

Maschinelle Fertigungstechnik



1. Technologiedaten zur	
2. maschinellen Fertigungstechnik	7
3. Drehen mit konventionellen Verfahren	61
4. Fräsen mit konventionellen Verfahren	123
5. Schleifen mit konventionellen Verfahren	169
6. Instandhaltung	209
7. CNC-Technik	215
8. Fräsen mit CNC-Verfahren	257
9. Drehen mit CNC-Verfahren	275

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

Projektleitung

Arn Hanspeter, Projektleiter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Abbt Raphael, Bühler AG, Uzwil

Bölükbası 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

Röli Lanz, Fotostudio, Rorbas

Sandvik AG, Luzern

Winterthur Schleiftechnik AG, Winterthur

Herausgeberin: Edition Swissmem

2. Auflage 2010

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.

Inhaltsverzeichnis

Technologiedaten zur maschinellen Fertigungstechnik

1.1 Grundlagen der spanenden Fertigungstechnik	9
1.1.1 Einleitung	10
1.1.2 Werkzeugschneide	10
1.1.3 Spanbildung	14
1.1.4 Verschleiss	15
1.1.5 Schnittgeschwindigkeit	17
1.2 Schneidstoffe II	21
1.2.1 Schneidstoffanforderungen	22
1.2.2 Wahl der Schneidstoffe	25
1.3 Kühl- und Schmierstoffe	27
1.3.1 Aufgaben der Kühl- und Schmierstoffen	28
1.3.2 Arten der Kühl- und Schmierstoffen	28
1.3.3 Pflege	31
1.4 Umweltschutz und Entsorgung	33
1.4.1 Einleitung	34
1.4.2 Sortenreines Sammeln	35
1.4.3 Entsorgung von Altöl und Kühlschmierstoffen	36
1.5 Technologiedaten «Drehen»	37
1.5.1 Schneidengeometrie bei Drehwerkzeugen	38
1.5.2 Geometrie der Wendschneidplatten	40
1.5.3 Schnittgeschwindigkeit	41
1.5.4 Wendschneidplatten für allgemeine Drehbearbeitungen	42
1.5.5 Bewegungen an Drehmaschinen	44
1.5 Technologiedaten «Drehen»	49
1.6.1 Schneidengeometrie bei Fräswerkzeugen	52
1.6.2 Geometrie der Wendschneidplatten	53
1.6.3 Schnittgeschwindigkeit	54
1.6.4 Drehzahl	55
1.6.5 Schnittbewegung	56

Drehen mit konventionellen Verfahren

2.1 Drehmaschinen	63
2.1.1 Drehmaschinenarten	64
2.1.2 Universaldrehmaschine	64
2.1.3 Drehmaschinenaufbau	65
2.1.4 Kenngrössen	69
2.2 Drehwerkzeuge und Spannmittel einsetzen	71
2.2.1 Einteilung der Drehverfahren	72
2.2.2 Drehwerkzeuge	74
2.2.3 Schneidenart und Schneidstoffe	77
2.2.4 Kennzeichnung von Drehstählen	79
2.2.5 Wahl der richtigen Werkzeuge	82
2.2.6 Zustand der Drehwerkzeuge beurteilen	83
2.2.7 Spannen der Werkstücke beim Drehen	85
2.2.8 Einspannen der Drehwerkzeuge	91
2.3 Werkstücke aussendrehen	97
2.3.1 Arbeitssicherheit	98
2.3.2 Plandrehen	99
2.3.3 Längsdrehen	101
2.3.4 Stufen drehen	103
2.3.5 Facetten drehen	104
2.3.6 Zentrieren	105
2.3.7 Einstiche	107
2.3.8 Freistiche	107
2.3.9 Gewindefreistiche	109

Inhaltsverzeichnis

2.3.10 Abstechen	110
2.3.11 Gewindeschneiden	112
2.3.12 Gewindedrehen	113
2.4 Werkstücke innendrehen	119
2.4.1 Arbeitssicherheit	120
2.4.2 Werkzeuge	121
2.4.3 Innendrehen	121

Fräsen mit konventionellen Verfahren

3.1 Fräsmaschinen	125
3.1.1 Fräsmaschinenarten	126
3.1.2 Fräsmaschinenaufbau	127
3.1.3 Kenngrössen	130
3.2 Fräswerkzeuge und Spannmittel einsetzen	133
3.2.1 Einteilung der Fräsverfahren	134
3.2.2 Fräserarten	136
3.2.3 Schneidstoff	140
3.2.4 Spannen der Wendeplatten	142
3.2.5 Wahl der richtigen Werkzeuge	143
3.2.6 Spannen der Werkzeuge	146
3.2.7 Spannen der Werkstücke beim Fräsen	151
3.3 Werkstücke fräsen	159
3.3.1 Arbeitssicherheit	160
3.3.2 Vorteile/Nachteile der Fräsverfahren	161
3.3.3 Stirnfräsen	162
3.3.4 Umfangsfräsen	162
3.3.5 Winkliges Fräsen eines Quaders	163
3.3.6 Stirn-Umfräsen	164
3.3.7 Taschen fräsen	166
3.3.8 Nuten fräsen	167
3.3.9 Plan-Ausdrehköpfe	169

Schleifen mit konventionellen Verfahren

4.1 Schleifmaschinen	171
4.1.1 Beschreibung des Schleifvorganges	172
4.1.2 Schleifmaschinen	172
4.2 Schleifwerkzeuge und Spannmittel einsetzen	179
4.2.1 Aufbau einer Schleifscheibe	180
4.2.2 Form	183
4.2.3 Aufspannen der Schleifscheibe	185
4.2.4 Abrichten und Profilieren von Schleifscheiben	187
4.2.5 Aufspannen der Werkstücke	189
4.2.6 Schnittdaten	191
4.2.7 Änderungen der Technologiedaten	193
4.3 Werkstücke schleifen	197
4.3.1 Arbeitssicherheit	198
4.3.2 Grundlagen der Schleiftechnik	199
4.3.3 Schleifverfahren	200
4.3.4 Kühlschmierstoffe	208

Instandhaltung


5.1 Instandhaltung von Werkzeugmaschinen	211
5.1.1 Instandhaltung	212
5.1.2 Inspektion	215


Inhaltsverzeichnis

CNC-Technik		
	6.1 Grundlagen der CNC-Technik	217
	6.1.1 Begriffe NC, CNC, DNC	218
	6.1.2 CNC-Werkzeugmaschinen	218
	6.1.3 Steuerungsarten	221
	6.1.4 Achsen einer Drehmaschine	222
	6.1.5 Achsen einer Fräsmaschine	223
	6.1.6 Koordinatensystem	224
	6.1.7 Koordinatenbemassung	228
	6.1.8 Wegmess-System	230
	6.1.9 Bezugspunkte	232
	6.2 Aufbau eines CNC-Programmes	238
	6.2.1 Grundlagen	238
	6.2.2 Von der Verfahrenweisung zur Verfahrenbewegung	242
	6.2.3 Vorgehensweise beim Programmieren	244
	6.3 Programmierfunktionen Fräsen	245
	6.4 Programmierfunktionen Drehen	255
Fräsen mit CNC-Verfahren		
	7.1 CNC-Fräsmaschine	259
	7.1.1 Fertigungsunterlagen	259
	7.1.2 Bearbeitungszentrum	260
	7.2 Produktionsauftrag Schraubstock «Gressel»	265
Drehen mit CNC-Verfahren		
	8.1 CNC-Drehmaschine	277
	8.1.1 Fertigungsunterlagen	277
	8.1.2 CNC-Drehmaschine	278
	8.1.3 Spannen der Werkstücke	280
	8.2 Produktionsauftrag Schraubstock «Gressel»	284


Zeichenerklärungen

 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 (schreiben, skizzieren, mit Hilfe des CAD usw.)

 Lernziele

 Wichtige Hinweise

 Informationen

 QR-Codes: Verlinkung zu Webseiten



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

Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang Zeichentechnik ist in Module, sogenannte Ausbildungseinheiten, unterteilt. Dabei ist zu erwähnen, dass der **Normen-Auszug** Bestandteil des Lehrganges ist. Für die Beantwortung der Aktivierungs- bzw. Repetitionsfragen können Fachbücher zur Hilfe genommen werden.

Diese Ausbildungseinheiten sind inhaltlich folgendermassen aufgebaut:

Aktivierung

Jede Ausbildungseinheit beginnt mit Aktivierungsfragen, welche den momentanen Wissensstand erfasst.

Theorie

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

Übungen

Im Übungsteil sind verschiedene Aufgaben zu lösen, die im Theorieteil behandelt wurden.

Repetition

Als Abschluss jeder Ausbildungseinheit sind diverse Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen zur Festigung des Lernstoffes und als Kontrolle für die Lernenden bzw. Berufsbildner.

In der Titelleiste ist jeweils angegeben, in welchem Teil der Ausbildungseinheit Sie sich befinden.

1.1 Grundlagen der spanenden Fertigungstechnik



– Grundlagen der allgemeinen spanenden Fertigung kennen



1.1.0 Aktivierung

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

Zu bearbeitendes Werkstück, Werkzeug \Rightarrow Werkzeugschneide, Technologiedaten

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

Überprüfen der Schneidengeometrie \Rightarrow Verschleiss, ändern der Technologiedaten

1.1.0.3 Was erreichen Sie, wenn Sie bei der Bearbeitung Kühlschmiermittel einsetzen?

Reibung verkleinern, Kühlen, Späne beseitigen

1.1.0.4 Welche Abfälle und Schadstoffe fallen während der spanenden Fertigung an?

Späne, Kühl-Schmierstoffe

1.1.0.5 Was verstehen Sie unter umweltgerechtem Entsorgen der Abfälle und Schadstoffe?

Getrenntes Sammeln von diesen Materialien, Entsorgen nach Vorschrift

1.1.0.6 Was verstehen Sie unter Verschleiss?

Abnützung der Schneidengeometrie

1.1 Grundlagen der spanenden Fertigung

1.1.1 Einleitung

Bei allen spanenden Fertigungsverfahren sind besonders wichtig:

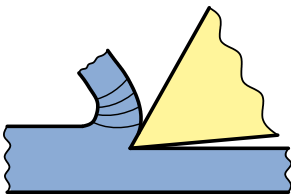
- die Form der Werkzeugschneide
- die auftretenden Kräfte und Temperaturen an der Werkzeugschneide
- der Verschleiss an der Werkzeugschneide
- die Schnittgeschwindigkeit

1.1.2 Werkzeugschneide

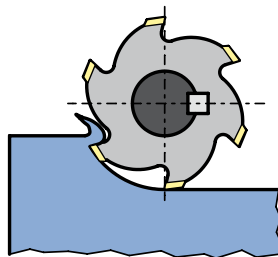
Es gibt Werkzeuge mit einer Schneide (z.B. Drehstuhl), mit zwei Schneiden (z.B. Spiralbohrer), mit mehreren Schneiden (z.B. Dreilippensenker, Walzenstirnfräser) und mit einer Vielzahl von Schneiden (z.B. Sägeblätter, Feilen). Die Schneiden sämtlicher Werkzeuge haben die Form eines Keiles und arbeiten 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**.

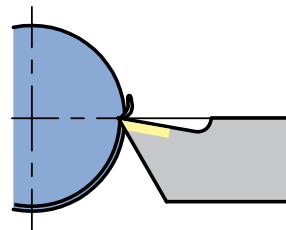
Meissel



Fräser



Drehstuhl



1.1 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

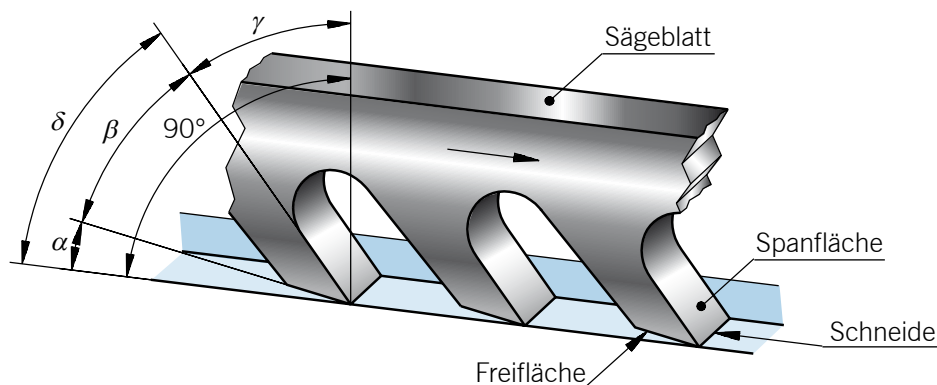
Wird von Freifläche und der bearbeiteten Werkstückfläche gebildet. Wäre der Freiwinkel 0° , würde die Freifläche an der bearbeiteten Fläche anstehen. Durch die entstehende Reibung würde die Freifläche zerstört. Ein zu grosser Freiwinkel schwächt die Schneide. Diese wird schnell stumpf oder bricht ab. 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. Andererseits 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.



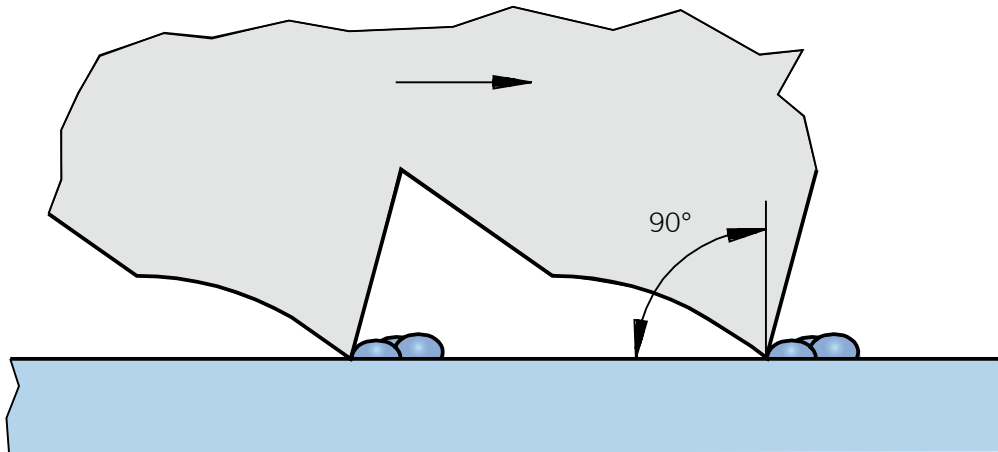
Allgemein gilt: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$

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.

1.1 Grundlagen der spanenden Fertigung

Negativer Spanwinkel

Die Scheidengeometrie einer gehauenen Feile sieht so aus:



1.1.2.1 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: $\alpha + \beta + (-\gamma) = \alpha + \beta - \gamma = 90^\circ$

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