

Meistervorbereitungskurs

Meister im

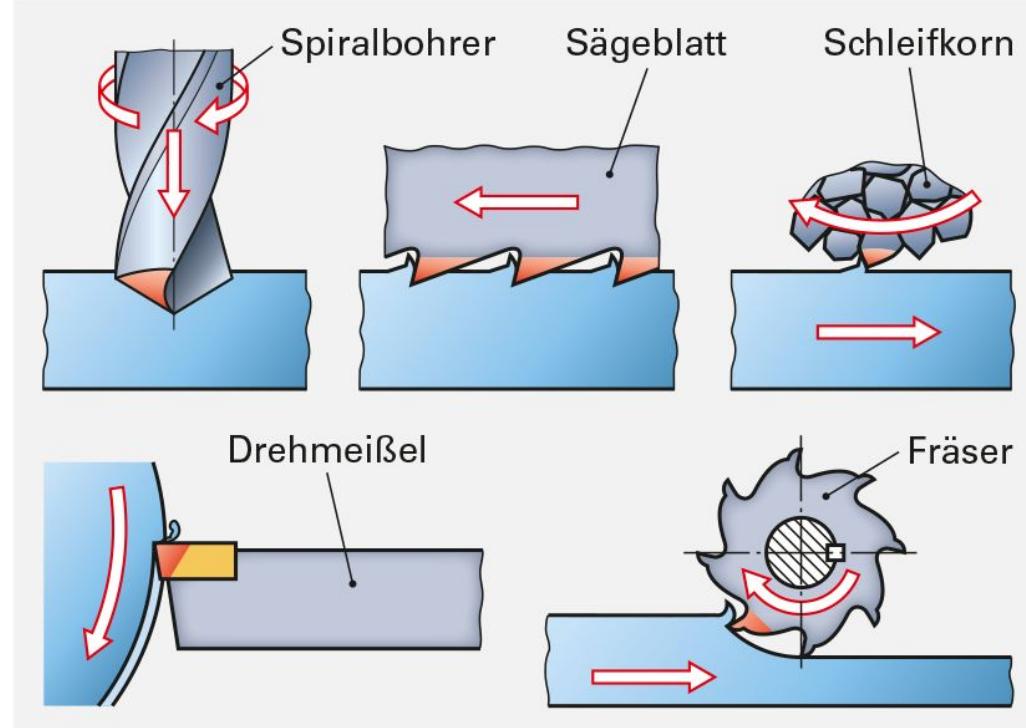
Feinwerkmechaniker-

Handwerk

Fertigungsverfahren - Spanen I

Definition Spanen

Spanen ist die Bildung von Spänen des Werkstücks durch Eindringen eines Schneidkeils in das Werkstück.



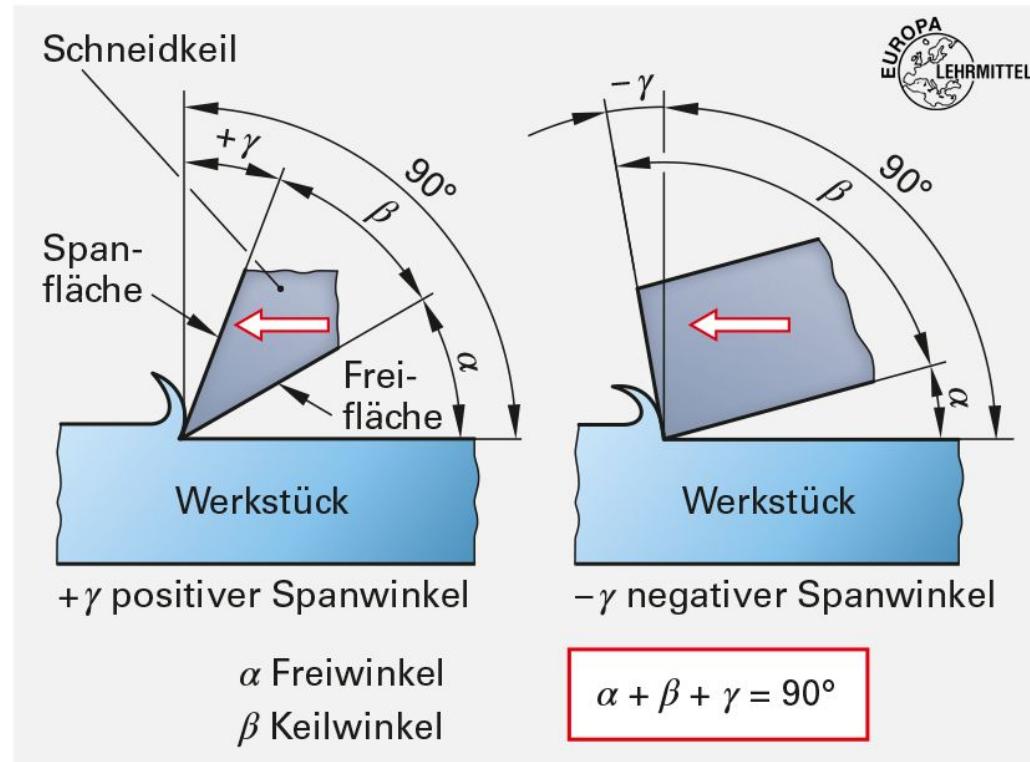
Schneidkeil/Winkel

Der Schneidkeil wird durch zwei Winkel definiert:

Der Spanwinkel γ ist der Winkel zwischen der Spanfläche und einer Senkrechten zur Bearbeitungsfläche. Er beeinflusst die Spanbildung.

Der Freiwinkel α . Er reduziert die Reibung.

Daraus resultiert der Keilwinkel β .



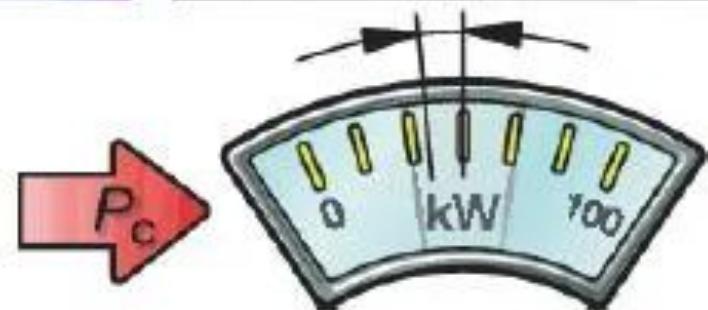
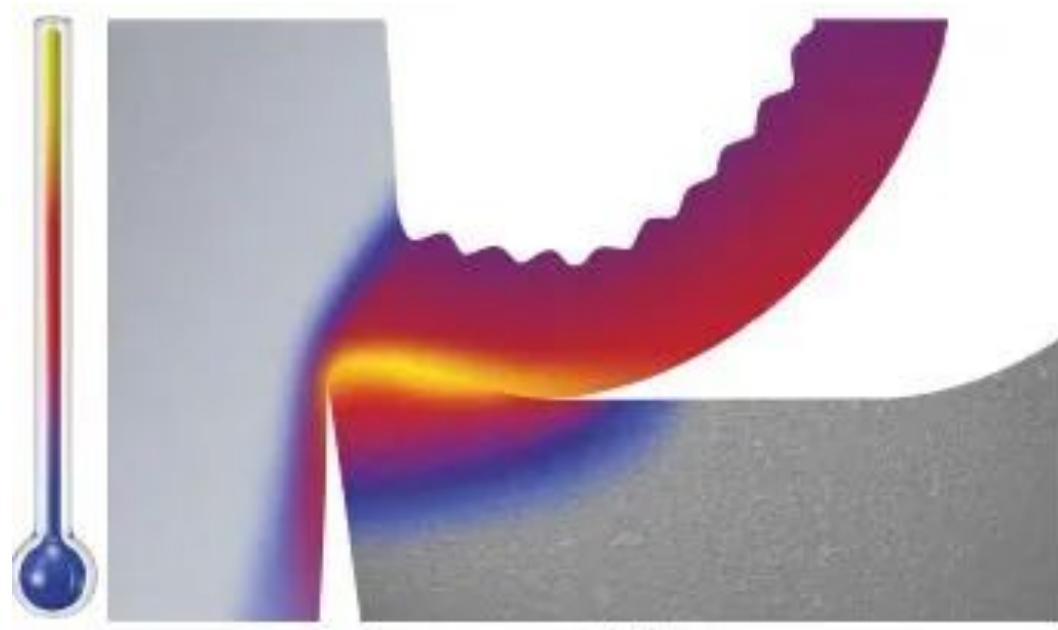
Schneidstoff

Als Schneidstoffe bezeichnet man die Werkstoffe, welche den Schneideil bilden.

Die Wahl des Schneidstoffes beeinflusst die Wirtschaftlichkeit des Prozesses.

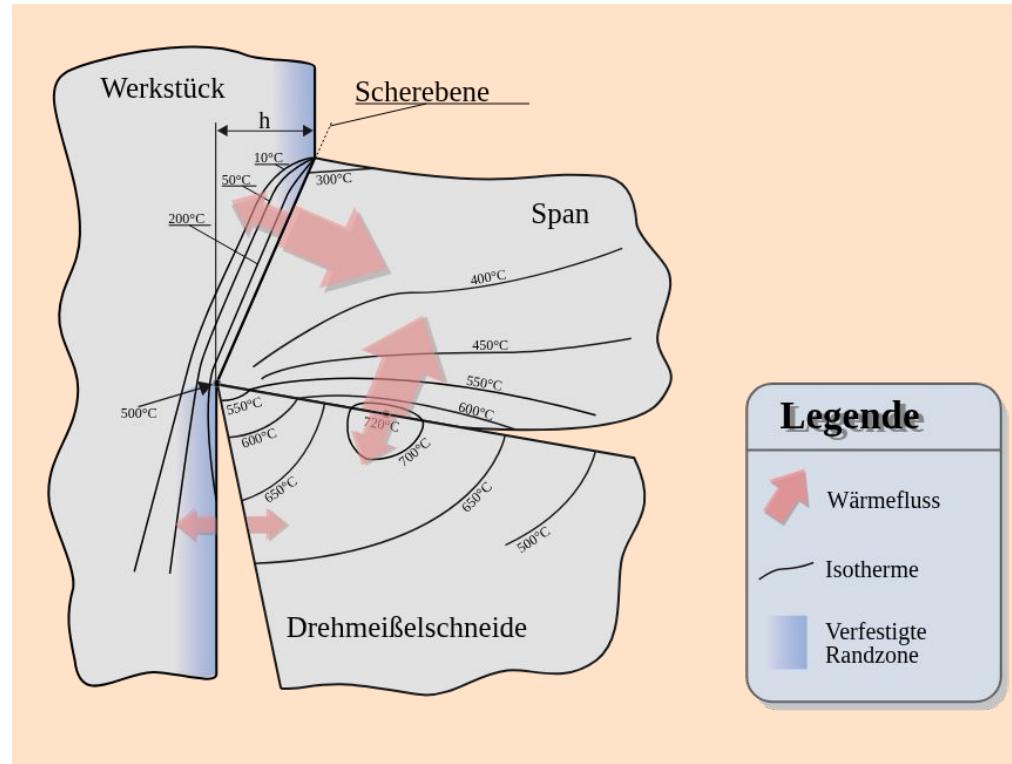
Belastung der Schneidstoffe

- Druckkräfte
- Temperatur
- Reibung, mechanische Abtragung
- Diffusion, Oxidation



Belastung der Schneidstoffe

- Druckkräfte
- Temperatur
- Reibung, mechanische Abtragung
- Diffusion, Oxidation



Verschleiß am Schneidstoff

- Freiflächenverschleiß
- Kolkverschleiß
- Aufbauschneiden
- Schneidenausbruch
- Wärmerisse
- Plastische Deformation
- Kerbverschleiß
- Schneidkantenbruch

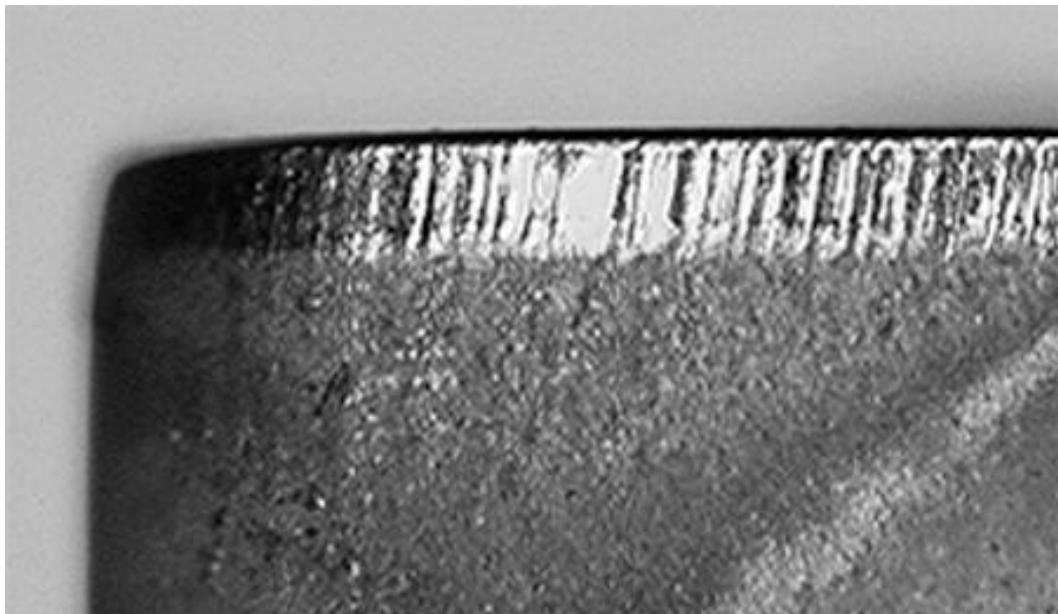
Freiflächenverschleiß

Abrasiv

Freiflächenverschleiß erfolgt aufgrund von Reibung, die durch harte Bestandteile im Werkstoff verursacht wird.

Chemisch

Bei höheren Schnittgeschwindigkeiten hingegen dominiert der Diffusionsverschleiß.



Kolkverschleiß

Chemisch

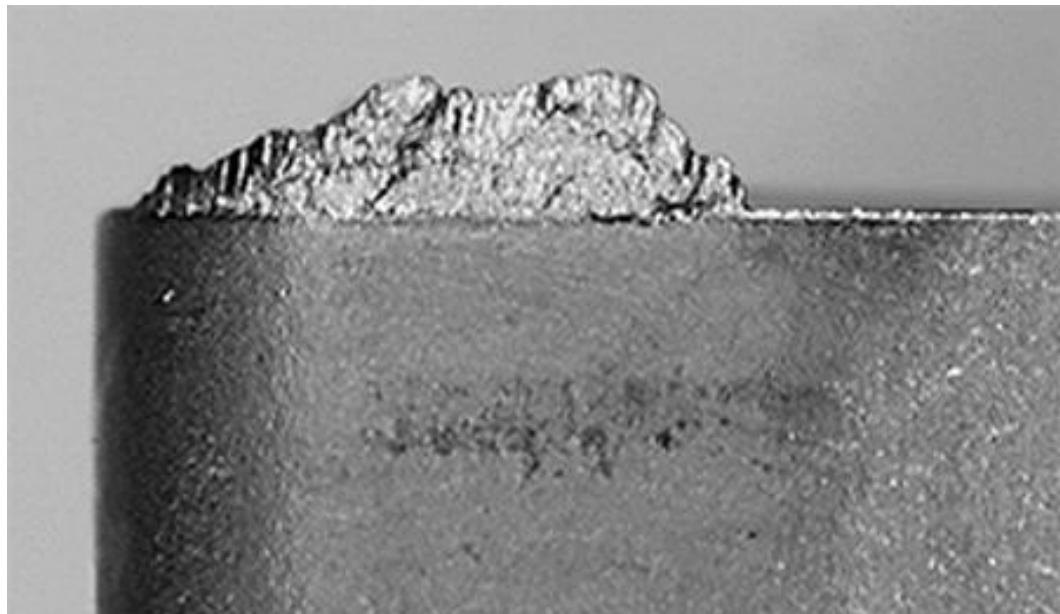
Die Wärme der Werkstoffspäne zersetzt die Wolframkarbid-Körnung des Substrats. Kohlenstoff sickert in die Späne (Diffusion), wobei sich "Vertiefungen" in der Spanfläche der Wendeschneidplatte bilden.



Aufbauschneiden

Adhäsiv

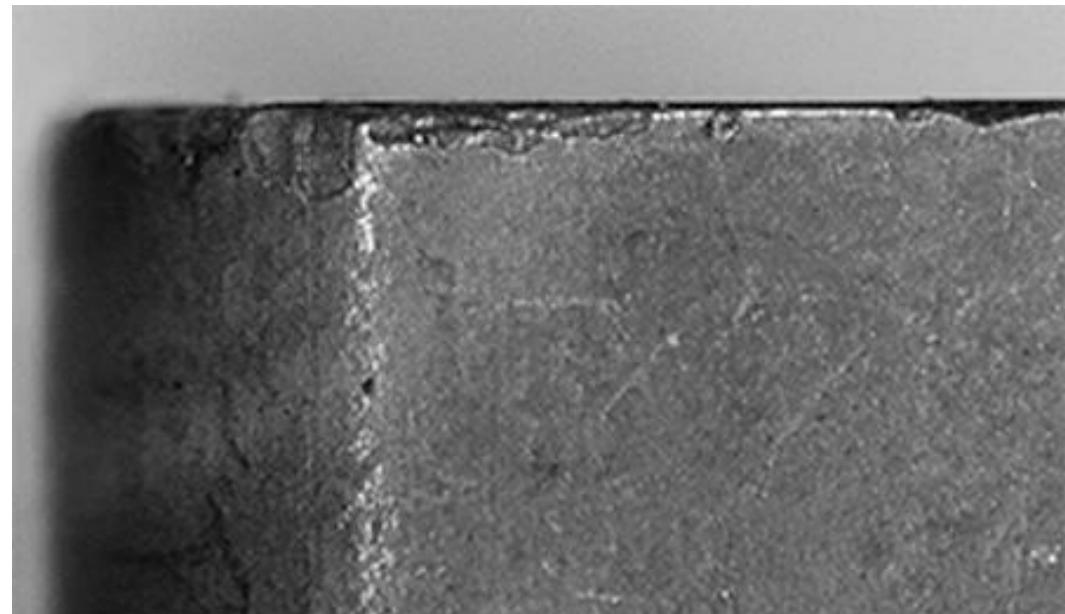
Aufbauschneiden entstehen durch Materialaufschweißungen an der Schneidkante, wenn im Schneidbereich eine chemische Affinität, hoher Druck und ausreichende Temperatur zusammenkommen.



Schneidenausbruch

Mechanisch

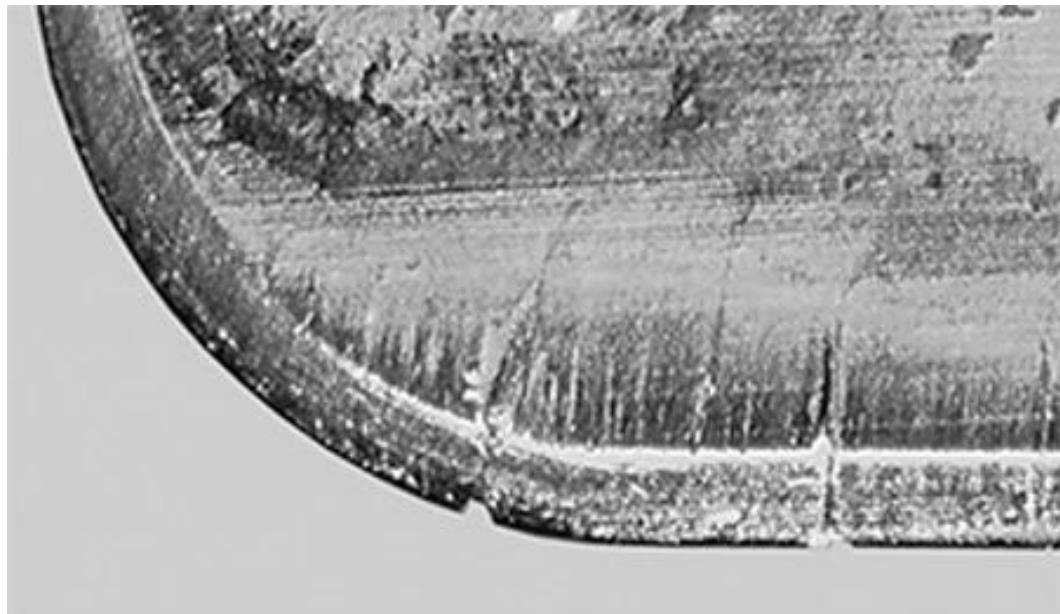
Harte Einschlüsse im Werkstoff sowie Schnittunterbrechungen können lokale Spannungskonzentrationen verursachen, die Risse und Schneidenausbrüche zur Folge haben.



Wärmerisse

Thermisch

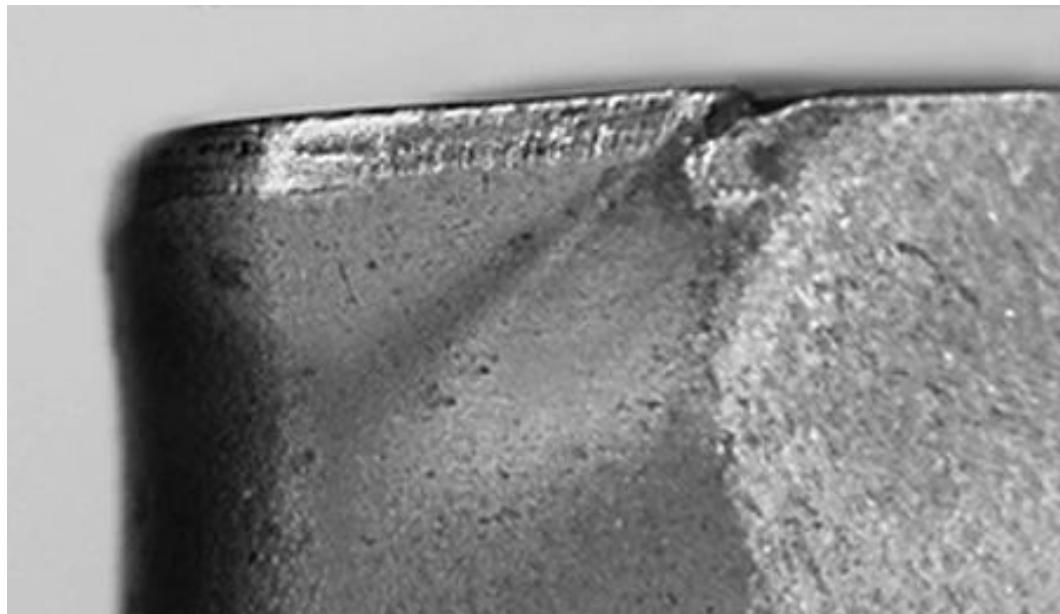
Ändert sich die Temperatur an der Schneidkante sehr schnell von heiß auf kalt, können senkrecht zur Schneidkante Mehrfachrisse auftreten.



Plastische Deformation

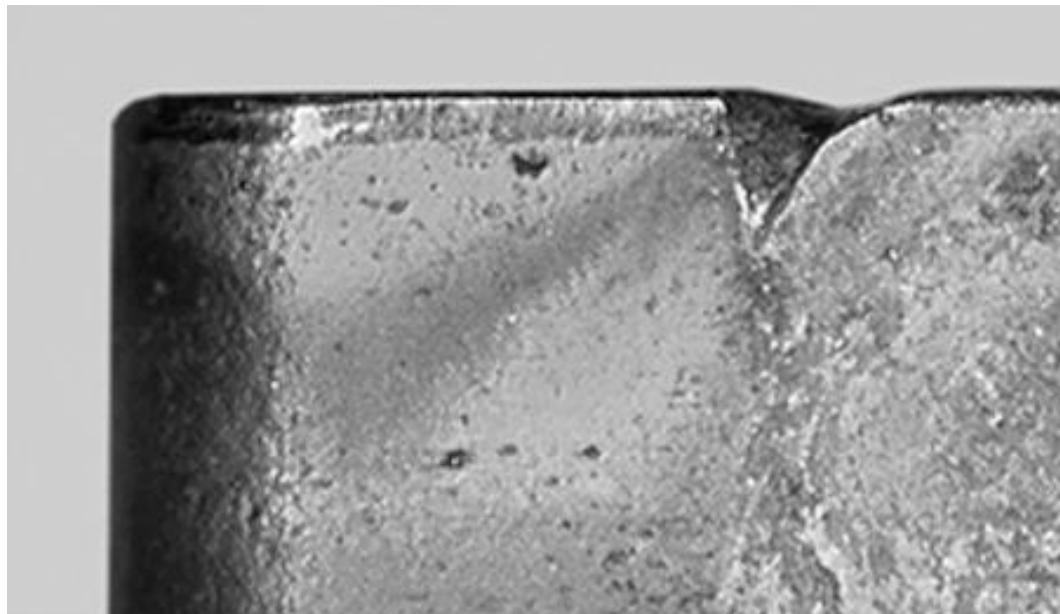
Thermisch

Plastische Deformation tritt dann auf, wenn das Werkzeugmaterial weich wird.



Kerbverschleiß

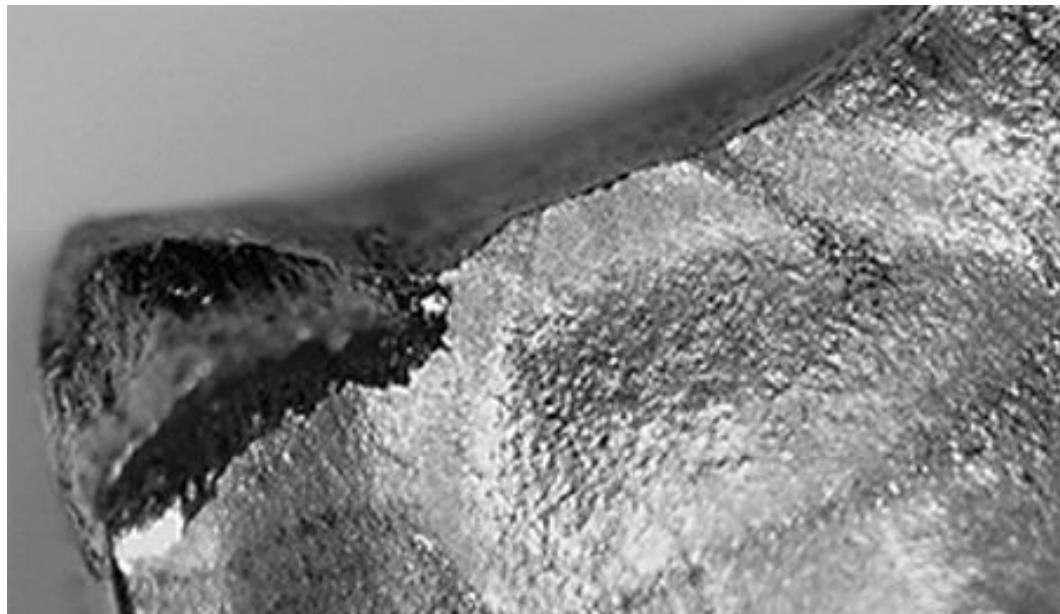
Starker lokaler Verschleiß an der Schnittkante (z.B. wenn Werkstückoberfläche härter ist als das darunterliegende Material; Spannungsspitzen an der Schnittkante durch Aufbauschneiden)



Schneidkantenbruch

Mechanisch

Schneidkantenausbrüche oder -brüche sind das Ergebnis einer Überbelastung durch mechanische Zugspannungen an der Schneidkante.



Ist genau genommen kein Verschleißmuster, sondern kann als Resultat von Verschleißerscheinungen entstehen.

Schneidstoffe

Schneidstoffe weisen unterschiedliche Kombinationen von Härte, Zähigkeit und Verschleißfestigkeit auf und sind in zahlreiche Sorten mit speziellen Eigenschaften unterteilt. Allgemein sollte ein Schneidstoff für eine erfolgreiche Anwendung:

- hart sein, für Widerstand gegen Freiflächenverschleiß und Deformation
- zäh sein, für hohe Gesamtbruchfestigkeit
- nicht mit dem Werkstoff reagierend
- chemisch stabil sein, für Widerstand gegen Oxidation und Diffusion
- widerstandsfähig gegen plötzliche thermische Wechselbeanspruchung sein

Zum Teil sind diese widersprüchlich (hart - zäh), die Schneidstoffwahl ist also immer auch ein Kompromiss.

Schneidstoffe

Jede Schneidstoffklasse besteht selber aus Einzelbestandteilen, die die Eigenschaften der Schneidstoffklasse beeinflussen.

HSS

Hochlegierter Werkzeugstahl (Legierungselemente Wolfram, Molybdän, Vanadium, Kobalt)

- + besonders zäh
- + günstig
- nicht sehr verschleißfest
- nicht sehr temperaturfest

Verbesserung durch Beschichtungen

Anwendung: Bohrer, Räumwerkzeuge, Profilwerkzeuge (gut schleifbar)

Hartmetall

Durch Sintern aus pulverförmigen Grundstoffen hergestellt, dadurch sehr individuell gestaltbar (Zusammensetzung, Korngröße).

- Wolframkarbide, Titankarbide -> Härte (Verschleißfestigkeit)
- Kobalt -> weiches Bindemittel (Zäh)

beschichtetes Hartmetall (ca. 90% aller Schneidwerkzeugeinsätze)

- + Kombination aus Verschleißfestigkeit und Zähigkeit
- + komplexen Strukturen formen
- + hohe Verschleisfestigkeit

Anwendung: Wendeschneidplatten, Vollhartmetallwerkzeuge

Cermet-Schneidstoffe

Cermet ist ein Hartmetall auf Basis von Titanpartikeln.

- + Verschleißfestigkeit
- + geringere Neigung zum Kleben
- geringere Druck- und Wärmewechselfestigkeit

Anwendung: Schichten von klebenden Werkstoffen, bei denen Aufbauschneidenbildung auftritt, z.B. rostfreien Stählen.

Keramik-Schneidstoffe

- + hohe chemische Stabilität
- + hohe Warmhärte
- Wärmewechselfestigkeit
- Bruchzähigkeit

Anwendung: Hochgeschwindigkeits-Drehbearbeitungen

Schneidstoffe mit polykristallinem kubischem Bornitrid

CBN wird auf einen Hartmetallträger aufgelötet, um eine Wendeschneidplatte zu bilden.

- + sehr verschleißfest
- + ausgezeichneter Warmfestigkeit, das bei sehr hohen Schnittgeschwindigkeiten eingesetzt werden kann
- + Wärmewechselfestigkeit

Anwendung: Schlichtbearbeitung gehärteter Stähle, Hochgeschwindigkeitsschruppen von Grauguss

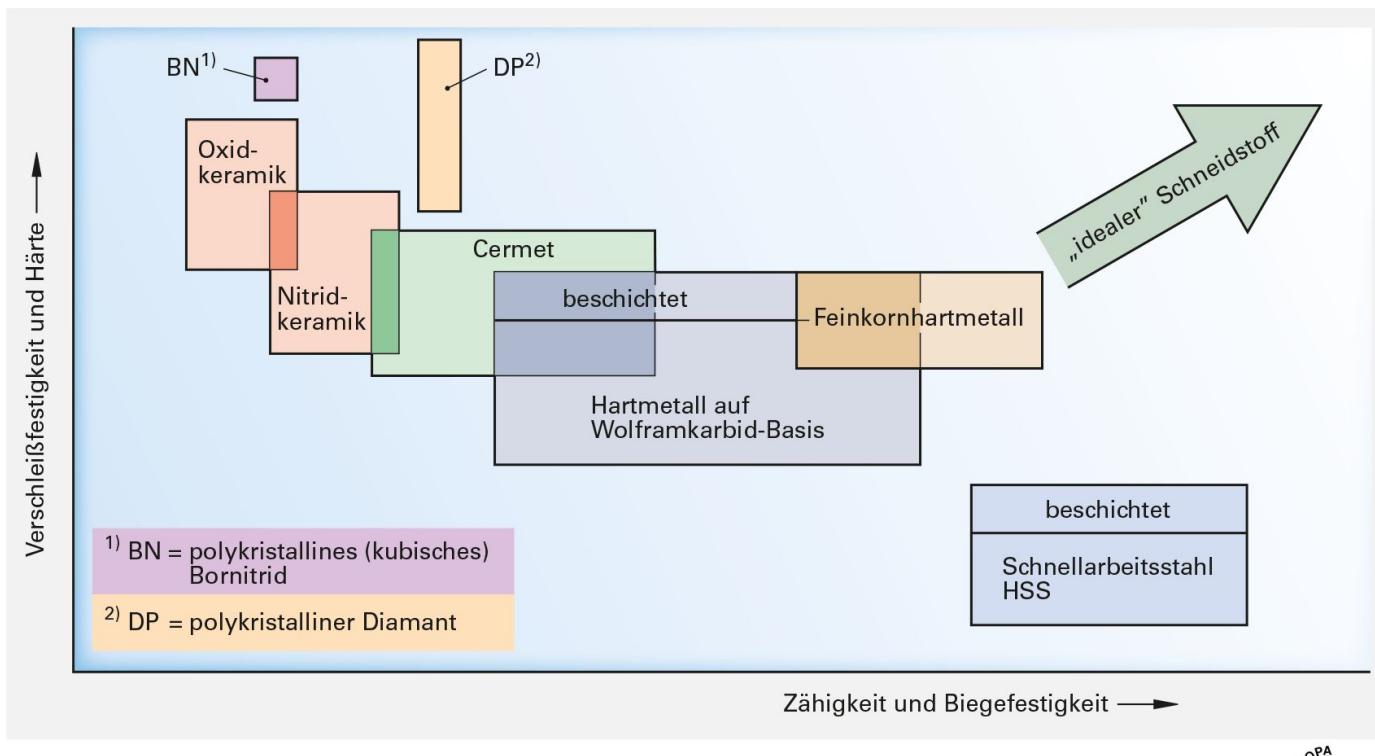
Schneidstoffe mit polykristallinem Diamant (PKD)

PKD ist eine Verbindung aus Diamantpartikeln und metallischem Bindemittel.

- + hochgradig verschleißfest
- bei hohen Temperaturen schlechte chemische Stabilität (Kohlenstoff im Diamant diffundiert leicht ins Eisen)

Anwendungen: NE-Materialien

Schneidstoffe



Werkstoffgruppen

Um die Auswahl des richtigen Schneidstoffes zu vereinfachen, werden die zu zerspanenden Werkstoffe in der ISO 513 in sechs Hauptgruppen unterteilt, wobei jede Gruppe einzigartige Eigenschaften hinsichtlich der Zerspanbarkeit aufweist.

Klassifizierung und Anwendung harter Schneidstoffe							vgl. DIN ISO 513 (2014-05)
Kennbuchstabe Kennfarbe	Anwendungsgruppe	Werkstück – Werkstoff	Schneidstoff-eigenschaften ¹⁾		Mögliche Schnittwerte ¹⁾		
			Verschleiß-festigkeit	Zähigkeit	Schnittgeschwindigkeit	Vorschub	
Stahl							
P blau	P01 P10 P20 P30 P40 P50	P05 P15 P25 P35 P45	alle Arten von Stahl und Stahlguss, ausgenommen nichtrostender Stahl mit austenitischem Gefüge	 	 		
Nichtrostender Stahl							
M gelb	M01 M10 M20 M30 M40	M05 M15 M25 M35	nichtrostender austenitischer und austenitisch-ferritischer Stahl und Stahlguss	 	 		
Gusseisen							
K rot	K01 K10 K20 K30 K40	K05 K15 K25 K35	Gusseisen mit Lamellen- und Kugelgrafit, Temperguss	 	 		
Nichteisenmetalle und Nichtmetallwerkstoffe							
N grün	N01 N10 N20 N30	N05 N15 N25	Aluminium und andere Nichteisenmetalle (z.B. Cu, Mg), Nichtmetallwerkstoffe (z.B. GFK, CFK)	 	 		
Speziallegierungen und Titan							
S braun	S01 S10 S20 S30	S05 S15 S25	hochwarmfeste Speziallegierungen auf der Basis von Eisen, Nickel und Kobalt, Titan und Titanlegierungen	 	 		
Harte Werkstoffe							
H grau	H01 H10 H20 H30	H05 H15 H25	gehärteter Stahl, gehärtete Guss-eisenwerkstoffe, Gusseisen für Kokillenguss	 	 		

¹⁾ in Pfeilrichtung zunehmend

Fräsen

Fräsen ist prinzipiell das Zerspanen von Metall mit einem rotierenden Vielschneidenwerkzeug. Das Werkstück kann dabei über programmierte Vorschubbewegungen in nahezu jede Richtung bearbeitet werden.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit