

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

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
Schneidengeometrie 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
Kenngrossen	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

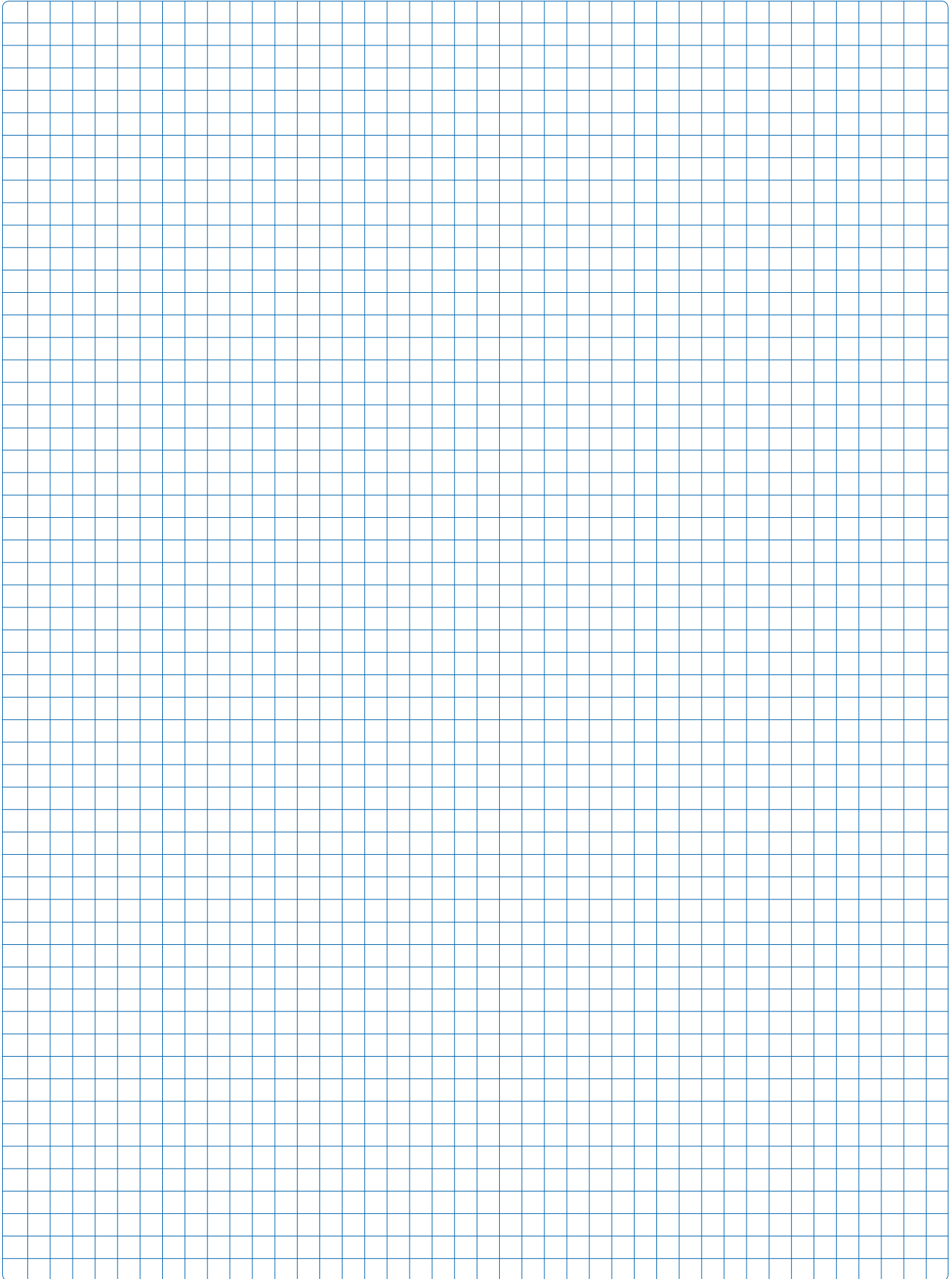
Schleifen mit konventionellen Verfahren

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 \Rightarrow Werkzeugschneide, Technologiedaten

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

Überprüfen der Schneidengeometrie \Rightarrow 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:

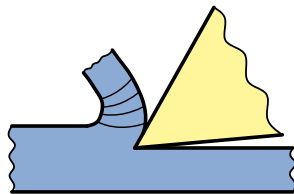
- die Form der Werkzeugschneide
- die auftretenden Kräfte und Temperaturen an der Werkzeugschneide
- der Verschleiss an der Werkzeugschneide
- die Schnittgeschwindigkeit

Werkzeugschneide

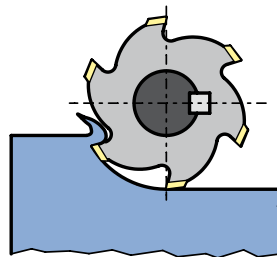
Es gibt Werkzeuge mit einer Schneide (z.B. Drehstuhl), mit zwei Schneiden (z.B. Spiralbohrer), mit mehreren Schneiden (z.B. Dreilippensenker, Walzenstirnfräser) und mit einer Vielzahl von Schneiden (z.B. Sägeblätter, Feilen). Die Schneiden sämtlicher Werkzeuge haben die Form eines Keiles und arbeiten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

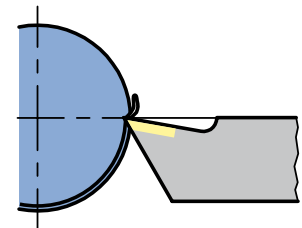
Meissel



Fräser



Drehstuhl



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.

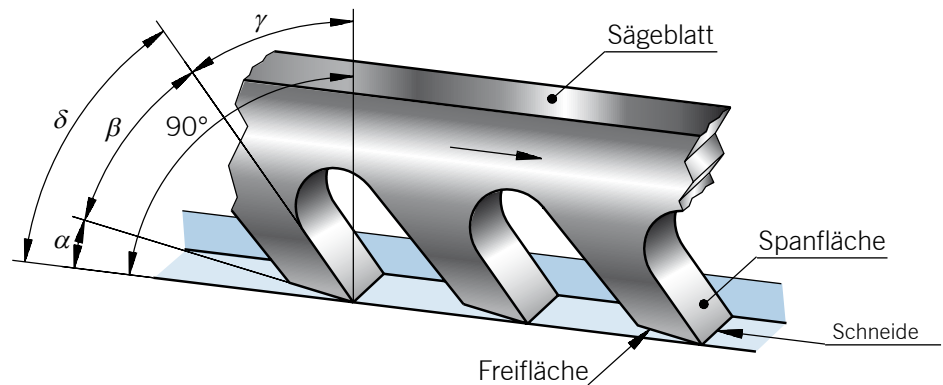
Ein zu grosser Freiwinkel schwächt die Schneide. Diese wird schnell stumpf oder bricht ab. Allgemein liegen Freiwinkel zwischen 3° und 14° . Er wird bestimmt durch den Zerspanungswerkstoff, Werkzeuggrösse und den Vorschub.

– **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. 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: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$

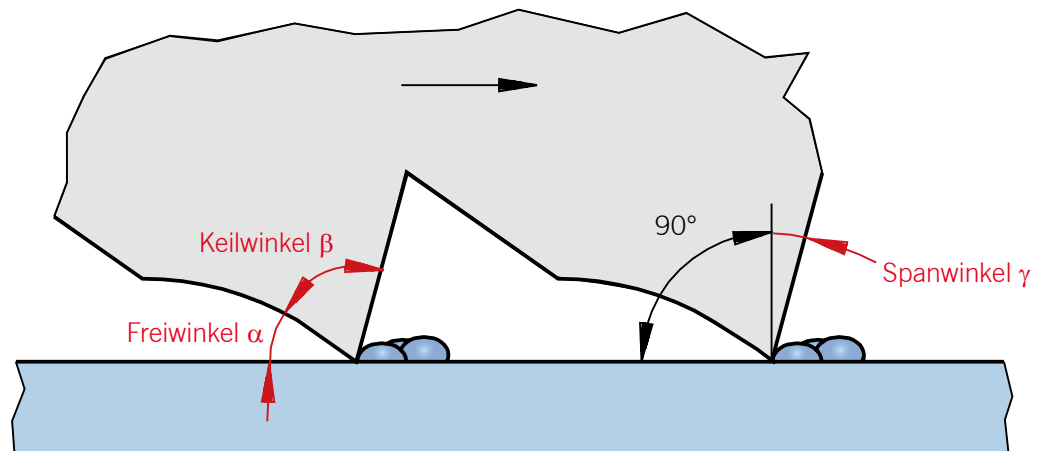
Die Summe von Frei- und Keilwinkel wird als **Schnittwinkel δ** bezeichnet. In der Werkstatt wird oft von Werkzeugen mit viel oder wenig, mehr oder weniger Schnitt gesprochen. Gemeint wird damit der Schnittwinkel.

Theorie

Grundlagen der spanenden Fertigung

Negativer Spanwinkel

Die Scheidengeometrie einer gehauenen Feile sieht so aus:



1. Zeichnen Sie in die Skizze die Scheidenwinkel 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
– Scheidenwinkel

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

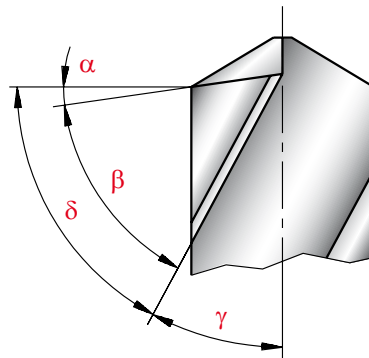
Schneidenwinkel für
Werkzeuge aus HSS

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

Werkstoff	Winkel		
	Frei- (α)	Keil- (β)	Span- (γ)
Stahl von 300 ... 500 N/mm ²	8°	62°	20°
Stahl von 500 ... 700 N/mm ² , Gusseisen mit Lamellengrafit	8°	68°	14°
Stahl über 700 N/mm ² , Gusseisen mit Kugelgrafit, Bronze	8°	74°	8°
Sphäroguss über 500 N/mm ² , 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 \Rightarrow Typ: **W**

Bronze, Messing \Rightarrow Typ: **H**

Baustahl \Rightarrow Typ: **N**



Typ H



Typ W



Typ N

Theorie

Grundlagen der spanenden Fertigung

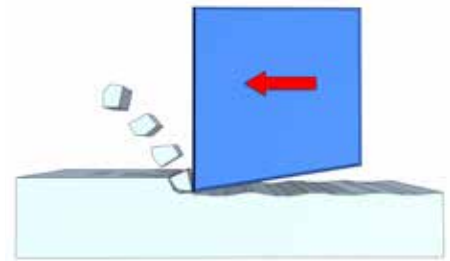
Spanbildung

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

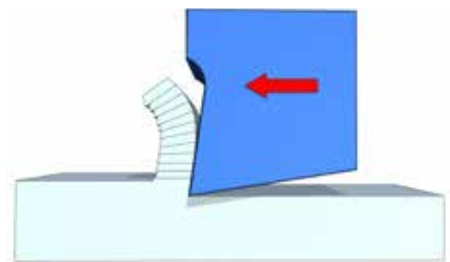
Man unterscheidet drei Spanarten:

– **Reisspäne**

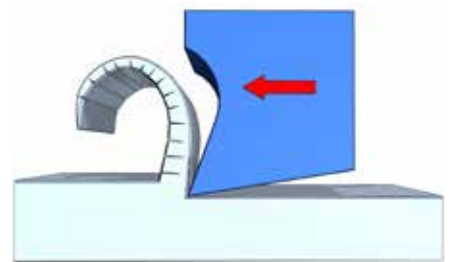
Diese entstehen bei spröden Werkstoffen wie z.B. Guss, Messing. Sie sind kurz und unregelmässig geformt.

– **Scherspäne**

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

– **Fliesspäne**

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