

FERTIGUNGSTECHNIK



Wintersemester 2020/21

GLIEDERUNG DER VORLESUNG

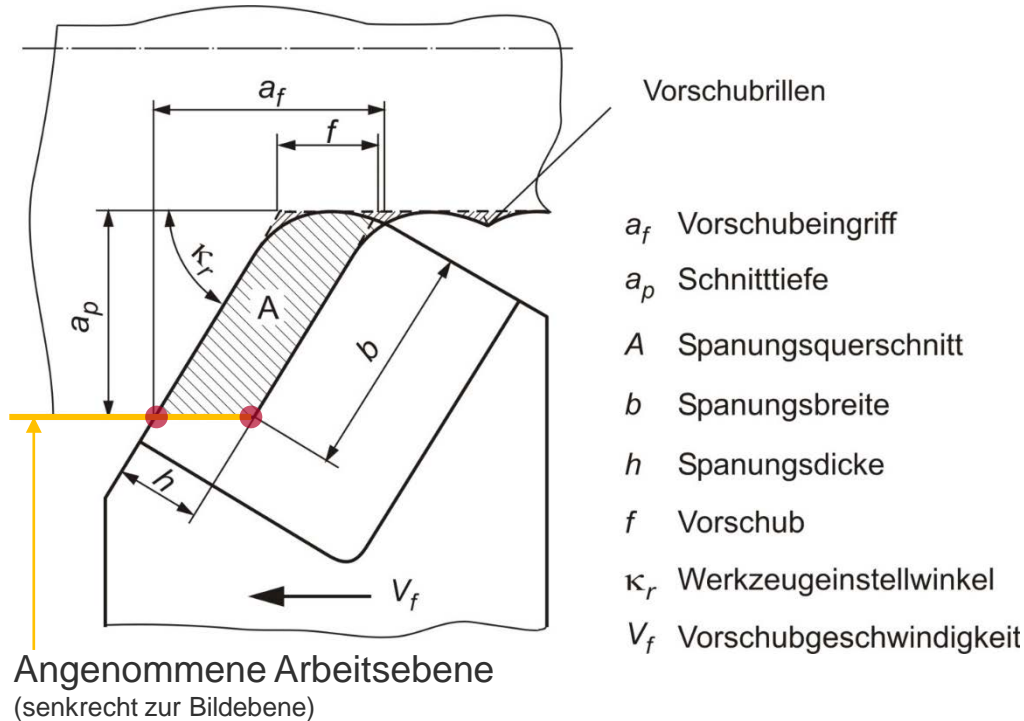
| | | | |
|-----|--|-----|-------------------------------|
| 1 | Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik | | |
| 2 | Die verschiedenen Fertigungsverfahren | | |
| 2.1 | Urformen (Gießen, Additiv, ...) | 2.4 | Fügen (Schweißen, Löten, ...) |
| 2.2 | Umformen (Massiv-, Blech-, ...) | 2.5 | Beschichten |
| 2.3 | Trennen (Drehen, Fräsen, ...) | 2.6 | Stoffeigenschaft ändern |
| 3 | Messen in der Fertigung | | |
| 4 | Prüfungsvorbereitung | | |

DREHVORGANG



2.3 Trennen

SPANUNGSQUERSCHNITT BEIM RUNDSDREHEN



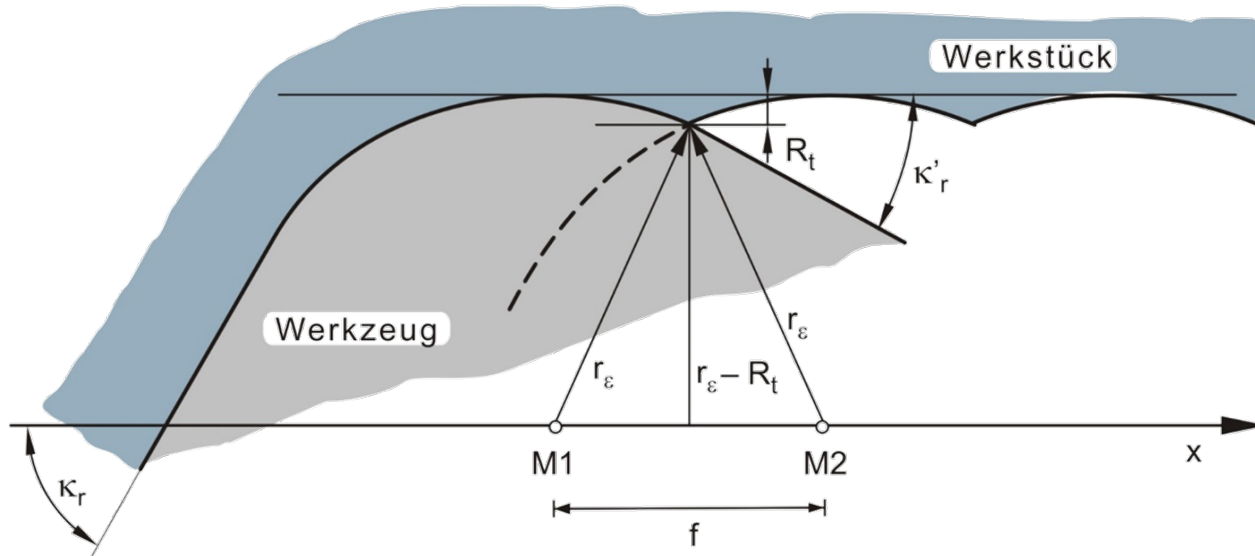
Für die vereinfachte Betrachtung der Spannungsgrößen gelten:

- gerade Schneiden
- scharfkantige Schneidenecke
- Neigungswinkel = 0°
- Werkzeugeinstellwinkel der Nebenschneide = 0°

2.3 Trennen

RAUHEIT

Berechnung der „theoretisch“ erreichbaren Rauheit R_t in Abhängigkeit vom Vorschub f und Eckenradius r_ϵ

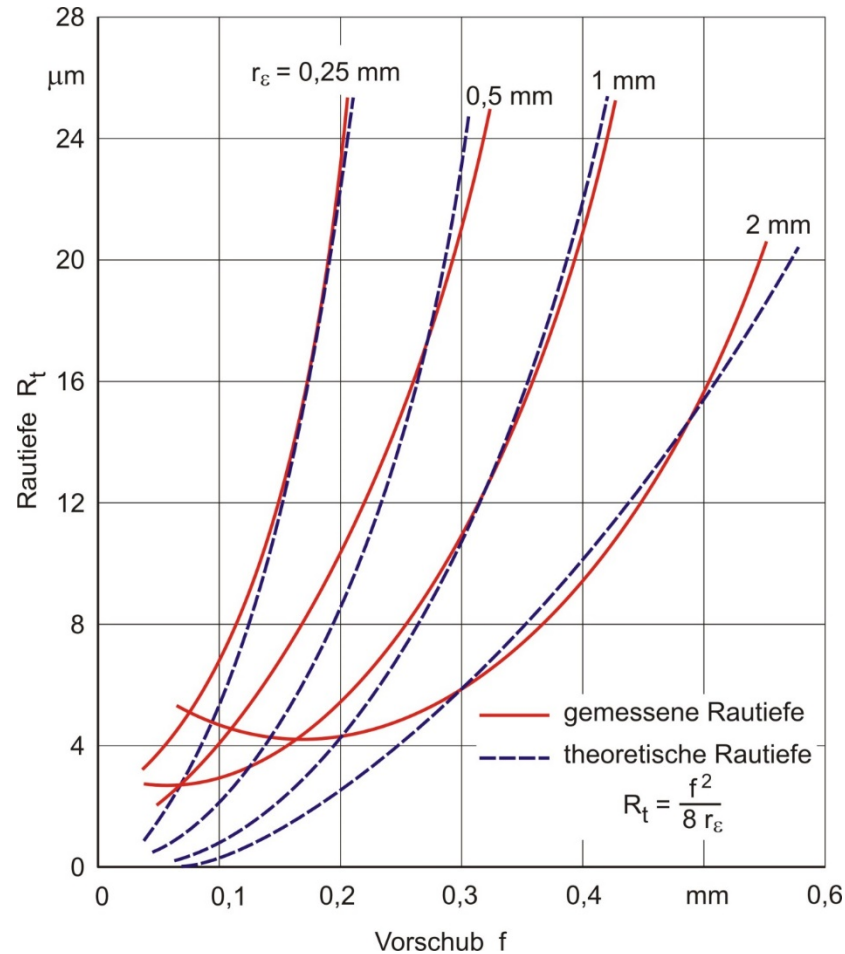


$$R_t = r_\epsilon - \sqrt{r_\epsilon^2 - \frac{f^2}{4}}$$

Oder für: $R_t \ll r_\epsilon$

$$R_t = \frac{f^2}{8r_\epsilon}$$

ERRECHNETE UND GEMESSENE RAUTIEFEN



DREHEN EINER BRONZEDÜSE



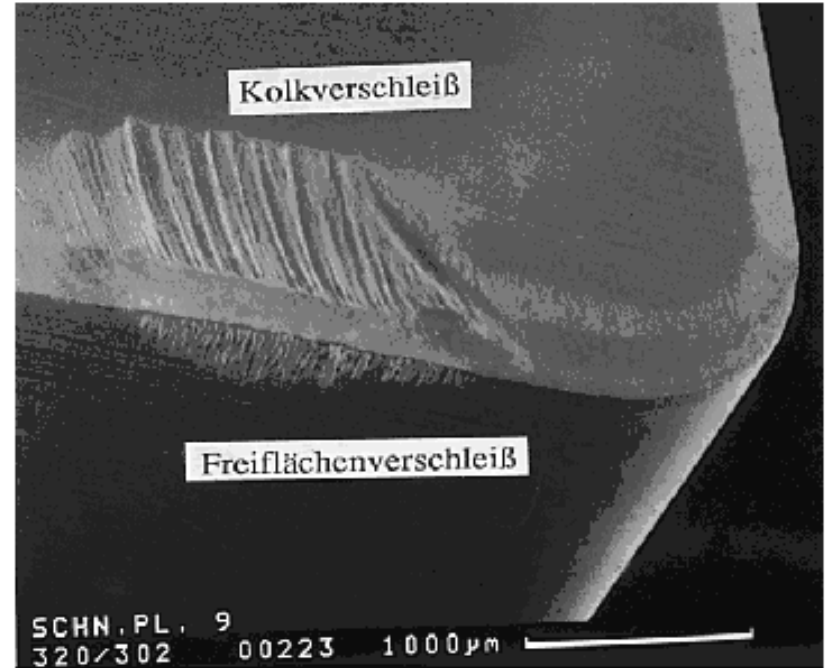
2.3 Trennen

VERSCHLEISSFORMEN AM DREHWERKZEUG

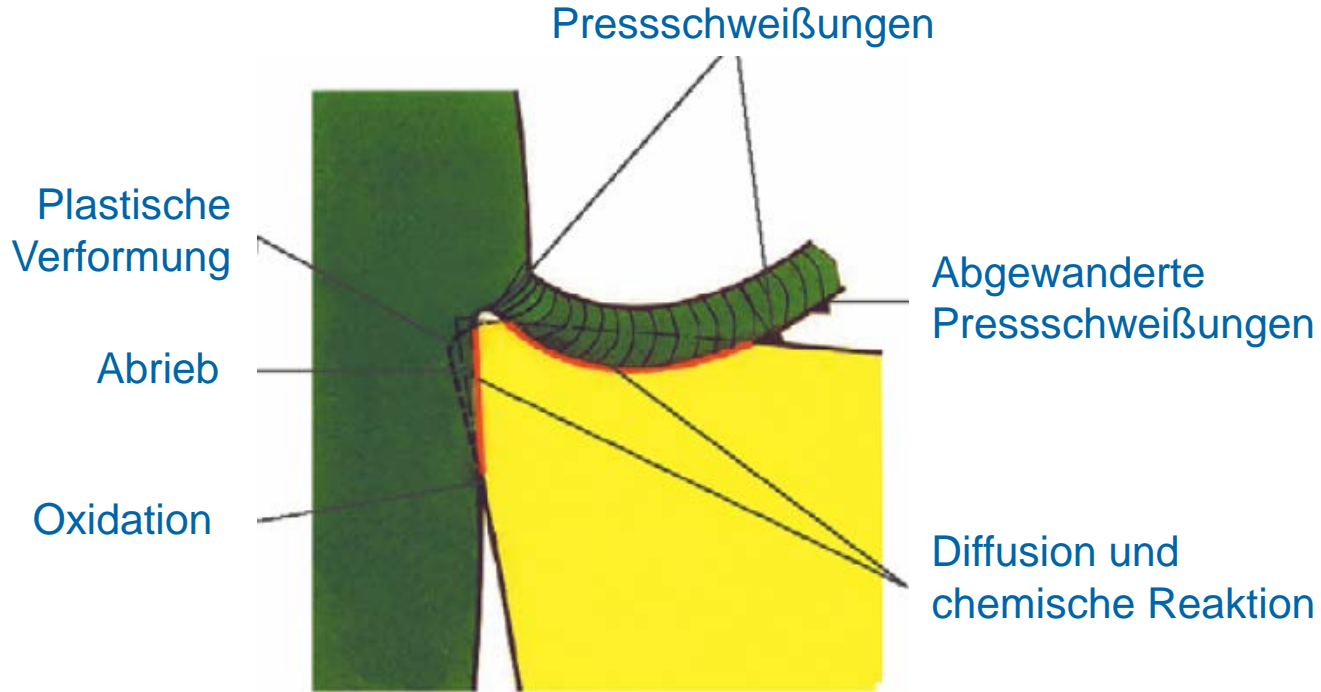
Die für die Zerspaltung aufgewendete Energie wird fast vollständig in Wärme umgewandelt. Obwohl die größten Anteile der Wärme vom Span und dem Werkstück abgeführt werden, ist der Schneidkeil hohen thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt.

Während des Zerspanungsvorgangs treten am Schneidkeil Verschleißerscheinungen auf, die sich je nach Belastungsart und -dauer unterschiedlich ausbilden. Das Bild zeigt hauptsächlich am Drehwerkzeug auftretende Verschleißformen.

- Ursachen:**
- Reibung
 - Diffusionsverschleiß
 - Oxidationsverschleiß

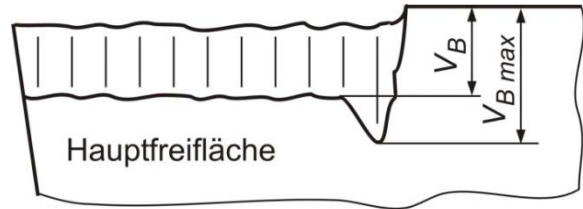


VERSCHLEISSURSACHEN

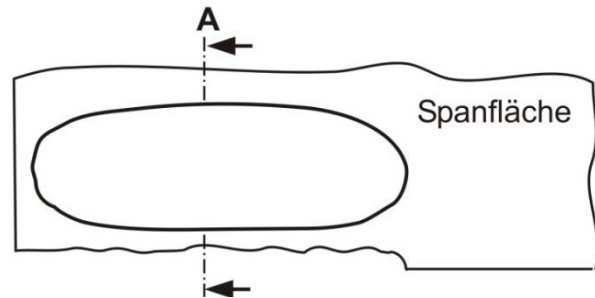


2.3 Trennen

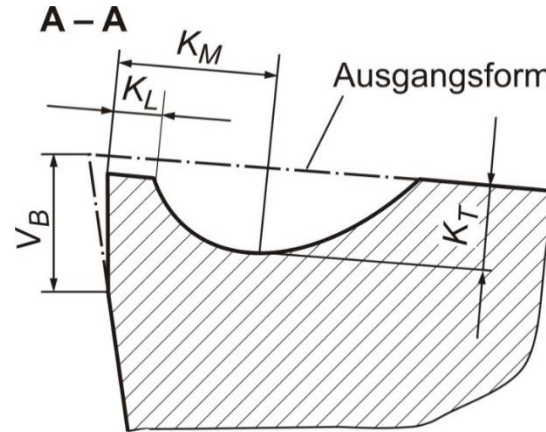
VERSCHLEISS AM DREHMEISSEL



Freiflächenverschleiß



Kolkverschleiß



- VB Verschleißmarkenbreite an der Hauptfreifläche
- KL Kolkklippenbreite
- KT Kolktiefe
- KM Kolkmitenabstand, d. h. Abstand der tiefsten Stelle der Kolkung von der jeweiligen Schneide

2.3 Trennen

KOLK- UND FREIFLÄCHENVERSCHLEISS

An einer Hartmetall-Wendeschneidplatte

Kolkverschleiß



Freiflächenverschleiß

KOLK- UND FREIFLÄCHENVERSCHLEISS

Anforderung an Schneidstoffe

- Hohe Härte und Druckfestigkeit
- Hohe Biegefestigkeit und Zähigkeit
- Stoßbelastbar
- Verschleißfest
- Hohe Temperatur- und Oxidationsbeständigkeit
- Hohe Kantenfestigkeit

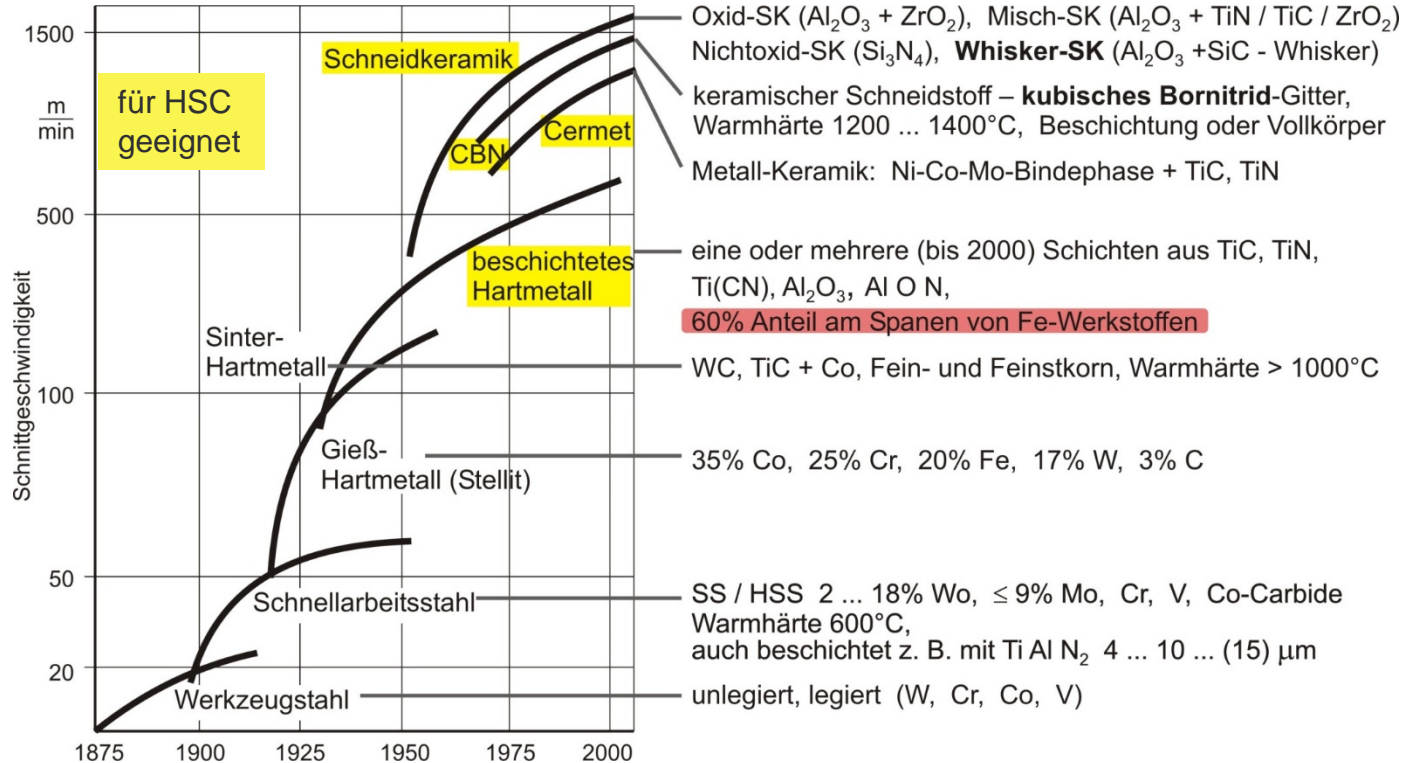
2.3 Trennen

EINSATZBEREICHE DER SCHNEIDSTOFFE

| Bearbeitungsart | geometrisch bestimmte Schneiden | geometrisch unbestimmte Schneiden |
|--|--|--|
| Vorbearbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Schruppen | HSS, HM Cermet Schneidkeramik | Korund Siliziumkarbid (SiC) |
| Endbearbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Schlichten • Feinschlichten • Präzisionsbearbeitung • Ultrapräzisionsbearb. | HM, Cermet Schneidkeramik CBN, PKD Diamant, einkristallin | Korund, SiC B ₄ C CBN, PKD --- |

2.3 Trennen

PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG SEIT 1875



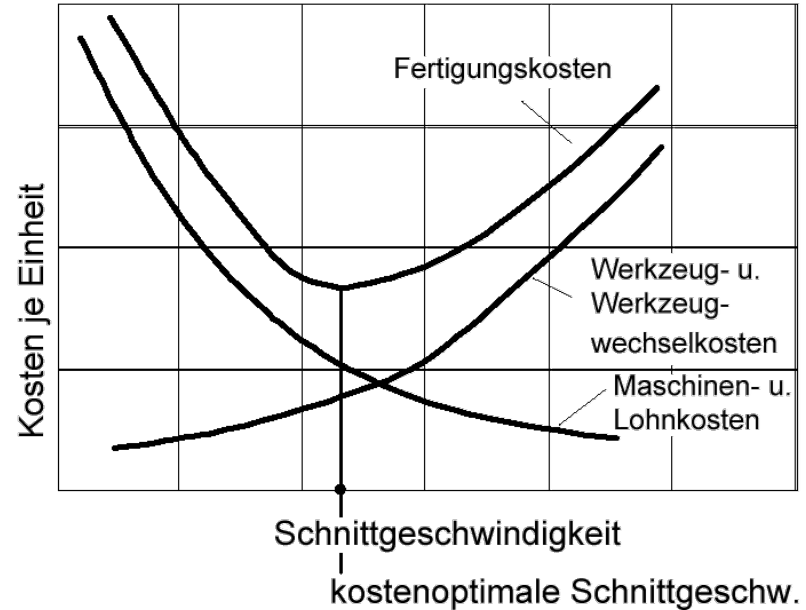
Quelle: Künanz

2.3 Trennen

KOSTENOPTIMALE SCHNITTGESCHWINDIGKEITEN

Die **Standzeit** eines Werkzeuges ist definiert als diejenige Zeit (in Minuten), während der ein Werkzeug vom Anschliff bis zum Unbrauchbar werden aufgrund eines vorgegebenen Standzeitkriteriums unter bestimmten Zerspanungsbedingungen Zerspanarbeit leistet.

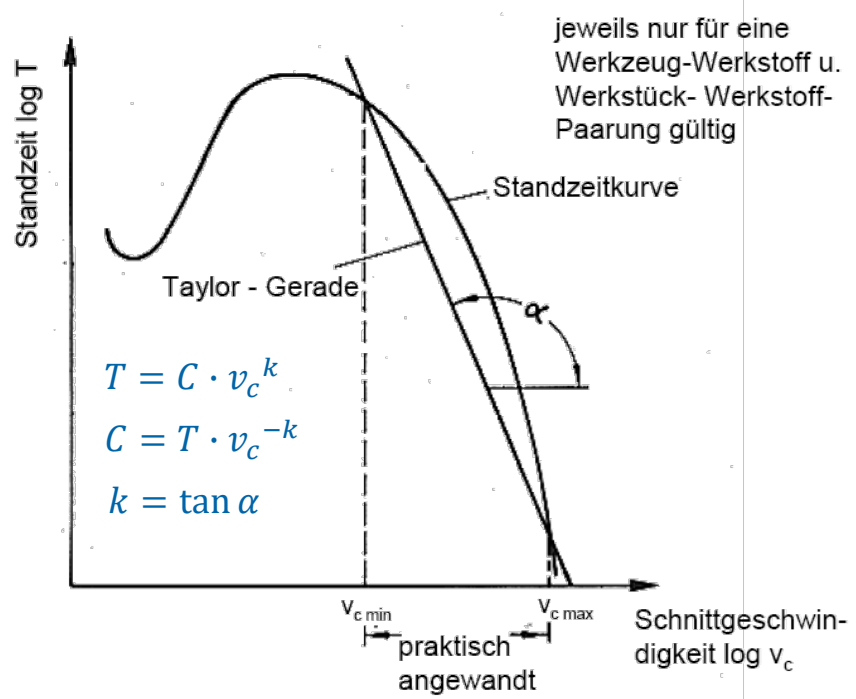
Die Standzeitwerte werden in Versuchen ermittelt (Temperatur-Standzeitversuch, Verschleiß-Standzeitversuch). Die Ermittlung der kostenoptimalen Schnittgeschwindigkeit ist im Bild dargestellt.



2.3 Trennen

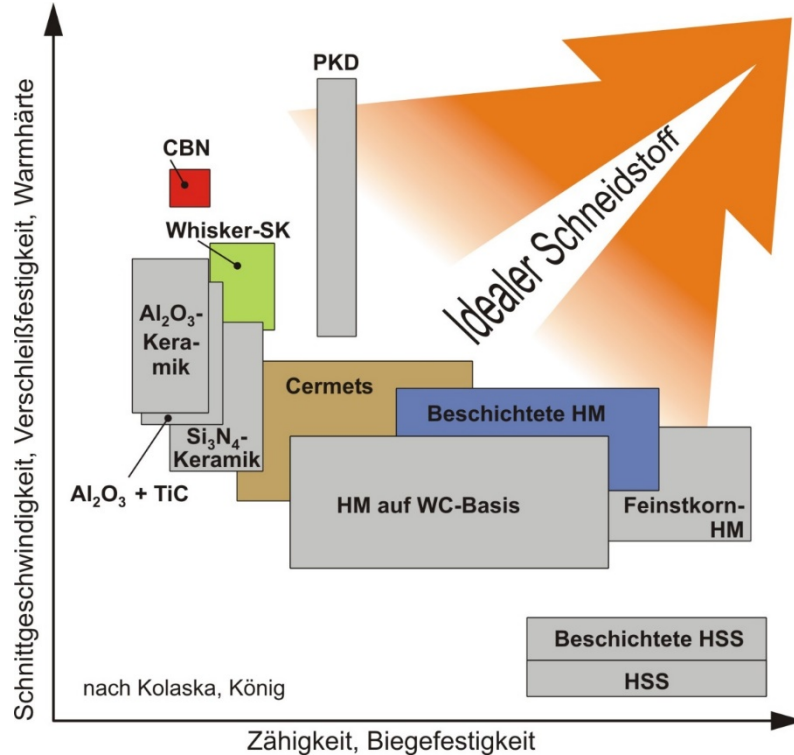
STANDZEIT SCHNITTGESCHWINDIGKEITSVERHALTEN

T- v_c -Diagramm



2.3 Trennen

SCHNEIDSTOFFÜBERSICHT



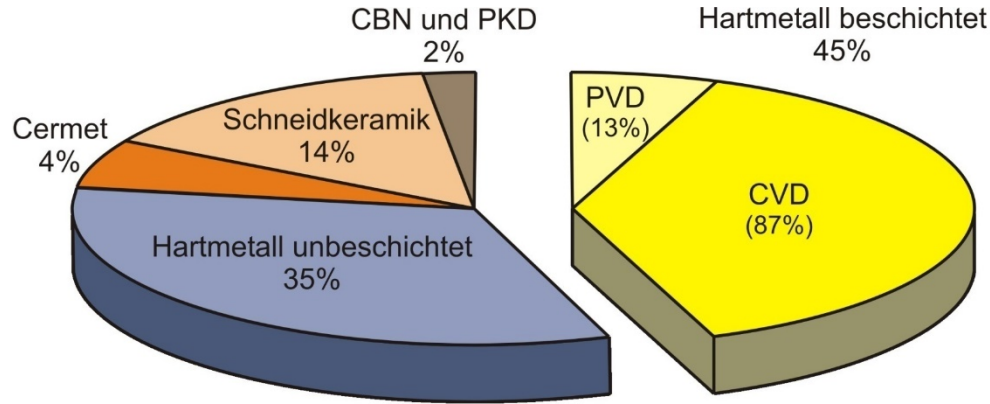
WSP-Preise vergleichbarer Größe (12 mm)

| | |
|----------------------------------|----------|
| HM | 7,00 € |
| HMB | 8,50 € |
| Cermet | 8,00 € |
| Cermet B | 10,00 € |
| Si ₃ N ₄ | 9,00 € |
| Si ₃ N ₄ B | 10,00 € |
| CBN (Schicht) | 110,00 € |
| CBN (voll) | 165,00 € |
| PKD (1 Schneide) | 90,00 € |
| PKD (voll) | 125,00 € |

| | |
|------------------------------|----------|
| Fräser für HM UFO 4080 (z=5) | 330,00 € |
| Fräser für HM GRC 6080 (z=4) | 460,00 € |
| Fräser für CBN FM 5080 (z=6) | 725,00 € |

2.3 Trennen

SCHNEIDSTOFFEINSATZ EINES AUTOMOBILHERSTELLERS



CVD-Verfahren: Chemical Vapour Deposition, chemische Abscheidung aus der Dampfphase

PVD-Verfahren: Physical Vapour Deposition, physikalische Abscheidung aus der Dampfphase

CBN – Polykristallines kubisches Bornitrid, auch PKB, PKBN, PCBN (seit 1957)

PKD – Polykristalliner Diamant (seit 1973)

Cermet – ceramic + metal, Hartmetall auf Basis TiC, TiN mit Ni, Co-Bindephase

2.3 Trennen

KLEMMHALTER UND WENDESCHNEIDPLATTEN



2.3 Trennen

EINSATZ VON AUSSENDREHMEISSEL

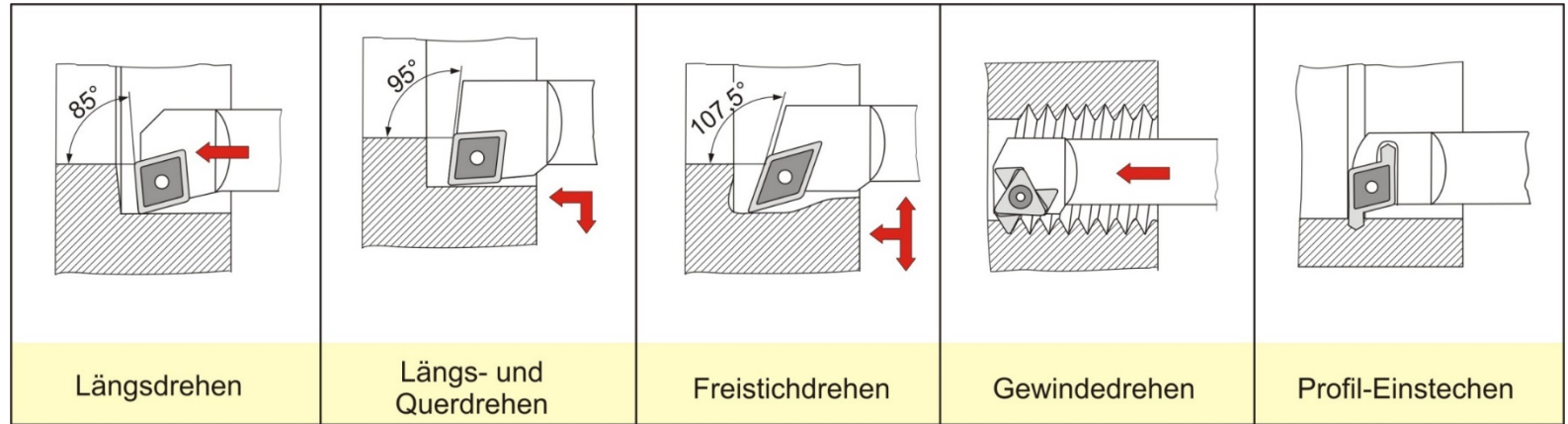
| | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| <p>N</p> | <p>R</p> | <p>R</p> | <p>L</p> | <p>R</p> |
| Längs- und Querdrehen | Längsdrehen | Längs- und Querdrehen | Längs- und Querdrehen | Formdrehen |
| <p>L</p> | <p>R</p> | <p>N</p> | | <p>N</p> |
| Formdrehen | Freistichdrehen | Formdrehen | Einstecken | Gewindedrehen |

R/L/N...rechter/linker/neutraler Drehmeißel

TU Bergakademie Freiberg | Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung | Professur für Additive Fertigung
 Agricolastraße 1 | 09599 Freiberg DE | Tel.: +49 3731 39 2986 | <http://www.imkf.tu-freiberg.de> | Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler

2.3 Trennen

EINSATZ VON INNENDREHMEISSEL



2.3 Trennen

TOLERANZBEREICH

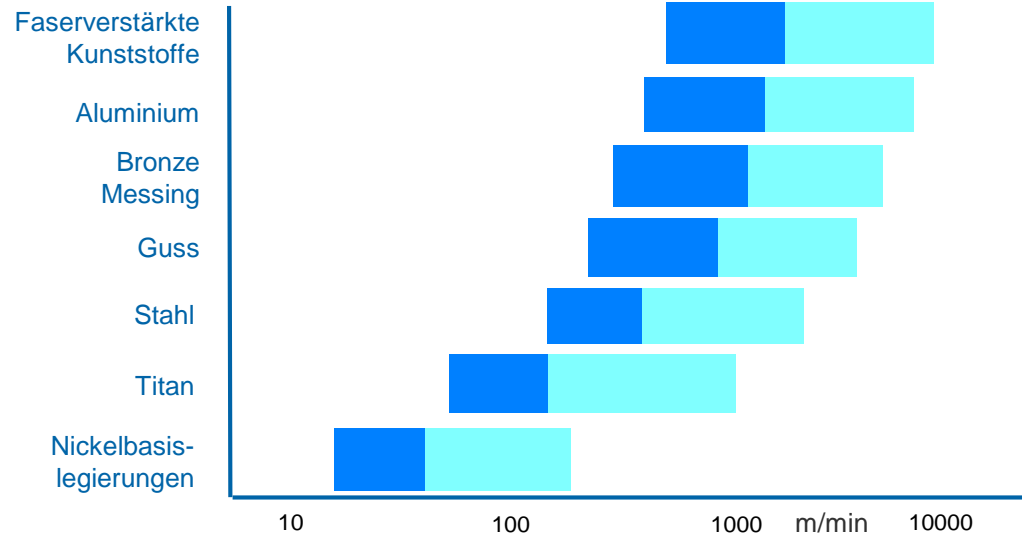
DER SCHLICHT-, PRÄZISIONS- UND ULTRAPRÄZISIONSZERSPANUNG

 Drehbearbeitung einer Welle mit $\varnothing = 20 \text{ mm}$

| Welle $\varnothing = 20 \text{ mm}$ | Schlichtdrehen | Präzisionsdrehen | Ultrapräzisionsdrehen |
|-------------------------------------|---|--|----------------------------|
| Toleranzklasse | IT 9 ... IT 6 | IT 5 ... IT 0 | IT 0 oder besser |
| \varnothing -Toleranz | $\pm 52 \mu\text{m} \dots \pm 13 \mu\text{m}$ | $\pm 11 \mu\text{m} \dots \pm 1,0 \mu\text{m}$ | $\leq \pm 0,6 \mu\text{m}$ |
| Spanquerschnitt | $\geq 5 \cdot 10^4 \mu\text{m}^2$ | $\geq 5 \cdot 10^2 \mu\text{m}^2$ | $\leq 10^2 \mu\text{m}^2$ |
| $a_p \cdot f$ | 0,5 mm · 0,1 mm | 0,05 mm · 0,01 mm | 0,003 mm · 0,01 mm |
| Anteil der Erzeugnisse | 50 % | 47 % | 3 % |

2.3 Trennen

WERKZEUGABHÄNGIGE SCHNITTGESCHWINDIGKEIT



 Übergangsbereich
 HSC - Bereich

HSC - Bearbeitung mit
 PKD- und CBN-Werkzeugen

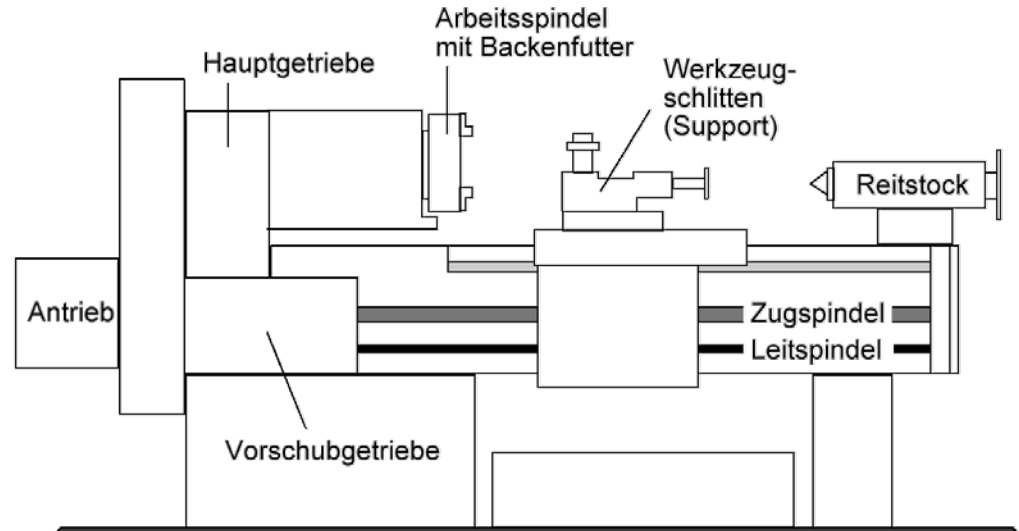
2.3 Trennen

AUFBAU EINER UNIVERSALDREHMASCHINE

Die Arbeitsspindel wird zur Erzeugung der Schnittbewegung über das Hauptgetriebe angetrieben. Der Werkzeugschlitten dient zur Aufnahme des Werkzeuges und wird zur Erzeugung der Vorschub- und Zustellbewegung von Hand oder durch das Vorschubgetriebe über die Zug- und Leitspindel angetrieben. Dabei übernimmt die Zugspindel den Vorschubantrieb bei normalen Genauigkeitsanforderungen; die Leitspindel dient dem Vorschubantrieb beim Gewindeschneiden. Der Reitstock ist eine auf dem Maschinenbett verschieb- und klemmbare Zentrier- und Spannvorrichtung.

Die Auswahl der Werkzeugmaschinen erfolgt hauptsächlich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Für kleine Losgrößen und eine werkstatororientierte Fertigung ist die Universaldrehmaschine die am häufigsten vertretene Fertigungseinrichtung.

Das Maschinenbett dient zur Aufnahme und Führung von Antrieb, Haupt- und Vorschubgetriebe, Arbeitsspindel, Leit- und Zugspindel, Werkzeugschlitten, Reitstock und sonstigen Zusatzeinrichtungen.



DREHMASCHINE



ANWENDUNGSBEISPIEL ULTRAPRÄZISIONSDREHEN

Sphärischer Laserspiegel

Quelle: Fraunhofer IOF, Jena





Additive Fertigung

FERTIGUNGSTECHNIK 20/21 - 10

Technische Universität Bergakademie Freiberg
IMKF - Additive Fertigung
Agricolastraße 1, 09599 Freiberg, Germany

Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler
Tel: +49 3731 39 30 66
henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de



imkf
INSTITUT FÜR MASCHINENELEMENTE
KONSTRUKTION UND FERTIGUNG



TU Bergakademie Freiberg | Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung | Professur für Additive Fertigung
Agricolastraße 1 | 09599 Freiberg DE | Tel.: +49 3731 39 2986 | <http://www.imkf.tu-freiberg.de> | Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler