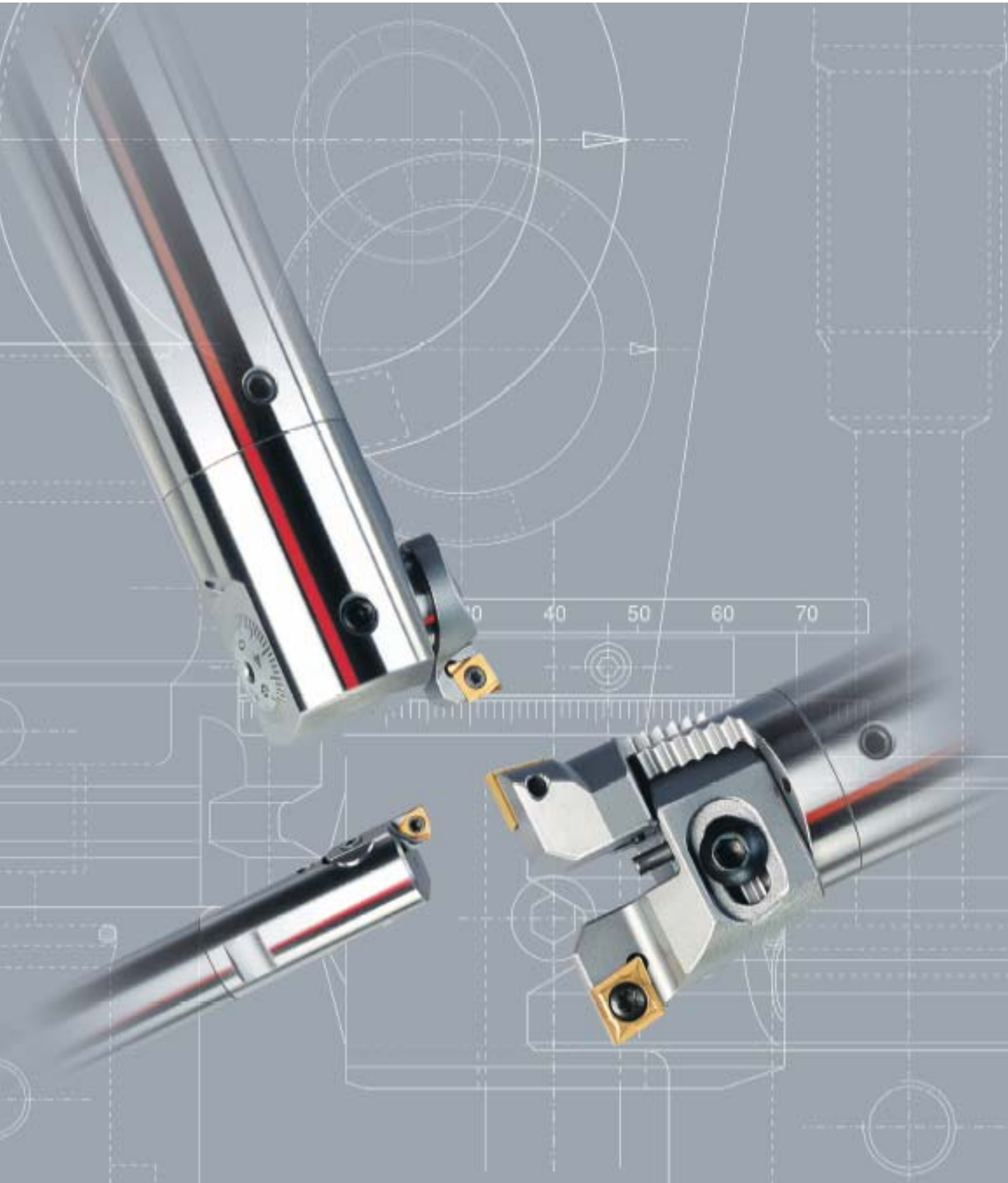


# Zerspanungshandbuch

by **SWISS**TOOLS



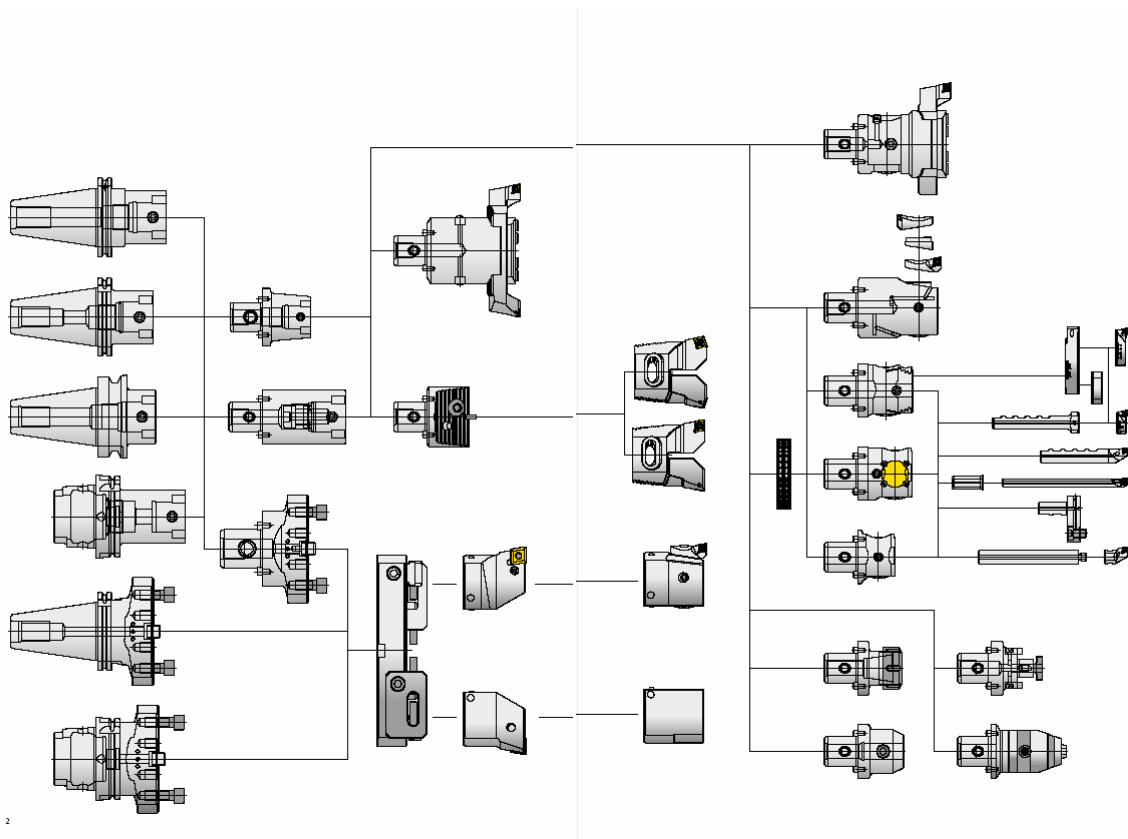
# Inhalt

|                                 | Seite  |
|---------------------------------|--------|
| <b>1. Das Swiss Bore System</b> |        |
| 1.1 System Elemente             | 3      |
| 1.2 Richtiges Kombinieren       | 3      |
| 1.3 Das Verhältnis E            | 4      |
| 1.4 Wann welcher Einstellwinkel | 5      |
| 1.5 Der Spanraum                | 6      |
| 1.6 Kühlmittel                  | 6      |
| <b>2. Tabellen</b>              |        |
| 2.1 Werkstofftabelle            | 7      |
| 2.2 Schnittdaten                | 8 - 19 |
| 2.3 Wendeplatten                | 20     |
| <b>3. Schneide und Span</b>     |        |
| 3.1 Schneidstoffe               | 22     |
| 3.2 Spanformen                  | 23     |
| 3.3 Aufbauschneidenbildung      | 24     |
| 3.4 Werkzeugverschleiss         | 24     |
| 3.4.1 Verschleissursachen       | 24     |
| 3.4.2 Verschleissformen         | 25     |
| 3.4.3 Freiflächenverschleiss    | 25     |
| 3.4.4 Kolkverschleiss           | 26     |
| 3.4.5 Plastische Verformung     | 26     |
| 3.4.6 Kerbverschleiss           | 26     |
| 3.4.7 Kammrissbildung           | 27     |
| 3.4.8 Schneidenbruch            | 27     |
| 3.5 Oberflächengüte             | 28     |

## 1. Das Swiss Bore System

### 1.1 System Elemente

Das Swiss Bore Werkzeugsystem ist als modulares System aufgebaut, mit einer Vielzahl von kombinierbaren Einzel-Elementen. Diese Elemente werden für den jeweiligen Bearbeitungsfall so kombiniert, dass grösstmögliche Stabilität und Produktionssicherheit erreicht werden. Die nachfolgende Darstellung zeigt Kombinationsbeispiele verschiedener System-Elemente.

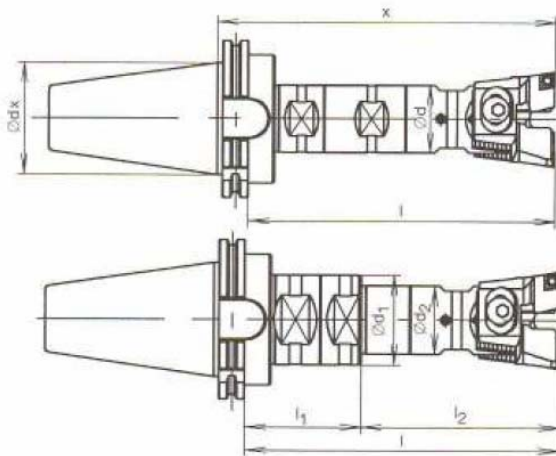


### 1.2 Richtiges Kombinieren

- Kombinationen so kurz wie möglich halten
- Zuerst verlängern dann reduzieren
- Maximales E-Verhältnis beachten
- Ausreichenden Spanraum sicherstellen

**1.3 Das Verhältnis E**

Das Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser des Werkzeuges.



■ Bei konstantem  $\varnothing d$ :

$$E = \frac{l}{d}$$



**Achtung:**

Wenn  $\varnothing d_x \leq \varnothing d$  wird  $E = \frac{x}{d_x}$  (ISO 40 :  $d_x = 44,45$   
 ISO 50 :  $d_x = 69,85$ )

■ Bei kombiniertem  $\varnothing d_1$  und  $\varnothing d_2$ :

$$E = \frac{l}{\bar{d}}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

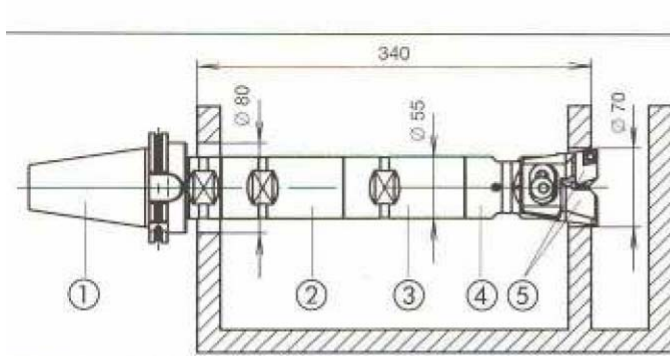
Zur Berechnung von E wird bei annähernd gleichen  $l_1$  und  $l_2$  der mittlere Durchmesser  $\bar{d}$  gebildet.

Bei stark unterschiedlichen Längen wird wie folgt vorgegangen

|  |  |
|--|--|
|  | $\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2}$                        |
|  | $\bar{d} = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right) \cdot 0.9$ |
|  | $\bar{d} = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right) \cdot 1.1$ |

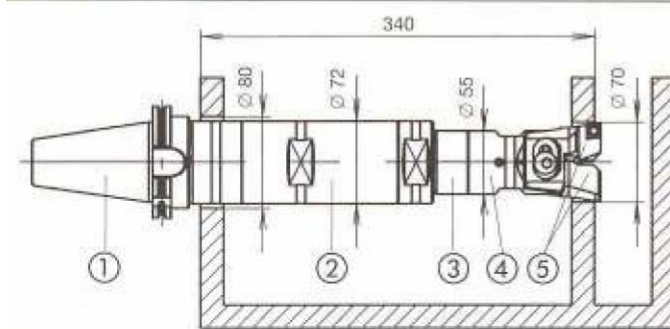
Richtwerte für E:

- E ≤ 4 • stabile Verhältnisse sowohl bei schwerer Schruppbearbeitung als auch beim Schlichten  
 • es sind keine Vibrationen zu erwarten
- E = 5 • bei Schruppbearbeitungen sind keine Vibrationen zu erwarten, sofern geeignete Wendschneidplatten verwendet werden.
- E = 6 • Grenzbereich für Schruppbearbeitung unter idealen Bedingungen.
- E > 6 • durch den Einsatz geeigneter Schnittdaten und Schneidgeometrien kann die maximale Einsatzlänge positiv beeinflusst werden.  
 • Schlichtoperationen bis E = 8 können mit Vollhartmetallbohrstangen oder konischen Reduktionen durchgeführt werden.



| Pos.  | Länge (mm)             |
|-------|------------------------|
| 1     | l = 30                 |
| 2     | l = 105                |
| 3     | l = 105                |
| 4     | l = 115                |
| 5     |                        |
| <hr/> |                        |
|       | l <sub>tot</sub> = 355 |

$$E = \frac{l}{d} = \frac{355}{55} = 6.45$$



|       |                        |
|-------|------------------------|
| 1     | l = 45                 |
| 2     | l = 135                |
| 3     | l = 60                 |
| 4     | l = 115                |
| 5     |                        |
| <hr/> |                        |
|       | l <sub>tot</sub> = 355 |

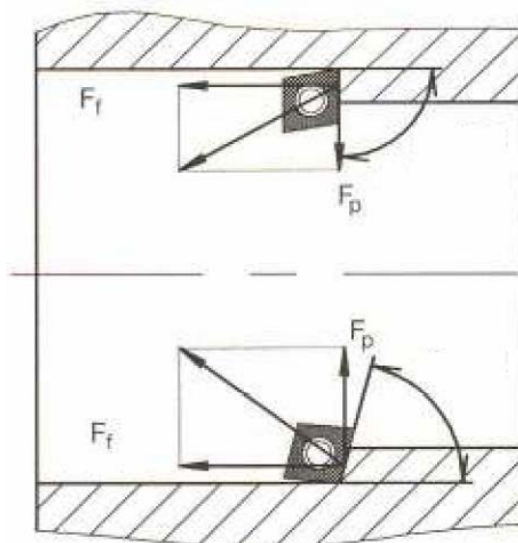
$$E = \frac{l}{d} = \frac{355}{\left(\frac{72 + 55}{2}\right)} = 5.6$$

Das Beispiel zeigt, dass durch den sinnvollen Einsatz der modularen Komponenten, ein Werkzeug entscheidend stabilisiert werden kann. Für die Variante 1 kann nicht garantiert werden, dass das Werkzeug einwandfrei arbeitet. Selbst wenn die Schnittgeschwindigkeit reduziert wird, sind Vibrationen zu erwarten. Mit dem Werkzeug nach Variante 2 können normale Schnittwerte gefahren werden.

#### 1.4 Wann welcher Einstellwinkel?

Der Einstellwinkel  $\chi$  (Kappa) übt einen wichtigen Einfluss auf das Bearbeitungsergebnis aus. Er beeinflusst unter anderem das Schwingungsverhalten eines Werkzeuges. Grundsätzlich gilt:

- je grösser der Einstellwinkel desto geringer die Passivkraft ( $F_p$ ) und somit die Schwingungsneigung



#### Einsatzempfehlung

$\chi = 90^\circ$

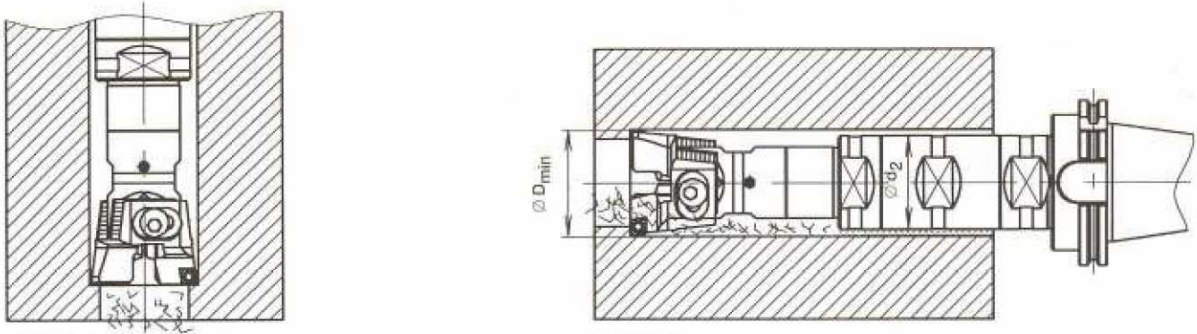
- Durchgangsbohrungen in langspanenden Werkstoffen
- Sacklochbohrungen
- Tiefe Bohrungen mit  $E > 5$

$\chi = 70^\circ$

- Durchgangsbohrungen bei kurzspanenden Werkstoffen um Ausbrüche beim Schneidenaustritt zu vermeiden
- Bei Stahlbearbeitung und  $E \leq 4$  kann mit  $\chi = 70^\circ$  gearbeitet werden sofern die Spanbildung dies zulässt (je kleiner der Einstellwinkel, desto geringer wird der Spanquerschnitt, was evtl. zu Wirr- und Bandspänen führen kann, die Werkstück oder Werkzeug beschädigen können).

## 1.5 Der Spanraum

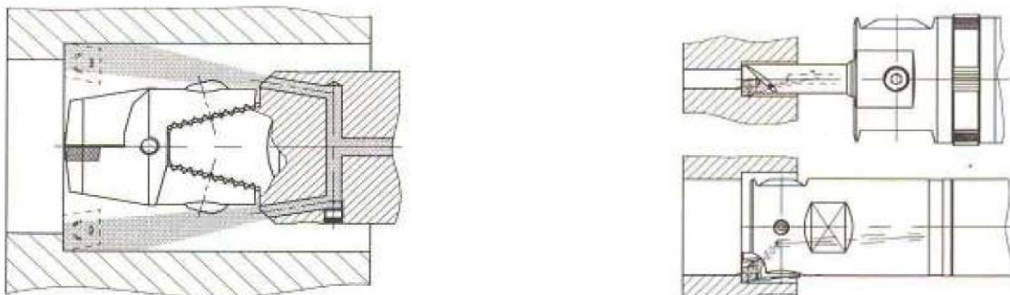
Besondere Beachtung bei der Verwendung von Ausdrehwerkzeugen mit Reduktionen ist dem verfügbaren Spanraum zu schenken. Horizontale, lange Bohrungen sind kritischer für die Späneabfuhr als Vertikale. Auch wenn kurze, kommaförmig gebrochene Späne anfallen, ist die Gefahr von Spänestau gross, wenn zwischen dem Werkzeug und der Bohrung nicht ausreichend Platz vorhanden ist.



## 1.6 Kühlmittel

Alle Werkzeuge des Swiss Bore Systems sind standardmässig mit innerer Kühlmittelzuführung ausgerüstet. Die bei der Zerspaltung entstehende Wärme wird zu 80% durch die Späne abgeführt. Besonders bei horizontaler Bearbeitung kann die Zufuhr von Kühlmittel Vorteile bringen.

- Werkstück, Vorrichtung und Maschinentisch werden nicht durch lieengebliebene Späne erwärmt
- Gusstaub wird im Kühlmittel gebunden
- beim Schlichten wird verhindert, dass Späne die Oberfläche beschädigen
- die Reibung zwischen Werkstück und Schneide wird reduziert und somit die Standzeit verlängert



## 2. Tabellen

### 2.1. Werkstofftabelle

| MC | Werkstoff Bezeichnung  | Nr.  | DIN  | Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup> |
|----|--|--|--|---------------------------------|
| 1  | Unlegierter Kohlenstoffstahl<br>Allgemeiner Baustahl   | 1.0038<br>1.0050<br>1.1121<br>1.0301<br>1.0715           | RST37-2<br>St 50-2<br>Ck 10<br>C 10<br>9SMn28PB  | - 500                           |
| 2  | Niedriglegierter<br>Kohlenstoffstahl<br>Baustahl<br>Einsatzstahl<br>Vergütungsstahl<br>Werkzeugstahl | 1.0060<br>1.7131<br>1.1191<br>1.5752<br>1.7225<br>1.2080 | St 60-2<br>16 MnCr 5<br>Ck 45<br>14 NiCr 14<br>42 CrMo 4<br>X 210 Cr 12                | 500 - 900                       |
| 3  | Legierter Werkzeugstahl  | 1.2713<br>1.8159<br>1.6582<br>1.1191<br>1.0601           | 55 NiCrMO V 6<br>50 Cr V 4<br>34 CrNiMo 6<br>Ck 45 V<br>C 60                           | 800 - 1200                      |
| 4  | Gehärteter Stahl   | 1.2067<br>1.2080<br>1.2721<br>1.3207                     | 100 Cr 6<br>X 210 Cr 12<br>50 NiCr 13<br>S 10-4-3-10                                   | > 1400                          |
| 5  | Rostfreier Stahl   | 1.4305<br>1.4057<br>1.4435<br>1.4301<br>1.4404           | X 12 CrNiS 18 8<br>X 22 CrNi 17<br>X 2 CrNiMo 18 12<br>X 5CrNi 18 9<br>X 2CrNiMo 18 10 | 500 - 1000                      |
| 6  | Grauguss   | 0.6015<br>0.6025<br>0.7040<br>0.7050                     | GG 15<br>GG 25<br>GGG 40<br>GGG 50   | - 350                           |
| 7  | Alu Legierungen  | 3.3206.71<br>3.2582.05<br>3.3561.01                      | AlMgSi 0.5 F22<br>GD-AlSi 12<br>G-Al Mg 3  | -350                            |

**2.2. Schnittdaten**
**Zweischneider Schruppkopf**
**Ø 23.5 – 30.5**


- beide Schneiden auf gleichen Durchmesser einstellen
- möglichst kurze Späne
- Kühlmittel unterstützt den Spänetransport
- Wendepaltenhalter für Wendepalten CC.. 06 02 ..

| MC | Wendeschneidplatten |         | Vorschub<br>f<br>mm/U | Schnitt-<br>geschwindigkeit<br>Vc<br>m/min | E ≤ 4    |         | E = 5    |         | E ≤ 6    |         |
|----|---------------------|---------|-----------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm |                       |  | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% |
| 1  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.4             | 140  | 1.75     | 100     | 1.75     | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 2  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.5             | 160  | 2        | 100     | 2        | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 3  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.4             | 140  | 1.75     | 100     | 1.75     | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 4  | SFH                 | 0.4     | 0.15 – 0.25           | 60 – 100                                   | 0.5      | 100     | 0.5      | 80      | 0.5      | 60      |
| 5  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.4             | 140  | 1.75     | 100     | 1.75     | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 6  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.5             | 140  | 2.5      | 100     | 2.5      | 80      | 2        | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 7  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.5             | 250 - 500                                  | 2        | 100     | 2        | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 250 - 500                                  |          |         |          |         |          |         |

**Zweischneider Schruppkopf**
**Ø 29.5 – 40.5**


- beide Schneiden auf gleichen Durchmesser einstellen
- möglichst kurze Späne
- Kühlmittel unterstützt den Spänetransport
- Wendepplattenhalter für Wendepplatten CC.. 06 02 ..

| MC | Wendeschneidplatten |         | Vorschub<br>f<br>mm/U | Schnitt-<br>geschwindigkeit<br>Vc<br>m/min | E ≤ 4    |         | E = 5    |         | E ≤ 6    |         |
|----|---------------------|---------|-----------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm |                       |  | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% |
| 1  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.4             | 140  | 2        | 100     | 2        | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 2  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.5             | 160  | 2.5      | 100     | 2.5      | 80      | 2        | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 3  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.4             | 140  | 2        | 100     | 2        | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 4  | SFH                 | 0.4     | 0.15 – 0.25           | 60 – 100                                   | 0.5      | 100     | 0.5      | 80      | 0.5      | 60      |
| 5  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.4             | 140  | 2        | 100     | 2        | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 6  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.5             | 140  | 2.5      | 100     | 2.5      | 80      | 2        | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 7  | HBH                 | 0.4     | 0.3 – 0.5             | 250 - 500                                  | 2        | 100     | 2        | 80      | 1.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 250 - 500                                  |          |         |          |         |          |         |

**Zweischneider Schruppkopf**
**Ø 39.5 – 50.5**


- beide Schneiden auf gleichen Durchmesser einstellen
- möglichst kurze Späne
- Kühlmittel unterstützt den Spänetransport
- Wendepplattenhalter für Wendepplatten CC.. 09 T3 ..

| MC | Wendeschneidplatten |           | Vorschub<br>f<br>mm/U | Schnitt-<br>geschwindigkeit<br>Vc<br>m/min | E ≤ 4    |         | E = 5    |         | E ≤ 6    |         |
|----|---------------------|-----------|-----------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm   |                       |  | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% |
| 1  | HBH                 | 0.8 / 0.4 | 0.4 – 0.5             | 150  | 2.5      | 100     | 2.5      | 80      | 2        | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 2  | HBH                 | 0.8 / 0.4 | 0.4 – 0.6             | 170  | 3        | 100     | 3        | 80      | 2.5      | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 170  |          |         |          |         |          |         |
| 3  | HBH                 | 0.8 / 0.4 | 0.4 – 0.5             | 150  | 2.5      | 100     | 2.5      | 80      | 2        | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 170  |          |         |          |         |          |         |
| 4  | SFH                 | 0.4       | 0.15 – 0.25           | 60 – 100                                   | 0.5      | 100     | 0.5      | 80      | 0.5      | 60      |
| 5  | HBH                 | 0.8 / 0.4 | 0.4 – 0.5             | 140  | 2.5      | 100     | 2.5      | 80      | 2        | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 6  | HBH                 | 0.8 / 0.4 | 0.4 – 0.6             | 180  | 3.5      | 100     | 3.5      | 80      | 2.5      | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 180  |          |         |          |         |          |         |
| 7  | HBH                 | 0.4 / 0.8 | 0.4 – 0.7             | 250 - 500                                  | 3.5      | 100     | 3        | 80      | 2.5      | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 250 - 500                                  |          |         |          |         |          |         |

**Zweischneider Schruppkopf**
**Ø 49.5 – 66.5**


- beide Schneiden auf gleichen Durchmesser einstellen
- möglichst kurze Späne
- Kühlmittel unterstützt den Spänetransport
- Wendepaltenhalter für Wendepalten CC.. 09 T3 ..

| MC | Wendeschneidplatten |           | Vorschub<br>f<br>mm/U | Schnitt-<br>geschwindigkeit<br>Vc<br>m/min | E ≤ 4    |         | E = 5    |         | E ≤ 6    |         |
|----|---------------------|-----------|-----------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm   |                       |  | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% |
| 1  | HBH                 | 0.8       | 0.4 – 0.6             | 150  | 3        | 100     | 3        | 80      | 2.5      | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 2  | HBH                 | 0.8       | 0.4 – 0.6             | 170  | 3.5      | 100     | 3.5      | 80      | 2.5      | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 170  |          |         |          |         |          |         |
| 3  | HBH                 | 0.8       | 0.4 – 0.5             | 150  | 3        | 100     | 3        | 80      | 2.5      | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 170  |          |         |          |         |          |         |
| 4  | SFH                 | 0.4       | 0.15 – 0.25           | 60 – 100                                   | 0.5      | 100     | 0.5      | 80      | 0.5      | 60      |
| 5  | HBH                 | 0.8       | 0.4 – 0.5             | 140  | 3        | 100     | 3        | 80      | 2.5      | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 6  | HBH                 | 0.8       | 0.4 – 0.6             | 180  | 3.5      | 100     | 3.5      | 80      | 3        | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 180  |          |         |          |         |          |         |
| 7  | HBH                 | 0.4 / 0.8 | 0.4 – 0.7             | 250 - 500                                  | 3.5      | 100     | 3        | 80      | 2.5      | 60      |
|    | CTU                 |           |                       | 250 - 500                                  |          |         |          |         |          |         |

**Zweischneider Schruppkopf**
**Ø 65.5 – 87.5**


- beide Schneiden auf gleichen Durchmesser einstellen
- möglichst kurze Späne
- Kühlmittel unterstützt den Spänetransport
- Wendeplattenhalter für Wendeplatten CC.. 12 04 .. / CN.. 12 04 ..

| MC | Wendeschneidplatten |         | Vorschub<br>f<br>mm/U | Schnitt-<br>geschwindigkeit<br>Vc<br>m/min | E ≤ 4    |         | E = 5    |         | E ≤ 6    |         |
|----|---------------------|---------|-----------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm |                       |  | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% |
| 1  | HBH                 | 0.8     | 0.5 – 0.7             | 150  | 4.5      | 100     | 4.5      | 80      | 4        | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 2  | HBH                 | 0.8     | 0.5 – 0.7             | 170  | 5.5      | 100     | 5.5      | 80      | 4.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 170  |          |         |          |         |          |         |
| 3  | HBH                 | 0.8     | 0.4 – 0.6             | 150  | 5        | 100     | 5        | 80      | 4.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 170  |          |         |          |         |          |         |
| 4  |                     |         |                       |  |          |         |          |         |          |         |
| 5  | HBH                 | 0.8     | 0.4 – 0.6             | 140  | 4        | 100     | 4        | 80      | 3.5      | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 160  |          |         |          |         |          |         |
| 6  | HBH                 | 0.8     | 0.6 – 0.8             | 180  | 6        | 100     | 5        | 80      | 4        | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 180  |          |         |          |         |          |         |
| 7  | HBH                 | 0.8     | 0.5 – 0.7             | 400 - 600                                  | 5        | 100     | 4.5      | 80      | 4        | 60      |
|    | CTU                 |         |                       | 400 - 600                                  |          |         |          |         |          |         |

**Zweischneider Schruppkopf**
**Ø 86.5 – 115.5**


- beide Schneiden auf gleichen Durchmesser einstellen
- möglichst kurze Späne
- Kühlmittel unterstützt den Spänetransport
- Wendeplattenhalter für Wendeplatten CC.. 12 04 .. / CN.. 16 06 ..

| MC | Wendeschnidplatten |           | Vorschub<br>f<br>mm/U | Schnitt-<br>geschwindigkeit<br>Vc<br>m/min | E ≤ 4    |         | E = 5    |         | E ≤ 6    |         |
|----|--------------------|-----------|-----------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|    | Schneidstoff       | r<br>mm   |                       |  | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% |
| 1  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 160  | 6        | 100     | 5.5      | 80      | 5        | 60      |
| 2  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 170  | 6.5      | 100     | 6        | 80      | 5.5      | 60      |
| 3  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 150  | 6.5      | 100     | 6        | 80      | 5        | 60      |
| 4  |                    |           |                       |  |          |         |          |         |          |         |
| 5  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 140  | 6        | 100     | 5.5      | 80      | 5        | 60      |
| 6  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 1.0             | 180  | 7        | 100     | 6.5      | 80      | 5.5      | 60      |
| 7  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 400 – 600                                  | 8        | 100     | 6        | 80      | 5        | 60      |

**Zweischneider Schruppkopf**
**Ø 114.5 – 153.0**


- beide Schneiden auf gleichen Durchmesser einstellen
- möglichst kurze Späne
- Kühlmittel unterstützt den Spänetransport
- Wendeplattenhalter für Wendeplatten CC.. 12 04 .. / CN.. 16 06 ..

| MC | Wendeschnidplatten |           | Vorschub<br>f<br>mm/U | Schnitt-<br>geschwindigkeit<br>Vc<br>m/min | E ≤ 4    |         | E = 5    |         | E ≤ 6    |         |
|----|--------------------|-----------|-----------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|    | Schneidstoff       | r<br>mm   |                       |  | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% | ap<br>mm | Vc<br>% |
| 1  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 160  | 7        | 100     | 6        | 80      | 5        | 60      |
| 2  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 170  | 8        | 100     | 6.5      | 80      | 5        | 60      |
| 3  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 150  | 8        | 100     | 6.5      | 80      | 5        | 60      |
| 4  |                    |           |                       |  |          |         |          |         |          |         |
| 5  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 140  | 7        | 100     | 6        | 80      | 5        | 60      |
| 6  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 1.0             | 180  | 8        | 100     | 6.5      | 80      | 5        | 60      |
| 7  | HBH                | 0.8 / 1.2 | 0.6 – 0.8             | 400 – 600                                  | 8        | 100     | 7        | 80      | 5        | 60      |

**Feinbohrkopf**
**Ø 23.9 – 171.1**


- Wendeschneidplattenhalter für Wendeschneidplatten CC.. 06 02 .. / CC 09 T3 ..

| MC | Wendeschneidplatten |            | Vorschub<br>f<br>mm/U      | Schnitt-<br>geschwindigkeit<br>Vc<br>m/min | Spanabnahme<br>ap<br>mm  | E ≤ 4<br>Vc<br>% | E = 5<br>Vc<br>% | E ≤ 6<br>Vc<br>% |
|----|---------------------|------------|----------------------------|--|--------------------------|------------------|------------------|------------------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm    |                            |  |                          |                  |                  |                  |
| 1  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 300  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 220  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
| 2  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 300  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 220  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
| 3  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 300  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 220  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
| 4  | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 60 - 120                                   | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
| 5  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 140  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 140  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
| 6  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 180  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 180  | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
| 7  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | - 800                                      | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |
|    | PKD                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | - 800                                      | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 100<br>100       | 70<br>60         | 60<br>40         |

**Ausdrehkopf**
**Ø 9.75 – 88.1**


- Ausdrehstähe für Wendepplatten CC.. 06 02 .. / CC 09 T3 ..
- die empfohlenen Schnittwerte sind für ausgewuchtet Werkzeuge oder Verstellung mittig bis max. 1mm

**Stahl Bohrstangen und verstellbare Ausdrehstähe (E ≤ 5)**

| MC | Wendeschneidplatten |            | Vorschub<br>f<br>mm/U      | Spanabnahme<br>ap<br>mm  | Schnittgeschwindigkeit<br>Vc<br>m/min |              |              |
|----|---------------------|------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm    |                            |                          | Ø<br>10 – 20                          | Ø<br>20 – 48 | Ø<br>48 – 88 |
| 1  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 | 350                                   | 280          | 200          |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 |                                       |              |              |
| 2  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 | 350                                   | 280          | 200          |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 |                                       |              |              |
| 3  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 | 350                                   | 280          | 200          |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 |                                       |              |              |
| 4  | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 | 60 - 120                              | 60 - 120     | 40 - 100     |
| 5  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 | 150                                   | 140          | 120          |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 |                                       |              |              |
| 6  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 | 300                                   | 250          | 200          |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 |                                       |              |              |
| 7  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 | 700                                   | 600          | 400          |
|    | PKD                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 – 0.16 | 0.1 – 0.25<br>0.15 – 0.4 |                                       |              |              |

**Ausdrehkopf**
**Ø 8.75 – 40.1**


- Ausdrehstähle für Wendepplatten CC.. 06 02 ..
- die empfohlenen Schnittwerte sind für ausgewuchtet Werkzeuge oder Verstellung mittig bis max. 1mm

**Hartmetallbohrstangen (E ≤ 8)**

| MC | Wendeschneidplatten |            | Vorschub<br>f<br>mm/U      | Spanabnahme<br>ap<br>mm  | Schnittgeschwindigkeit<br>Vc<br>m/min |          |          |
|----|---------------------|------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------|----------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm    |                            |                          | E ≤ 5                                 | E = 6    | E ≤ 8    |
| 1  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 350                                   | 350      | 140      |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 |                                       |          |          |
| 2  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 350                                   | 350      | 140      |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 |                                       |          |          |
| 3  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 350                                   | 350      | 140      |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 |                                       |          |          |
| 4  | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 60 - 120                              | 60 - 120 | 40 - 100 |
| 5  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 170                                   | 170      | 120      |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 |                                       |          |          |
| 6  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 300                                   | 300      | 120      |
|    | SFH                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 |                                       |          |          |
| 7  | CTG                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 | 700                                   | 500      | 200      |
|    | PKD                 | 0.2<br>0.4 | 0.05 - 0.12<br>0.08 - 0.16 | 0.1 - 0.25<br>0.15 - 0.4 |                                       |          |          |

**Schrupp - Plattenhalter**
**Ø 150 – 655**


- Plattenhalter für Wendepplatten CC.. 09 T3 .. / CN.. 12 04.. / CN.. 19 06 ..
- die empfohlenen Schnittwerte sind für Monoblock Werkzeuge modulare Varianten können stark abweichen. Im Zweifel und zu ihrer eigenen Sicherheit fragen Sie ihren Händler.















| MC | Wendeschneidplatten |            | Vorschub<br>f<br>mm/U | Spanabnahme<br>ap<br>mm | Schnittgeschwindigkeit<br>Vc<br>m/min |
|----|---------------------|------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm    |                       |                         |                                       |
| 1  | HBH                 | 0.8        | 0.5 – 0.7             | – 6.5                   | 130                                   |
|    | HBZ                 | 1.2<br>1.6 |                       |                         | 150                                   |
| 2  | HBH                 | 0.8        | 0.6 – 0.8             | – 7.0                   | 140                                   |
|    | HBZ                 | 1.2<br>1.6 |                       |                         | 160                                   |
| 3  | HBH                 | 0.8        | 0.5 – 0.7             | – 6.5                   | 140                                   |
|    | HBZ                 | 1.2<br>1.6 |                       |                         | 160                                   |
| 4  |                     |            |                       |                         |                                       |
| 5  | HBH                 | 0.8        | 0.5 – 0.7             | – 6                     | 120                                   |
|    | HBZ                 | 1.2<br>1.6 |                       |                         |                                       |
| 6  | HBH                 | 0.8        | 0.6 – 1               | – 8                     | 150                                   |
|    | HBZ                 | 1.2<br>1.6 |                       |                         | 170                                   |
| 7  | HBH                 | 0.8        | 0.4 – 0.6             | – 8                     | 300                                   |
|    | HBZ                 | 1.2<br>1.6 |                       |                         |                                       |

**Schrupp - Plattenhalter**
**Ø 150 – 655**


- Plattenhalter für Wendepplatten CC .. 06 02 .. / CC.. 09 T3 ..
- die empfohlenen Schnittwerte sind für Monoblock Werkzeuge modulare Varianten können stark abweichen. Im Zweifel und zu ihrer eigenen Sicherheit fragen Sie ihren Händler.

| MC | Wendeschneidplatten |           | Vorschub<br>f<br>mm/U | Spanabnahme<br>ap<br>mm | Schnittgeschwindigkeit<br>Vc<br>m/min |
|----|---------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|    | Schneidstoff        | r<br>mm   |                       |                         |                                       |
| 1  | CTG<br>SFH          | 0.4       | 0.08 – 0.16           | 0.2 – 0.35              | 200                                   |
| 2  | CTG<br>SFH          | 0.4       | 0.08 – 0.16           | 0.2 – 0.35              | 200                                   |
| 3  | CTG<br>SFH          | 0.4       | 0.08 – 0.16           | 0.2 – 0.35              | 200                                   |
| 4  | SFH                 | 0.4       | 0.08 – 0.16           | 0.2 – 0.35              | 60 - 100                              |
| 5  | CTG<br>SFH          | 0.4       | 0.08 – 0.16           | 0.2 – 0.35              | 140                                   |
| 6  | CTG<br>SFH          | 0.4       | 0.08 – 0.16           | 0.2 – 0.35              | 180                                   |
| 7  | CTG<br>SFH          | 0.2 / 0.4 | 0.08 – 0.16           | 0.2 – 0.35              | - 500                                 |

### 2.3. Wendeplatte






| Wendeplatten   |   | Inserts   |   |   |                     |
|--|---|---|---|---|---------------------|
| Wendeplatte  | Schneidstoff  | Technische Informationen  | Materialen  | v [m/min]   | f [mm/Z]            |
| Insert   | Cutting mat.  | Technical information   | Materials   | v [m/min]   | f [mm/r]            |
| WCMT 020102   | CTU    | <b>Cermet-Wendeplatte</b> (Titan-Carbid / Titan-Nitrid) für Feinbohrarbeiten mit hoher Schnittgeschwindigkeit und gleichmässigem Aufmass.   | Stahl<br>Grauguss<br>Aluminium  | 50–300<br>50–300<br>bis 800                               | 0.04<br>bis<br>0.10 |
|  |   | Titanium carbide / titanium nitride ( <b>Cermet</b> ) for fine bore machining with high cutting speed and regular cutting depth.  | Steel<br>Cast Iron<br>Aluminium   | 50–300<br>50–300<br>to 800                                | 0.04<br>to<br>0.10  |
| WCGT 020102   | HUP    | Unbeschichtete <b>Hartmetall-Wendeplatte</b> , allseitig geschliffen mit grossem Spanwinkel für Feinbohrarbeiten. Die Wendeplatte eignet sich insbesondere bei kleinem Aufmass und langen Bohrungen.  | Stahl<br>Stahl rostfrei<br>Grauguss<br>Aluminium  | 50–250<br>30–200<br>50–300<br>bis 800                     | 0.04<br>bis<br>0.10 |
|  |   | Uncoated Carbide insert, ground all around with large rake angle for fine bore cutting. The insert is particularly good for small cutting depth in deep bores.  | Steel<br>Stainless steel<br>Cast iron<br>Aluminium  | 50–250<br>30–200<br>50–300<br>to 800                      | 0.04<br>to<br>0.10  |
| WCGT 020102 <br>WCGT 020104   | SFH   | Mehrfach beschichtete <b>superfeinstkorn Hartmetall-Wendeplatte</b> zur Bearbeitung von harten und gehärteten Werkstoffen bis 62 HRC. Die Wendeplatte eignet sich hervorragend für Feinbohrarbeiten in gehärtetem Stahl als Alternative zum K-Schleifen.  | Stahl weich<br>Stahl HRC 45<br>Stahl HRC 50<br>Stahl HRC 55<br>Stahl HRC 60<br>Stahl HRC 62 | bis 300<br>80–250<br>80–200<br>50–150<br>30–100<br>20– 60 | 0.04<br>bis<br>0.20 |
|  |   | Repeat <b>coated extremely fine grain carbide</b> insert for machining of hard and hardened steels up to 62 HRC. Very suitable for fine boring of precision bores in hardened steel as an alternative to Jig-grinding.  | Steel soft<br>Steel HRC 45<br>Steel HRC 50<br>Steel HRC 55<br>Steel HRC 60<br>Steel HRC 62  | bis 300<br>80–250<br>80–200<br>50–150<br>30–100<br>20– 60 | 0.04<br>to<br>0.20  |
| CCMT 060202 <br>CCMT 060204 <br>CCMT 09T302 <br>CCMT 09T304 <br>CCMT 09T308 <br>CCMT 120408  | CTU  | <b>Cermet-Wendeplatte</b> (Titan-Carbid / Titan-Nitrid) für niedrige bis hohe Schnittgeschwindigkeiten beim Schlichten mit gleichbleibendem Aufmass. Auch für leichte Schrupparbeiten einsetzbar. Bester Widerstand gegen Verschleiss und Schneidekantendeformation. Geeignet für Feinbohrarbeiten mit normalem Aufmass von 0.25 mm im Durchmesser. | Stahl<br>Stahl rostfrei<br>Grauguss<br>Aluminium<br>Buntmetall                              | 50–300<br>30–250<br>50–300<br>bis 800<br>bis 500          | 0.08<br>bis<br>0.15 |
|  |   | Titanium carbide / titanium nitride ( <b>Cermet</b> ) for finishing with low to high cutting speeds with regular cutting depth. Also for light roughing. High resistance to wear and tip deformation. Suitable for fine boring with normal cutting depths from 0.25 mm in bored diameter.   | Steel<br>Stainless steel<br>Cast iron<br>Aluminium<br>Copper alloys                         | 50–300<br>30–250<br>50–300<br>to 800<br>to 500            | 0.08<br>to<br>0.15  |

 schruppen / roughing

 schruppen und schlichten / roughing and finishing

 schlichten / finishing

**Wendeplatten**
**Inserts**

| Wendeplatte    | Schneidstoff   | Technische Informationen  | Materialien          | v [m/min] | f [mm/Z] |      |
|----------------|--|---|----------------------|-----------|----------|------|
| Insert         | Cutting mat.   | Technical information   | Materials            | v [m/min] | f [mm/r] |      |
| CCGT 060202L ○ | CTG   | Allseitig <b>geschliffene, hochpositive Cermet-Wendeplatte</b> (Titan-Carbid / Titan-Nitrid), für alle Feinbohrarbeiten. Die Wendeplatte eignet sich insbesondere bei kleinem Aufmass und langen Bohrungen. Durch den grossen Spanwinkel sind die Druck- und Schnittkräfte sehr gering. | Stahl                | 50–300    | 0.06     |      |
| CCGT 060204L ○ |  |   | Stahl rostfrei       | 30–250    | bis      |      |
| CCGT 09T302L ○ |  |   | Grauguss             | 50–250    | bis 800  | 0.12 |
| CCGT 09T304L ○ |  |   | Buntmetall           | bis 500   |          |      |
|                | <b>HIT</b>   | All ground, <b>Cermet</b> insert with highly positive rake angle for all fine bore machining. Very suitable for deep bores with small cutting depth. Low cutting and pressing forces due to large rake angle.   | Steel                | 50–300    | 0.06     |      |
|                |  |   | Stainless steel      | 30–250    | to       |      |
|                |  |   | Cast iron            | 50–250    | bis 800  | 0.12 |
|                |  |   | Aluminium            | to 800    |          |      |
|                | Copper alloys  | to 500  |                      |           |          |      |
| CCGT 060202L ○ | SFH   | Mehrfach <b>beschichtete superfeinstkorn Hartmetall-Wendeplatte</b> zur Bearbeitung von harten und gehärteten Werkstoffen <b>bis 62 HRC</b> . Die Wendeplatte eignet sich hervorragend für Feinbohrarbeiten in gehärtetem Stahl als Alternative zum K-Schleifen.                        | Stahl weich          | bis 300   | 0.04     |      |
| CCGT 060204L ○ |  |   | Stahl HRC 45         | 80–250    | bis      |      |
| CCGT 09T302L ○ |  |   | Stahl HRC 50         | 80–200    | 0.20     |      |
| CCGT 09T304L ○ |  |   | Stahl HRC 55         | 50–150    |          |      |
|                | <b>HIT HRC+</b>  | Repeat <b>coated extremely fine grain carbide</b> insert for machining of hard and hardened steels up to <b>62 HRC</b> . Very suitable for fine boring of precision bores in hardened steel as an alternative to Jig-grinding.  | Stahl HRC 60         | 30–100    |          |      |
|                |  |   | Stahl HRC 62         | 20– 60    |          |      |
|                |  |   | Steel soft           | bis 300   | 0.04     |      |
|                |  |   | Steel HRC 45         | 80–250    | to       |      |
|                | Steel HRC 50   | 80–200  | 0.20                 |           |          |      |
|                | Steel HRC 55   | 50–150  |                      |           |          |      |
|                | Steel HRC 60   | 30–100  |                      |           |          |      |
|                | Steel HRC 62   | 20– 60  |                      |           |          |      |
| CCMT 060204 ●  | HBH <br> | Mehrfach <b>beschichtete Hartmetall-Wendeplatte</b> mit hoher Verschleissfestigkeit und grossem Widerstand gegen plastische Verformung. Generell geeignet für die Stahlbearbeitung mit mittleren bis hohen Schnittgeschwindigkeiten.  | Stahl                | 20–280    | 0.10     |      |
| CCMT 09T304 ●  |  |   | Stahl rostfrei       | 30–250    | bis      |      |
| CCMT 09T308 ●  |  |   | Grauguss             | 50–250    | 0.40     |      |
| CCMT 1204.08 ● |  |   | Sphäroguss           | 50–180    |          |      |
| CNMG 120408 ●  |  |   | Aluminium            | bis 800   |          |      |
| CNMG 160608 ●  |  |   | Buntmetall           | bis 500   |          |      |
| CNMG 160612 ●  |  |   |                      |           |          |      |
| CNMG 190612 ●  |  |   |                      |           |          |      |
| CNMG 190616 ●  |  |   |                      |           |          |      |
|                | <b>HBZ</b>    | Mehrfach <b>beschichtete Hartmetall-Wendeplatte</b> mit höchster Zähigkeit und Stabilität der Schneidekante. Geeignet für Stahlbearbeitung durch die positive Schneidegeometrie auch bei unterbrochenem Schnitt.  | Stahl                | 50–300    | 0.10     |      |
| CNMM 120408 ●  |  |   | Stahl rostfrei       | 30–250    | bis      |      |
| CNMM 160608 ●  |  |   | Grauguss             | 50–300    | 0.60     |      |
| CNMM 160612 ●  |  |   | Sphäroguss           | 50–200    |          |      |
| CNMM 190612 ●  | Aluminium  | bis 800   |                      |           |          |      |
| CNMM 190616 ●  | Buntmetall   | bis 500   |                      |           |          |      |
|                | <b>HBZ</b>   | Repeat <b>coated carbide</b> insert, very tough with high stability cutting edge. Suitable for machining of ferrous steels also with interrupted cut due to its positive cutting geometry.  | Steel                | 50–300    | 0.10     |      |
|                |  |   | Stainless steel      | 30–250    | to       |      |
|                |  |   | Cast iron            | 50–300    | 0.60     |      |
|                |  |   | Spheroidal cast iron | 50–200    |          |      |
|                | Aluminium  | to 800  |                      |           |          |      |
|                | Copper alloys  | to 500  |                      |           |          |      |

● schrappen / roughing

● schrappen und schlichten / roughing and finishing

○ schlichten / finishing

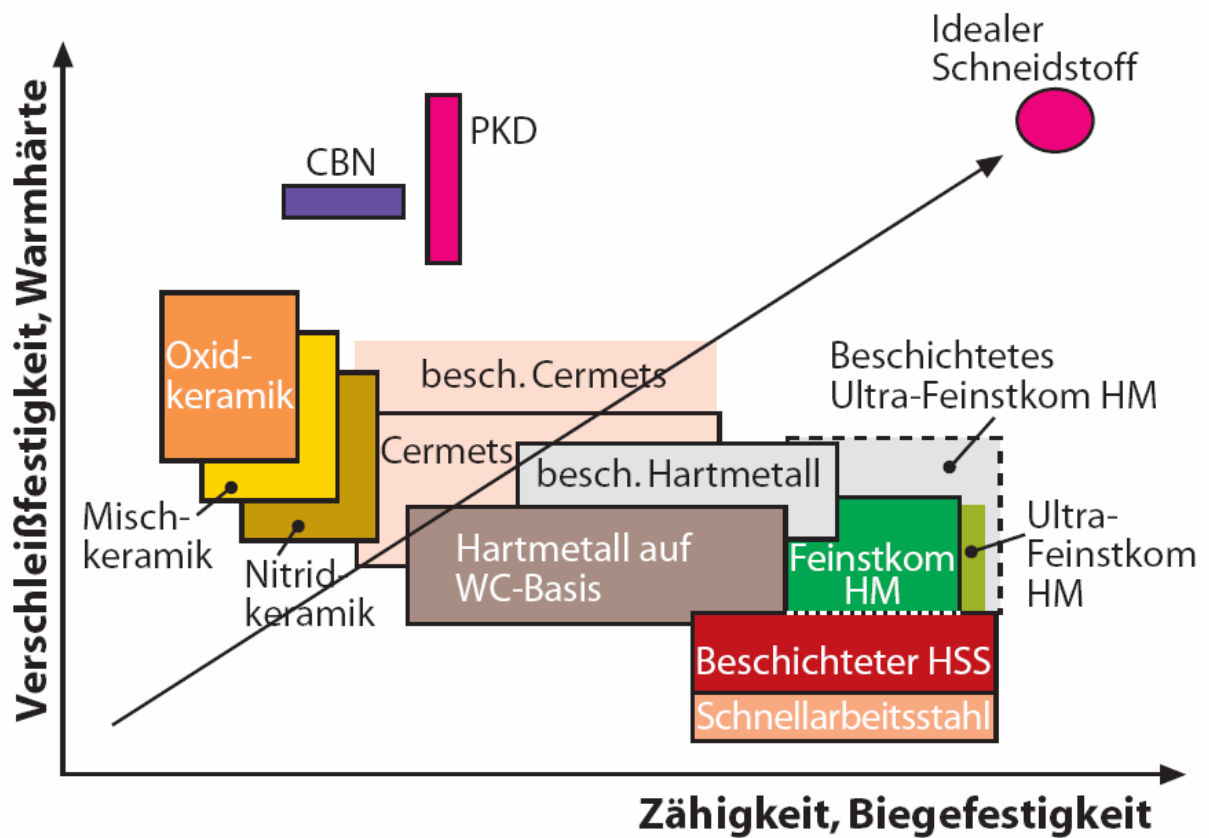
### 3. Schneide und Span

#### 3.1 Schneidstoffe





Allgemein werden an Schneidstoffe (aktiver Teil des Werkzeuges) folgende Anforderungen gestellt:





- Große Härte und Druckfestigkeit
- Hohe Biegefestigkeit und Zähigkeit
- Hohe Verschleißfestigkeit
- Hohe Temperaturbeständigkeit

Von der jeweiligen Bearbeitungsaufgabe ist abhängig, welche der genannten Anforderungen den Schwerpunkt bilden. Unterteilt können Schneidstoffe für die spanende Bearbeitung wie folgt werden:



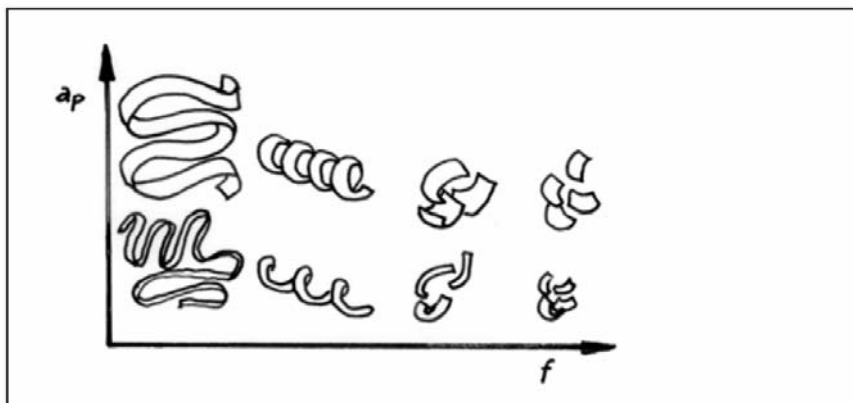
### 3.2 Spanformen

| Klasse | Spanform und Spanraumzahl R   | Beurteilung       |
|--------|---|-------------------|
| 1      | Bandspan<br>R > 100<br>          | Ungünstig<br>☹️   |
| 2      | Wirrspan<br>R > 100<br>          |                   |
| 3      | Schraubenspan<br>R = 60<br>      | Befriedigend<br>😊 |
| 4      | Schraubenbruchspan<br>R = 25<br> | Günstig<br>😊      |

| Klasse | Spanform und Spanraumzahl R  | Beurteilung    |
|--------|--|----------------|
| 5      | Spiralspan<br>R = 10<br>                      | Günstig<br>😊   |
| 6      | Spiralspanstücke<br>R = 5<br>                 |                |
| 7      | Bröckelspan oder Spanbruchstücke<br>R = 3<br> | Brauchbar<br>😊 |
| 8      | Teilweise verschweißt<br>                     |                |

Für die industrielle Praxis werden kurzgebrochene Späne gefordert, da lange Bandspäne eine Unfallgefahr darstellen, Wirrspäne Werkzeug und Werkstück unbrauchbar machen können und nur bei kurzgebrochenen Spänen aufgrund des geringen Raumbedarfs ein reibungsloser Spänetransport gewährleistet ist.

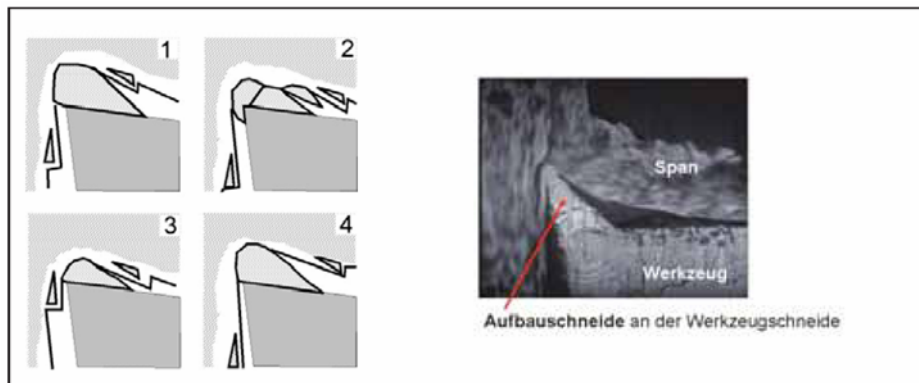
| Spanungsbedingungen    | Einfluss auf die Spanform   |
|------------------------|---|
| Schnittgeschwindigkeit | Mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit verschlechtert sich die Spanform in Abhängigkeit vom Werkstoff                           |
| Vorschub               | Mit zunehmendem Vorschub verbessert sich die Spanbrechung; allerdings bedingen hohe Vorschübe schlechtere Oberflächenqualitäten |
| Schnitttiefe           | Je größer die Schnitttiefe, desto schlechter die Spanbrechung   |
| Spanwinkel             | Negativer Spanwinkel bedingt gute Spanbrechung, jedoch eine schlechtere Oberflächenqualität                                     |
| Einstellwinkel         | Je größer der Einstellwinkel, desto besser die Spanbrechung   |
| Spanleitstufen         | Spanleitstufen verbessern gezielt die Spanbrechung (Anpassung an Prozess erforderlich)  |



### 3.3 Aufbauschneidenbildung

Während der Spanbildung werden diejenigen Werkstück-Werkstoffschichten, die nach der Trennung die Grenzschicht zwischen der Spanfläche und der Spanunterseite bilden, plastisch stark verformt. Bei der Zerspanung können unter ungünstigen Bedingungen Pressschweißungen auftreten. Besonders bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten besteht die Gefahr einer intensiven Aufbauschneidenbildung. Aufbauschneiden entstehen durch stark verformtes und verfestigtes Werkstückmaterial, welches als Verklebung die Aufgabe der Schneidkante übernimmt. Je nach Schnittbedingungen wandern an der Spanunterseite von der Aufbauschneide Werkstoffbestandteile periodisch ab. Das hat negative Auswirkungen auf die Schneidkante des Werkzeuges (Ausbrüche) und das Werkstück (Oberflächengüte, Maßhaltigkeit). Im Bild ist das Schema der Aufbauschneidenbildung dargestellt. Eine Möglichkeit zur Verhinderung von unnötiger Reibung an den Kontaktflächen und damit erhöhten Temperaturen, ist in der Anwendung einer dem jeweiligen Bearbeitungsprozess angepassten optimalen Schneidengeometrie sowie in optimierten Schnittparametern zu sehen. Insbesondere können folgende Maßnahmen die Aufbauschneidenbildung verhindern:

- Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit
- Vergrößerung des Spanwinkels
- Einsatz von Beschichtungen
- Einsatz einer wirksamen Kühlung



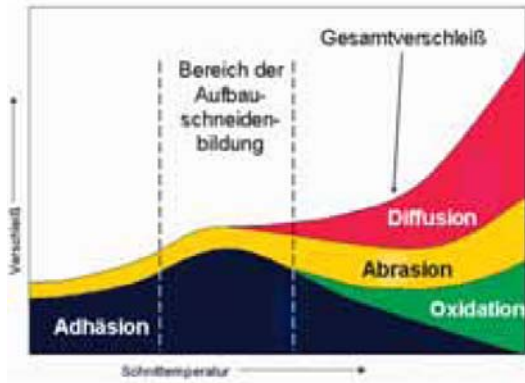
### 3.4 Werkzeugverschleiss

#### 3.4.1 Verschleissursachen

Verschleiß wird durch gleichzeitige mechanische und thermische Belastung des Schneidkeils hervorgerufen. Die wichtigsten Ursachen sind dabei:

- Mechanischer Abrieb
- Abscheren von Pressschweißstellen
- Oxidationsvorgänge
- Diffusion

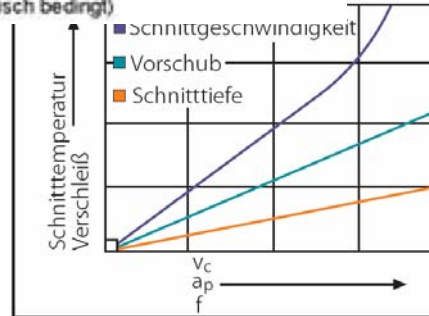
Bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten und leicht spanbaren Werkstoffen tritt der mechanische (abrasive) Verschleiß in den Vordergrund; bei höheren Schnittgeschwindigkeiten und schwerer spanbaren Werkstoffen dagegen die thermisch bedingten Verschleißursachen Oxidation und Diffusion



Verschleißursachen, die als Summe den Gesamtverschleiß bilden:

- **Adhäsion**  
 (Abscheren von Pressschweißstellen, mechanisch bedingt)
- **Abrasion**  
 (Mechanischer Abrieb, plastische Verformung)
- **Diffusion**  
 (Tribochemischer Verschleiß, thermisch bedingt)
- **Oxidation**  
 (Verzunderung, tribochemischer Verschleiß, thermisch bedingt)

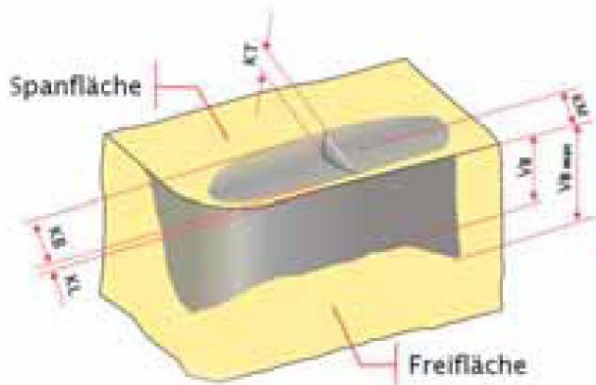
Wie in *Bild* ersichtlich hängen die bei der Zerspaltung wirkende Schnitttemperatur und der auftretende Verschleiß wesentlich von den jeweiligen Zerspaltungsbedingungen ab. Die Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit, der Schnitttiefe bzw. des Vorschubes verhalten sich direkt proportional zu Schnitttemperatur und Verschleiß.



### 3.4.2 Verschleissformen

Die Ausprägung der einzelnen Verschleißformen dient zur Beurteilung des Standvermögens des Werkzeuges. Unterscheiden lassen sich prinzipiell folgende Verschleißformen:

- Freiflächenverschleiß
- Kolkverschleiß
- Plastische Verformung
- Kerbverschleiß
- Ausbröckelung
- Kammrissbildung
- Werkzeugbruch



- VB Verschleißmarkenbreite
- VB<sub>max</sub> max. Verschleißmarkenbreite
- KT Kolktiefe
- KM Kolkmitteabstand
- KB Kolkbreite
- KL Kolkklippenbreite

### 3.4.3 Freiflächenverschleiss

Als Freiflächenverschleiß wird der annähernd gleichmäßige Abtrag von Schneidstoff an der Freifläche des Werkzeuges bezeichnet. Die Verschleißfläche verläuft in etwa parallel zur Schnitttrichtung und wird als Verschleißmarkenbreite (VB oder VB<sub>max</sub>) bezeichnet.

Auftretender Verschleiß an der Freifläche des Werkzeuges bewirkt:

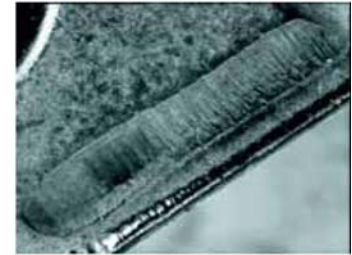
- ein Ansteigen der Schnittkräfte,
- zunehmende Vibrationen,
- steigende Temperaturen,
- eine Verschlechterung der Oberflächengüte,
- Maßungenaugigkeiten am Werkstück.



| Ursache  | Abhilfe   |
|--|---|
| zu hohe Schnittgeschwindigkeit                       | Schnittgeschwindigkeit senken   |
| Schneidstoff mit unzureichender Verschleißfestigkeit | Schneidstoff mit höherer Verschleißfestigkeit wählen, beschichtete Güteklasse wählen                  |
| nicht angepasster Vorschub (zu geringer Vorschub)    | Vorschub in richtiges Verhältnis zu Schnittgeschwindigkeit und Schnitttiefe setzen (Vorschub erhöhen) |

#### 3.4.4 Kolkverschleiss

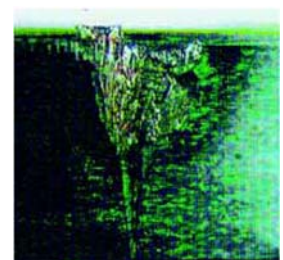
Als Kolkverschleiss wird ein muldenförmiger Abtrag von Schneidstoff auf der Werkzeugspanfläche bezeichnet (Diffusion und Abrasion – vgl. Bild). Übermäßiger Kolkverschleiss führt zu einer Schwächung der Schneidkante, zu grösseren Spanverformungen und in deren Folge zu einem Anstieg der Schnittkräfte. Dadurch nimmt die Gefahr des Schneidenbruchs zu.



| Ursache   | Abhilfe  |
|---|--|
| zu hohe Schnittgeschwindigkeit                    | Schnittgeschwindigkeit herabsetzen, verschleißfestere Schneidstoffsorte verwenden              |
| Nicht angepasster Vorschub                        | Vorschub, Schnittgeschwindigkeit, Schnitttiefe (zu gering) ins richtige Verhältnis setzen      |
| zu geringer Spanwinkel                            | Werkzeughalter und Wendeschneidplatten mit positivem Spanwinkel benutzen                       |
| falsch zugeführtes Kühlmittel                     | Kühlmittelmenge und/oder -druck erhöhen, für verbesserte Zuführung an die Schneidstelle sorgen |
| Schneidstoff mit zu geringer Verschleißfestigkeit | Schneidstoff mit höherer Verschleißfestigkeit wählen, Beschichtung verwenden                   |

#### 3.4.5 Plastische Verformung

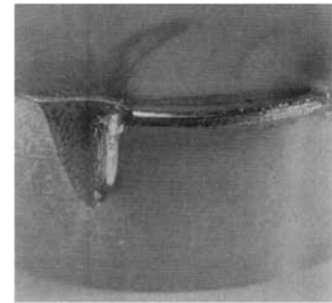
Plastische Verformung tritt insbesondere infolge thermischer Überlastung der Schneidkante auf. Zur Beurteilung des Schneidstoffes ist die Warmhärte dabei der ausschlaggebende Faktor.



| Ursache  | Abhilfe  |
|--|--|
| zu hohe Arbeitstemperatur, daher Erweichung des Grundmaterials durch zu hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sowie harte Werkstücke | Schnittgeschwindigkeit senken, verschleißfestere Schneidstoffsorten verwenden, Spanquerschnitt (insbes. Vorschub) verkleinern, Einsatz angepasster Kantenverrundungen, Anstellwinkel verkleinern, Kühlung vorsehen |
| Beschädigung der Beschichtung  | rechtzeitig Plattenwechsel vornehmen   |

**3.4.6 Kerbverschleiss**

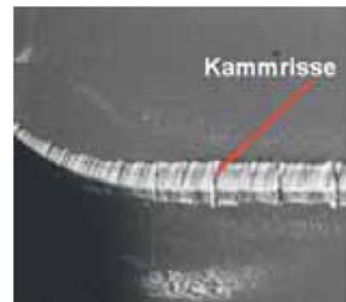
Kerbverschleiß kann sowohl an der Haupt- als auch an der Nebenschneide auftreten. Er führt zu mangelnder Oberflächenbeschaffenheit und zum Risiko des Schneidenbruches. Kerbverschleiß an der Hauptschneide ist auf mechanische Ursachen zurückzuführen. Kerbverschleiß der Nebenschneide ist ein typischer Adhäsionsverschleiß (vgl. Bild), kann aber auch in Zusammenhang mit Oxidationsverschleiß auftreten. Der Kerbverschleiß konzentriert sich dann auf die Stelle der Schneidkante, wo Luft an die Schneidzone gelangen kann.



| Ursache             | Abhilfe  |
|---------------------|--|
| Oxidation<br>Abrieb | Geeignete Beschichtung wählen,<br>Schnittgeschwindigkeit verringern, falls jedoch wärmebeständiges Material mit keramischen Schneidstoffen bearbeitet wird<br>→ Schnittgeschwindigkeit erhöhen |

**3.4.7 Kammrissbildung**

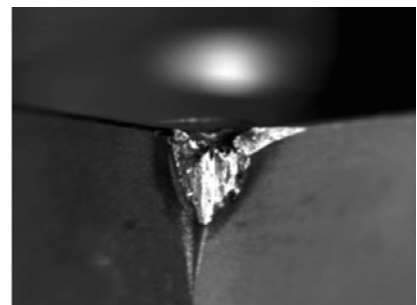
Wärmerisse (Kammrissbildung) treten als Ermüdungsverschleißform infolge thermischer Schocks auf (oft bei spröden Schneidstoffen oder bei Temperaturwechsel). Dabei bilden sich Risse senkrecht zur Schneidkante, wobei einzelne Schneidstoffpartikel zwischen den Rissen verstärkt ausbröckeln und zum plötzlichen Schneidenbruch führen können.



| Ursache                               | Abhilfe   |
|---------------------------------------|---|
| Sich ändernde Spandicke               | Gleichmäßige Eingriffsbedingungen wählen  |
| Schwankende Kühlschmierstoffzuführung | Kühlmittel gleichmäßig und in ausreichender Menge zuführen, Insbesondere bei Hartmetallen und keramischen Schneidstoffen Kühlung vermeiden                                    |
| Unterbrochener Schnitt                | Schneidstoff mit höherer Zähigkeit und besserer Temperaturwechselbeständigkeit wählen, Kühlschmiermittel in ausreichender Menge zuführen oder ganz vermeiden bei Hartmetallen |

**3.4.8 Schneidenbruch**

Bei Ausbröckelungen und Schneidenbruch treten mechanische Überbelastungsspitzen auf, die keine gleichmäßige Abnutzung der Schneidkante zulassen. Sie verursachen eine mangelnde Oberflächenbeschaffenheit. Einkerbungen und Abblättern einzelner Partikel sind u.a. Vorboten eines drohenden Werkzeugbruches. Beim mechanischen Ermüdungsbruch verlaufen die Risse hauptsächlich parallel zur Schneidkante.



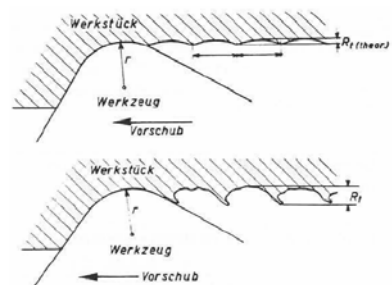
| Ursache   | Abhilfe   |
|---|---|
| zu spröde (verschleißfeste) Schneidstoffsorte                           | zähere Schneidstoffsorte verwenden, Schneidkante anfasen  |
| Vibrationen   | positiven Span- und Neigungswinkel verwenden, kleineren Spitzenradius verwenden, Auskraglänge des Werkzeughalters verringern, größeren Einstellwinkel vorsehen, Aufbauschneidenbereich meiden |
| Schneidengeometrie zu schwach   | Schneiden mit stärkerer Geometrie wählen, Größere Anfasung insbesondere bei Keramik-Schneiden   |
| Aufbauschneide  | Schnittgeschwindigkeit erhöhen, positive Geometrie wählen   |
| zu hoher Vorschub bzw. Schnitttiefe                                     | Spanquerschnitt, insbesondere Vorschub und/oder Schnitttiefe verringern, zähere Schneidstoffsorte verwenden, negative Schneidengeometrie verwenden, Schneidkante anfasen                      |
| Übermäßige Lastschwankungen an der Schneidkante, Unterbrochener Schnitt | Schnittgeschwindigkeit und Vorschub anpassen, Schneidstoff mit höherer Zähigkeit wählen, Schneidkante anfasen, Stabilität verbessern, negative Schneidengeometrie verwenden                   |
| Späneaufprall   | Schneidkante anfasen, negative Schneidengeometrie verwenden, Spanlenkung verändern (Änderung des Vorschubes, Schnittgeschwindigkeit, Spanleitstufe...), zähere Schneidstoffsorten verwenden   |

### 3.5 Oberflächengüte

Erreichbare Oberflächengüten: Die theoretisch erreichbare Oberflächengüte unterscheidet sich zum Teil erheblich von der tatsächlich erreichbaren. Die wichtigsten Gründe hierfür sind:

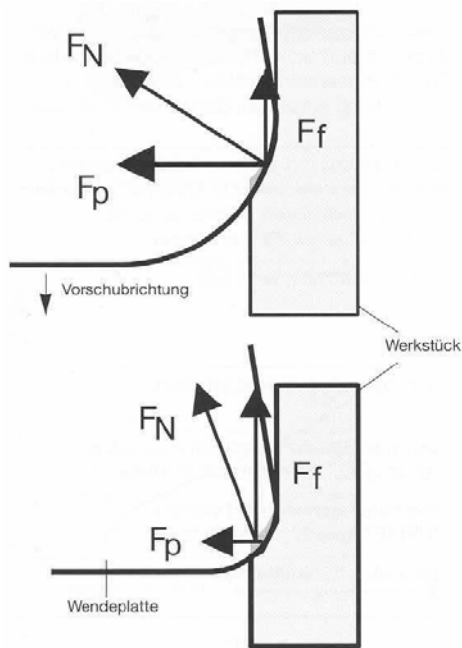
- Plastisches Verhalten des Werkstoffes
- Verschleiss der Schneide
- Schneidkantenbeschaffenheit
- Unstabile Bearbeitungsverhältnisse
- Beschädigung durch ablaufende Späne
- Kühlschmierstoff

$$R_{th} = \frac{f^2}{8 \cdot r}$$



#### Richtwerte

| Eckenradius<br>r |        | N5        | N6        | N7        | N8        | N9        | N10      |
|------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                  | Ra     |           | 0.4 – 0.8 | 0.8 - 1.8 | 1.8 – 3.5 | 3.5 – 6.0 | 6.0 – 13 |
| Rz               |        | 2.2 – 4.0 | 4.0 – 8.4 | 8.4 – 15  | 15 – 24   | 24 – 49   | 49 – 80  |
|                  | f mm/U |           |           |           |           |           |          |
| 0.1              |        | 0.04      | 0.05      | 0.07      | 0.10      | 0.12      | 0.18     |
| 0.2              |        | 0.05      | 0.07      | 0.10      | 0.14      | 0.18      | 0.27     |
| 0.4              |        | 0.07      | 0.09      | 0.15      | 0.22      | 0.25      | 0.36     |
| 0.8              |        | 0.10      | 0.17      | 0.22      | 0.27      | 0.35      | 0.51     |
| 1.2              |        | 0.12      | 0.17      | 0.25      | 0.34      | 0.43      | 0.62     |



Rein rechnerisch ist mit einem grossen Schneidenradius bei einem höheren Vorschub eine bessere Oberfläche zu erreichen. Die Erfahrung zeigt aber, dass ein grosser Radius eine grössere Radiale Kraft erzeugt, was z.B. zu Vibrationen oder Kaltverfestigung der Werkstückoberfläche führen kann.

Die besten Oberflächen werden mit Radien 0.1 – 0.4 mm erreicht. Ganz besonders wichtig ist ein kleiner Radius bei der Bearbeitung tiefer Bohrungen ( $E \geq 5$ ). Ist der Schneidenradius zu gross, treten Vibrationen auf.

#### Grundregeln zur Erreichung guter Oberflächen:

- Stabile Aufspannung wählen
- möglich kurze Werkzeuge einsetzen
- positive, scharfkantige Schneiden
- Schneide frühzeitig wechseln
- geeignete Schneidstoffe einsetzen (Cermet)
- gewuchtete Werkzeuge
- Werkstoffzugabe nicht zu gering wählen ( $a_p$ )