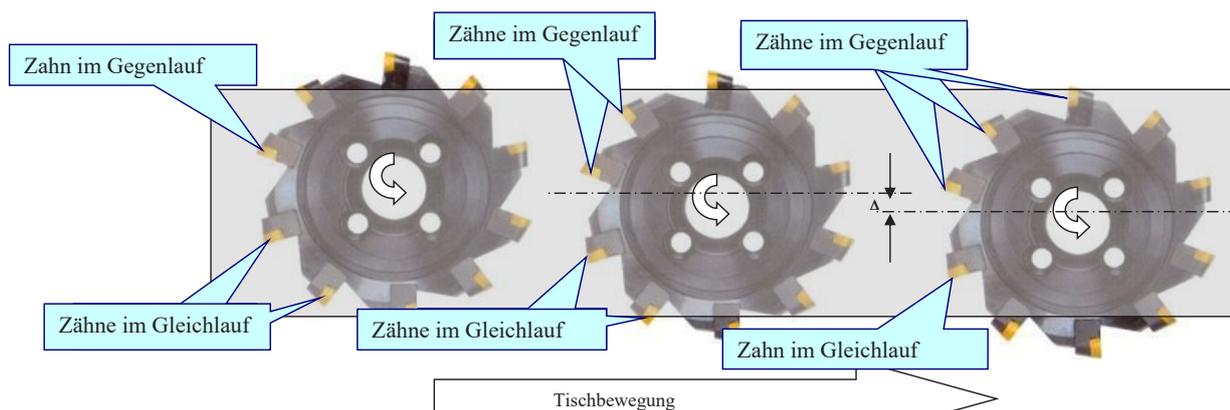
## ARBEITSWEISE DER FRÄSEN

Wenn eine Fräse als Schaftfräse arbeitet, können die Vorschubrichtungen des Werkstücks im Verhältnis zur Drehrichtung der Fräser beliebig sein.

Es ist jedoch darauf zu achten, die Fräse quer in Richtung „A“ zu verschieben um eine größere Anzahl von Zähnen zu erhalten, die die Schiebearbeit ausführen (entgegen).

Um zu vermeiden, dass die Späne auf den Bediener geschleudert werden, ist die Anwendung der Lösung in der nebenstehenden Abbildung vorzuziehen, das heißt, dass die aufeinanderfolgenden Durchgänge mit der Fräse rechts vom Werkstück beginnen.

Die Fräse in Durchsicht von unten



Mit Fräsen, die von der Seite arbeiten, muss der Vorschub des Werkstücks in der Schnittzone immer entgegen der Drehrichtung des Werkstücks laufen; der Zahn bearbeitet das Material progressiv, nimmt einen Span zunehmender Stärke ab und hebt die Kruste ab, unter der er leichter zerspringt.

## SCHIEB LEHRE ZU 1/10 MM

Messkapazität : 160 - 1 000 mm.

Lesegenauigkeit : 1/ 10 mm.

Teile:

1. Maßstab in mm.
2. Feste Spitze für Außenmaß .
3. Feste Spitze für Innenmaß .
4. Bewegliche Spitze für Außenmaß .
5. Bewegliche Spitze für Innenmaß .
6. Tiefenmesslehre (keine Illustration).
7. Schleifer mit Nonius.

### Funktion des Nonius

Teilungen auf dem Maßstab: 1 mm

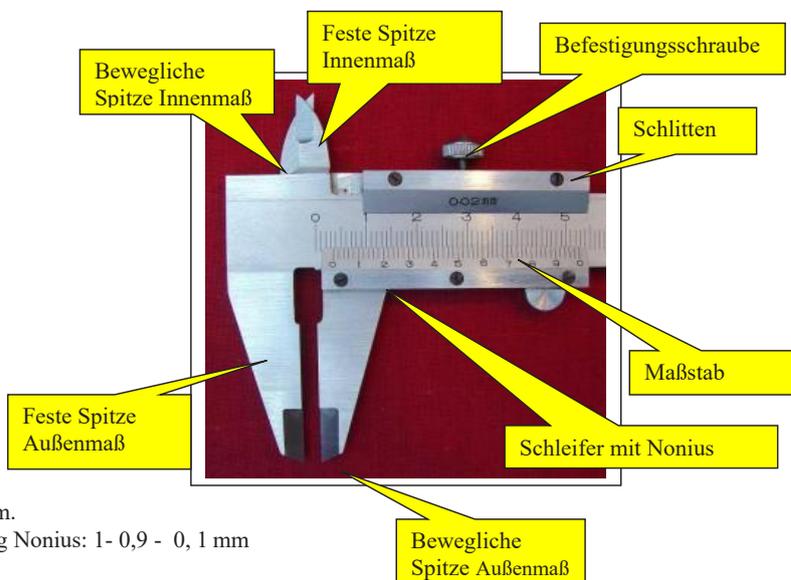
Teilungslänge des Nonius: 9 mm

Anzahl der Teilungen des Nonius: 10

eine Teilung des Nonius misst deshalb  $9/10 = 0,9$  mm.

Differenz zwischen 1 Teilung Maßstab und 1 Teilung Nonius:  $1 - 0,9 = 0,1$  mm

Diese Differenz entspricht der Lesegenauigkeit .



### Instandhaltung:

Da es schwierig ist eine verlogengegangene Genauigkeit wieder herzustellen, ist es erforderlich das Instrument mit Vorsicht zu benutzen und sofort **nach Benutzung, an einer bestimmten Stelle wo es keinem Schock ausgesetzt ist** und vor Beschädigungen aller Art geschützt ist, aufzubewahren. Vermeiden Sie das Gleiten der Spitzen auf den gemessenen Werkstücken, dies könnte deren frühzeitige Abnutzung verursachen.

### Lesen der Schieblehre

- a) ablesen der Anzahl von mm auf dem Maßstab links von der Null des Schlittens
- b) ergänzen durch die Anzahl der Zehntel von mm, abgelesen auf dem Schlitten an der Stelle, wo die Teilungen genau einander gegenüberliegen.

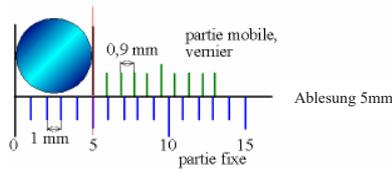
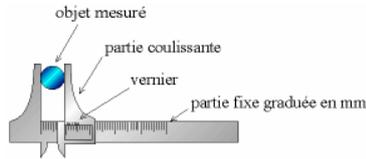
## Arbeitsweise

Der Nonius funktioniert auf folgende Art:

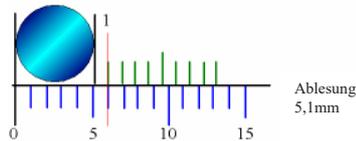
Der feste Teil der Schiebelehre ist in Millimeter (mm) unterteilt, der Schiebeteil ist mit einem Strich versehen, der „Hauptstrich“ genannt wird (die Null des Schiebeteils) und der das Ablesen der ganzen Zahl in Millimeter ermöglicht.

Der Schiebeteil verfügt auch über eine Meßplatte, die in 9 geteilt ist und wo das Intervall 0,9 mm beträgt.

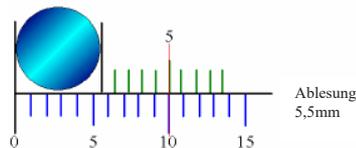
Die Übereinstimmung einer der Teilungen mit einem der Striche auf dem festen Teil ergibt die Zahl für 1/10 mm



Stellen wir uns also vor, daß der Hauptstrich des Schiebeteils folgendes ergibt: 5 mm. Wenn das Werkstück  $5,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  zurücklegt, befindet sich der Strich 0 des Nonius gegenüber dem 5 mm Strich des festen Teils.



Wenn das Werkstück  $5,1 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  zurücklegt, wird der Strich 1 des Nonius gegenüber eines Striches des festen Teils liegen (in diesem Fall der Strich für 6 mm).



Wenn das Werkstück  $5, n \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  ( $n < 10$ ) zurücklegt, dann wird der Strich  $n$  des Nonius gegenüber einem Strich des festen Teils liegen.

## Andere typen von noniusen

### Die Noniuse zu 1/20 und zu 1/50

Die Noniuse verfügen über 20 oder 50 Teilungen und erlauben deshalb das Ablesen der Zahl von 1/20 oder von 1/50 Millimeter auf die gleiche Art wie der Nonius zu 1/10 das Ablesen der Zahl von 1/10 Millimeter erlaubt hat.

Man liest zum Beispiel:  $12 \text{ mm} + 6/20 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$

$9 \text{ mm} + 17/50 \text{ mm} = 0,02 \text{ mm}$

### Der Nonius ausgelegt für englisch Maße

Der Maßstab der Schiebelehre hat Teilungen in Zoll (1 Zoll = 25,4 mm) und jedes Zoll ist unterteilt in 16 gleiche Teile.

Auf dem Schiebeteil, findet man für den Nonius zu 1/128 Zoll, 8 Teilungen

Eine Teilung entspricht à 1/128 Zoll.

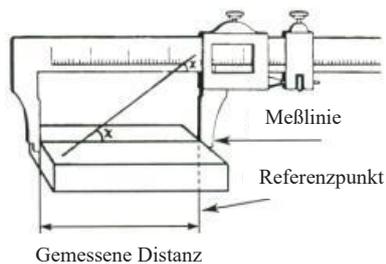
### Der digitale Nonius

Hier erfolgt das Ablesen direkt in mm oder in Zoll.

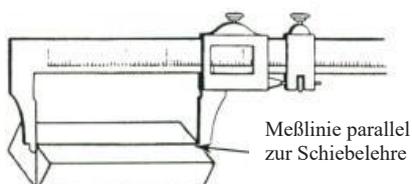
Die Wahl ist zu Beginn zu treffen.

**Achtung auf die „Nulleinstellung“ der Schiebelehre.**

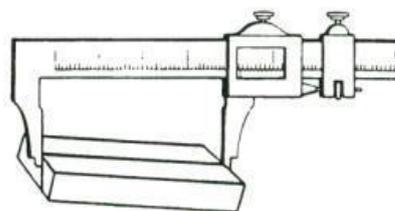
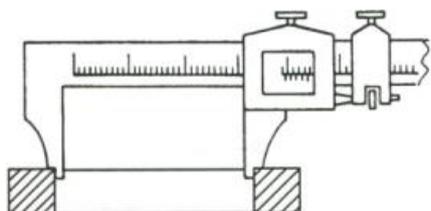
## Einige Regeln für den Erhalt guter Messungen



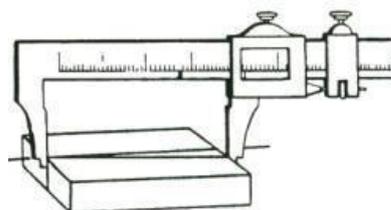
Gute Methode



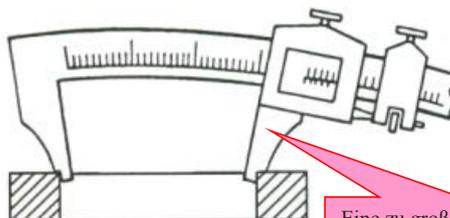
Meßlinie parallel zur Schiebelehre



Die Meßlinie liegt nicht parallel zur Schiebelehre



Die Meßlinie liegt nicht in einer Ebene mit der Schiebelehre



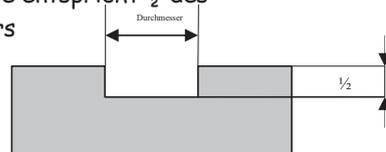
Eine zu große Beanspruchung, auch wenn sie nicht sichtbar ist, verformt die Schiebelehre und fälscht die Messung.

## DURCHGANGSTIEFE (Clarkson Normen)

Nutfräse  
(2 Lippen)  
Zweiseitig schneidend



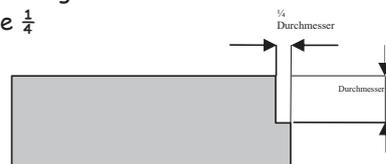
Die Durchgangstiefe entspricht  $\frac{1}{2}$  des Fräsendurchmessers



Schaftfräse  
(mehrere Lippen)  
Zweiseitig schneidend



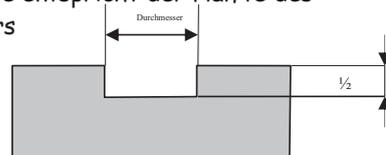
Die Durchgangstiefe ist gleich dem Durchmesser der Fräse und die Breite  $\frac{1}{4}$  des Durchmessers



Nutfräser und Schaftfräse  
(3 Lippen)  
Zweiseitig schneidend



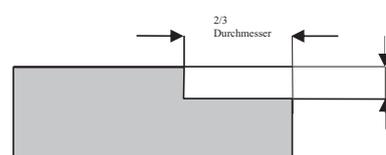
Die Durchgangstiefe entspricht der Hälfte des Fräsendurchmessers



Fräse für glattes Loch oder Gewindeloch  
(mehrere Lippen)  
Zweiseitig schneidend



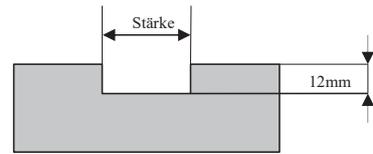
Für das Planfräsen,  $\frac{2}{3}$  des  $\varnothing$  der Fräse



Dreiseitig schneidender Fräser

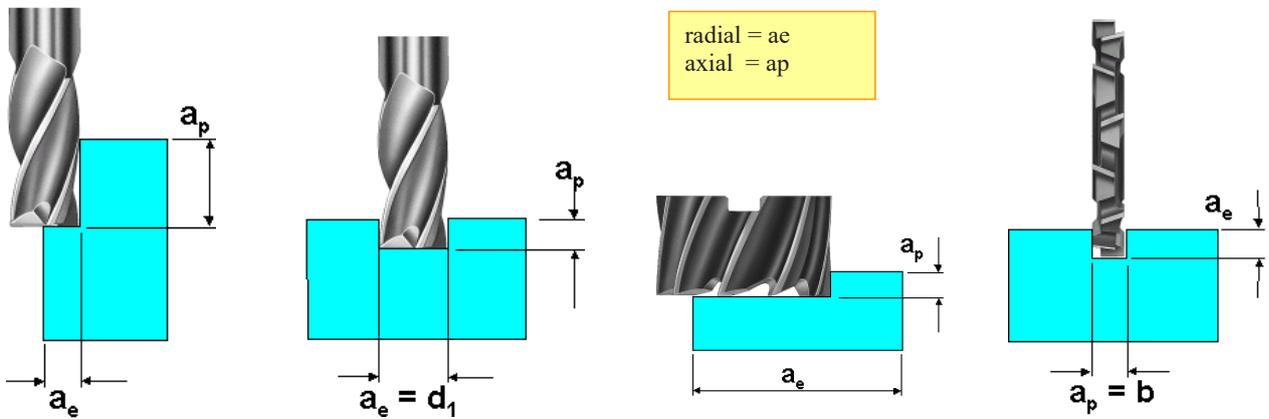


MAXIMALE Tiefe von 12 mm

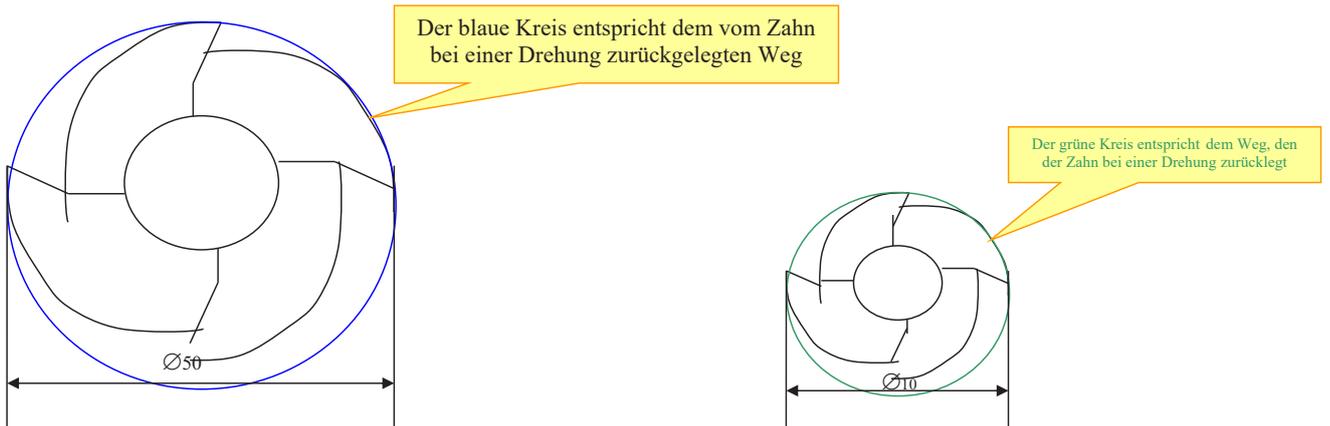


Diese Tabelle zeigt Ausgangswerte für die Fortbildung an, doch die Werkzeughersteller geben Werte an, die ihren Werkzeugen entsprechen.

Zum guten Verständnis eines Katalogs.



## EINFLUSS DES DURCHMESSERS AUF DIE SCHNITTPARAMETER



Wenn wir diese beiden Schemen vergleichen, können Sie feststellen, dass je nach dem Durchmesser der Fräse und für ein und dieselbe Drehung, der vom Zahn der Fräse zurückgelegte Weg umso größer ist, wenn der Durchmesser der Fräse größer ist. Dieser für eine Drehung zurückgelegte Weg entspricht dem Umfang der Fräse.

Die Berechnung des Umfangs =  $D \times 3,14$

Durchmesser der Fräse

Wert von  $\pi$

Berechnen Sie den Umfang für die beiden dargestellten Fräsen:

Fräse 1.....

Fräse 2.....

## SCHNITTGESCHWINDIGKEIT BEIM FRÄSEN

Die Schnittgeschwindigkeit oder „VC“, entspricht dem Weg um den Umfang herum, den ein Außenpunkt der Schnittkante eines Zahns zurücklegt, das heißt ein Punkt der Zone, die dem größten Durchmesser der Fräse entspricht (siehe voriges Blatt).

Sie wird in **Meter pro Minute** oder in **m/min** ausgedrückt.

Insgesamt handelt es sich um die Länge des Spans in **Meter** während einer Zeiteinheit: **die Minute**.

Ein Punkt auf einer Fräse mit dem Durchmesser „d“ in **mm**, der eine Drehung zurücklegt, bewegt sich über eine Distanz von  $\pi \times d$ . in **mm** (siehe voriges Blatt).

Wenn sich „N“ in **U/min dreht**, erhalten wir für eine Minute  $\pi \times d \times N$  = die Schnittgeschwindigkeit **VC**, in **mm pro min**.

Um **m/min** zu erhalten, reicht es aus durch **1000** zu dividieren

$$\pi \times d \times N$$

Kurz gefasst, haben wir  $VC = \frac{\pi \times d \times N}{1000}$

Die Schnittgeschwindigkeit hängt von mehreren Variablen ab. Die hauptsächlichen Variablen sind:

1° die Art des Metalls, aus dem das Werkstück besteht: Aluminium, Bronze, Guss, Kohlenstoffstahl, legierter Stahl, usw.;

2° die Art des Metalls, aus dem das Werkzeug besteht: HSS, HSSC, Karbid mit oder ohne Verkleidung, usw.;

3° der Querschnitt des Spans (eine veränderbares Element, je nachdem ob es sich um eine Vor- oder Endbearbeitung handelt);

4° und noch viele weitere Variablen.

Wir müssen uns bewusst sein, dass sich genau so wie beim Reiben unserer Hände unser Werkzeug durch die Reibung auf dem Werkstück erwärmen wird.

Je härter das Material, desto mehr Aufwand und Erwärmung.

Je härter das Werkzeug ist, desto mehr Widerstand leistet es gegen die Erwärmung.

Bestimmte Werkzeughersteller haben Werkzeuge mit Verkleidungen entwickelt, deren Eigenschaften die Reibung erleichtern → den Aufwand verringern → die Erwärmung verringern.

Die Schneideparameter hängen von der gewünschten Lebensdauer der Schnittkante unseres Werkzeugs ab.

Kurz gesagt, wir müssen nicht die VC berechnen, sondern jene Parameter kennen, die uns erlauben, in den Handbüchern und Katalogen der Werkzeughersteller die RICHTIGE WAHL zu treffen.

### WIRTSCHAFTLICHE GRUND-SCHNITTGESCHWINDIGKEIT VC IN METER/MINUTE (Planfräsen)

Art des Werkstückmetalls	Art des Metalls des Werkstücks			Metallkarbid
	Schnellstahl			
	herkömmlicher Stahl	Hochwertiger Stahl	extra starker Stahl	
Harter Stahl 85kg/mm <sup>2</sup> Rt	6 m/min	9 m/min	12 m/min	80 m/min
½-harter Stahl 65kg/mm <sup>2</sup> Rt	10 m/min	13 m/min	16 m/min	120 m/min
Weicher Stahl 45kg/mm <sup>2</sup> Rt	16 m/min	19 m/min	22 m/min	150 m/min
Maschinenguss	13 m/min	16 m/min	18 m/min	80 m/min
Bronze	20 m/min	26 m/min	32 m/min	200 m/min
Messing	26 m/min	32 m/min	38 m/min	250 m/min
Aluminiumlegierungen	50 m/min	65 m/min	75 m/min	400 m/min

Diese Werte sind nur Richtwerte für den Beginn der Fortbildung.

Die nebenstehende Tabelle gibt die kostengünstige Schnittgeschwindigkeit VC in m/Minute im Verhältnis zu folgenden Standard-Bearbeitungsbedingungen: Trockenbearbeitung, mit eine Fräse mit verstärkter Verzahnung, Schnittbreite = 50 mm, Vorschub je Zahn 0,05 mm.

Je nach Arbeit oder Werkzeugtyp :

Diese Geschwindigkeiten auf der Kruste der Werkstücke reduzieren um  $\frac{1}{2}$

Diese Geschwindigkeiten bei Formfräsen oder empfindlichen Fräsern reduzieren um  $\frac{1}{4}$

Diese Geschwindigkeiten bei Fräsen mit angesetzten Werkzeugen erhöhen um  $\frac{1}{4}$

## BERECHNUNG DER DREHGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT VOM DURCHMESSER DER FRÄSE UND DER SCHNITTGESCHWINDIGKEIT

VC m/min ist eine Angabe, es ist erforderlich die Drehgeschwindigkeit n min-1 zu berechnen

Stammt von der Vereinfachung von 1000 durch  $\pi$  (3,14)

VC der Tabelle in Meter/min

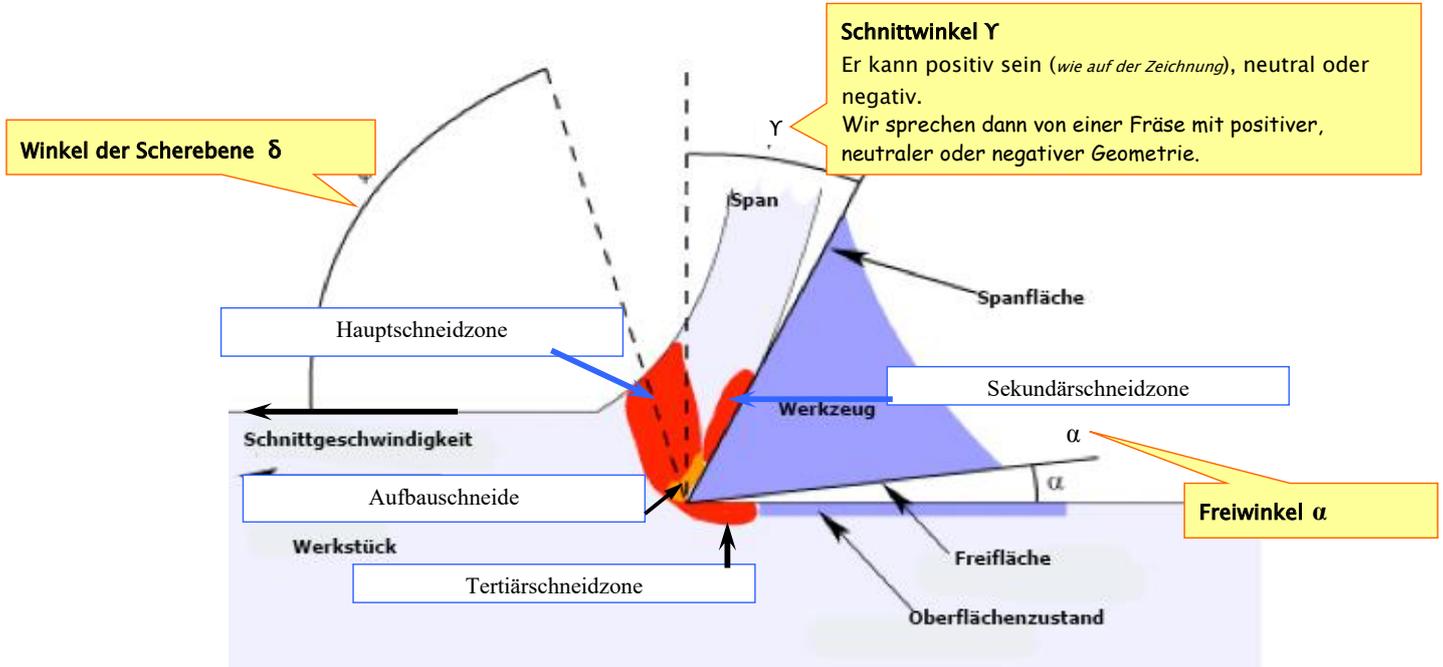
$$N = \frac{1000 \times VC}{\pi \times D}$$

In der Praxis :  $N = \frac{300 \times VC}{D}$

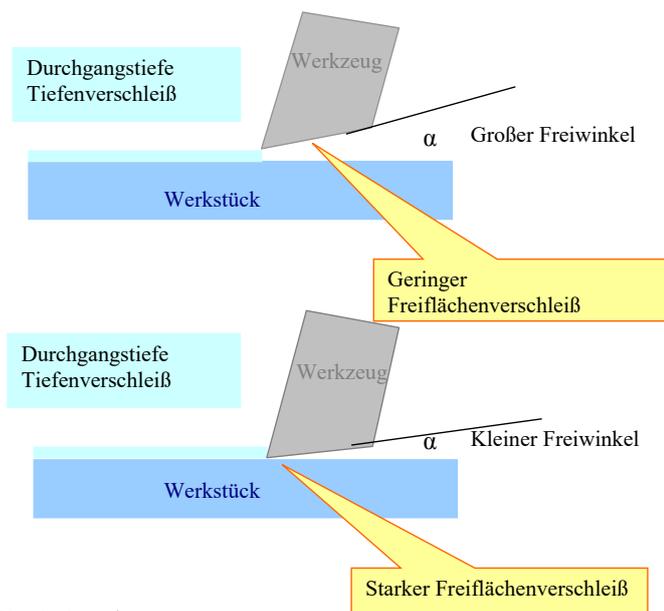
Durchmesser der Fräse in mm

Mit einer ausgiebigen Befeuchtung erhöht man die derart erhaltenen Geschwindigkeiten um 25%.  
Schmierung: lösliches Öl oder Schnittöl.

## DIE SCHNITTWINKEL UND DIE SPANBILDUNG



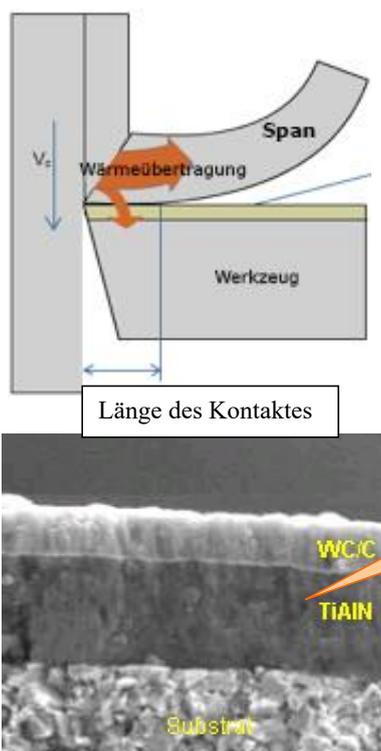
## Der Freiwinkel



Der Freiwinkel.

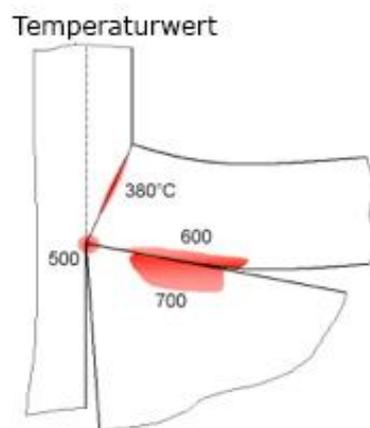
- Er bildet einen Zwischenraum zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück.
- Er verhindert eine Reibung zwischen der Freifläche des Werkzeugs und dem Werkstück.
- Er begünstigt die für das Fräsen von Aluminiumlegierungen erforderliche scharfe Schneide.

## DIE BEARBEITUNG UND WÄRMEERZEUGUNG



Die ideale Wärmeübertragung wäre der Übergang der gesamten Wärme in den Span. Dies ist jedoch nicht möglich und wir hätten eine optimale Wärmeübertragung mit den nebenstehenden Werten. (Abb.1)

Das Aufbringen von bestimmten Auflageschichten auf den Werkzeugen verringert diese Reibung. Daher die Verringerung der Wärmezeugung.

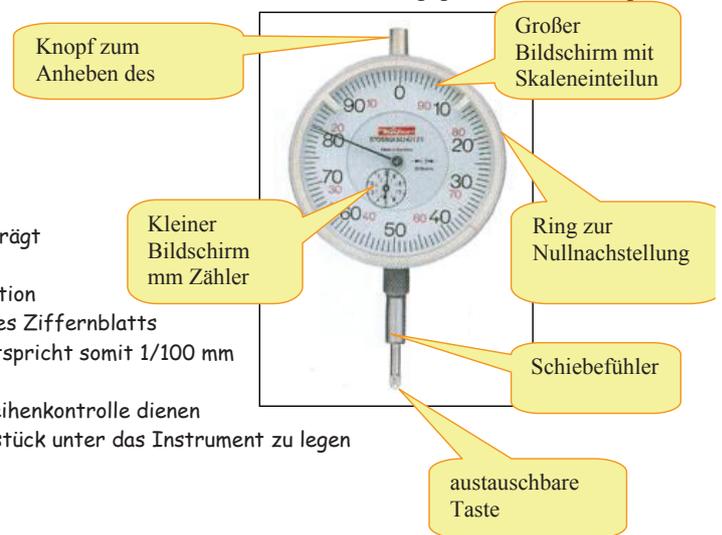


## MESSUHR

Im Gegenteil zu den bisher betrachteten Instrumenten werden die Abmessungen durch eine Bewegung geringer Amplitude der Taste gemessen. Diese Bewegung wird durch ein Zahnstangensystem vergrößert. Lesegenauigkeit: 1/100 mm. Die zulässige Abweichung des Instruments bei einer Bewegung von 2 mm und darüber beträgt  $\pm 2/100$  mm. Deshalb ist der Tastenhub ab einer gegebenen Abmessung maximal zu begrenzen.

### Teile des Instruments:

- entsprechend der Werkstückform austauschbare Taste
- Schiebefühler, dessen Nutzhub üblicherweise 3,5 oder 1 mm beträgt
- Ring zum Nullnachstellen des Ziffernblatts am Hauptzeiger
- Kleines Ziffernblatt des mm-Zählers zur Anzeige der Fühlerposition
- Großes Ziffernblatt, Skala mit 100 Teilungen: eine Umdrehung des Ziffernblatts entspricht einer Bewegung des Fühlers um 1 mm; eine Teilung entspricht somit 1/100 mm auf dem Fühler
- einstellbare Marken für die zulässige Abweichung, die nur zur Reihenkontrolle dienen
- Rändelknopf, der es erlaubt den Fühler anzuheben, um ein Werkstück unter das Instrument zu legen



### Instandhaltung:

- Das Instrument ist gegen Schäden und insbesondere Stöße zu schützen
- Jede seitliche Belastung des Fühlers vermeiden

Andere Typen von Messuhren



Einige Zubehörteile



Verwendung

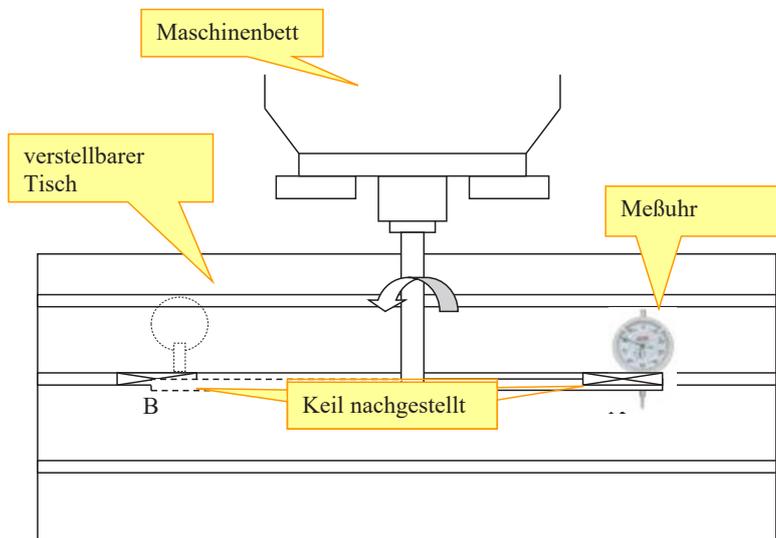


## AUSRICHTEN DES VERSTELLBAREN TISCHES

Es geht darum, die Rechtwinkeligkeit der Mittennut des Tisches im Verhältnis zu Achse der horizontalen Spindel zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren, wenn der Universalkopf abmontiert ist.

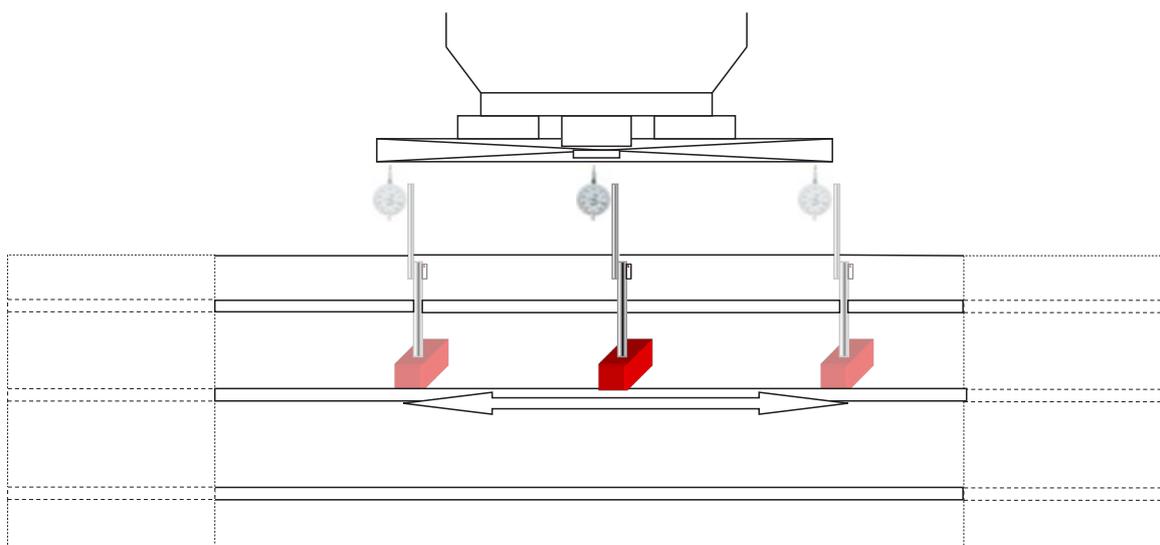
Abbildung 1:

- Nach Positionieren und Blockieren der 3 Bewegungen wird der Strom abgeschaltet;
- Die Schalthebel sind so angeordnet, dass die Spindel frei eingreifen kann;
- Das Spannfutter und die Haltevorrichtung der Meßuhr so anordnen, dass die Fühler die mindestens um 300mm voneinander angeordneten Punkte A und B abtasten können;
- Das Drehen von Punkt A zu B und umgekehrt erfolgt von Hand;
- Die Korrektur erfolgt durch leichtes Klopfen mit einem Holzhammer auf das rechte oder linke Ende des Tisches; Kontrolle zwischen den Punkten A und B, wobei die Blockier Vorrichtungen des Tisches leicht angezogen sind.



Andere empirische, jedoch akzeptable, Methode, die eine Einstellung ohne Abmontage des Universalkopfes erlaubt. Durchführung der Kontrolle mit einer auf dem Tisch angeordneten Messuhr, einem Schieber auf den Schlitten des Maschinengestells und durch Bewegung des Tisches.

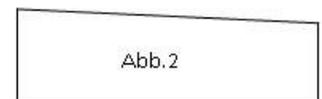
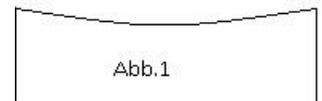
Abbildung 2 :



## AUSRICHTEN DES UNIVERSALKOPFES

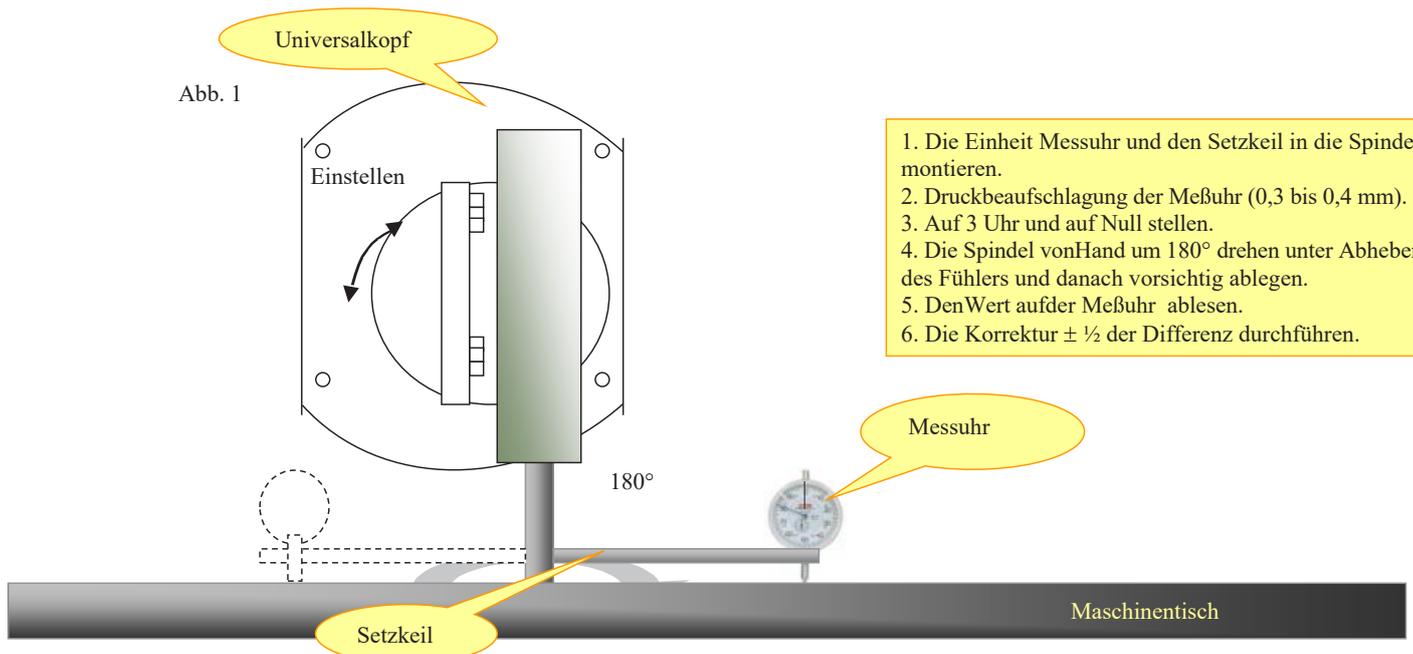


Die Senkrechte der Spindelachse zur waagrechten Oberfläche des Tisches kontrollieren und gegebenenfalls korrigieren. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wird, können beim Planfräsen Form- und/oder Geometriefehler auftreten. Wenn der Kopf zum Beispiel leicht längs geneigt ist, erzeugt die Fräse eine konkave Fläche (Abb. 1).



Wenn sie andererseits leicht quer geneigt ist, erzeugt die Fräse eine Fläche, die nicht parallel zum Tisch ausfällt (Abb. 2).

Vorgehen zum Einstellen des Universalkopfs  
Dieser Arbeitsvorgang wird „Ausrichten“ genannt.

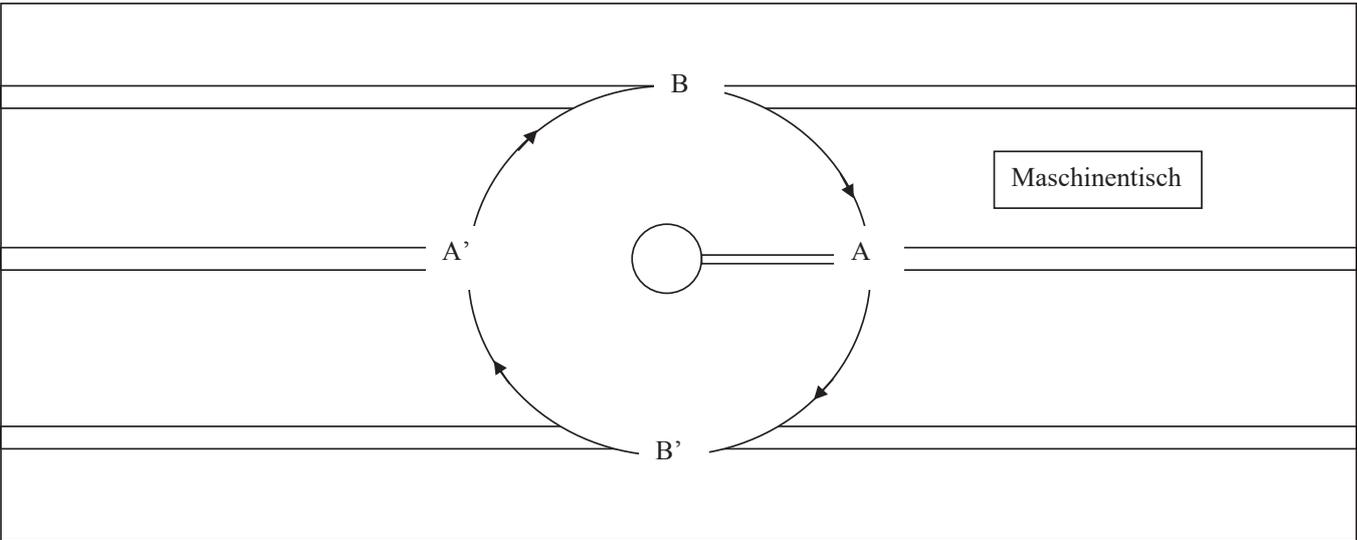


1. Die Einheit Messuhr und den Setzkeil in die Spindel montieren.
2. Druckbeaufschlagung der Meßuhr (0,3 bis 0,4 mm).
3. Auf 3 Uhr und auf Null stellen.
4. Die Spindel von Hand um 180° drehen unter Abheben des Fühlers und danach vorsichtig ablegen.
5. Den Wert auf der Meßuhr ablesen.
6. Die Korrektur  $\pm \frac{1}{2}$  der Differenz durchführen.

Nach diesem Arbeitsvorgang ist die gleiche Arbeit an der Querachse durchzuführen. Demzufolge haben wir vorsichtigerweise den Fühler senkrecht zum Tisch montiert, damit er einen Kreis mit einem Durchmesser abtasten kann, der etwas kleiner ist als die Tischbreite, das heißt die Punkte A-A' B-B' zu 90°.

Der Vergleich der Ablesung erfolgt zwischen A und A' bei einer Drehung um 180° für die Einstellung auf der waagrechten Ebene und zwischen B und B' für das Einstellen auf der Querebene.

**Die Drehung erfolgt von Hand und während des Ausrichtens müssen die 3 Bewegungen blockiert sein.**



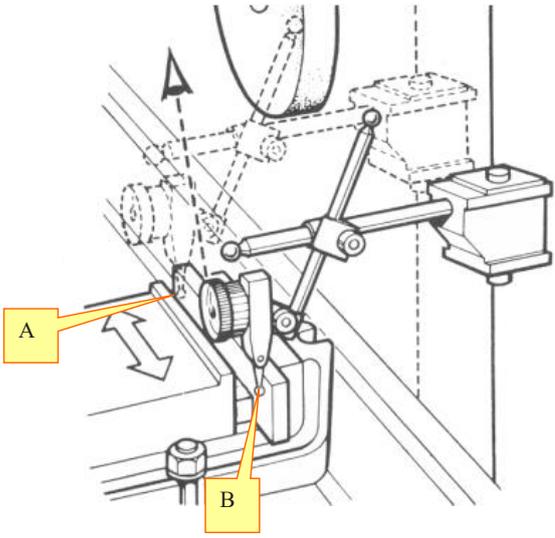
## AUSRICHTEN DES SCHRAUBSTOCKS

### 1. Kontrolle der Senkrechtstellung der Spannbacken im Verhältnis zur Senkrechtbewegung

- Das magnetische Unterteil der Meßuhr ist auf dem Gestell befestigt.
- Falls ein Fehler der Senkrechtstellung festgestellt wird, ist dieser zu entweder durch Einfügen einer Präzisionsmetallfolie zwischen der gehärteten Spannbacke und der Klemmvorrichtung oder durch Schleifen der Spannbacken beheben.

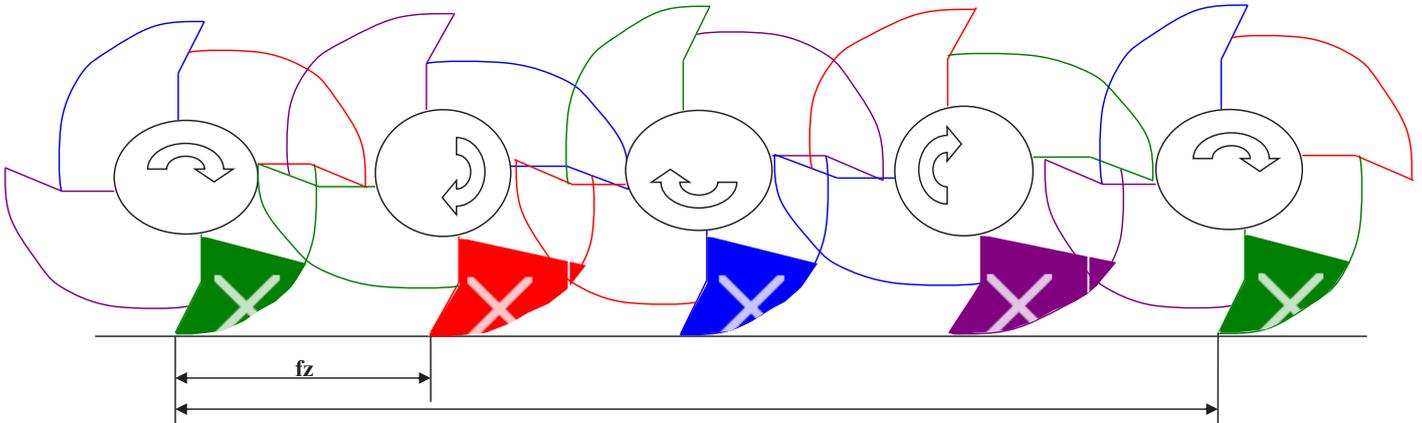
### 2. Kontrolle der Parallelstellung der festen Spannbacke im Verhältnis zur Längs- und Querbewegung des Tisches, je nachdem was zutrifft.

- Wenn erforderlich korrigieren durch Freigabe des verstellbaren Unterteils des Schraubstocks (leicht angezogen halten) und leichtes Klopfen mit dem Holzhammer in der gewünschten Richtung. Die vorzunehmenden Korrekturen entsprechen einem Wert von 1/2 der von der Meßuhr angezeigten Differenz zwischen den 2 Endpunkten, also zwischen A und B.
- Nach dem Einstellen, nicht vergessen die Bolzen des Schraubstocks zu blockieren.



**Anmerkung**  
Bei der Montage des Schraubstocks auf dem Tisch besonders darauf achten, dass keine Metallteilchen (Späne) auf der Sohle oder auf dem Tisch kleben.

# VORSCHUBGESCHWINDIGKEIT



Nehmen wir eine Fräse mit **Z** Zähnen, Drehen mit **N** U/min.

Jede Fräsendrehung entspricht dem Durchgang von **Z** Zähnen durch einen bestimmten Punkt.

Jedes Mal, wenn ein Zahn durch den nächsten ersetzt wird, dreht sich die Fräse um einen Bruchteil der Drehung.

Während dieses Drehungsbruchteils, der erforderlich ist, damit ein Zahn auf den vorigen folgt, bewegt sich das Werkstück um eine Länge **fz** die man **ZAHNVORSCHUB** nennt.

Dieser Zahnvorschub entspricht einem bekannten Wert, der von mehreren Faktoren abhängt:

1. Die Qualität der Flächenbeschaffenheit (eine gute Endbearbeitung fordert einen geringen Vorschub);
2. Die Widerstandsfähigkeit oder die Empfindlichkeit der Fräse (die Sägeblattfräser, die kleinen Fräsen, sind empfindlich);
3. Die sichere Befestigung des Werkstücks unter Berücksichtigung seiner Form und seiner Abmessungen.

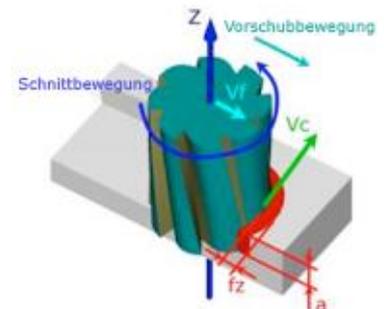
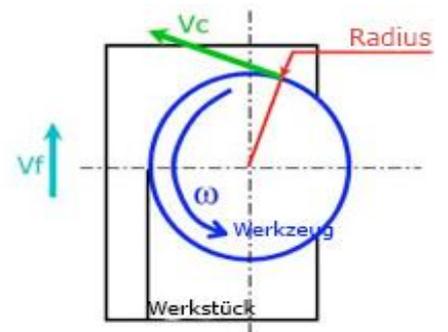
In 1 Drehung gehen **Z** Zähne durch, und das Werkstück bewegt sich um  $(fz \times Z)$  in mm/Tr

In 1 Minute dreht sich die Fräse **N** Mal, und das Werkstück bewegt sich um:  $Vf = fz \times z \times N$

Der vom Mittelpunkt der Fräse in einer Minute zurückgelegte Weg ist gleich **Vf** der **Vorschub pro Minute** und entspricht der Vorschubgeschwindigkeit des Tisches.

Vorschub des Tisches:  Einheit **mm/min**

Vorschub je Zahn:  $Vz = \frac{Vf}{z \times n}$  Einheit **mm**



## Symbole und Formel

D mm	Durchmesser Werkzeug
Z	Anzahl von Zähnen
Vc m/min	Schnittgeschwindigkeit
Fz	Vorschub je Zahn
N 1/min	Drehgeschwindigkeit
Vf mm/min	Vorschub des Tisches
Jl	3.1416

**Zur Erinnerung:**

Bei der Drehung wird der Vorschub der Werkzeugschlitten für eine Werkstückdrehung in mm oder Bruchteilen von mm ausgedrückt.

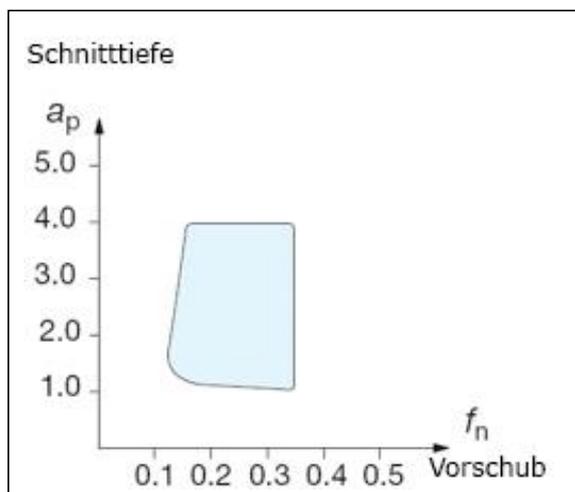
Eine Erhöhung der Drehgeschwindigkeit erhöht den Vorschub nicht, da die Bewegung von der Spindel durch Getriebe erzeugt wird.

Bei der Fräse existiert keine mechanische Verbindung zwischen Spindel und Vorschubbewegung, da letztere durch einen unabhängigen Motor gesteuert wird. Der Vorschub muss deshalb immer in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit gewählt werden.

**Mittelwerte**

Tabelle der Mittelwerte für die Vorschubbewegungen je Zahn „fz“ oder je Zahn abgehobene Spanstärke			
TYP DER FRÄSE	Für Stahl (mm)	Für Guss (mm)	Für Leichtmetalle (mm)
Glockenfräse	0,07 bis 0,1	0,1 bis 0,15	0,15 bis 0,2
Walzfräse	0,1 bis 0,3	0,15 bis 0,4	0,2 bis 0,6
Dreiseitig schneidende Fräse mit Kreuzverzahnung	0,05 bis 0,2	0,07 bis 0,3	0,1 bis 0,45
Zweiseitig schneidende Fräse mit Zylinder-/Kegelschaft	0,02 bis 0,15	0,025 bis 0,2	0,035 bis 0,3
Zweiseitig schneidende Fräse für Gewinde- oder Glattloch	0,1 bis 0,3	0,15 bis 0,24	0,2 bis 0,6
Fräsaßgeblatt	0,02 bis 0,15	0,025 bis 0,2	0,035 bis 0,3
Formfräse mit Kreuzverzahnung	0,03 bis 0,1	0,05 bis 0,15	0,08 bis 0,2

**Der Vorschub gemäß Katalog**



**Beispiel:**  
 Tabelle mit dem Benutzungsbereich einer Plattengeometrie.  
 Vorschub  
 Schnittprofil

Welches ist die Mindesttiefe, die für diese Art Platte angewandt werden kann? .....

Welches ist die maximale Tiefe, die für diese Art Platte angewandt werden kann? .....

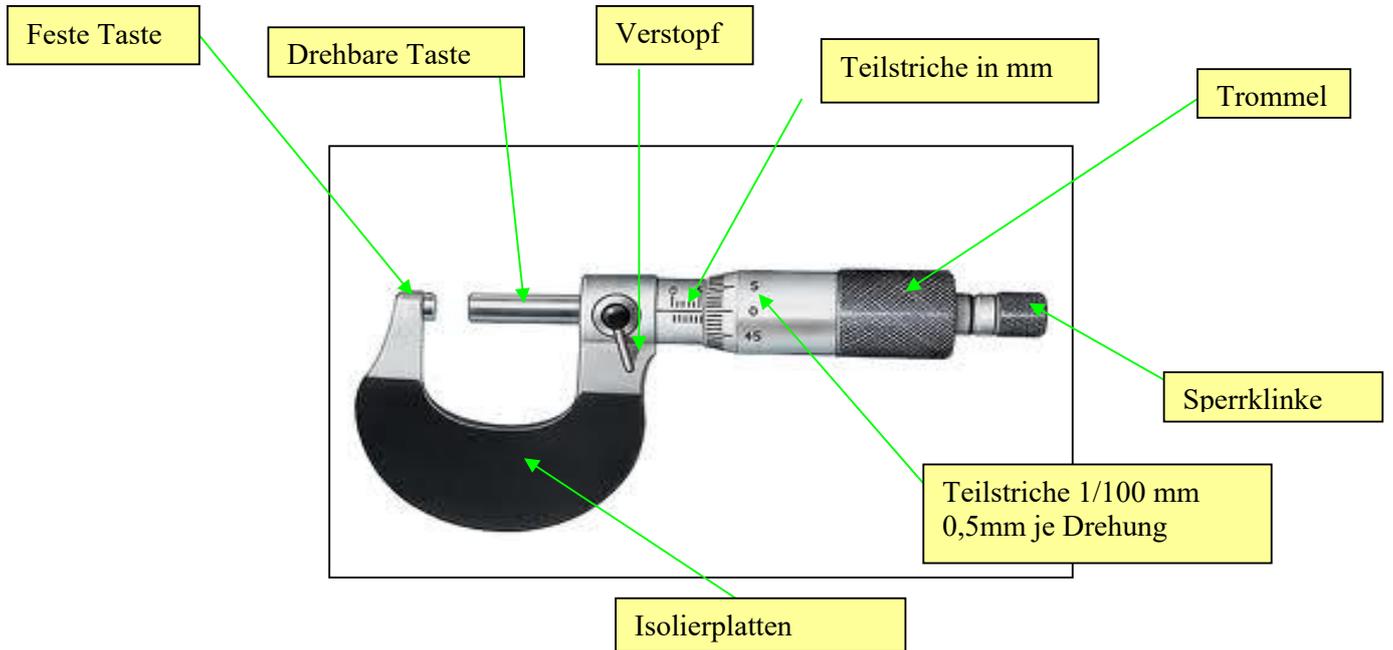
Welches ist der Mindestvorschub, der für diese Art Platte angewandt werden kann? .....

Welches ist der maximale Vorschub, der für diese Art Platte angewandt werden kann? .....

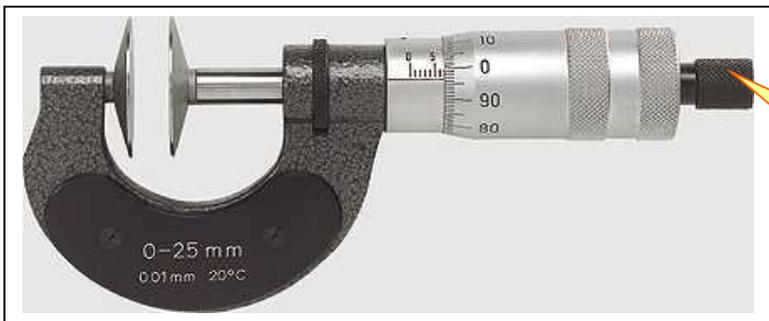
Welcher Vorschub ist auf der Fräsmaschine einzustellen, wenn wir eine Fräse mit 5 Zähnen haben, einen Durchmesser von 80mm und eine Schnittgeschwindigkeit von 200m/min? Berechnung:

.....  
 .....  
 .....

## DAS AMBOSS-MIKROMETER



### Variante des Mikrometers



Plattenmikrometer  
Nur die Tasten sind verschieden.  
Für schwer zugängliche Messungen.



Gewindemikrometer: Achtung! Jede  
Teilung hat ihren Kamm und eine  
Kalibrierung ist erforderlich.



Digitalmikrometer  
Ist mit allen traditionellen  
Formen erhältlich.

## TABELLE DER SCHNITTPARAMETER

Für das Fräsen empfohlene Einstellungen:		Kühlung Qualitäts-Schnellstahl (ARS)	Schnittgeschwindigkeit V (m/min)				Vorschub der Fräse Sz (mm)						
Material	Widerstand (kp/mm <sup>2</sup> )		Vorbearbeitung		Endbearbeitung		Vorbearbeitung						Endbearbeitung
			Hss	Karbid	Hss	Karbid							
Nicht legierter Stahl	< 50	Emulsion trocken V senken	25	125	32	160	0,16	0,25	0,08	0,1	0,02	0,2	0,1
Stahl nicht und schwach legiert	50-70		20	100	25	125	0,12	0,2	0,06	0,08	0,016	0,2	0,1
Stahl nicht und schwach legiert	70-90		16	80	20	100	0,1	0,16	0,05	0,06	0,012	0,16	0,1
Stahl schwach legiert, angelassen	90-120		10	63	16	80	0,06	0,1	0,04	0,04	0,014	0,12	0,08
Stahl schwach legiert, speziell angelassen	120-160	Emulsion	6,3	50	10	63	0,05	0,08	0,03	0,04	0,013	0,12	0,08
Stahl stark legiert (Cr, Cr-Ni,...)	60-90	Emulsion	10	40	16	63	0,1	0,12	0,05	0,06	0,012	0,16	0,1
Grauguss	DB ≈ 200	Trocken	16	50	20	80	0,16	0,2	0,06	0,08	0,016	0,2	0,1
Messing, Zinnbronze, Spezialbronze		Trocken oder	40	125	63	200	0,2	0,25	0,08	0,08	0,016	0,2	0,1
Al-Legierung Malure		Emulsion	160	500	250	800	0,1	0,12	0,06	0,08	0,016	0,16	0,05
Gussaluminium (Silumin)		Emulsion	100	400	160	630	0,1	0,12	0,06	0,08	0,016	0,16	0,05
Mg Legierung		Trocken	315	800	400	1000	0,1	0,16	0,08	0,08	0,016	0,1	0,05
harter Kunststoff		Trocken	32	80	50	125	0,16	0,2	0,1	0,08	0,02	0,2	0,1

Zylinderfräse (Gegenlauf)  
Zylinderfräse Zweiseitig  
Frässiègeblatt  
Schafffräse Ø 40  
Schafffräse Ø 100  
Plattenfräse per dues carb.  
Flächenfräsen Karbid oder ARS

## ZUSAMMENFASSUNG

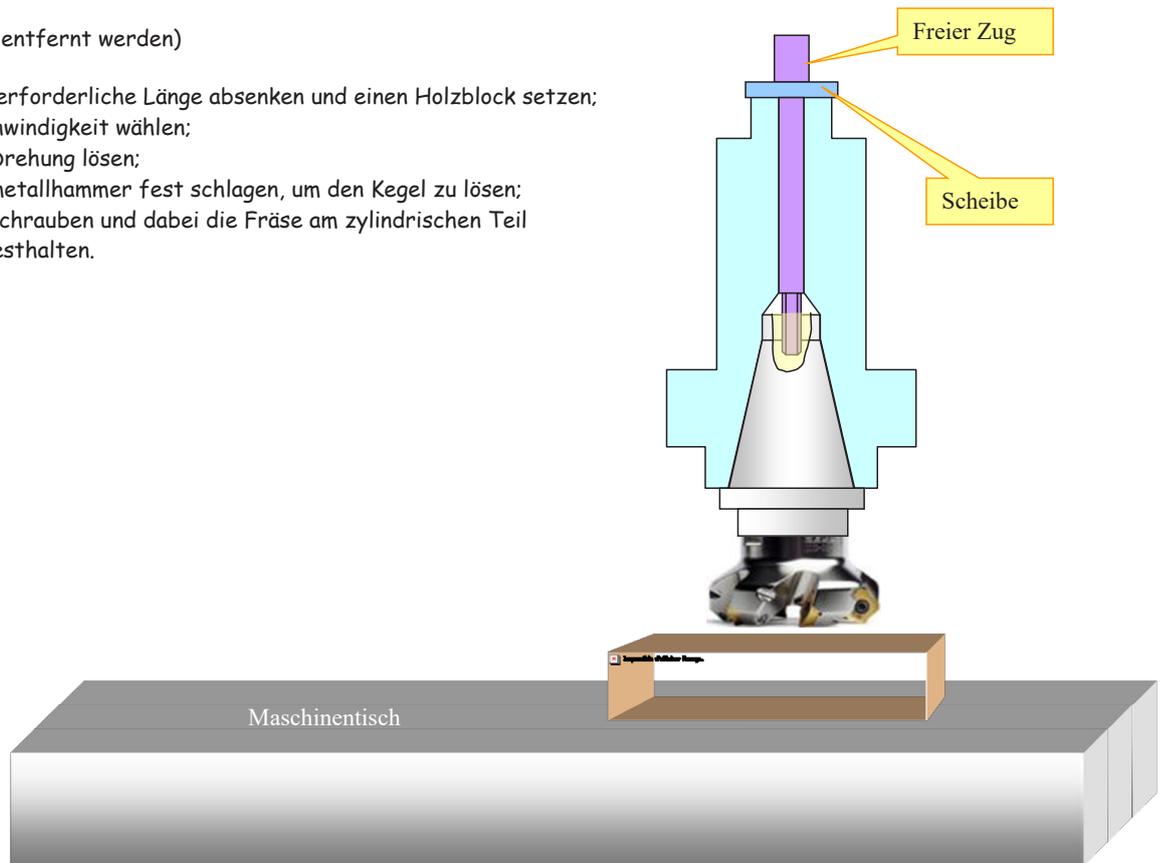
	MM
Vc = Schnittgeschwindigkeit pro Minute	m/min
D = Durchmesser	mm
N = Umdrehungen pro Minute	min-1
F = Vorschub je Drehung	mm/U
Vf = Vorschub pro Minute	mm/mm
fz = Vorschub je Zahn	mm
Z = Anzahl von Zähnen	
Q = pro Minute abgehobenes Material	Cm <sup>3</sup> /min
ap = Schnitttiefe	mm
ae = Schnittbreite	mm
t = Arbeitszeit pro Minute	min
l = Schnittlänge	mm

FINDEN	MM
Schnittgeschwindigkeit pro Minute	$Vc = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000}$
Umdrehungen pro Minute	$N = \frac{vc \cdot 1000}{\pi \cdot D}$
Vorschub /Drehung	$fn = \frac{Vf}{N}$
Vorschub /Zahn	$fz = \frac{Vf}{N \cdot z}$
Vorschub pro Minute	$Vf = N \cdot z \cdot fz$

## ABMONTIEREN DER FRÄSDORNE

### A. Mit freiem Zug (kann entfernt werden)

1. Den Tisch um die erforderliche Länge absenken und einen Holzblock setzen;
2. Die kleinste Geschwindigkeit wählen;
3. Den Zug um eine Drehung lösen;
4. Mit einem Weichmetallhammer fest schlagen, um den Kegel zu lösen;
5. Den Zug völlig abschrauben und dabei die Fräse am zylindrischen Teil mit einem Tuch festhalten.



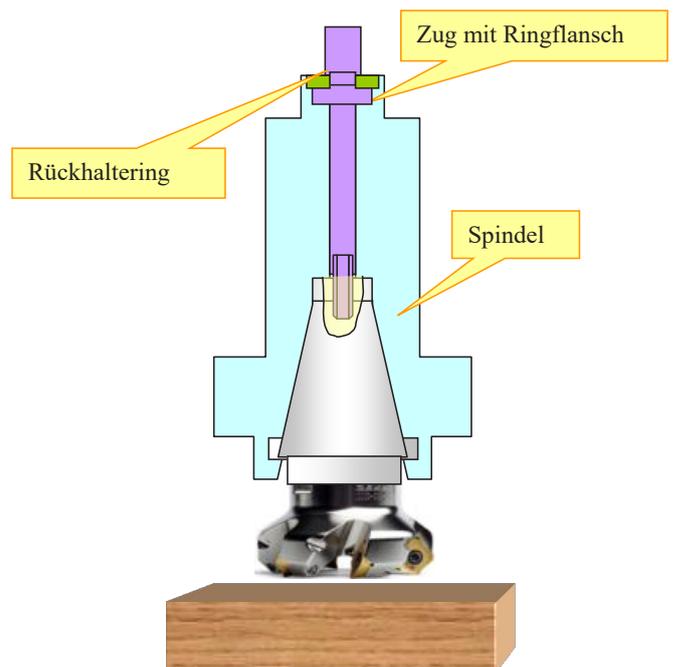
### B. Mit einem fixen Zug

Ein Gewinding hindert den Austritt des Zugs beim Losschrauben.

1. und 2. Gleiche Vorgehensweise wie A
3. Den Zug lösen

Die Lösung des Kegels erfolgt automatisch.

Für das weitere Abmontieren wie bei A vorgehen.  
 Das Auswechseln des Zugs ist möglich, nachdem der Rückhaltering lose geschraubt und entfernt wurde.  
**Beim Wiedermontieren sicherstellen, dass der Kegel sauber ist und die Mitnehmerfinger korrekt in den Nuten des Dorns eingerastet sind; die Zug von Hand schrauben und den Schlüssel erst bei der letzten Blockierung benutzen.**  
 Überprüfen, ob der Dorn konzentrisch dreht.



# TIEFENMESSER UND TIEFENMIKROMETER



Normaler Tiefenmesser.



Tiefenmesser für Löcher mit austauschbaren Spitzen aus gehärtetem Stahl.



Tiefenmikrometer mit leicht austauschbaren Stäben aus gehärtetem Stahl

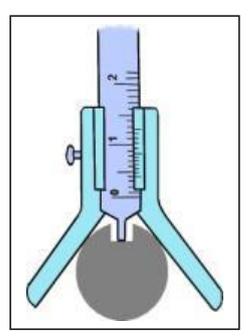


Tiefenmesser mit Messuhr und austauschbaren Verlängerungen.

Tiefenmesser mit Tiefenbegrenzer zur Messung ab einem Vorsprung. Andere Seite.



Tiefenmesser für die Messung der Tiefe von Keilnuten. Vorerst ist die Position der Spitzen auf dem zylindrischen Teil der Keilachse nachzustellen, um die Anzeige von Null zu erhalten.



# BEISPIEL DER MATERIALSPEZIFIKATION

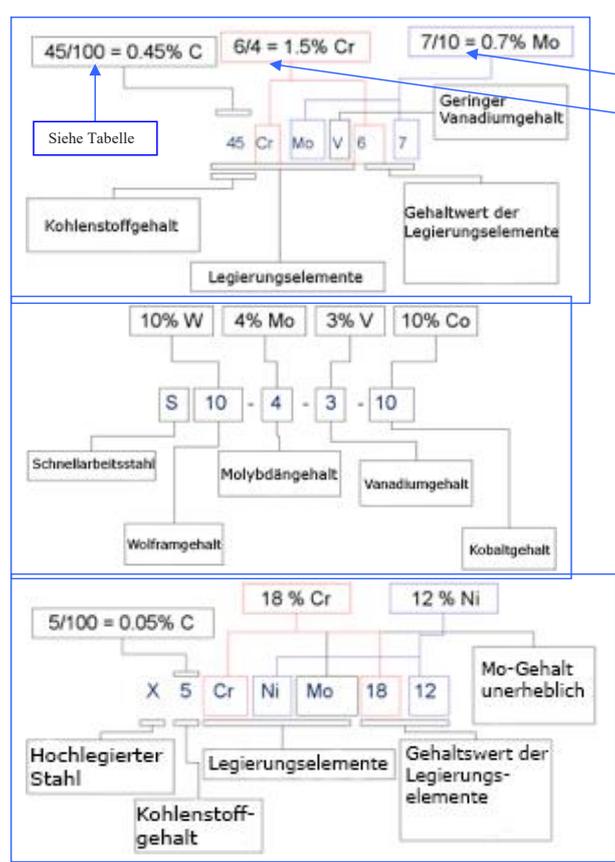
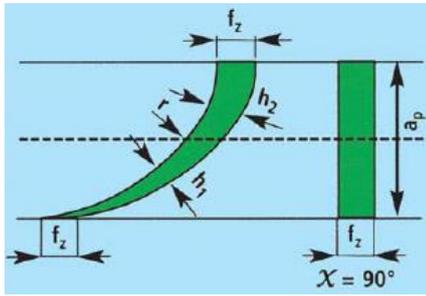


Tabelle der Koeffizienten

		4	10	100	
Chrom	Cr				
Kobalt	Co				
Mangan	Mn				
Nickel	Ni				
Silizium	Si				
Wolfram	W				
Aluminium	Al				
Kupfer	Cu				
Molybdän	Mo				
Tantal	Ta				
Titan	Ti				
Vanadium	V				
Kohlenstoff	C				
Phosphor	P				
Schwefel	S				
Stickstoff	N				

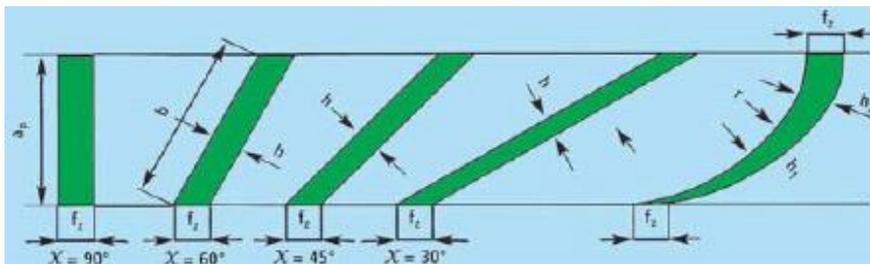
Legierungselemente	Mechanische Eigenschaften												
	Härte	Zähigkeit	Dehngrenze	Streckung	Mechanische Spannung	Widerstand	Elastizität	Hitzebeständigkeit	Bildung von Karbiden	Verschleißwiderstand	Schweißbarkeit	Bearbeitbarkeit	Korrosionsbeständigkeit
Silizium	☺	☺	☺☺	☺	☺	☺☺☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Mangan in perlitischen Stählen	☺☺☺	☺	☺	☺☺☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Chrom	☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Nickel in perlitischen Stählen	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Nickel in austenitischen Stählen	☺	☺	☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Aluminium	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Wolfram	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Vanadium	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Kobalt	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Molybdän	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Kupfer	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Schwefel	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Phosphor	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Kohlenstoff	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺

# SPANQUERSCHNITT



Vergleich des Querschnitts eines Spans, der mit einer runden Platte erhalten wurde, und eines Spans, der mit einer Platte mit einem Anstellwinkel von 90° erhalten wird.

- ap ist die Durchgangstiefe
- fz der Vorschub je Zahn
- h Spanstärke
- r Radius
- alpha Anstellwinkel

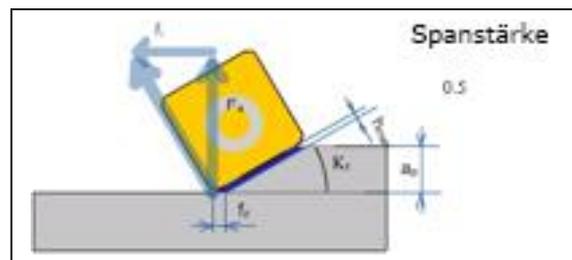
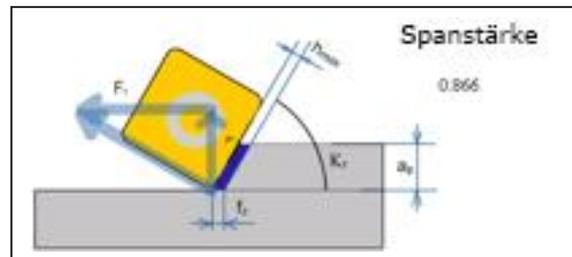
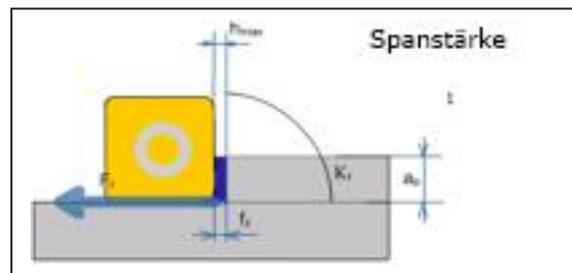


Diese Zeichnung ermöglicht es zu verstehen, wie wichtig die Geometrie der Schneidkanten der Fräse je nach den verschiedenen Anstellwinkeln ist.

Platten zu 90° links, danach 60°, 45°, 30°, und rund auf der rechten Seite.

- ap ist die Durchgangstiefe
- fz der Vorschub je Zahn
- h Spanstärke
- r Radius
- alpha Anstellwinkel
- b Spanlänge

**Anmerkung:** je kleiner der Anstellwinkel, desto mehr nimmt bei gleichem Vorschub pro Zahn die Länge zu und die Spanstärke ab.

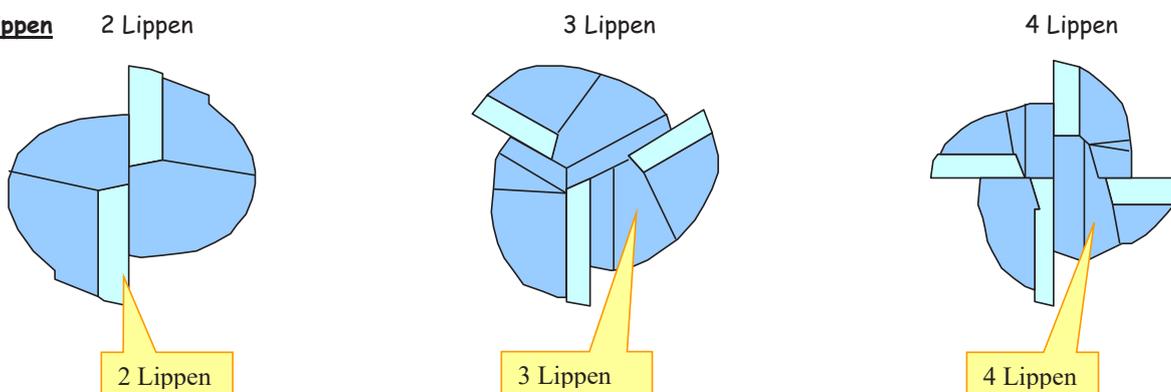


## TYPEN VON FRÄSEN

### SCHAFTFRÄSE

FRÄSE MIT 2, 3 oder 4 ZÄHNEN → NUTFRÄSE (Abb. 1)	ZWEISEITIG SCHNEIDENDE SCHAFTFRÄSE (Abb. 2)
<p>Besitzen im allgemeinen nur 2 Zähne. Es gibt jedoch auch Schaftfräsen mit 3 und 4 Zähnen.</p> <p>Genauer Durchmesser auf Lippen, um eine Nut einer bestimmten Breite zu bohren, zum Beispiel mit der zulässigen Abweichung von H8.</p> <p>Wird vor allem für das Schneiden von Keilnuten auf Wellen, Durchgangsnuten oder nicht verwendet.  <math display="block">\text{Durchgangstiefe max} = \frac{\text{Ø der Fräser}}{2}</math></p> <p>Die einzige Fräse, die axial zum Material eindringen kann. Kann also dazu dienen ein Loch zu bohren wie mit einem Bohrer ein Loch mit flachem Boden. Kann auch ausbohren.</p> <p>Schärfen: nur am Ende, um den AußenØ der Fräse und die ursprüngliche Präzision zu bewahren.</p>	<p>Anzahl der Zähne variabel, je nach Durchmesser und mindestens 4.</p> <p>Liefert keine Rille mit kalibrierter Breite.</p> <p>Hauptverwendung: Ausführung von Ansätzen und Schlitzten.</p> <p>Maximaler Durchgang            - wenn die Durchgangstiefe gleich  <math display="block">\text{Ø der Fräse ist: max. Durchgangsbreite} = \frac{1}{4} \text{ Ø Fräse}</math>            - wenn die Durchgangsbreite gleich  <math display="block">\text{Ø der Fräse ist: max. Durchgangstiefe} = \frac{1}{4} \text{ Ø der Fräse}</math></p> <p>Keine axiales Eindringen wie bei Bohrern.</p> <p>Schärfen möglich am Schaft UND auf den Lippen.</p>

### Je nach Anzahl Lippen



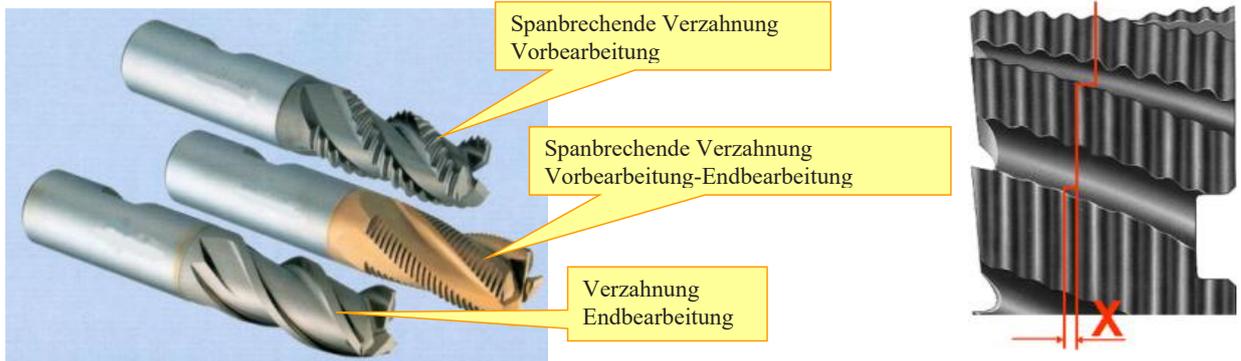
### Je nach Schaftverzahnung

**Schneiden im Zentrum**  
1 längere Lippe  
Axialdurchgang zugelassen.

**Ohne Schneiden im Zentrum** identische Lippen  
Axialdurchgang nicht zugelassen.



**Je nach Profil der Verzahnungen**



In den Verzahnungen EB und EB/FIN  
Wir haben 5 Typen von Spanbrechern



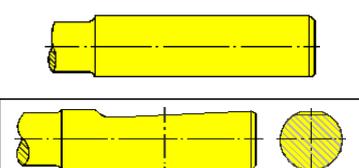
<p><b>EB normal</b></p> <p>Materialien, die normal zugfest sind. Große Vorschublängen möglich. Stark strukturierte Flächen.</p>	<p><b>EB fein</b></p> <p>Materialien, die hoch zugfest sind. Große Vorschublängen möglich. Strukturierte Flächen feiner als mit NR.</p>	<p><b>EB / normale Endbearbeitung</b></p> <p>Materialien, die normal zugfest sind. Strukturierte Flächen feiner als mit NR und HR.</p>	<p><b>EB fein</b></p> <p>Hoch widerstandsfähige und schwer zu bearbeitende Materialien. Das flache Profil verstärkt den Widerstand des Werkzeugs.</p>	<p><b>EB / feine Endbearbeitung</b></p> <p>Flaches Profil. Hoch widerstandsfähige und schwer zu bearbeitende Materialien. Das flache Profil verstärkt den Widerstand des Werkzeugs.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Je nach der Rillengeometrie und der Neigung der Schraube**

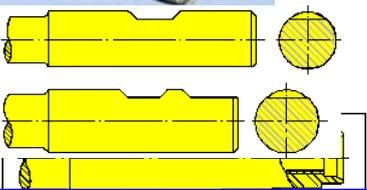
DIN 1836 <b>N</b>	Härte und Widerstand des Materials normal bis 1000N/mm <sup>2</sup>	30°-60° 	
DIN 1836 <b>H</b>	Hartes, starres Material und/oder kurze Späne bis 1300N/mm <sup>2</sup>	0°-25° 	
DIN 1836 <b>W</b>	Hartes, starres Material und/oder lange Späne bis 500N/mm <sup>2</sup>	30°-60° 	

**Durch die Befestigung**

glatte Spitze

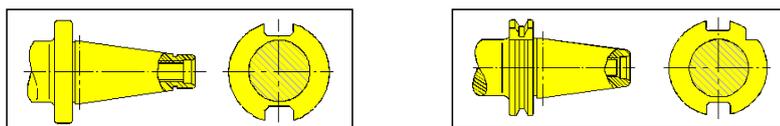
Typ Weldon  
DIN 1835B

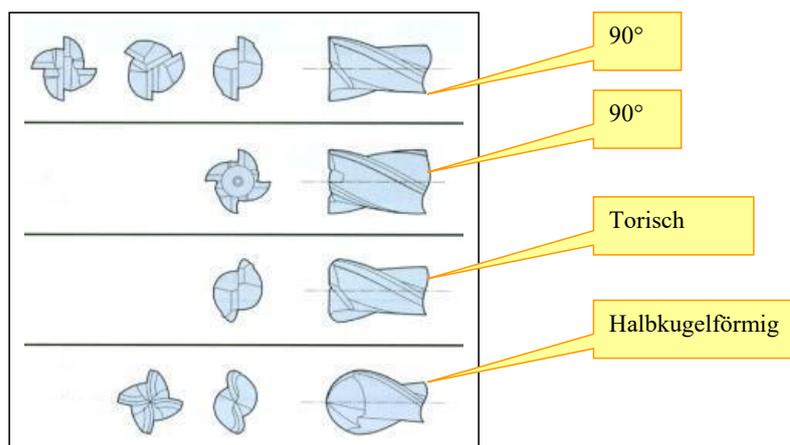
Gewindespitze  
NTN 1835H



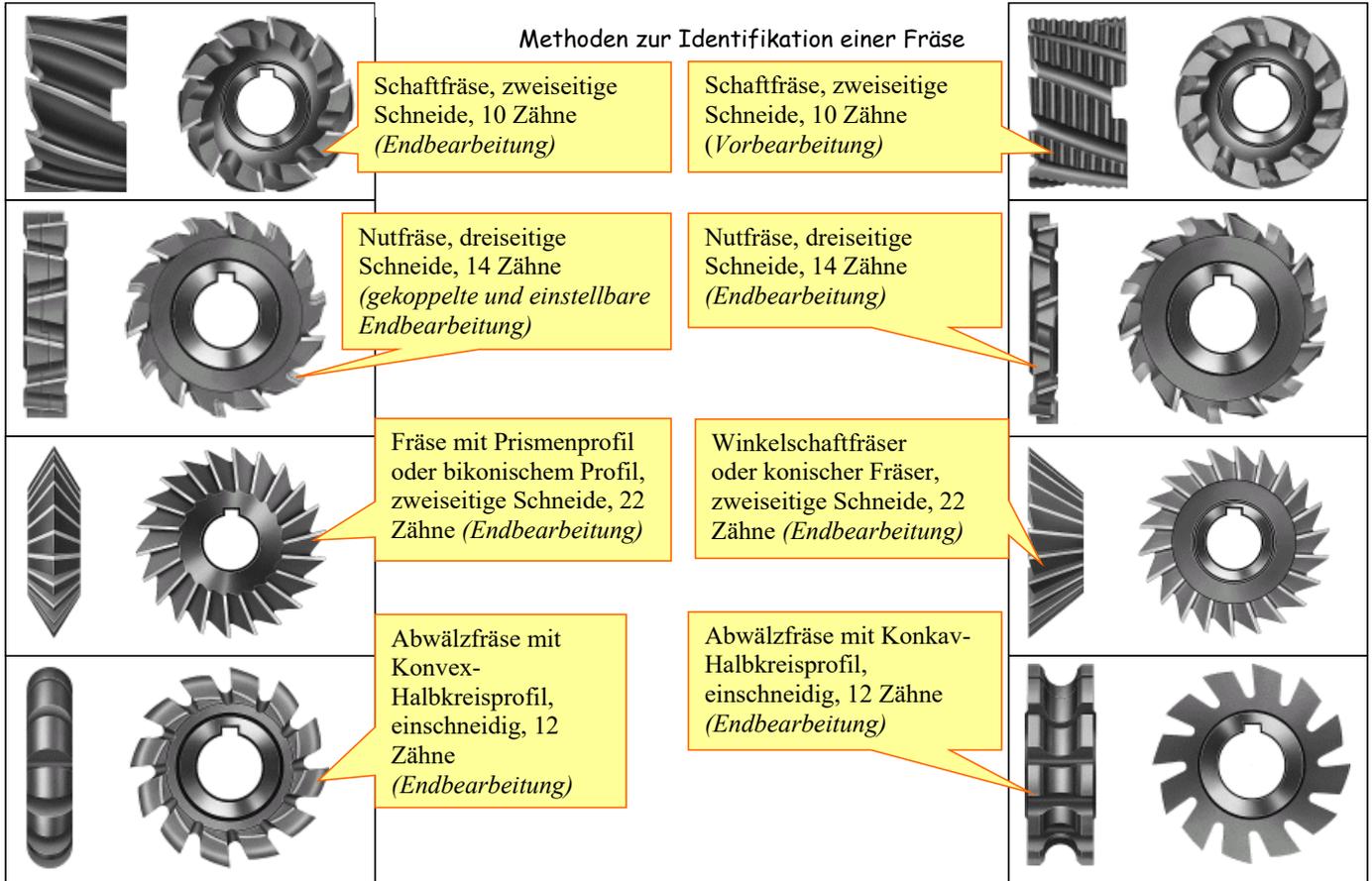

Fortsetzung



**Je nach Form**



Methoden zur Identifikation einer Fräse



Schaftfräse mit Zylinderschaft din1835D, 4 Zähne, zweiseitige Schneide (Endbearbeitung)

Schaftfräse Konkavradius Zylinderschaft DIN 835D 4 Lippen einseitige Schneide (Endbearbeitung)



Schaftfräse mit Zylinderschaft din1835B, 4 Zähne, zweiseitige Schneide (Vorbearbeitung)

T-Schaftfräse zylindrisch din1835D, 4 Lippen, dreiseitige Schneide (Endbearbeitung)



T-Schaftfräse torisch Zylinderschaft DIN 1835A, dreiseitige Schneide (Endbearbeitung)

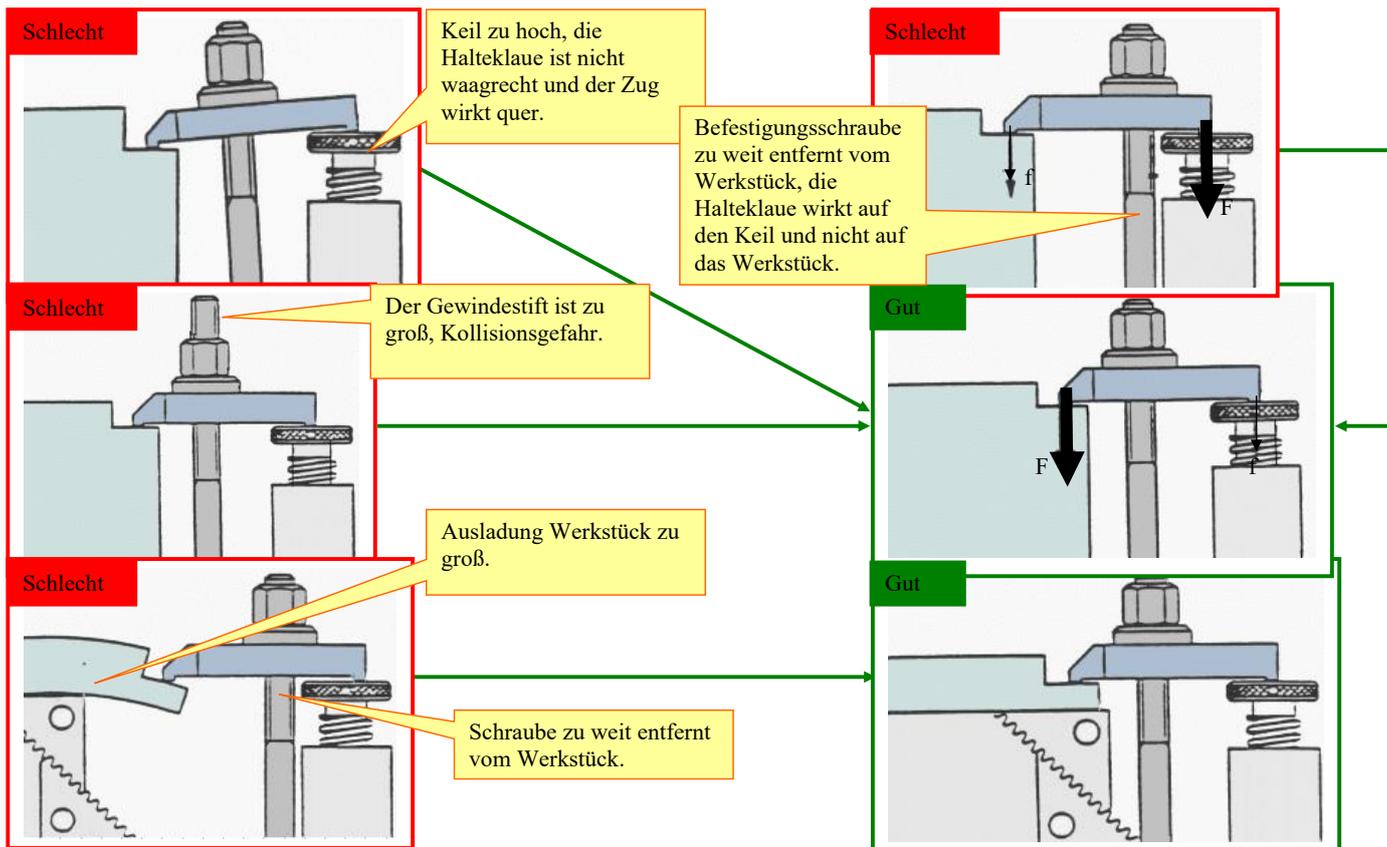
T-Schaftfräse zylindrisch DIN 1835D, dreiseitige Schneide (Vorbearbeitung)



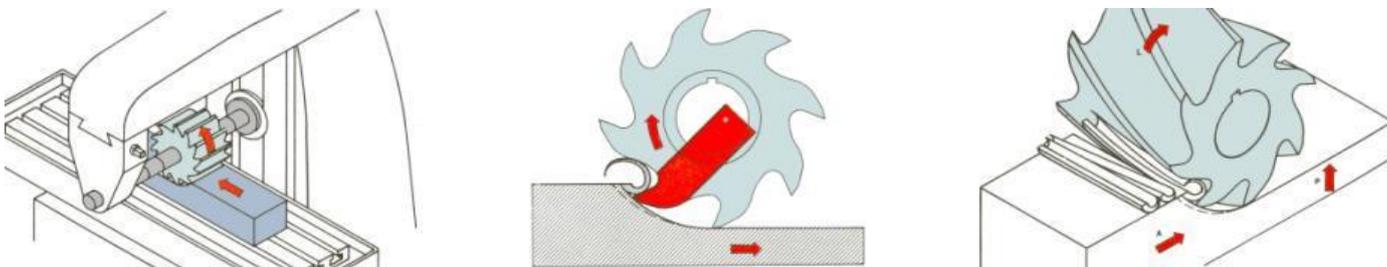
Schaftfräse Konkavradius mit Zylinderschaft DIN 1835D, 4 Lippen (Endbearbeitung)

Winkel-Schaftfräse mit Zylinderschaft DIN 1835D, 10 Zähne, zweiseitige Schneide (Endbearbeitung)

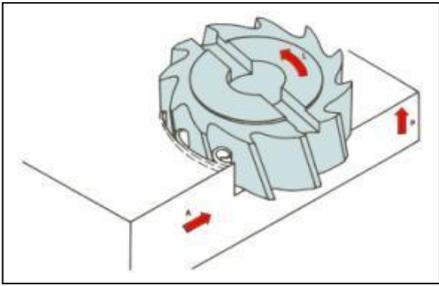




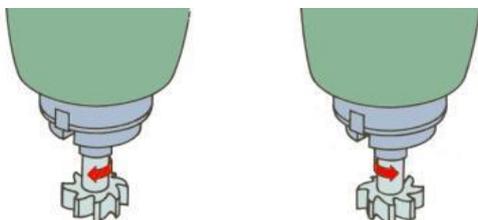
## DIE SCHNITTKRAFT



Wir müssen die Schnittkraft berücksichtigen, und eine Analyse erlaubt uns festzustellen, dass die Fräse in diesem Fall dazu neigt das Werkstück abzuheben. Um bestimmte Vibrationsprobleme (Rattern) zu lösen, müssen wir unsere Wahl unter Berücksichtigung der Resultierenden dieser Kräfte treffen.



Es existieren tatsächlich bestimmte Werkzeuge mit verschiedenen Schraubenlinien, daher die Umkehrung der Drehrichtung. Die Drehbewegung setzt den Fräsenzahn in Gegenlauf mit dem Material.



## DIE BESEITIGUNG DES SPIELS

### SPIEL NICHT BESEITIGT

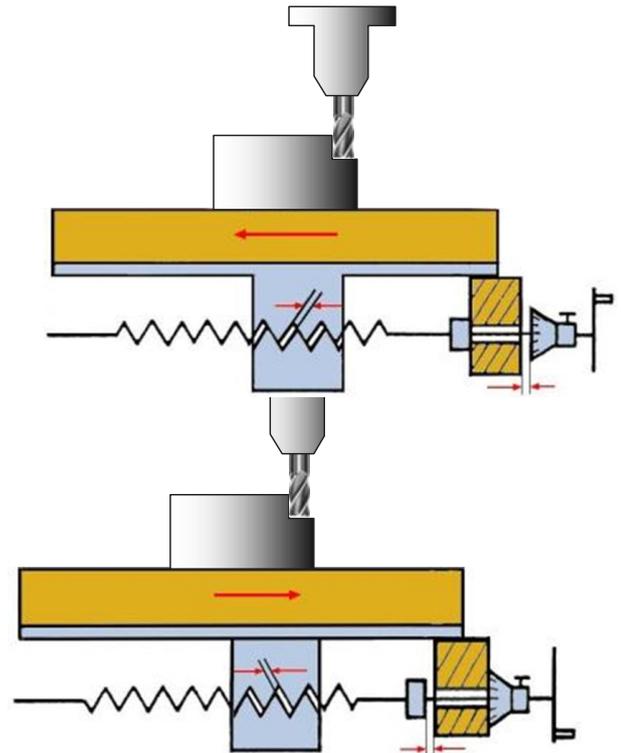
Der Schlitten bewegt sich in Anstellrichtung der Fräse, Wert des Spiels zwischen der Schraube und der Mutter.

Ergebnis: Maß überschritten, Bruch der Fräse.

### SPIEL BESEITIGT

Der durch das Anstellen der Fräse beanspruchte Schlitten kann sich nicht weiterbewegen.

Ergebnis: gut Arbeit, keine Sprünge, Maß berücksichtigt, keine Bruchgefahr.



### SCHLUSSFOLGERUNGEN

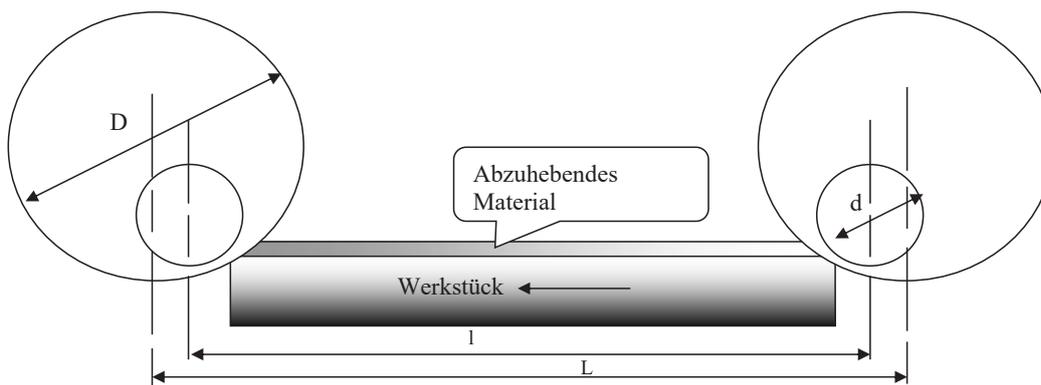
Vor der Ausführung eines beliebigen Arbeitsvorgangs mit der Fräsmaschine, ist unbedingt sicherzustellen:

1. dass die Vorschubrichtung stimmt – keine Gleichlaufarbeit;
2. dass die nicht benutzten Bewegungen gesperrt sind;
3. dass die Spielbeseitigung wie oben erklärt durchgeführt wurde.

Die Nichtbeachtung dieser Hinweise führt auf jeden Fall zum Bruch der Fräse.

## AUSWAHL DES FRÄSENDURCHMESSERS

Um die Bearbeitungszeit der Werkstücke so weit wie möglich zu verringern, ist es erforderlich den Durchmesser der verwendeten Fräsen auszuwählen, denn, wie in der untenstehenden Abbildung zu sehen ist, ist der für die Ausführung einer gleichen Flächengröße durchzulaufende Raum charakteristisch sehr unterschiedlich mit Fräsen ungleichen Durchmessers.



Die Distanz „L“ beweist, dass die Fräse mit dem  $\varnothing$  „D“ eine wesentlich größere Bewegung durchgeführt hat als die Fräse „d“ (Distanz l), um die gleiche Fläche zu bearbeiten. Dies kommt einem beachtlichen Zeitverlust gleich, insbesondere bei Serienarbeiten.

### Abschließend

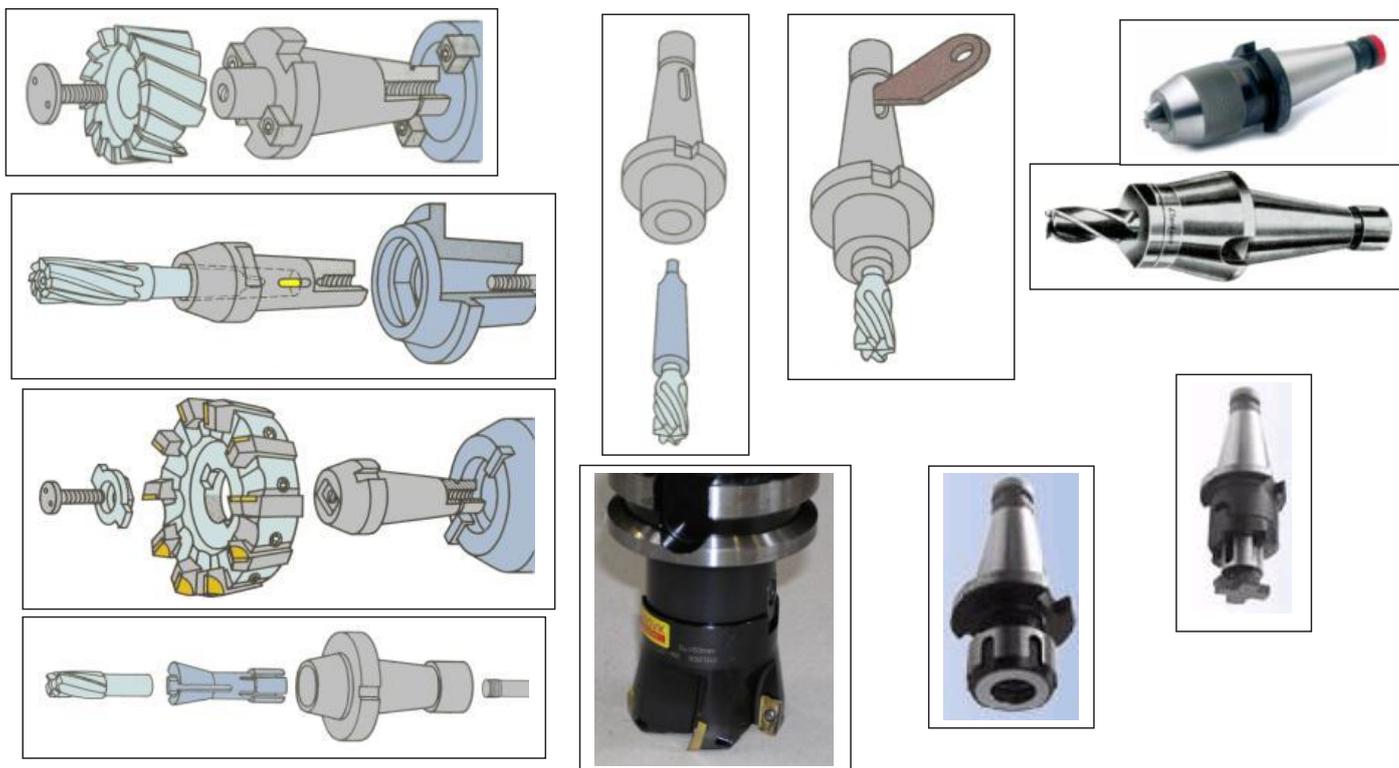
Der Durchmesser der Fräse muss in Abhängigkeit von der zu bearbeitenden Breite gewählt werden. **ZEITGEWINN**

Beispiel: beim Planfräsen einer Fläche, wo die zu bearbeitende Breite 50 mm beträgt, muss der Durchmesser der Fräse maximal 1,5 x dieser Breite entsprechen, das heißt:

$$1,5 \times 50 = 75 \text{ mm}$$

Wenn Ansätze ausgeführt werden sollen, wird die Fräse entsprechend dem breitesten Ansatz desselben Werkstücks gewählt.

## ANBAUVORRICHTUNGEN UND FRÄSDORNE



## AUSARBEITUNG VON METALLKARBIDEN

Die Legierungen werden allgemein durch gleichzeitiges Schmelzen eines Grundmetalls und mehrerer Zusatzmetalle im gleichen Bad erhalten und die Bestandteile werden vollständig verschmolzen.

Bei der Ausarbeitung von Metallkarbiden spielt ausschließlich das Metall die Rolle des Bindemittels; es schmilzt während dem **Sintern** genannten Vorgang, bei dem das Grundkarbid zu Pulver zu reduzieren und das Metallbindemittel einem Druck von 4 bis 5 Tonnen je cm<sup>2</sup> auszusetzen, worauf ein Brennen des Bindemetalls bei Schmelztemperatur folgt.

Die wesentlichen Schneidekarbide:

WOLFRAMkarbid Schmelztemperatur 3.400°

MOLYBDÄNkarbid Schmelztemperatur 2.600°

TITANKarbid Schmelztemperatur 1.800°

TANTALKarbid Schmelztemperatur 2.600°

Bindeetall KOBALT

Schmelztemperatur 1.480°

Bindemetall NICKEL

Schmelztemperatur 1.450°

Beobachtungen

Die Platten aus Metallkarbid benötigen keine Wärmebehandlung, deren Schärfe muss auf Carborundum Schleifsteinen (grün) vorgenommen werden und das Feinschärfen auf diamantbesetzten Schleifsteinen, auf keinen Fall auf Schleifsteinen aus Korundschmirgel oder Alundon.

### ENTWICKLUNG UND VERGLEICH DER SCHNITTMATERIALIEN

	Kohlenstoffstahl	Schnellstahl	Stellit	Metallkarbid	Keramik	Diamant
Jahr der Erfindung	Vor 1800	1895	1907	1928	1955	Vor 1800
Grenztemperatur des Werkzeugspitze	280°	550°	600°	800°	900°	/
Schnittgeschwindigkeit Stahl 60kg/mm <sup>2</sup>	15m/min	25m/min	40m/min	Bis 200m/min	200m/min	400m/min

## ABNUTZUNG DER PLATTEN

### Beanspruchung beim Fräsen

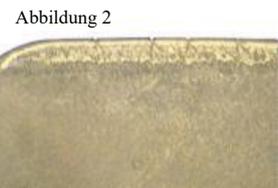
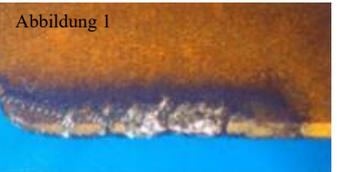
Beim Fräsen werden die Kanten der Platten Beanspruchungen ausgesetzt, die sich weitgehend von jenen unterscheiden, die beim Drehen auftreten. Die Ursache ist das intermittierende Bearbeiten, das heißt, dass die Kanten nur zeitweise eingreifen und die Stärke der Späne während des Schneidens variiert.

### Temperaturschwankungen

Wenn die Platte eingespannt ist, nimmt die Temperatur der Kante rasch bis auf 600°C zu. Darüber hinaus variiert die Temperatur der Platte, wenn die Stärke der Späne variiert. Die Platte kühlt aber während des Teils der Drehung bei der sie nicht eingespannt ist. Diese Temperaturschwankungen haben thermischen Spannungen in der Platte zur Folge, die „Kammglättungen“ (siehe Abb. 1) verursachen können und die rechteckig zu Schnittkante stehen.

### Mechanische Beanspruchungen

Beim Anstellen wird die Platte ebenfalls einem mechanischen Schock ausgesetzt, wenn die Schneidekraft einsetzt. Danach variieren diese Kraft je nach Richtung und Wert während der Arbeit der Platte. Dies kann aufgrund von Ermüdung Risse verursachen, die im wesentlichen parallel zur Schnittkante auftreten (Abb. 2).



## VERSCHLEISSFORMEN

### Abblättern

Die genannten Temperatur- und Schnittkraftschwankungen können in ungünstigen Fällen ein Abblättern verursachen, dass heißt, dass Teilchen von der Kante abreißen.

Die Lösung dieses Problems besteht einerseits darin eine Hartmetallsorte zu wählen, die dieser Art von Verschleiß besser standhält (eine Spezialsorte zum Fräsen oder eine generell widerstandsfähigere Sorte) und andererseits in der Verringerung der Beanspruchungen, zum Beispiel durch eine Änderung der Schnittbedingungen.

Eine andere Art von Abblättern tritt auf, wenn die mechanische Beanspruchung der Kante zu stark wird. Dabei lösen sich kleine Teilchen von der Kante ab (Abb. 4). Um dies zu verhindern, kann die Kante durch Abrunden oder durch einen negativen Hauptquerschnitt verstärkt werden. Es besteht auch die Möglichkeit eine Sorte zu wählen, die über eine bessere Beständigkeit verfügt.

### Verformung

Wenn die Temperatur der Kante zu sehr ansteigt, kann sie sich unter der mechanischen Beanspruchung verformen (Abb. 5). In diesem Fall muss die Temperatur durch Begrenzung der Schnittbedingungen oder, wenn möglich, durch die Wahl einer Sorte von Metallkarbid gesenkt werden, das einen besseren Widerstand gegen Verformungen aufweist.

### Freiwinkelverschleiß

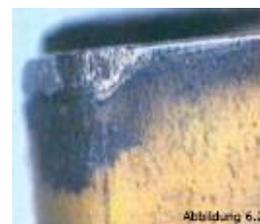
Normalerweise ist der Freiwinkelverschleiß ein Kriterium für die Lebensdauer (Abb. 6). Wenn der Freiwinkelverschleiß zu stark wird, nehmen die Schneidkräfte zu und die Oberflächenbeschaffenheit verschlechtert sich. Um einen raschen Freiwinkelverschleiß zu vermeiden, muss der Vorschub groß genug gewählt werden, um jeden Verschleiß durch Reibung der Kante zu vermeiden, der zu kleinen Spanstärken führt.

### Verschleiß in Form von Vertiefungen

Diese Art von Verschleiß (Abb. 7) tritt beim Fräsen nur sehr selten auf. In diesem Fall ist eine widerstandsfähigere Sorte zu wählen oder die Schnittgeschwindigkeit muss verringert werden.

### Aufbauschneide

Wenn die Temperatur in der Schnittzone zu tief ist, wird der Span nicht einwandfrei abgeführt und das Material verschmilzt um die Kante (Abb. 8). Dadurch entsteht eine sogenannte „Aufbaukante“. Das Ergebnis ist eine schlechte Oberfläche und ein höherer Leistungsbedarf. Um dieses Problem zu lösen, müssen die Schnittbedingungen verbessert werden. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit die Spanbildung durch positive Ablenkwinkel zu vereinfachen.



## ZUSAMMENFASSUNG DER PROBLEMEN UND MESSUNGEN

<p>Intermittierende Erhitzung der Schnittkante. Entnahme der großen Materialmenge oder bei Hochgeschwindigkeit</p>	<p>A Eine Temperaturresistentere Nuance mit TaC benutzen          B Ein Werkzeug mit einem positiven Winkel benutzen          C Den Spitzenradius erhöhen          D Die Schnittgeschwindigkeit, den Vorschub oder die Tiefe des Durchgangs verringern          E Bewässerung vermeiden</p>	 <p>Thermische Risse</p>
<p>Extrem spröde Schnittplatte, die für die Anwendungsbedingungen zu hart ist.</p>	<p>A Eine zähere Sorte mit einem höheren Kobaltgehalt verwenden          B Eine Platte mit einem negativen Winkel benutzen          C Einen größeren Radius verwenden          D Eine Platte mit einer breiteren Randleiste verwenden          E Die Schnittgeschwindigkeit erhöhen</p>	 <p>Angeschlagen</p>
<p>Die Schnittplatte ist zu weich die Geschwindigkeit der Maschine ist zu hoch.</p>	<p>A Eine härtere Sorte verwenden mit einer höheren Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß verwenden          B Die Schnittgeschwindigkeit verringern          C Die Vorschubgeschwindigkeit erhöhen          D Die Berieselung verwenden</p>	 <p>Verschleiß in übermäßigem Freiwinkel</p>
<p>Übermäßiger Verschleiß als Kerbe an der Durchgangs-Tiefenlinie. Im allgemeinen wird dies durch eine eingebrochene Fläche, Abschuppen oder Abrieb verursacht.</p>	<p>A Erhöhung des maximalen Winkels in Richtung der Schnittkante          B Bei geringer Schnitttiefe einen größeren Radius verwenden          C Die Schnittgeschwindigkeit und den Vorschub verringern.          D Die Durchgangstiefe variieren.</p>	 <p>Verschleiß in Kerbe</p>
<p>Die Schnittgeschwindigkeit ist zu gering für das bearbeitete Werkstück.</p>	<p>A Die Schnittgeschwindigkeit erhöhen          B Eine Sorte verwenden, die die Reibung verringert, zum Beispiel eine mit TiAlN verkleidete Sorte          C Eine Berieselung mit hoher Gleitfähigkeit verwenden</p>	 <p>Aufbaukante</p>
<p>Starker Vorschub oder hohe Schnittgeschwindigkeit.</p>	<p>A Die Schnittgeschwindigkeit verringern          B Den Vorschub verringern.          C Eine härtere Sorte verwenden          D Eine Sorte mit höherer Hitzebeständigkeit verwenden</p>	 <p>Verformung</p>
<p>Übermäßige Hitze und Verschweißen der Späne an der Spitze.</p>	<p>A Eine härtere Sorte verwenden          B Die Schnittgeschwindigkeit verringern          C Den Vorschub verringern</p>	 <p>Kraterbildung</p>

Probleme	Plattenbruch	Abblättern der Kante	schneller Freiwinkelverschleiß	Schneller Verschleiß in Form von Vertiefungen	Bildung von Ansatzkanten	Spannerstopfung	Vibrationen	Schlechte Oberflächenbeschaffenheit	Abblättern des Werkstücks	Messungen
			x	x						Benutzung eines Metallkarbids, das verschleißfester ist
	x	x								Ein widerstandsfähigeres Metallkarbid verwenden
		x			x			x		Die Schnittgeschwindigkeit „V“ erhöhen
			x	x						Die Schnittgeschwindigkeit „V“ verringern
			x		x					Den Vorschub je Zahn erhöhen Sz
	x	x		x		x		x	x	Den Vorschub verringern Sz
	x	x			x	x	x		x	Die Fräse ersetzen (Geometrie)
	x					x				Die Fräse ersetzen (erhöhte Spaltabstände)
							x	x		Ist die Breite der Schrägfläche korrekt?
									x	Den Anstellwinkel verringern
	x	x					x	x		Die Stabilität erhöhen
		x					x			Ein Schwungrad verwenden
							x	x		Die Befestigung der Fräse überprüfen
		x	x							Die Schnittkante verstärken (Abschrägung)

## SCHAFTFRÄSE MIT WENDEPLATTEN AUS HARTMETALL



Stellschraube A

Die Platten mit positivem Schnitt verfügen über mehrere Schnittkanten. Beim Kantenwechsel, die Schraube „A“ lösen, die Platten entnehmen und die Aufnahme sowie die Platten reinigen.

Jede Platte mit einer neuen Kante gegenüber dem Umfang einsetzen, mit der Schnittfläche zum Bediener gerichtet (die Freiwinkelflächen beachten).

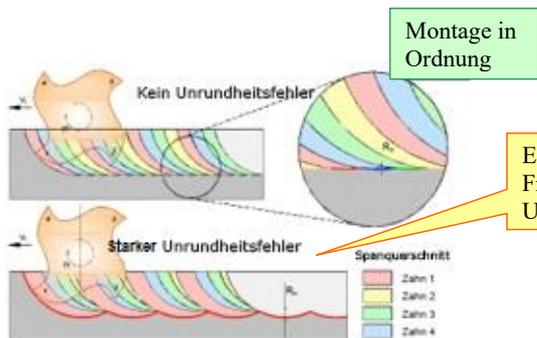
Während dem Anziehen der Schraube, die Platte festhalten und in Richtung des Pfeils drücken.

Den mit der Fräse gelieferten, passenden Schlüssel verwenden.

**Nicht übermäßig anziehen. Passender Drehmomentschlüssel.**

Die richtige Position aller Platten visuell kontrollieren, danach die Maschine mit der Durchschnittdrehzahl zum Drehen bringen um die Konzentrität der Montage zu überprüfen.

*Gegebenenfalls eine Messuhr benutzen, um im Zweifelsfall zu kontrollieren.*



Ein einziger Zahn könnte mit einer Fräse arbeiten, die mit einer Unrundheit montiert wurde



### Verschleißkriterien

In der Praxis wird für die Schnittgrenze oft ein Verschleiß von 0,8 mm auf der Freiwinkelfläche angenommen. In bestimmten Fällen kündigt ein Übermaß an Funken an, dass die Platten ersetzt werden müssen; wenn eine Fräse, deren Platten verschlissen sind, weiterhin verwendet wird, nimmt die Leistungsaufnahme der Maschine zu und die geforderte Endbearbeitung und Präzision werden nicht erreicht.



---

IFPM est une initiative de



---

[WWW.IFPM.BE](http://WWW.IFPM.BE) - [WWW.TECHNIOS.BE](http://WWW.TECHNIOS.BE)

