

# Landesinstitut für Pädagogik und Medien (LPM)

Dudweiler

## Moderne Schneidstoffe

Lehrerfortbildung

Referent : OStR Christoph Schwarz (TGS BBZ Homburg)

- Inhalt:**
- Materialien für Schneidstoffe
  - Schneidstoffe – Vergleich
  - Vergleichstabelle der Schneidstoffe
  - Winkel an den Werkzeugschneiden
  - Richtwerte für die Spanarbeit
  - Verschleiß
  - Herstellung von Wendeschneidplatten
  - Werkstoffe für unbestimmte Schneiden

LPM Saarland	<b>Fertigungstechnik</b>	Seite: 2
	<b>Moderne Schneidstoffe</b>	Ref 9-97 LPM/

## Moderne Schneidstoffe

Durch die Änderung der Bearbeitungsverfahren und der Forderung nach immer höherer Maß-, Form- und Oberflächengenauigkeit sind für die heutigen Fertigung auch neue Schneidstoffe entwickelt worden, die den Maschinenleistungen z.B. HSC gerecht werden. Als Überblick werden folgende Schneidstoffe aufgelistet:

### 1. Schnellarbeitsstahl

Hochleistungs- Schnellarbeitsstahl, **HSS**, ist ein hochlegierter Stahl mit Verschleiß- und wärmebeständigen Bestandteilen wie Wolfram, Vanadium, Molybdän, Kobalt und Chrom. Mit HSS können sehr scharfkantige Schneiden und Kanten angeschliffen werden, so daß er für Werkzeuge mit scharfen Schneidkanten wie Gewindebohrer, Räumwerkzeuge, Spiralbohrer und Reibahlen eingesetzt wird.

**PM - HSS** sind Pulvermetallurgisch erzeugte Werkzeuge mit besonders gleichmäßig verteilten Karbidkörnern, was hohe Schneidkantenstabilität ergibt.

**Beschichtete HSS** - Werkzeuge mit TiN (Titannitrid; goldfarben) sind verschleißfest und haben damit hohe Standzeit.

Anwendung: Alle Werkzeuge die auch als HSS - Werkzeuge hergestellt werden.  
(Gewindeschneider, Gewinderollen, Gewindeformer)

### 2. Hartmetall

Hartmetall werden durch Sintern von sehr harten Karbiden mit Kobalt als Bindephase hergestellt.

P - Anwendungsgruppe: Wolfram-, Titan- und Tandalkarbide (hohe Warm- und Abriebfestigkeit) für langspanende Stahlwerkstoffe

K - Anwendungsgruppe: Wolframkarbid ergibt geringere Warmfestigkeit, aber hohe Abriebfestigkeit. Bearbeitung von Guß und Austenitischen Stählen.

**Beschichtete HM:** Schichten mit 5 - 10 µm Dicke durch Aufdampfen meist mehrerer Schichten aus  
 Titankarbid (Dunkel)  
 Titannitrid (Goldfarben)  
 Aluminiumoxid (schwarz)  
 Kennbuchstabe C für coated = beschichtet. Die Beschichtung erfolgt meist bei Wendeschneidplatten für Drehen und Fräsen.

LPM Saarland	<b>Fertigungstechnik</b>	Seite: 3
	<b>Moderne Schneidstoffe</b>	Ref 9-97 LPM/

Für die Beschichtung muß die Schneidkante einen kleinen Radius haben, da die Spitzen ansonsten mechanisch überlastet werden. Diese stumpfen Schneiden sind für die Schlichtoperation ungünstig.

Anwendung: Bei harten und gehärteten Werkstoffen. Mit kleinem Vorschub und hoher Schnittgeschwindigkeit kann geschlichtet werden.

### **3. Cermets (Karbonnitride)**

Der Name wird aus ceramics und metals gebildet. Cermets sind Hartmetall - Schneidstoffe aus Titancarbid, Titanitrid und Nickel- Chrom- Molybdän als Bindephase.

Große Härte, geringe Diffusions- und Adhäsionsneigung, Warmverschleiß- und Kantenfestigkeit sind die besonderen Vorteile. Cermets haben hohe Schneidkantenschärfe und können mit positivem Spanwinkel arbeiten.

Anwendung: Eingesetzt werden Cermets für die Schlichtbearbeitung normaler Stähle bei hoher Schnittgeschwindigkeit und Standzeit. Sie ergeben bessere Oberflächenqualitäten als HM und beschichtete HM.

### **4. Schneidkeramik (Oxidkeramik)**

Schneidkeramik hat als Basis das harte Aluminiumoxid und wird meist als Schneidplatten eingesetzt.

Weißer Platten:  $Al_2O_3$  mit  $ZrO_2$  und Dunkle Platten mit  $Al_2O_3$  und  $TiC$ .

Schneidkeramik hat gute chemische Stabilität und hohe Verschleiß- Temperatur- und Kantenfestigkeit, doch nur geringe Biegebruchfestigkeit. Oxidkeramik ist sehr Temperatur-Schockempfindlich.

Anwendung: Trockenbearbeitung als Schruppen und Schlichten von Stahl und GG, Auch Schlichtbearbeitung von gehärtetem Stahl und Feinfräsen von Stahl.

### **5. Siliciumkeramik**

Siliciumkeramik ( $Si_3N_4$ ) ist zäh und Temperaturunempfindlich, so daß mit Kühlflüssigkeit gearbeitet werden kann.

Anwendung: Drehen und Fräsen von Guß auch bei unterbrochenem Schnitt.  
( $V_c = 300$  mm/min;  $V_f = 1600$  mm/min)

## 6. Kubisches Bohrnitrid

Kubisches Bohrnitrid (CBN) ist nach Diamant der härteste Werkstoff. Er hat hohen Verschleißwiderstand und große Zähigkeit.

Anwendung: Schrapp- und Schlichtdrehen von harten Werkstoffen wie GG, Hartguß, gehärteter und vergüteter Stahl und Speziallegierungen.

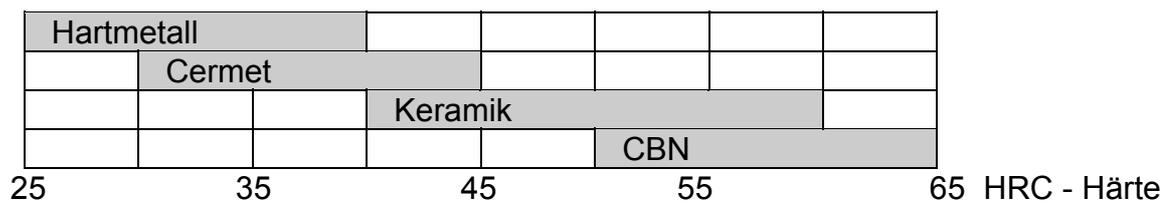
## 7. Polykristalliner Diamant (PKD)

Polykristalliner Diamant (PKD) wird durch Sintern unter hohem Druck und Temperatur hergestellt. PKD werden auf Hartmetallkörper beschichtet mit 0,5 bis 1,5 mm Dicke.

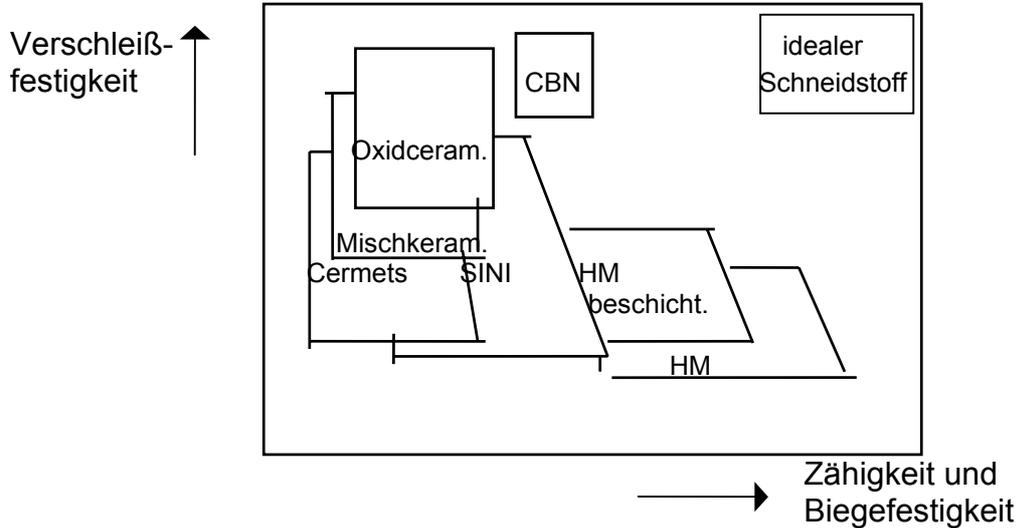
Anwendung: Drehen und Fräsen (Schruppen und Schlichten) von Nichteisenmetallen, Kunststoffen und Keramiken.

## Schneidstoffe - Vergleich

a. Einsatzbereich für verschieden harte Werkstoffe:



### b. Zähigkeitsvergleich



### Schneidparameter - Vergleich

	Hartbohren	Hartdrehen	Hartfräsen
Schneidstoff	Hartmetall	PKB, Keramik	PKB, Feinkornhartmet.
Schnittgeschw. (m/min)	40 - 60	120 - 250	200 - 300
Vorschub (mm/Umd.)	0,02 - 0,04	0,08 - 0,15	0,1 - 0,2
Rautiefe Rz	2- 4	1- 3	2- 5

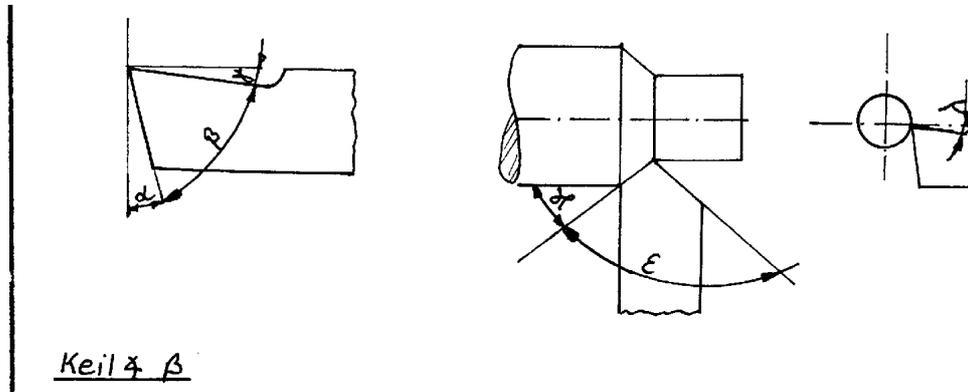
PKB = Polykristallines Kubisches Bohrnitrid

### Vergleichstabelle mit mittleren Werten

Schneidstoff	Herstellung	Bearbeitung von:	Merkmale	Arbeits-temp. C°	Vc (m/min) Vf (mm/min)
HSS	hochlegierter Stahl	unleg. Stahl; Buntmetalle	Wenn scharfe Schneidkanten erforderlich sind und großer Spanwinkel notwendig ist	600	10- 40  0.02- 0,4
Hartmetall	Sintern	alle Metalle; gehärteter St.	HM sind temperatur-empfindlich, deshalb starke Kühlung	900	100- 300  0.02- 0,2
beschich. Hartmet.	Sintern; Nitrid-, Borid-, Oxidschichten	alle Metalle; gehärteter St.	Hohe Standzeit, Wendeschneidplatten: kein Nachschleifen und Löten möglich	900	100-300  0,02-0,2
Kubisches Bornitrid CBN	Sintern bei hohem Druck und 2000 °	Metallen, auch gehärtet	Wendeschneidplatten; kleiner Vorschub und Schnitttiefe	1300	100- 300  0,02-0,1
Polykristalliner Diamant PKD	sintern aus Metallpulver und Diamantpulver	Hartguß; Buntmetalle, Keramik; GG	C des Diamanten reagiert mit FE - C-Verbindungen; GG wegen c -Sättigung möglich	1300	200- 1000  0,05 -0,5
Diamant	sintern bei 70 000 BAR und 2000 °	Nichteisenmetalle	reagiert mit FE - C-Verbindungen; kleine Vorschübe und Zustellung	900	1000  0.01-0,06
Keramik	Sintern aus Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> und ZrO <sub>2</sub>	alle weichen und harten Metalle	sehr spröde, Stabile Masch. erforderlich; Keramik ist kolkfest	1400	1000- 1500 0,1-0,5
Cermet	Sintern von Keramik und Metall: TiC; TiN mit NiCoMo - Bindemittel	alle Werkstoffe	geringe Zustellung	1000	200  0,1 - 0,5

## Winkel an der Werkzeugschneide

Nachfolgend wird die Größenordnung der Winkel und deren Einfluß kurz beschrieben:



### Keilwinkel $\beta$

Weiche Metalle (ALU)	40 – 50°
Zähfeste Metalle (Stahl)	55 – 85°
Harte, spröde Metalle (Messing, leg Stahl)	75 – 85°

### Spanwinkel $\gamma$

Ist  $\gamma$  groß, ergibt sich eine kleine Schnittkraft und guter Spanabfluß.  
Ist  $\gamma$  klein, wird die Schnittkraft groß und die Schneide widerstandsfähig.

### Freiwinkel $\alpha$

Je größer  $\alpha$ , um so rauher die Schnittfläche. Der Freiwinkel  $\alpha$  muß um so größer sein, je weicher der Werkstoff und je größer der Durchmesser und der Vorschub sind.

### Eckwinkel $\varepsilon$

Bei großem Eckwinkel wird mehr Wärme abgeführt, da die Schneidkante länger wird.  
Bei großem Vorschub soll  $\varepsilon > 90^\circ$  sein.

### Einstellwinkel $\kappa$

Ein kleiner Einstellwinkel gibt günstige Spanform und hohe Standzeit, da der Schlankheitsgrad  $S = a/f$  größer wird. Ein Einstellwinkel  $\kappa$  von 45° ist günstig.

## Neigungswinkel $\lambda$

Fällt die Schneide nach hinten ab, ist der Spanfluß günstiger. Die Werte von  $\lambda$  sollen Zwischen 0 .... + 10 ° liegen.

## Richtwerte für die spanende Bearbeitung

### Standzeit

Die kostengünstigste Standzeit für Hartmetall – Wendepplatten liegen zwischen 10 – 30 Minuten. Im Mittel liegen die Standzeiten meist bei 12 – 15 Minuten.

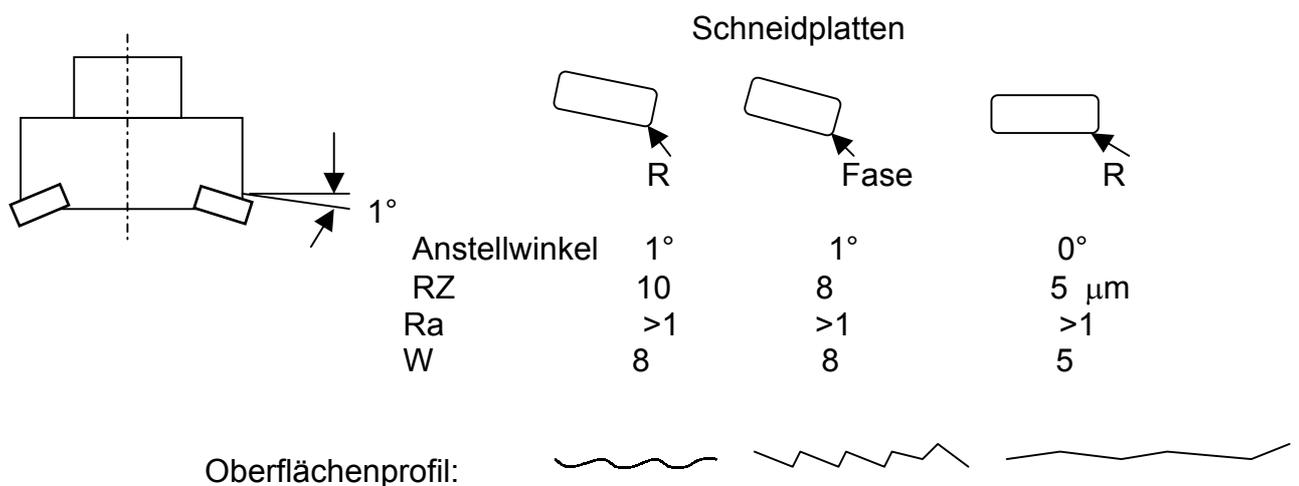
### Winkel

Die Spanwinkel liegen im Mittel bei +5 .. +10° und die Einstellwinkel bei 75 ...105 °. Doch liegen beim Schlichten mit beschichteten HM – Platten bis – 8° für die Spanwinkel und bis – 6° für die Neigungswinkel.

### Besonderheiten für Wendeschneidplatten

Einbau: Wendeschneidplatten , die mit Schrauben befestigt sind, werden mit Molykote eingeklebt, um ein lösen zu vermeiden, was besonders beim Fräsen (Erschütterungen) wichtig ist.

Oberflächenqualität: Die Oberflächenqualität ist abhängig von der Ausrichtung und dem Schneidenradius der Platten.

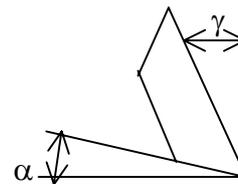


Winkel an den Schneidplatten:

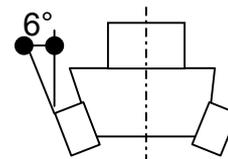
Schruppen: Freiwinkel: 7 ... 20°  
Keilwinkel: 70 .. 80 °  
Spanwinkel: 0..10 °

Schlichten: Neigungswinkel + 10°  
Spanwinkel - 8 °

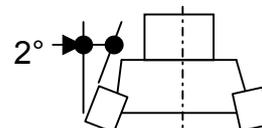
Einbau der Platten bestimmt den Wirkwinkel:



Zum Planfräsen: Neigungswinkel - 6°  
Spanwinkel - 10 °

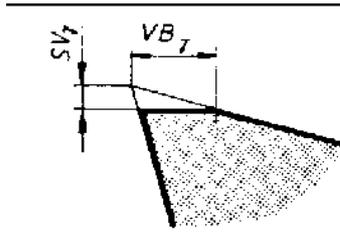


Eckfräser: Neigungswinkel + 2°  
Spanwinkel + 10°

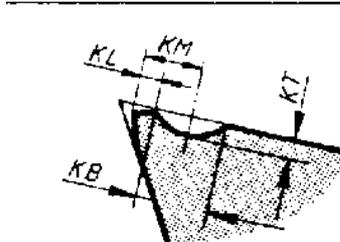


## Verschleiß an der Werkzeugschneide

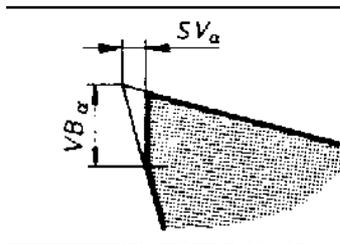
Der Verschleiß an der Werkzeugschneide entsteht durch mehrere gleichzeitig auftretende Verschleißarten, die nun im einzelnen dargestellt werden:



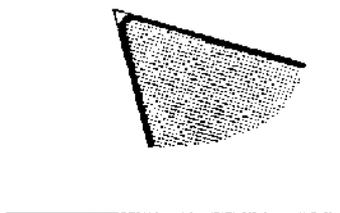
Spanflächenverschleiß : Durch Abrieb



Kolkverschleiß: Durch Diffusion und Oxidation



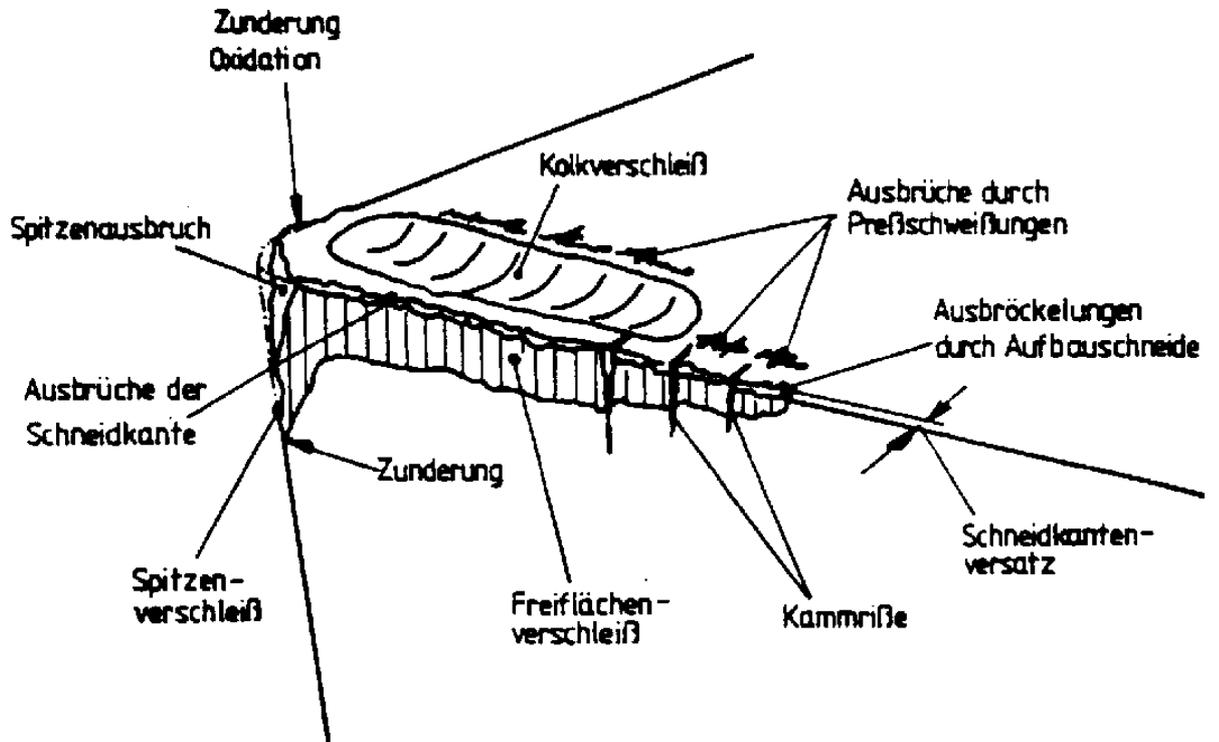
Freiflächenverschleiß: Durch mechan. Abrieb, Kaltpreßschweißung, und elektrochemische Reaktionen



Kantenverschleiß: Durch mechan. Abrieb

Vb = Verschleißmarkenbreite; SV = Schneidenversatz; KT = Kolkbreite; KB = Kolkbreite;  
KM = Kolkmittenabstand; KL = Kloklippenbreite

Gesamtbild des Schneidenverschleißes:



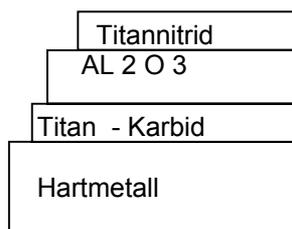
### Herstellung beschichteter Schneidplatten:

Beschichtete Schneidplatten haben besondere Vorteile:

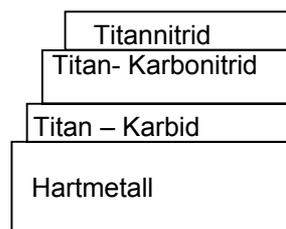
- Geringe Reibung
- Geringe Adhäsion
- Geringe Abrasion
- Hohe chem. Stabilität
- Hohe Zähigkeit
- Geringe Diffusion zwischen Span und Schneidwerkstoff

Schneidplatten können verschiedenen Oberflächenbeschichtungen haben. Im Wesentlichen sind das Titanitrid und Aluminium Schichten:

Titanitridbeschichtung:

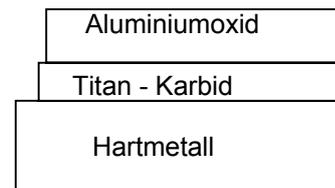


7 bis 10  $\mu\text{m}$



8  $\mu\text{m}$   
Gesamtschichtdicke

Aluminiumoxidbeschichtung:



5  $\mu\text{m}$

	Min	Normal	Max
Ti C	3	4,5	6
Ti CN	2	3,5	5
Ti N	1,5	2,75	4
Gesamtdicke $\mu\text{m}$	7,5	11,25	15

LPM Saarland	<b>Fertigungstechnik</b>	Seite: 13
	<b>Moderne Schneidstoffe</b>	Ref 9-97 LPM/

## Es gibt zwei Verfahren der Beschichtung:

### 1. Chemisches Verfahren (CVD = Chemical Vapour Deposition)

Durch eine chemische Reaktion in der Gasphase unter Wärme und Strahlungsenergie ergeben sich folgende Reaktionen:



Merkmale des CVD:

- Anschaffung etwa 1 Mill DM
- Temperatur 990 – 1020°C
- Vakuum 50 – 120 mbar
- Prozeßdauer 24 h
- Schichtdicke 7 .. 12 µm
- Gasarten: Wasserstoff, Stickstoff, Helium, Chlorwasserstoff
- Reaktionsgas: Titantetrachlorid TiCl<sub>4</sub>
- Aluminiumoxid durch Alu - Pallets

### 2. Das Physikalische Verfahren (PVD = Physikal Vapour Deposition)

Bei den physikalischen Verfahren kann die Schicht aufgetragen werden durch:

- Aufdampfen
- Kathodenzerstreuung
- Ionenimplantieren

Merkmale:

- Temperatur: 2000°C im Lichtbogen ergibt 500 °C Prozeßtemperatur
- Hochvakuum  $2 \times 10^{-5}$  mbar
- Prozessdauer 7,5 h
- Beschichtungsdicke: 2,5 bis 5 µm
- Gasarten: Stickstoff, Methan, Argon, Helium
- Titan durch Titantabletten 5 – 20 gr.

LPM Saarland	<b>Fertigungstechnik</b>	Seite: 14
	<b>Moderne Schneidstoffe</b>	Ref 9-97 LPM/

### Schneidstoffe mit unbestimmter Schneidengeometrie

Werkstoff/ Kennbuchstabe	Eigenschaft	Einsatz
Normalkorund A	hart, zäh (dunkelgrau)	Meist verwendetes Schleifmittel für niedrig legierte Stähle; große Zerspanleistung; auch für schwere Schrupperarbeit
Halbedelkorund A	hart, aber weniger zäh ;(grau)	Große Zerspanleistung an gehärteten Stählen
Edelkorund A	sehr hart, kanten- und stoßfest (rosa)	Für legierte und hochlegierte Stähle, große festigkeit
Edelkorund A	hart und spröd (weiß)	Werkzeugschleifen
Einkristall	sehr hart (grau - weiß)	Werkzeugschleifen, hoch - und höchstlegierte Stähle
Spezialkorund	Sehr hart, weniger spröd (rot)	Für Werkzeuge aus höchstlegierten Stählen, kühler Schliff
Sinterbauxit; Stäbchenkorund	Zäh und verschleißfest	Hochdruckschleifen von rostfreien Stählen
Zinckorund	Hohe mechanische Festigkeit, chemisch und thermisch beständig (Dunkelgrau)	Hochdruckschleifen
Siliciumkarbid C	Sehr hart, weniger Spröde (grün)	Schleifen von Hartmetall, keramischen Scxhneidstoffen, Glas und austenitischen Stählen
Siliconkarbid	Besonders hart und Spröde (Dunkel)	Werkstoffe mit geringer Zugfestigkeit (GG, Hartguß, Temperguß, Messing, Bronze, Aluminium)
Bornitrid B	Sehr hart	Als Schleifbelag auf Messing oder Kunststoff-Schleifkörpern; für Hartmetall, Glas und Keramik
Diamant D	Härtestes Material	Als Schleifbelag auf Messing oder Kunststoff-Schleifkörpern; für harte nichteisenhaltige Werkstoffe wie Keramik, Hartmetall, Titancarbidverbindungen
Cubisches Bornitrid CBN	Sehr harte Schleifkörner	Bearbeitung von hochlegierten Werkzeugstählen und schwer zerspanbare Stähle ab 62 HRC (Ersatz für Diamant bei eisenhaltigen Materialien) Vc = 30 .... 125 m/s Kühlmittel: reines Schneidöl oder Emulsion mit 40- 60 % Ölanteil