Maschinelle Fertigungstechnik

PRBK 3L



Technologiedaten zur maschinellen Fertigungstechnik 7
Drehen mit konventionellen Verfahren 61
Fräsen mit konventionellen Verfahren 123
Schleifen mit konventionellen Verfahren 169
Instandhaltung 209

EDITION SWISSMEM

SWISSMEM

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

Projektleitung
Arn Hanspeter, Projektleiter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Abbt Raphael, Bühler AG, Uzwil
Bölükbasi Gökhan, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Canonica Renzo, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Fricker Walter, Lernzentren LfW, Zürich
Hiese Phillip, Lernzentren LfW, Zürich
Knecht Daniel, Lernzentren LfW, Zürich
Kaufmann Christoph, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Meier Robert, Lernzentren LfW, Baden
Piraccini Boris, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Rietschin Daniel, Ridari Consulting, Elsau
Reber Sascha, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Vogler Marcel, Lernzentren LfW, Zürich
Baur Daniel, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Wir danken dem ganzen Team für die ausgezeichnete fachliche Unterstützung und für die gute Zusammenarbeit.

Für die Unterstützung mit Bildern und Inhalten danken wir:

Blaser Swisslube AG, Hasle-Rüegsau
Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf
DMG Schweiz AG, Dübendorf
Dr. Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, D-Konstanz
Fehlmann AG, Seon
Fischer Precise Management AG. Herzogenbuchsee
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, D-Traunreut
Gressel AG, Aadorf
HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG, Schwerzenbach
Konrad Ing. Büro, D-Bretten
L. Kellenberger + Co. AG, St. Gallen
Roli Lanz, Fotostudio, Rorbas
Sandvik AG, Luzern
Winterthur Schleiftechnik AG, Winterthur

Herausgeberin: Edition Swissmem
3. Auflage 2016

Bezugsquelle:
Swissmem Berufsbildung
Brühlbergstrasse 4
8400 Winterthur

Telefon Vertrieb 052 260 55 55
Fax Vertrieb 052 260 55 59

www.swissmem-berufsbildung.ch
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch

Copyright Text, Zeichnung und Ausstattung:
© by Swissmem, Zürich

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in andern als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Herausgebers.

Zeichenerklärungen und inhaltlicher Aufbau

Zeichenerklärung



Diese Variante ist zweckmässig. Im Sinne der Optimierung des Produktes suchen wir die stärkste Lösung.



Brauchbare Lösung. Sicher sind noch bessere Varianten zu finden!



Diese Lösung ist ungeeignet. Überlegen Sie, aus welchem Grund diese Lösung nicht befriedigt und suchen Sie eine bessere Variante.



Lösen Sie diese Aufgabe mit dem geeignetsten Hilfsmittel.



Lernziele



Wichtige Hinweise



Information



Informationen im Web: www.swissmem-elearning.ch

Notieren Sie hier die zutreffenden Informationen, wie nationale oder internationale Normen, Betriebsnormen, Titel von Fachbüchern, Betriebsanleitungen usw.

Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang ist nach der gleichen Struktur wie der Kompetenzen-Ressourcen-Katalog aufgebaut.

Der Ressourcenaufbau ist wie folgt gegliedert:

Aktivierung
Jede Ausbildungseinheit beginnt mit Grundsatzfragen, welche den momentanen Wissensstand erfassen.

Theorie / Übungen
Der Theorieteil beinhaltet neben der Theorie auch Fragen und/oder Übungen, welche die Lernenden lösen müssen.

Repetition
Als Abschluss des Ressourcenaufbaus sind Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen der Festigung des Lernstoffs.

Inhaltsverzeichnis

Technologiedaten zur maschinellen Fertigungstechnik

Grundlagen der spanenden Fertigungstechnik **7**
Werkzeugschneide 8
Spanbildung 12
Verschleiss 13
Schnittgeschwindigkeit 15
Schneidstoffe II **19**
Schneidstoffanforderungen 20
Wahl der Schneidstoffe 23
Kühl- und Schmierstoffe **25**
Aufgaben der Kühl- und Schmierstoffen 26
Arten der Kühl- und Schmierstoffen 26
Pflege 29
Umweltschutz und Entsorgung **31**
Einleitung 32
Sortenreines Sammeln 33
Entsorgung von Altöl und Kühlschmierstoffen 34
Technologiedaten «Drehen» **35**
Schneidengeometrie bei Drehwerkzeugen 36
Geometrie der Wendeschneidplatten 38
Schnittgeschwindigkeit 39
Bewegungen an Drehmaschinen 42
Technologiedaten «Drehen» **47**
Schneidgeometrie bei Fräswerkzeugen 50
Geometrie der Wendeschneidplatten 51
Schnittgeschwindigkeit 52
Drehzahl 53
Schnittbewegung 54

Drehen mit konventionellen Verfahren

Drehmaschinen **61**
Drehmaschinenarten 62
Universaldrehmaschine 62
Drehmaschinenaufbau 63
Kenngrössen 67
Drehwerkzeuge und Spannmittel einsetzen **69**
Einteilung der Drehverfahren 70
Drehwerkzeuge 72
Schneidenart und Schneidstoffe 75
Kennzeichnung von Drehstählen 77
Wahl der richtigen Werkzeuge 80
Zustand der Drehwerkzeuge beurteilen 81
Spannen der Werkstücke beim Drehen 83
Arbeitssicherheit **88**
Einspannen der Drehwerkzeuge 89
Werkstücke aussendrehen **95**
Arbeitssicherheit 96
Plandrehen 97
Längsdrehen 99
Stufen drehen 101
Facetten drehen 102
Zentrieren 103
Einstiche 105
Freistiche 105
Gewindefreistiche 107
Abstechen 108

Inhaltsverzeichnis

Gewindeschneiden 110
Gewindedrehen 111
Werkstücke innendrehen 117
Arbeitssicherheit 118
Werkzeuge 119
Innendrehen 119

Fräsen mit konventionellen Verfahren

Fräsmaschinen 123
Fräsmaschinenarten 124
Fräsmaschinenaufbau 125
Kenngrössen 128
Fräswerkzeuge und Spannmittel einsetzen 131
Einteilung der Fräsverfahren 132
Fräserarten 134
Schneidstoff 138
Spannen der Wendeplatten 140
Wahl der richtigen Werkzeuge 141
Spannen der Werkzeuge 144
Spannen der Werkstücke beim Fräsen 149
Fräswerkzeuge und Spannmittel einsetzen 155
Arbeitssicherheit 158
Vorteile/Nachteile der Fräsverfahren 159
Stirnfräsen 160
Umfangsfräsen 160
Winkliges Fräsen eines Quaders 161
Stirn-Umfangsfräsen 162
Taschen fräsen 164
Nuten fräsen 165
Plan-Ausdrehköpfe 167

Schleifen mit konventionellen Verfahren

Schleifmaschinen 169
Beschreibung des Schleifvorganges 170
Schleifmaschinen 170
Schleifwerkzeuge und Spannmittel einsetzen 177
Aufbau einer Schleifscheibe 178
Form 181
Aufspannen der Schleifscheibe 183
Abrichten und Profilieren von Schleifscheiben 185
Aufspannen der Werkstücke 187
Schnittdaten 189
Änderungen der Technologiedaten 191
Werkstücke schleifen 195
Arbeitssicherheit 196
Grundlagen der Schleiftechnik 197
Schleifverfahren 198
Kühlschmierstoffe 206

Instandhaltung

Instandhaltung von Werkzeugmaschinen 209
Instandhaltung 210
Inspektion 213

Notizen

Aktivierung

Grundlagen der spanenden Fertigungstechnik



– Grundlagen der allgemeinen spanenden Fertigung kennen



1. Welche Faktoren bestimmen, ob ein Werkstück gut bearbeitet werden kann?

Zu bearbeitendes Werkstück, Werkzeug ⇒ Werkzeugschneide, Technologiedaten

2. Was kann unternommen werden, wenn ein Werkzeug nicht mehr «gut schneidet»?

Überprüfen der Schneidengeometrie ⇒ Verschleiss, ändern der Technologiedaten

3. Was erreichen Sie, wenn Sie bei der Bearbeitung Kühlschmiermittel einsetzen?

Reibung verkleinern, Kühlen, Späne beseitigen

4. Welche Abfälle und Schadstoffe fallen während der spanenden Fertigung an?

Späne, Kühl-Schmierstoffe

5. Was verstehen Sie unter umweltgerechtem Entsorgen der Abfälle und Schadstoffe?

Getrenntes Sammeln von diesen Materialien, Entsorgen nach Vorschrift

6. Was verstehen Sie unter Verschleiss?

Abnützung der Schneidengeometrie

Theorie — Grundlagen der spanenden Fertigung

Einleitung

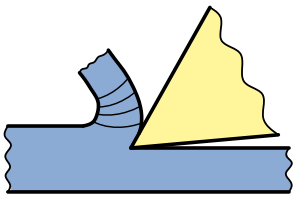
Bei allen spanenden Fertigungsverfahren sind besonders wichtig:
– die Form der Werkzeugschneide
– die auftretenden Kräfte und Temperaturen an der Werkzeugschneide
– der Verschleiss an der Werkzeugschneide
– die Schnittgeschwindigkeit

Werkzeugschneide

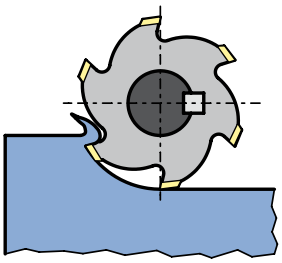
Es gibt Werkzeuge mit einer Schneide (z.B. Drehstahl), mit zwei Schneiden (z.B. Spiralbohrer), mit mehreren Schneiden (z.B. Dreilippensenker, Walzenstirnfräser) und mit einer Vielzahl von Schneiden (z.B. Sägeblätter, Feilen). Die Schneiden sämtlicher Werkzeuge haben die Form eines Keiles und arbeiten nach dem gleichen Prinzip: Durch die Vorschubbewegung dringt der Keil in den Werkstoff ein und hebt dabei einen Span ab.

Die Grundform aller Werkzeugschneiden ist der **Keil**. Die beim Zerspanen auftretenden Kräfte und Temperaturen verursachen am Schneidkeil **Verschleiss**.

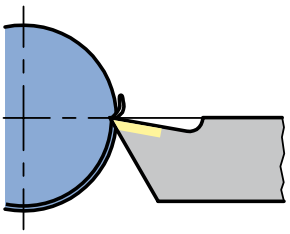
Meissel



Fräser



Drehstahl



SWISSMEM

Theorie

Grundlagen der spanenden Fertigung

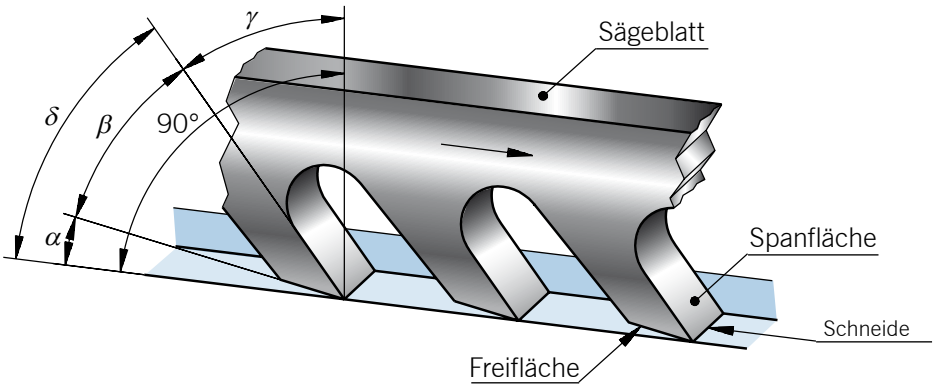
Schneidenwinkel

Weil sich alle Schneiden gleichen, werden auch die Schneidenwinkel immer gleich bezeichnet. Sie werden nach ihrer Funktion benannt, nämlich:

– **Freiwinkel** α
Wird von Freifläche und der bearbeiteten Werkstückfläche gebildet. Wäre der Freiwinkel 0°, würde die Freifläche an der bearbeiteten Fläche anstehen. Durch die entstehende Reibung würde die Freifläche zerstört.
Ein zu grosser Freiwinkel schwächt die Schneide. Diese wird schnell stumpf oder bricht ab. Allgemein liegen Freiwinkel zwischen 3° und 14°. Er wird bestimmt durch den Zerspanungswerkstoff, Werkzeuggrösse und den Vorschub.

– **Keilwinkel** β
Wird von Span- und Freifläche gebildet und entspricht dem Winkel des Schneidkeils. Je kleiner der Keilwinkel (bei weichen Werkstoffen), desto besser dringt die Schneide in den Werkstoff ein. Anderseits muss die Schneide mit steigender Festigkeit des zu bearbeitenden Werkstoffes eine höhere Stabilität aufweisen. Das heisst einen grösseren Keilwinkel.

– **Spanwinkel** γ
Wird von Spanfläche und einer imaginären Senkrechten auf die Bearbeitungsfläche gebildet. Er beeinflusst die Spanbildung. Je grösser der Spanwinkel gewählt wird, desto leichter fliesst der Span ab. Gleichzeitig ist er eng mit dem Keilwinkel gekoppelt. Ein grosser Keilwinkel erfordert einen kleinen Spanwinkel und umgekehrt.



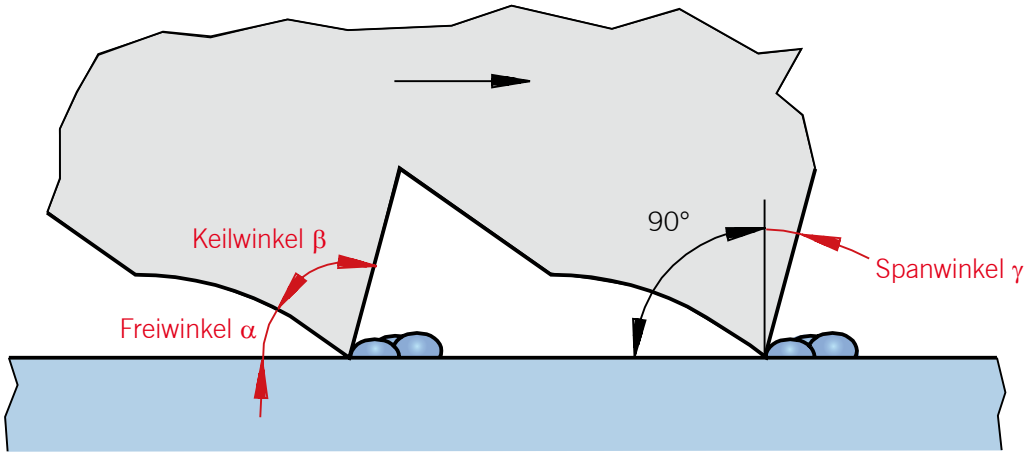
Allgemein gilt: $\alpha + \beta + \gamma = 90°$

Die Summe von Frei- und Keilwinkel wird als **Schnittwinkel** δ bezeichnet. In der Werkstatt wird oft von Werkzeugen mit viel oder wenig, mehr oder weniger Schnitt gesprochen. Gemeint wird damit der Schnittwinkel.

Theorie — Grundlagen der spanenden Fertigung

Negativer Spanwinkel

Die Scheidengeometrie einer gehauenen Feile sieht so aus:



1. Zeichnen Sie in die Skizze die Schneidenwinkel und deren Bezeichnungen ein (Frei-, Keil-, Span- und Schnittwinkel).

Sie haben festgestellt, dass der Schnittwinkel δ grösser als 90° ist und dass der Spanwinkel «überhängend» zur Senkrechten auf die bearbeitete Fläche steht. Der Spanwinkel ist negativ. Man spricht in diesem Fall auch von Werkzeugen mit negativem Schnitt. Diese Werkzeuge tragen den Span nicht schneidend, sondern schabend von der Werkstückoberfläche ab.

Für negative Spanwinkel gilt: $\alpha + \beta + (-\gamma) = \alpha + \beta - \gamma = 90°$

Zusammenhang: Zu bearbeitender Werkstoff – Schneidenwinkel

Allgemein gilt:

Weicher, langspanender Werkstoff	**Harter, zäher, kurzspanender Werkstoff**
grosser Freiwinkel kleiner Keilwinkel grosser Spanwinkel	kleiner Freiwinkel grosser Keilwinkel kleiner oder negativer Spanwinkel

Theorie

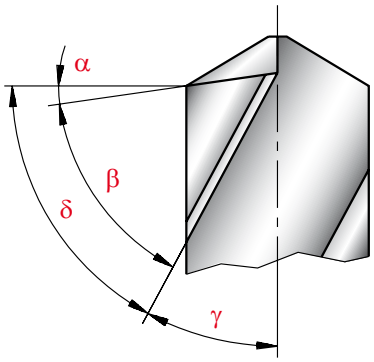
Grundlagen der spanenden Fertigung

Schneidenwinkel für Werkzeuge aus HSS

Die Schneidenwinkel hängen nicht nur von dem zu bearbeitenden Werkstoff ab, sondern auch vom eingesetzten Schneidstoff. Für Werkzeuge aus HSS (Hochleistungs-schnellschnittstahl) gelten folgende **Richtwerte**:

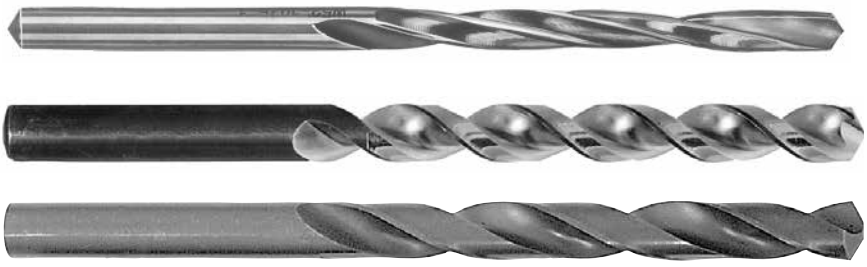
Werkstoff	**Winkel**		
	Frei- (α)	Keil- (β)	Span- (γ)
Stahl von 300 ... 500 N/mm²	8°	62°	20°
Stahl von 500 ... 700 N/mm², Gusseisen mit Lamellengrafit	8°	68°	14°
Stahl über 700 N/mm², Gusseisen mit Kugelgrafit, Bronze	8°	74°	8°
Sphäroguss über 500 N/mm², Messing, Bronze	6° ... 3°	84°	0° ... 3°
Aluminiumlegierungen, Weichmetalle	10°	40°	40°

2. Bezeichnen Sie in der Abbildung des Spiralbohrers die Schneidenwinkel.



3. Mit welchem der unten abgebildeten Spiralbohrer bohren Sie…

Aluminiumlegierungen ⇒	Typ:	W
Bronze, Messing ⇒	Typ:	H
Baustahl ⇒	Typ:	N



Typ H

Typ W

Typ N

SWISSMEM

Theorie

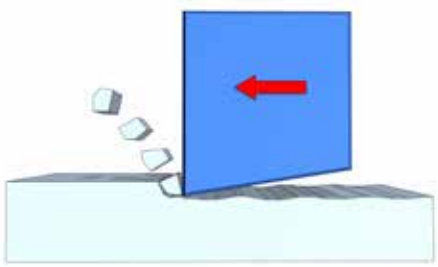
Grundlagen der spanenden Fertigung

Spanbildung

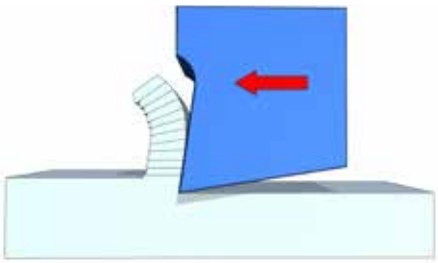
Bei allen spanenden Trennverfahren werden durch den Schneidkeil, welcher in den Werkstoff eindringt, Späne herausgetrennt.

Man unterscheidet drei Spanarten:

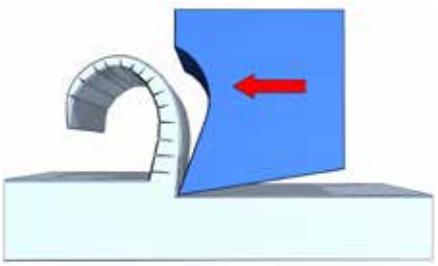
– **Reissspäne**
Diese entstehen bei spröden Werkstoffen wie z.B. Guss, Messing. Sie sind kurz und unregelmässig geformt.



– **Scherspäne**
Diese entstehen bei zäheren Werkstoffen wie z.B. rostfreier Stahl. Sie sind unregelmässig zusammenhängend.



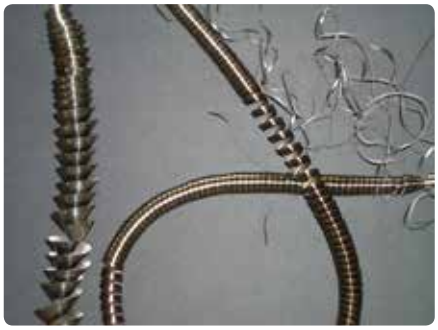
– **Fliessspäne**
Diese entstehen bei weichen und zähen Werkstoffen wie z.B. Aluminium. Sie sind lang und zusammenhängend.



günstige Spanform



ungünstige Spanform



Grundsätzlich sind kurze Späne anzustreben.

3. Begründen Sie den obenstehenden Hinweis.

geringere Unfallgefahr, hohe Oberflächengüte, gute Spanabfuhr

SWISSMEM