

Die Begriffe der Zerspantechnik und die Geometrie am Schneidkeil der Werkzeuge sind in den DIN-Blättern 6580 und 6581 festgelegt.

Die wichtigsten Daten aus diesen DIN-Blättern werden in diesem Abschnitt in gekürzter Form am Beispiel Drehen dargestellt. Sie sind übertragbar auf die anderen Verfahren.

2.1 Flächen, Schneiden und Ecken am Schneidkeil nach DIN 6581

Freiflächen

sind die Flächen am Schneidkeil, die den entstehenden Schnittflächen zugekehrt sind. Wird eine Freifläche angefast, dann bezeichnet man diese Fase als Freiflächenfase.

Spanflächen

sind die Flächen, über die der Span abläuft. Wird die Spanfläche angefast, dann bezeichnet man diese Fase als Spanflächenfase.

Schneiden

Die Hauptschneiden sind die Schneiden, deren Schneidkeil, bei Betrachtung in der Arbeitsebene, in Vorschubrichtung weist.

Die Nebenschneiden sind Schneiden, deren Schneidkeil in der Arbeitsebene nicht in Vorschubrichtung weist.

Die Schneidenecke ist die Ecke, an der Haupt- und Nebenschneide mit gemeinsamer Spanfläche zusammentreffen.

Die Eckenrundung ist die Rundung der Schneidenecke (der Rundungsradius r wird in der Werkzeugbezugsebene gemessen) (siehe Abb. 2.1).

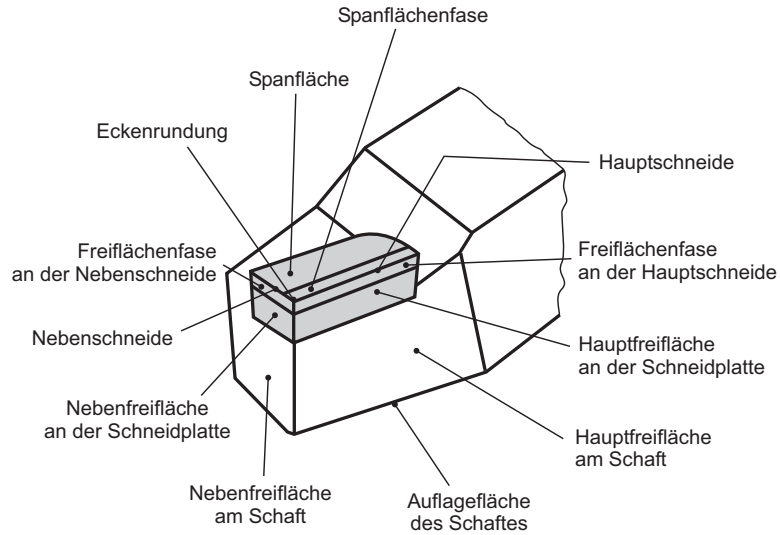


Abb. 2.1 Flächen, Schneiden und Ecken am Schneidkeil

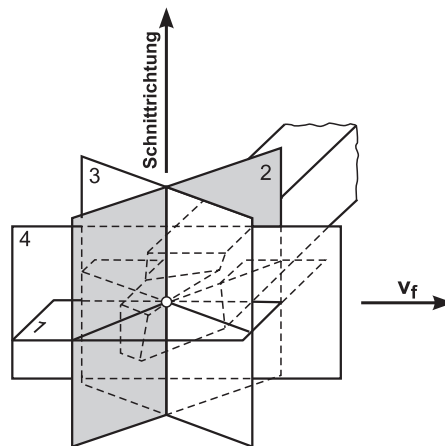
2.2 Bezugsebenen

Um die Winkel am Schneidkeil definieren zu können, geht man von einem rechtwinkligen Bezugssystem (Abb. 2.2) aus.

Es besteht aus drei Ebenen: der Werkzeugbezugsebene, der Schneidenebene und der Keilmessebene.

Die Arbeitsebene wurde als zusätzliche Hilfsebene eingeführt.

Abb. 2.2 Bezugssystem zur Definition der Winkel am Schneidkeil



Die Werkzeugbezugsebene 1 ist eine Ebene durch den betrachteten Schneidenpunkt, senkrecht zur Schnittrichtung und parallel zur Auflageebene.

Die Schneidenebene 2 ist eine die Hauptschneide enthaltende Ebene, senkrecht zur Werkzeugbezugsebene.

Die Keilmessebene 3 ist eine Ebene, senkrecht zur Schneidenebene und senkrecht zur Werkzeugbezugsebene.

Die Arbeitsebene 4 ist eine gedachte Ebene, die die Schnittrichtung und die Vorschubrichtung enthält. In ihr vollziehen sich die Bewegungen, die an der Spanentstehung beteiligt sind.

2.3 Winkel am Schneidkeil

2.3.1 Winkel, die in der Werkzeugbezugsebene gemessen werden (Abb. 2.3)

Der Einstellwinkel κ ist der Winkel zwischen Arbeitsebene und Schneidenebene.

Der Eckenwinkel ε ist der Winkel zwischen Haupt- und Nebenschneide.

2.3.2 Winkel, der in der Schneidenebene gemessen wird Neigungswinkel λ (Abb. 2.4)

Der Neigungswinkel ist der Winkel zwischen Werkzeugbezugsebene und Hauptschneide. Er ist negativ, wenn die Schneide von der Spitze her ansteigt. Er bestimmt welcher Punkt der Schneide zuerst in das Werkstück eindringt.

2.3.3 Winkel, die in der Keilmessebene gemessen werden (Abb. 2.5)

Der Freiwinkel α ist der Winkel zwischen Freifläche und Schneidenebene.

Der Keilwinkel β ist der Winkel zwischen Freifläche und Spanfläche.

Der Spanwinkel γ ist der Winkel zwischen Spanfläche und Werkzeugbezugsebene.

Abb. 2.3 Einstellwinkel κ ,
Eckenwinkel ε

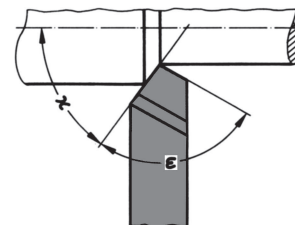


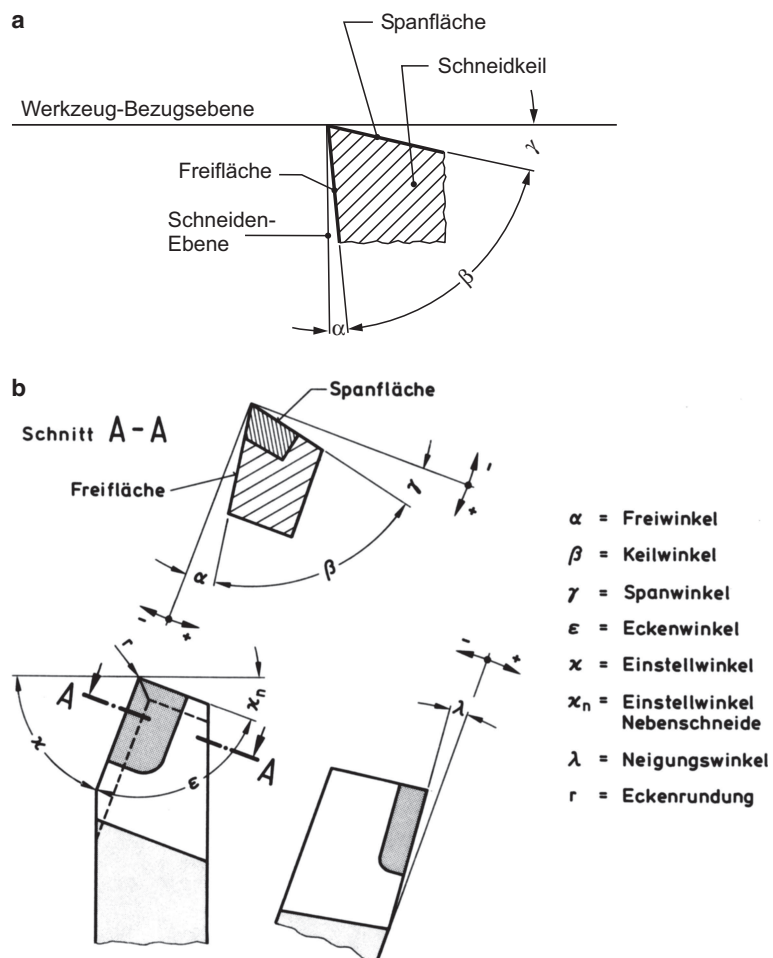
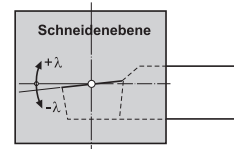
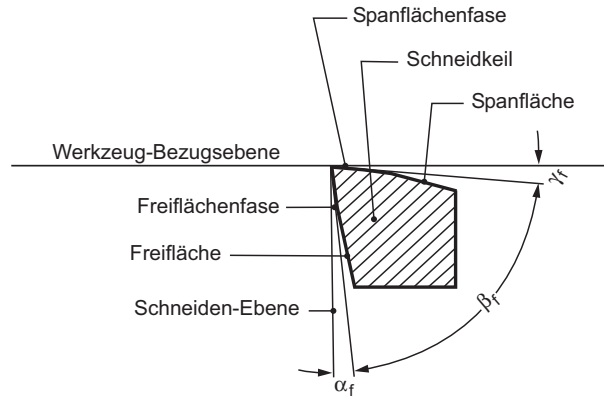
Abb. 2.4 Neigungswinkel λ **Abb. 2.5** a Freiwinkel α ; Keilwinkel β ; Spanwinkel γ , b Zusammenfassung der wichtigsten Winkel am Schneidkeil

Abb. 2.6 Schneidkeil mit Fasen, Fasenfreiwinkel α_f ; Fasenkeilwinkel β_f ; Fasenspanwinkel γ_f



Für diese drei Winkel gilt immer die Beziehung:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Sind die Flächen angefast (Abb. 2.6), dann bezeichnet man die Fasenwinkel als:

- Fasenfreiwinkel α_f
- Fasenkeilwinkel β_f
- Fasenspanwinkel γ_f

Auch hier gilt die Beziehung:

$$\alpha_f + \beta_f + \gamma_f = 90^\circ$$

2.4 Einfluss der Winkel auf den Zerspanvorgang

Freiwinkel α

Die normale Größenordnung des Freiwinkels liegt zwischen

$$\alpha = 6 \text{ bis } 10^\circ$$

Große Freiwinkel werden angewandt bei weichen und zähen Werkstoffen, die zum Verkleben mit den Schneiden neigen und bei zähen Hartmetallen (z. B. P 40, P 50, M 40, K 40).

Große Freiwinkel:

- führen zu Wärmestau in der Schneidenspitze
- schwächen den Schneidkeil (Ausbruchgefahr)

Abb. 2.7 Schneidkantenversatz SKV bei großem und kleinem Freiwinkel

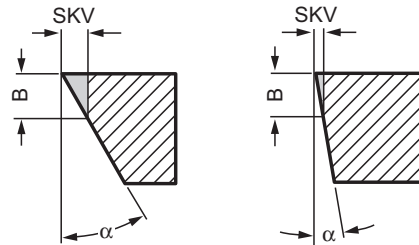
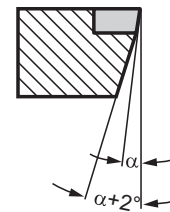


Abb. 2.8 Freiwinkel am Schaft des Drehmeißels ist größer als der Freiwinkel an der Hartmetallplatte



- c) ergeben bei konstanter Verschleißmarkenbreite B großen Schneidkantenversatz SKV (Abb. 2.7), großer SKV führt zu großer Maßabweichung am Werkstück (Durchmesser wird größer).

Kleine Freiwinkel werden angewandt bei Stählen höherer Festigkeit und abriebfesten Hartmetallen (z. B. P 10, P 20).

Kleine Freiwinkel:

- führen zur Verstärkung des Schneidkeiles,
- verbessern die Oberfläche, solange das Werkzeug nicht drückt; drückt das Werkzeug jedoch, dann kommt es zur Erwärmung des Werkzeuges und zu großem Freiflächenverschleiß,
- wirken schwingungsdämpfend z. B. gegen Ratterschwingungen.

Weil Hartmetall mit einer anderen Schleifscheibe geschliffen werden muss, als der weiche Schaft des Drehmeißels, soll bei aufgelöteten Schneiden der Freiwinkel am Schaft (Abb. 2.8) um 2° größer sein, als der Freiwinkel der Hartmetallplatte.

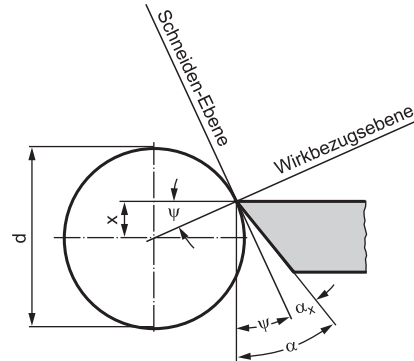
Der wirksame Freiwinkel α_x ist abhängig von der Stellung des Werkzeuges in Bezug auf die Werkstückachse bzw. Werkstückmitte (Abb. 2.9).

x = Höhenversatz in mm

ψ = Korrekturwinkel in $^\circ$

$$\sin \psi = \frac{x}{d/2} = \frac{2x}{d}$$

Abb. 2.9 Wirksamer Freiwinkel α_x



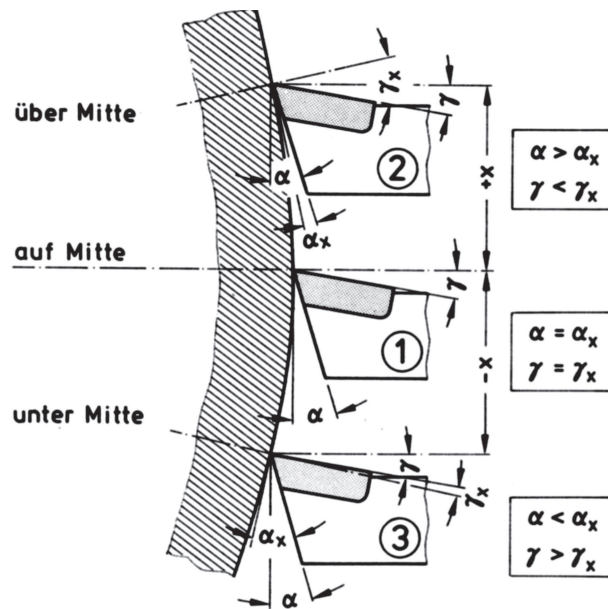
Steht die Werkzeugspitze über der Werkstückachse (Abb. 2.10), dann verkleinert sich der Freiwinkel um den Korrekturwinkel.

Steht die Werkzeugspitze unterhalb der Werkstückachse, dann vergrößert sich der Freiwinkel um den Korrekturwinkel.

Daraus folgt:

unter Mitte: $\alpha_x = \alpha + \psi$
 in Mitte: $\alpha_x = \alpha$
 über Mitte: $\alpha_x = \alpha - \psi$

Abb. 2.10 Werkzeugwinkel und Wirkwinkel bei verschiedenen Werkzeugstellungen, α_x Wirkfreiwinkel, γ_x Wirkspanwinkel, ψ Korrekturwinkel



Wie man daraus ersieht, entspricht nur in der Mittelstellung der wirksame Freiwinkel dem gemessenen Freiwinkel. Steht der Meißel unter Mitte, bewirkt die Änderung von Frei- und Spanwinkel das Einziehen des Meißels in das Werkstück.

Spanwinkel γ

Beim Drehen mit Hartmetallwerkzeugen liegen die Spanwinkel bei der Bearbeitung von Stahl mittlerer Festigkeit zwischen 0 und $+6^\circ$, in Ausnahmefällen bis $+18^\circ$. Bei Vergütungsstählen und Stählen hoher Festigkeit verwendet man Spanwinkel zwischen -6 und 6° .

Während der Fasenspanwinkel bei den erstgenannten Werkstoffen bei 0° liegt, verwendet man bei den Vergütungsstählen überwiegend negative Fasenspanwinkel.

Große Spanwinkel werden bei weichen Werkstoffen (weiche Stähle, Leichtmetall, Kupfer), die mit zähen Hartmetallen bearbeitet werden, verwendet. Je größer der Spanwinkel, um so

- besser ist der Spanfluss,
- kleiner ist die Reibung,
- geringer ist die Spanstauchung,
- besser wird die Oberfläche des Werkstückes,
- kleiner werden die Schnittkräfte.

Große Spanwinkel haben aber auch Nachteile. Sie:

- schwächen den Schneidkeil,
- verschlechtern die Wärmeabfuhr,
- erhöhen die Gefahr des Schneidenausbruchs.

Kurz: Sie verkleinern damit die Standzeit des Werkzeuges.

Kleine Spanwinkel, bis zu negativen Spanwinkeln, wendet man bei der Schruppbearbeitung und Werkstoffen mit hohen Festigkeiten an. Als Werkzeugwerkstoff werden hierfür abriebfeste Hartmetalle (z. B. P 10; M 10; K 10) eingesetzt. Kleine Spanwinkel

- stabilisieren den Schneidkeil,
- erhöhen die Standzeit der Werkzeuge,
- ermöglichen das Drehen mit großen Schnittgeschwindigkeiten,
- verringern deshalb die Bearbeitungszeit.

Bei kleinem Spanwinkel wird der Querschnitt am Schneidkeil größer, die geringere Biegefestigkeit abriebfester Hartmetalle also ausgeglichen.

Weil die Schnittkräfte aber mit kleiner werdendem Spanwinkel steigen, haben kleine Spanwinkel zur Folge

Abb. 2.11 Positiver Spanwinkel mit negativem Fasenspanwinkel, $b_{f\gamma}$ Fasensbreite

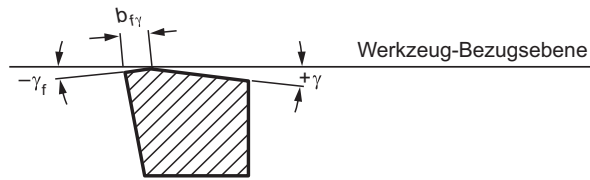
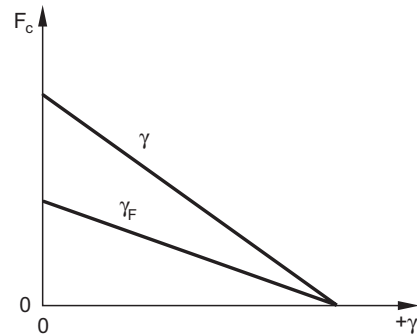


Abb. 2.12 Ein negativer Fasenspanwinkel hat einen geringeren Kraftanstieg zur Folge als ein negativer Spanwinkel ohne Fase



- Anstieg der Schnittkräfte
Als Überschlagswert kann man sagen: Die Hauptschnittkraft steigt um 1 % bei einer Winkelverkleinerung um 1°.
- Anstieg der erforderlichen Antriebsleistung

Optimaler Spanwinkel Bei einem Drehmeißel mit großem positiven Spanwinkel und negativem Fasenspanwinkel (Abb. 2.11) können die Vorteile von positiven und negativen Spanwinkeln vereinigt werden.

Er stellt die optimale Lösung dar, weil

- durch den positiven Spanwinkel der Spanablauf gut und die Reibung auf der Spanfläche gering ist,
- der Querschnitt des Schneidkeils durch den negativen Fasenspanwinkel vergrößert wird,
- der Kraftanstieg verringert wird (Abb. 2.12).

Bezüglich des beim Zerspanungsprozess wirksamen Spanwinkels gilt im Prinzip das gleiche wie beim Freiwinkel. Auch hier wird der Werkzeugwinkel durch den Korrekturwinkel ψ (Abb. 2.10) wie folgt verändert.

unter Mitte: $\gamma_x = \gamma - \psi$

in Mitte: $\gamma_x = \gamma$

über Mitte: $\gamma_x = \gamma + \psi$

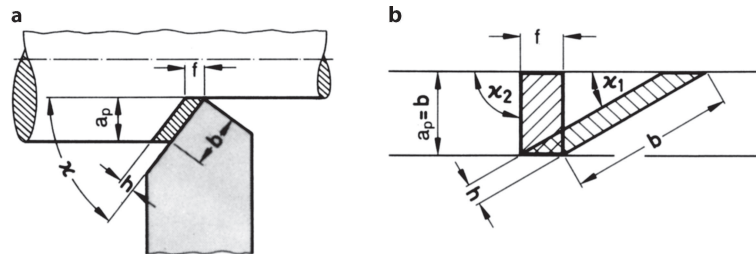


Abb. 2.13 Eingriffslänge b ist bei gegebener Schnitttiefe a_p abhängig vom Einstellwinkel κ . Je kleiner κ (im Bild $\kappa_1 = 30^\circ$), um so größer die Eingriffslänge b . Bei $\kappa = 90^\circ$ (im Bild κ_2) wird $a_p = b$

Der Keilwinkel β soll für harte und spröde Werkstoffe groß und für weiche Werkstoffe klein sein.

Der Einstellwinkel ι bestimmt die Lage der Hauptschneide zum Werkstück (Abb. 2.13). Vom Einstellwinkel ist bei gegebener Schnitttiefe a_p die Eingriffslänge b der Hauptschneide (Abb. 2.13b) abhängig.

Je kleiner der Einstellwinkel, um so größer die Eingriffslänge der Hauptschneide. Der Einstellwinkel beeinflusst aber auch die Kräfte beim Zerspanen.

Je größer der Einstellwinkel, um so größer die Vorschubkraft und um so kleiner die Passivkraft. Deshalb erfordern labile Werkstücke immer einen großen Einstellwinkel.

Kleine Einstellwinkel ι (ca. 10°) ergeben große Passivkräfte F_p , die das Werkstück, durchbiegen wollen. Deshalb werden kleine Einstellwinkel nur bei sehr steifen Werkstücken (z. B. Kalanderwalzen) angewandt.

Mittlere Einstellwinkel (45 bis 70°) werden für stabile Werkstücke eingesetzt. Ein Werkstück gilt als stabil, wenn:

$$l < 6 \cdot d$$

l = Länge des Werkstückes in mm

d = Durchmesser des Werkstückes in mm

Große Einstellwinkel ι (70 bis 90°) verwendet man bei langen labilen Werkstücken. Darunter versteht man Werkstücke bei denen

$$l > 6 \cdot d$$

ist.

Bei $\kappa = 90^\circ$ ist die Passivkraftkomponente (Abb. 2.14) gleich Null. Dadurch ist beim Zerspanvorgang keine Kraft mehr vorhanden, die das Werkstück durchbiegen kann.

Der Eckenwinkel ε ist meistens 90° . Nur bei der Bearbeitung scharfer Ecken wird ε kleiner als 90° gewählt.