

# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

Kapitel 5.1: Trennen  
mit geometrisch bestimmter Schneide

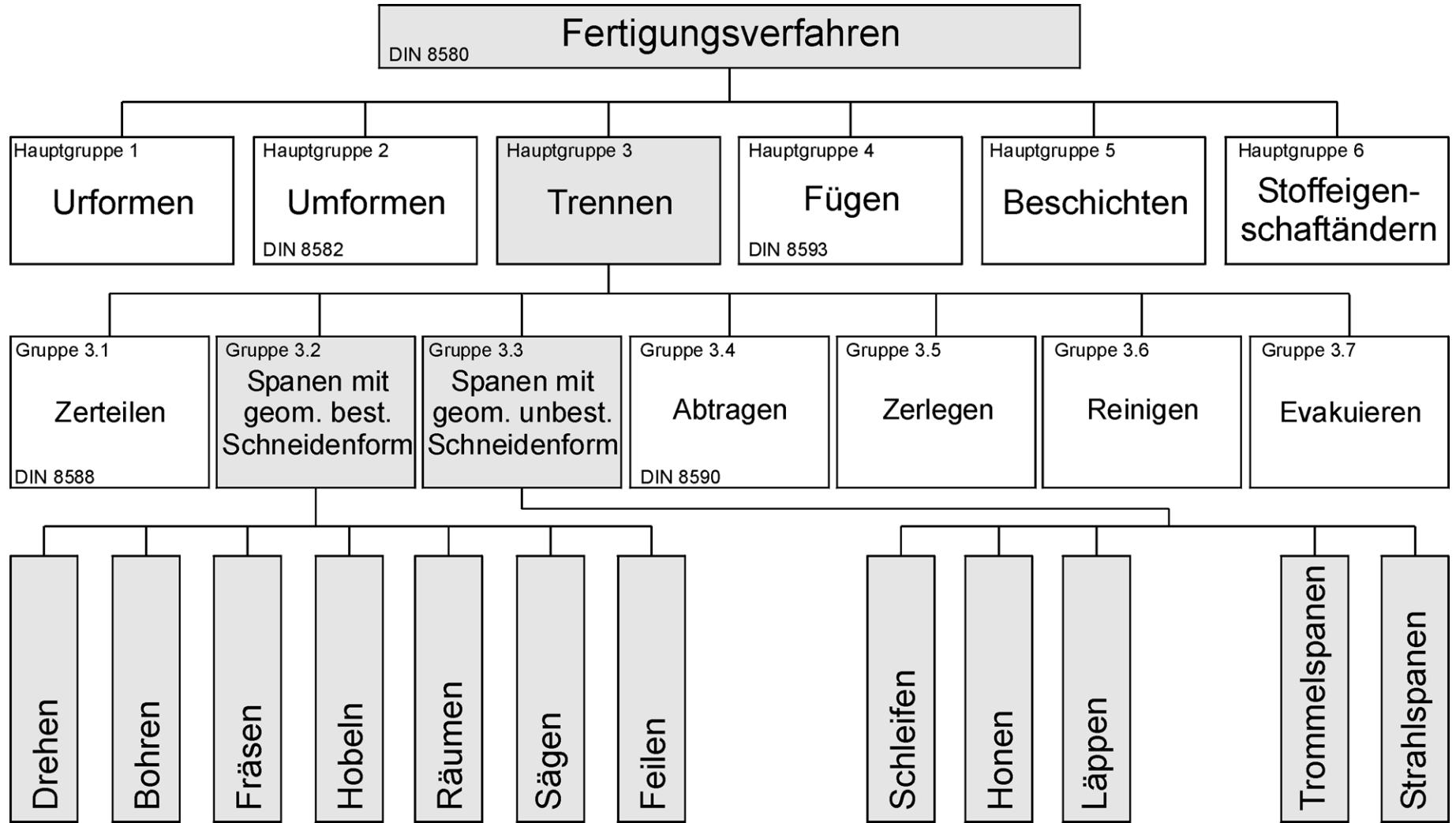


# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

## **Kapitel 5.1.1 Definition und Einteilung**





Quelle: Spur





- **Sägen** der Halbzeuge
- **Bohren** diverser Bohrungen
- **Gewindedrehen** der Schraubverbindungen
- **Fräsen** von Halterungen
- **Drehen** der Wellen
- **Drehen und Bohren** der Rollenlager

Quelle: streetgadgets.com

Die 0539b





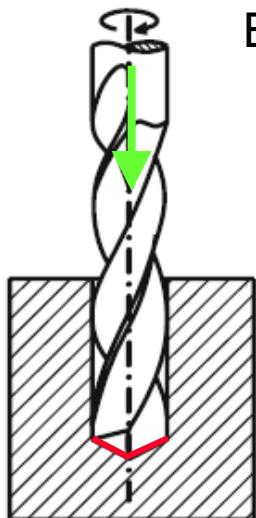
Quelle: wikimedia commons



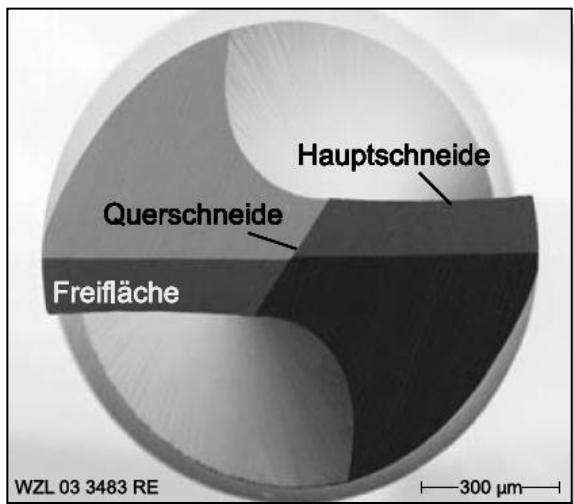
Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Schoe 0055a

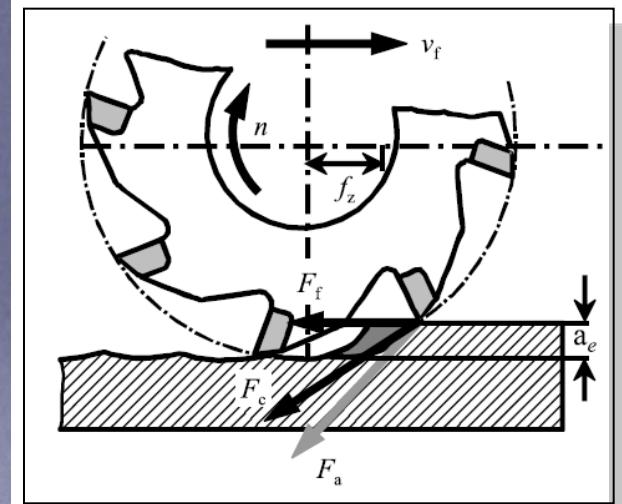
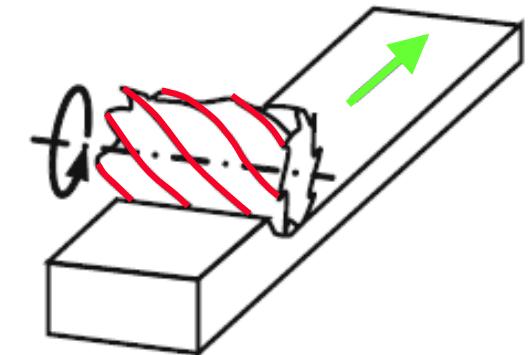
Bohr- und Fräswerkzeuge



Bohrer



Fräser



Quelle: wikipedia commons, Klocke/König



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Bohr- und Fräswerkzeuge

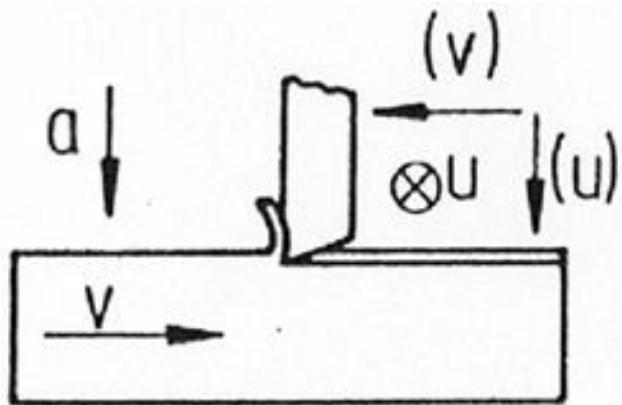
Schoe 0055b

Sollform der Fläche/ Erzeugungskinematik	Drehen	Bohren, Senken, Reiben	Fräsen	Hobeln, Stoßen	Räumen	Sägen	Feilen
<b>ebene Fläche</b>	Querplandrehen Längsplandrehen Querabstechdrehen	Plansenken	Umfangsplanfräsen Umfangsstirnfräsen	Planhobeln Planstoßen	Planräumen	Plansägen Schlitzsägen	Planfeilen
<b>kreiszylindrische Fläche</b>	Längsrunddrehen Schäldrehen Längsabstechdrehen Querrunddrehen	Tiefesenken Kernaufbohren Tiefaufbohren	Rundfräsen	Rundhobeln Rundstoßen	Rundräumen	Rundsägen	Rundfeilen Rollieren
<b>Schraubfläche (z.B. Gewinde)</b>	Gewindedrehen Gewindestrehlen Gewindeschneiden	Gewindebohren	Schraubfräsen Gewindefräsen	Schrauhobeln Schraubstoßen	Schraubräumen		
<b>Wälzfläche</b>	Wälzdrehen		Wälzfräsen	Wälzhobeln Wälzstoßen			
<b>durch Profilwerkzeug bestimmt</b>	Längseinstechdrehen Quereinstechdrehen Profilabstechdrehen	Profilbohren Profilsenken Profilreiben	Profilfräsen Profilrundfräsen	Profilhobeln Profilstoßen	Profilräumen		Profilfeilen
<b>durch gesteuerte Vorschubbeweg. bestimmt</b>	Formdrehen Nachformdrehen		Formfräsen Nachformfräsen	Formhobeln Nachformhobeln Formstoßen Nachformstoßen		Formsägen Nachformsägen	Formfeilen Nachformfeilen
<b>durch gest. Schnittbeweg. bestimmt</b>	Längsunrunddrehen Querunrunddrehen			Ungeradhobeln Ungeradstoßen	Ungeradräumen	Ungeradsägen	Ungeradfeilen
<b>durch Bewegungen von Hand bestimmt</b>	Handdrehen	Handbohren	Handfräsen	Handhobeln		Handsägen	Handfeilen

Quelle: Spur

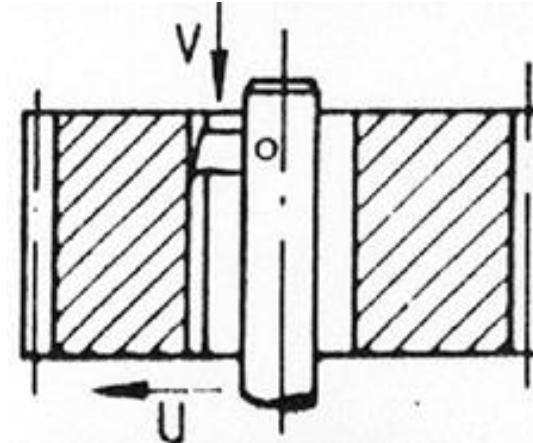
Br 0742b



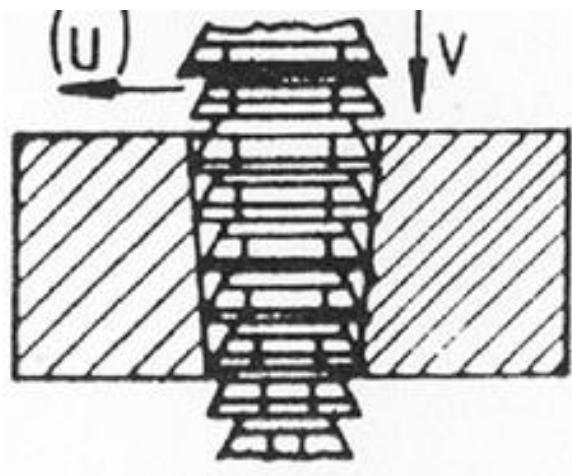


**Hobeln**  
WZ  $u$ ,  $a$ ;  
WST  $v$

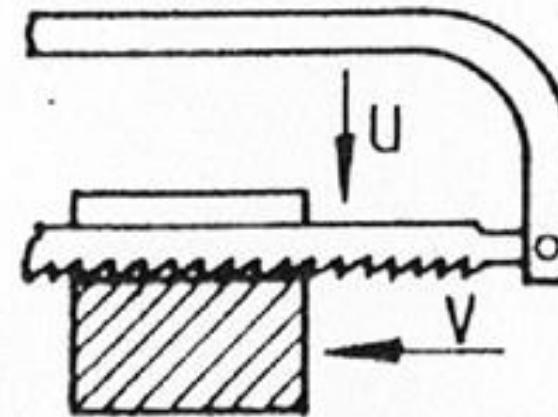
**Stoßen**  
WZ  $v$ ,  $a$ ;  
WST  $u$



**Ziehen**  
WZ:  $v$ ,  $u$



**Räumen**  
WZ:  $v$  ( $u$ )  
WST: ( $v$ )



**Sägen**  
WZ:  $v$ ,  $u$

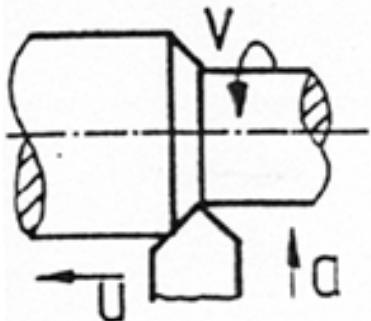
Quelle: nach IFW



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

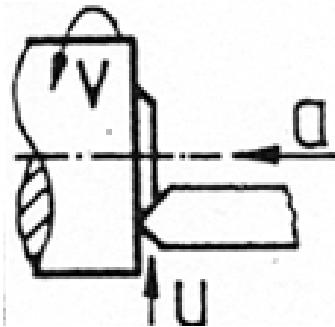
Spanende Fertigungsverfahren  
**Geradlinige Winkelbewegung**

Br 1070



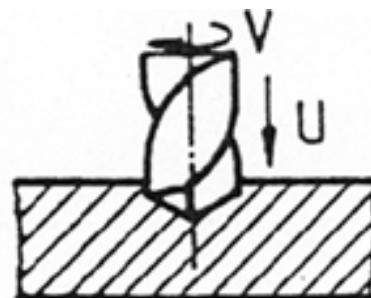
### Längsdrehen

WZ: u, a  
WST: v



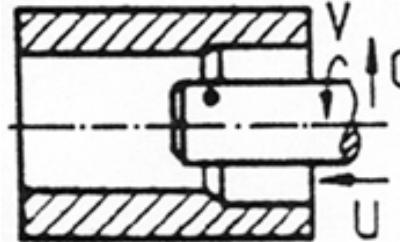
### Plandrehen

WZ: u, a  
WST: v



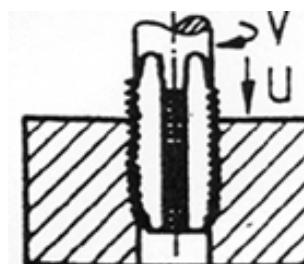
### Bohren

WZ: u, (v)\*  
WST: v



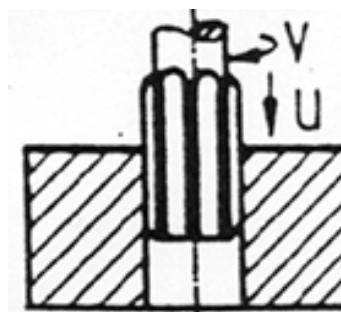
### Aufbohren

WZG: u, a, (v)\*  
WST: v



### Gewindeschneiden

WZ: u, (v)\*  
WST: v



### Reiben/Senken

WZ: u, (v)\*  
WST: v

\* für Bohrmaschine

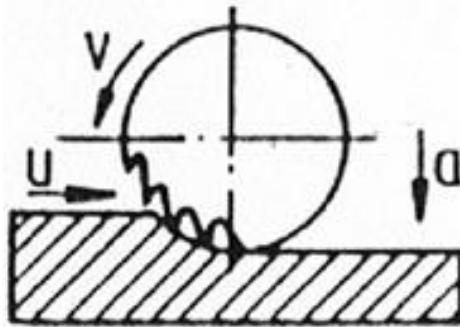
Quelle: nach IFW



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Spanende Fertigungsverfahren  
**Schraubige** Wirkbewegung

Br 1073

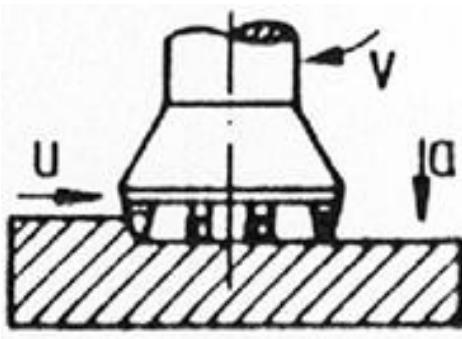


### Walzenfräsen

WZ:  $v, (u, a)^*$

WST:  $u, a$

\* Waagerecht-fräsmaschine

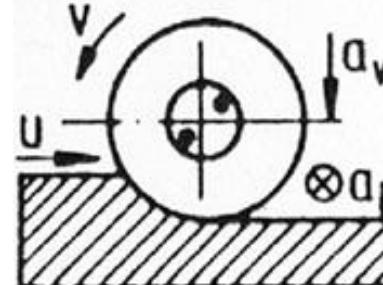


### Stirnfräsen

WZ:  $v, (u, a)^{**}$

WST:  $u, a$

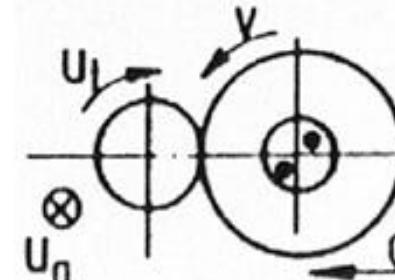
\*\* Senkrecht-fräsmaschine



### Flachschleifen (Umfangsschleifen)

WZ:  $v, a_v$

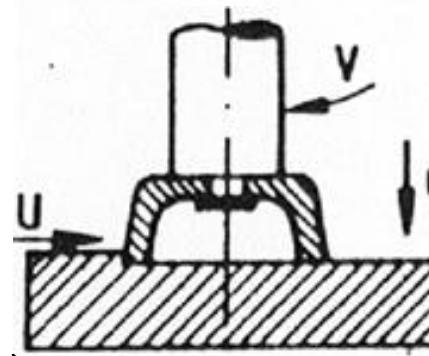
WST:  $u, a_h$



### Rundschleifen (Längsschleifen)

WZ:  $v, a$

WST:  $u_t, u_a$



### Flachschleifen (Stirnschleifen)

WZ:  $v, a$

WST:  $u$

geometrisch unbestimmte Zerspanung

Quelle: nach IFW



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Spanende Fertigungsverfahren  
**Zykloidische** Wirkbewegung

Br 1071

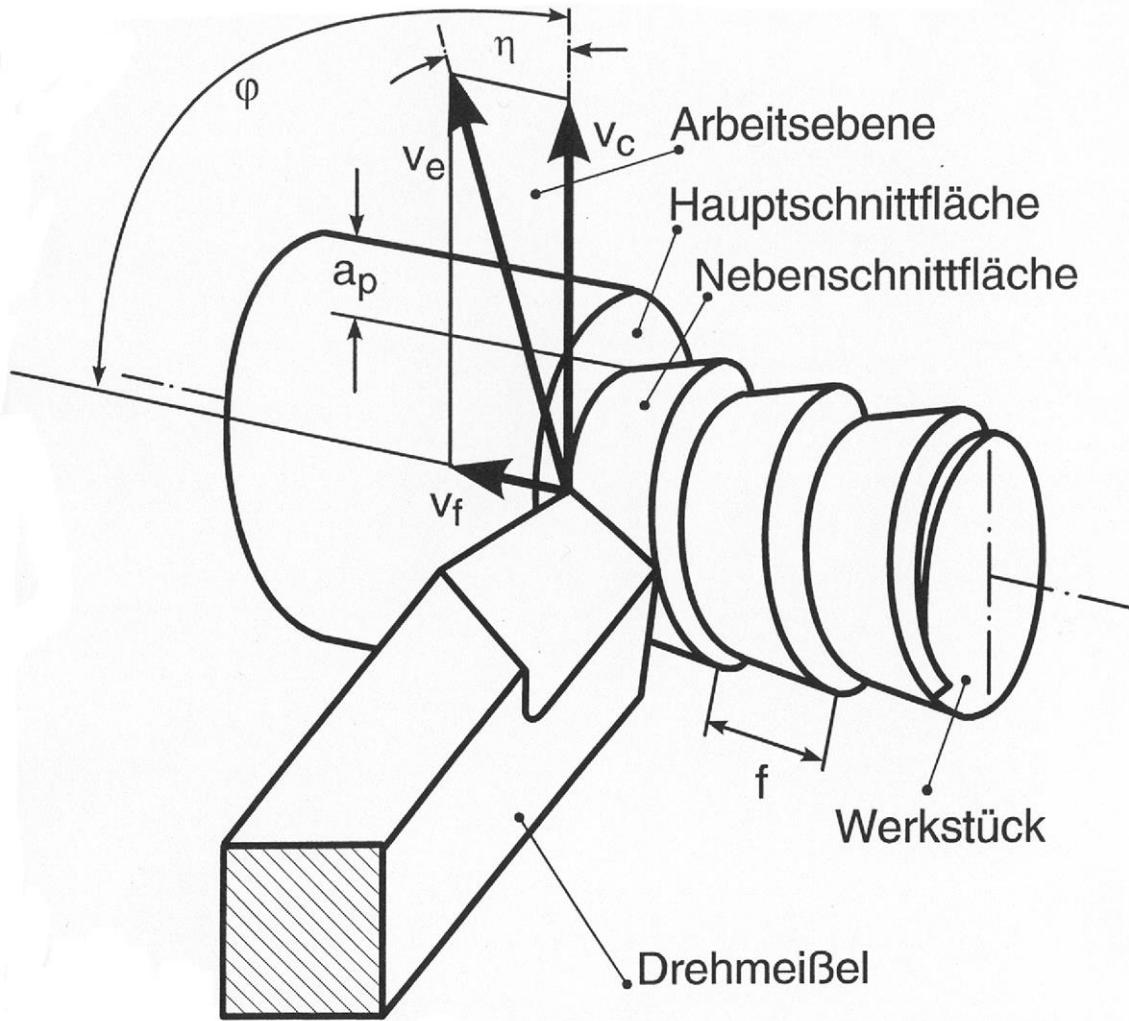
# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

**Kapitel 5.1.2. Kinematische und  
technologische Grundlagen**

**Kapitel 5.1.2.1 Drehen**





Geschwindigkeiten

$v_f, v_c, v_e$

Vorschub

$f$

Schnitttiefe

$a_p$

Vorschubrichtungswinkel

$\varphi$

Wirkrichtungswinkel

$\eta$

Für alle Verfahren gilt allgemein:

$$\tan \eta = \frac{\sin \varphi}{\frac{v_c}{v_f} + \cos \varphi}$$

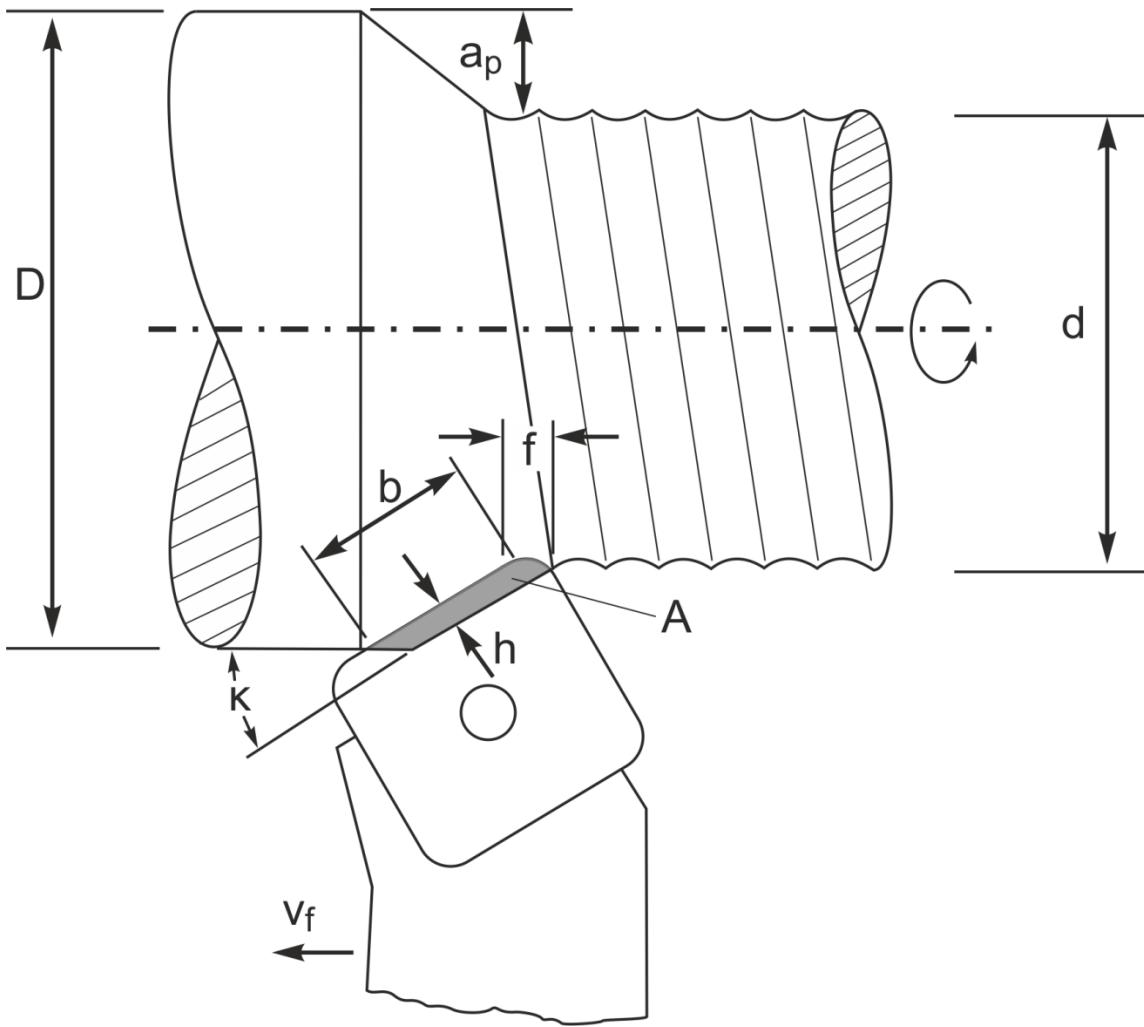
mit  $\varphi = 90^\circ$ :

$$\tan \eta = \frac{v_f}{v_c}$$

Quelle: Spur

Br 0730





- $a_p$  Schnitttiefe [mm]
- $b$  Spannungsbreite [mm]
- $A$  Spanungsquerschnitt [mm $^2$ ]
- $h$  Spanungsdicke [mm]
- $h_{ch}$  Spandicke [mm]
- $f$  Vorschub [mm]
- $v_f$  Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]
- $\kappa$  Einstellwinkel [°]

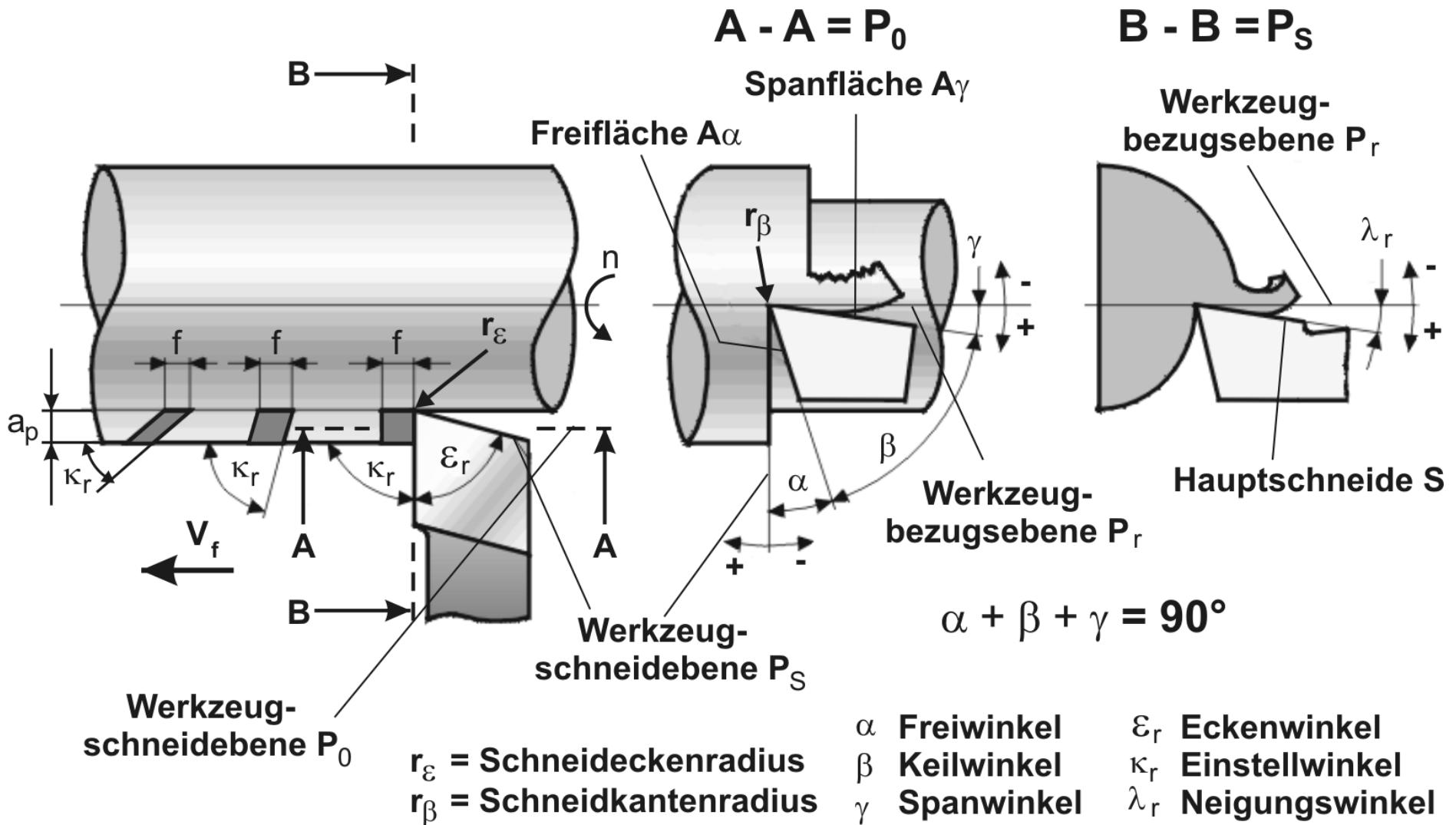
$$A = b * h = a_p * f$$

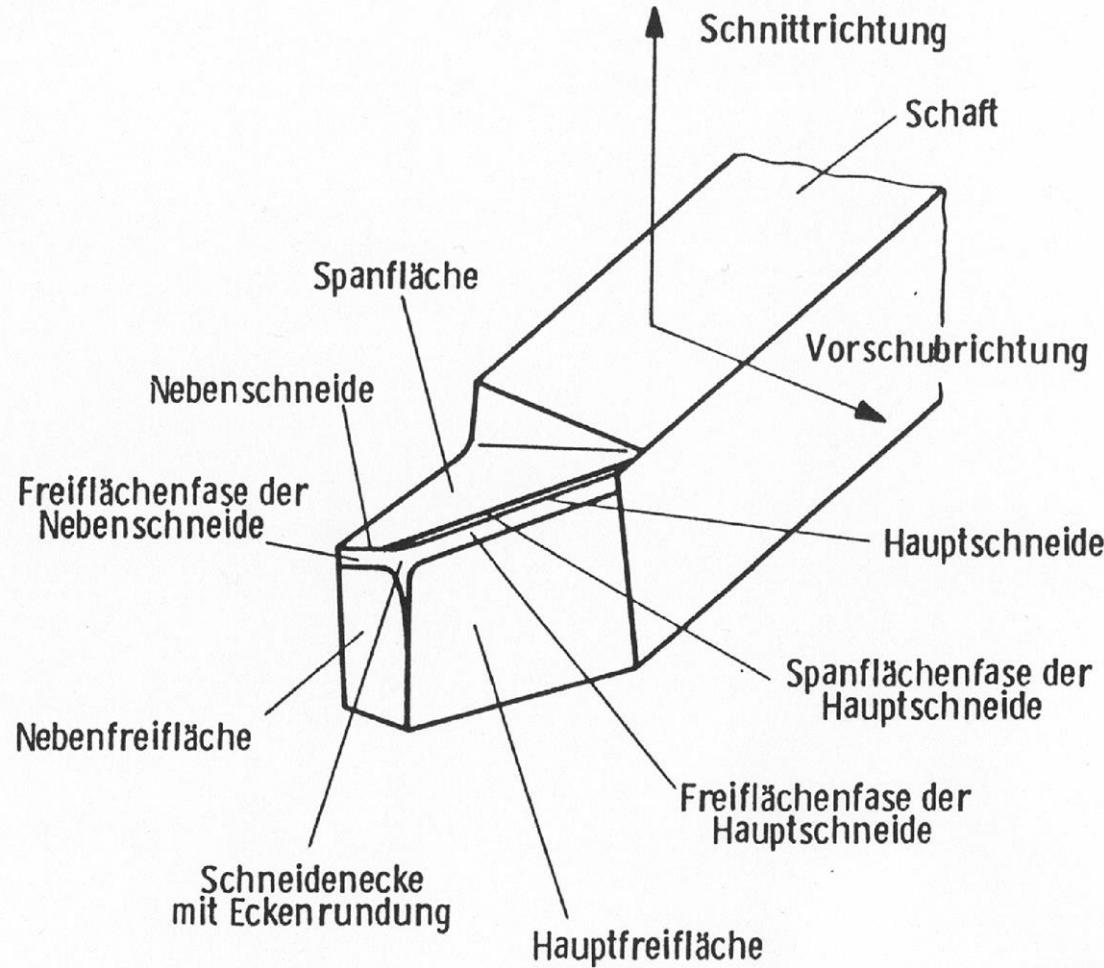
$$b = a_p / \sin \kappa$$

$$h = f * \sin \kappa$$

Quelle: Dubbel







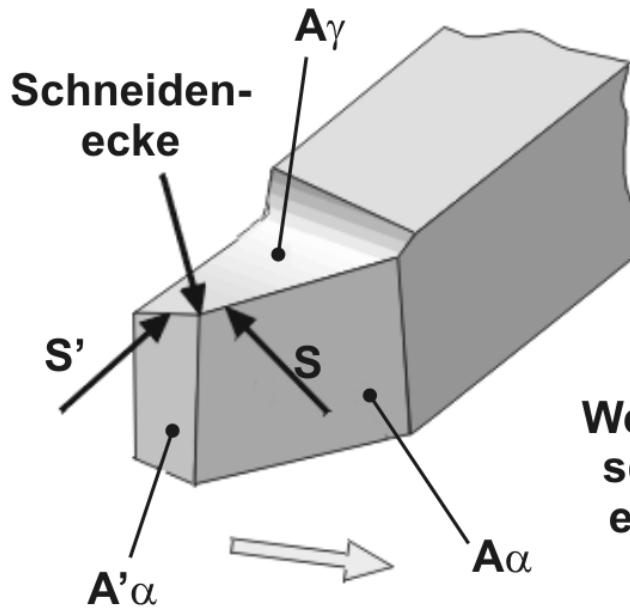
Quelle: König



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Br 0722

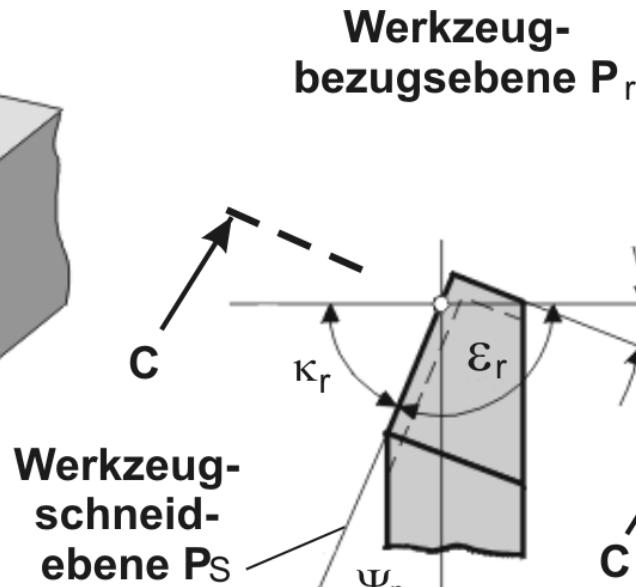
Flächen, Schneiden und Schneidenecken am  
Dreh- und Hobelmeißel (nach DIN 6581)



Vorschubrichtung

#### Schneidenbezeichnung:

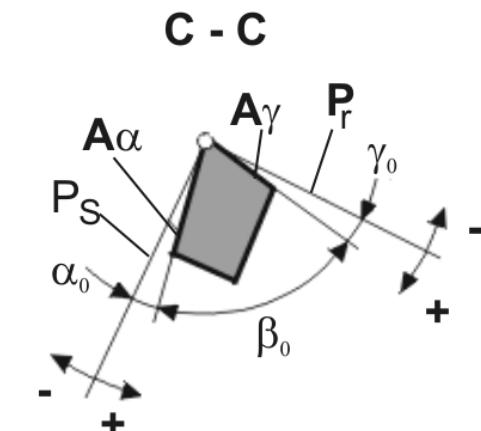
**S** Hauptschneide  
**S'** Nebenschneide



#### Flächenbezeichnung:

**Aα** Hauptfreifläche  
**A'α** Nebenfreifläche  
**Aγ** Spanfläche

#### Werkzeug-orthogonalebene P0



#### Winkelbezeichnung:

$\alpha$	<b>Freiwinkel</b>
$\beta$	<b>Keilwinkel</b>
$\gamma$	<b>Spanwinkel</b>
$\varepsilon_r$	<b>Eckenwinkel</b>
$\kappa_r$	<b>Einstellwinkel</b>
$\kappa'_r$	<b>Einstellwinkel von S'</b>
$\Psi_r$	<b>Ergänzungswinkel</b>

Rick 059



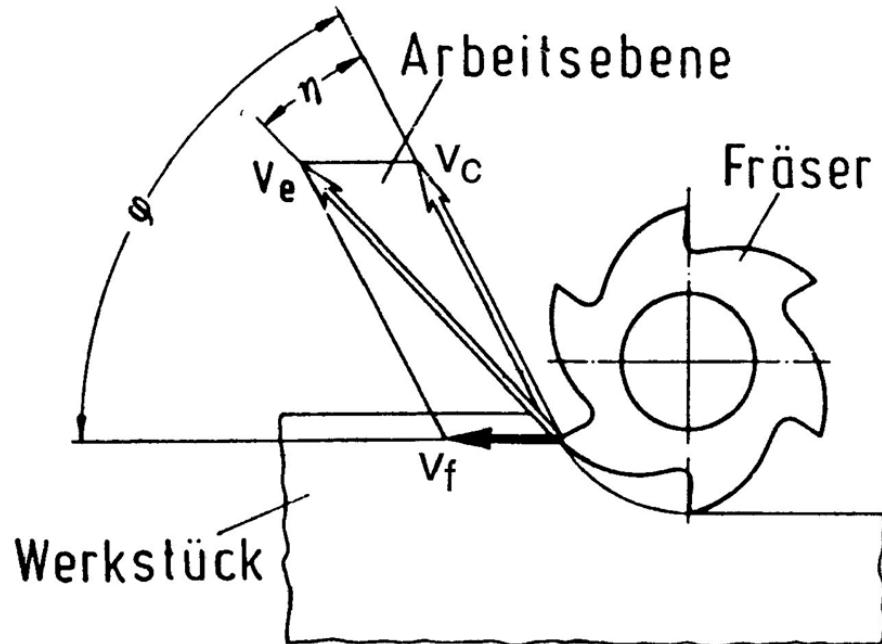
# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

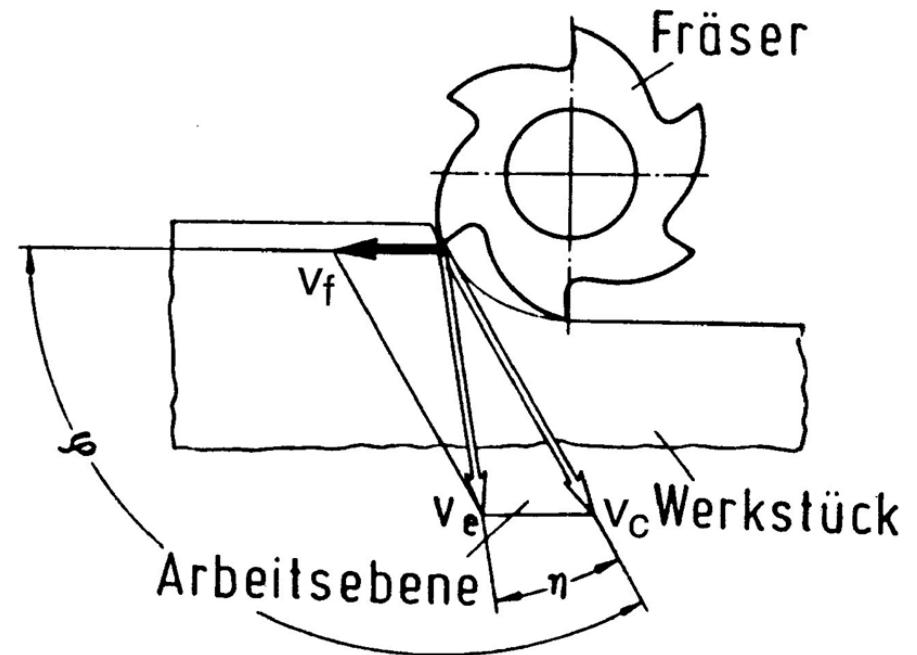
**Kapitel 5.1.2.2 Fräsen**



## Gegenlauffräsen



## Gleichlauffräsen



Quelle: Spur

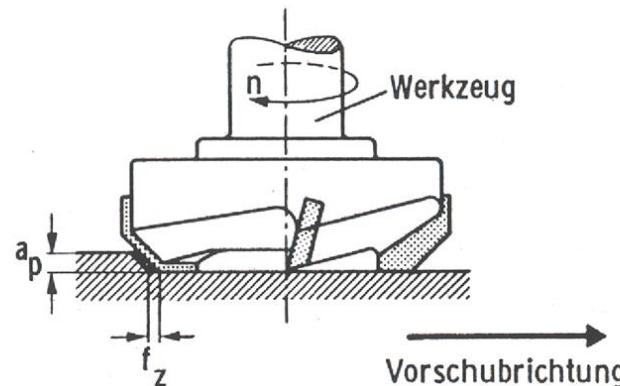
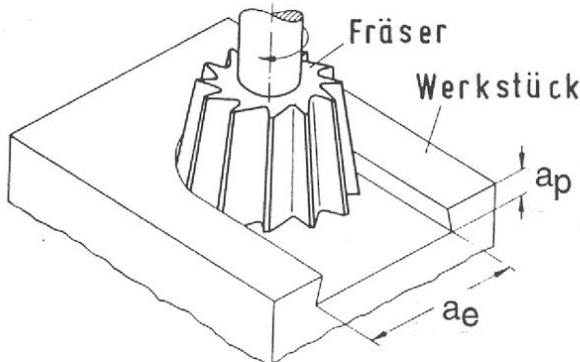


Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Bri 0731

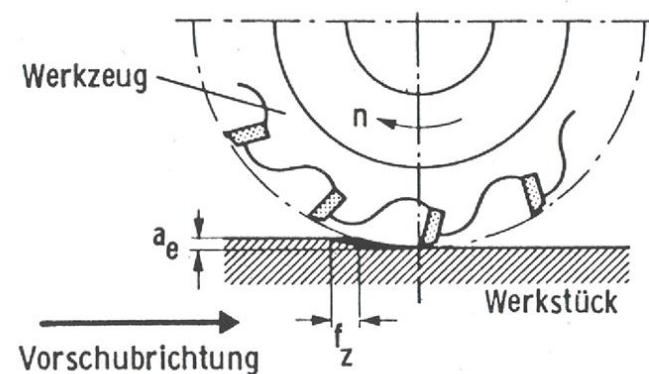
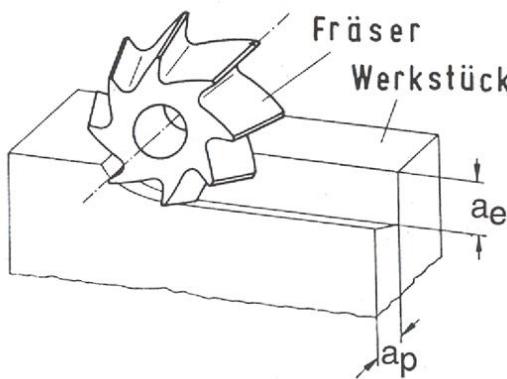
Kinematik beim Gegenlauf- und Gleichlauffräsen

## Stirnfräsen



Vorschub je Zahn,  $f_z$

## Umfangsfräsen



Eingriffsgröße,  $a_e$ :

- Größe des Eingriffs der Schneide je Hub oder Umdrehung
- in der Arbeitsebene und senkrecht zur Vorschubrichtung gemessen

Quelle: Spur/König

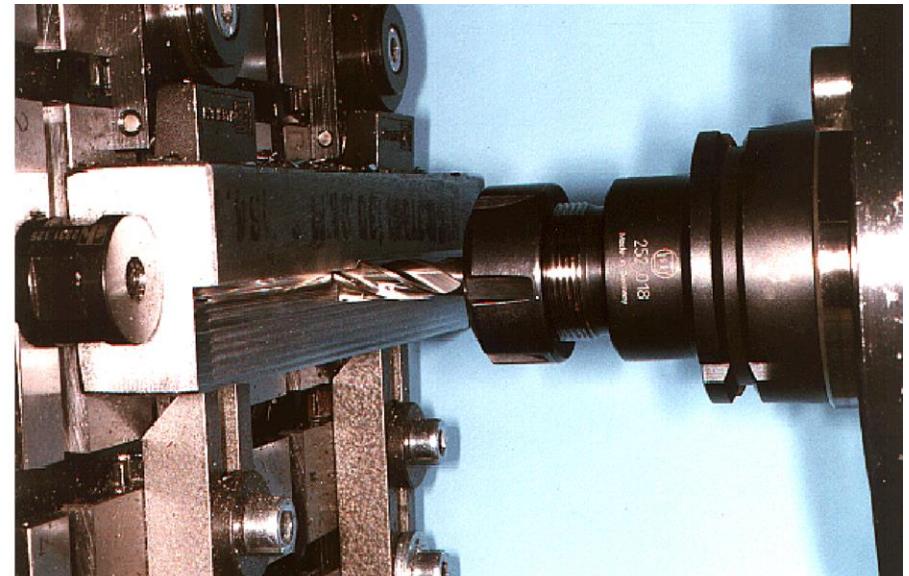
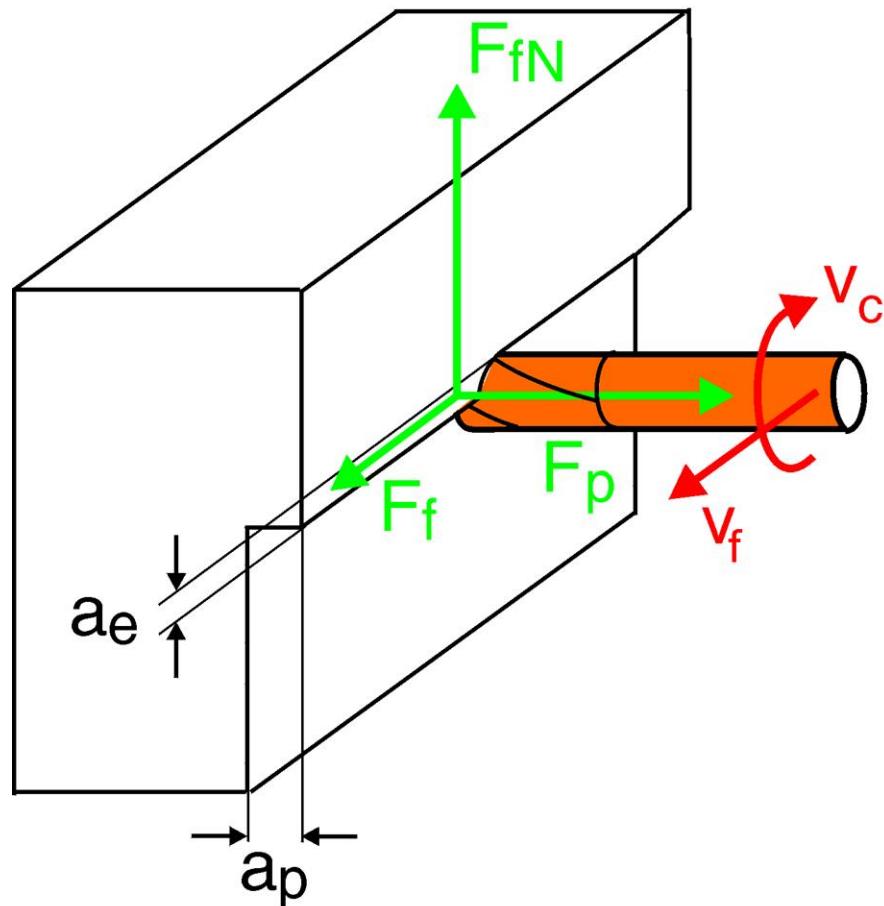


Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Br 0741

Schnittgrößen beim Stirn- und Umfangsfräsen





Beispiel: Zeilenfräsen an TiAl6V4

$v_c$  : Schnittgeschwindigkeit [m/min]

$v_f$  : Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]

$a_e$  : Eingriffsbreite [mm]

$a_p$  : Schnitttiefe [mm]

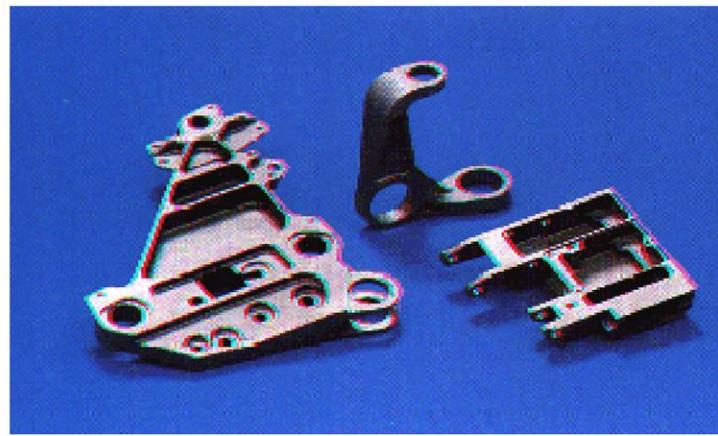
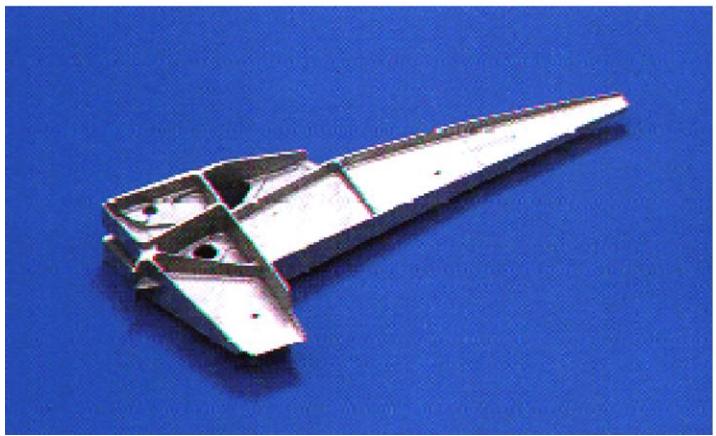
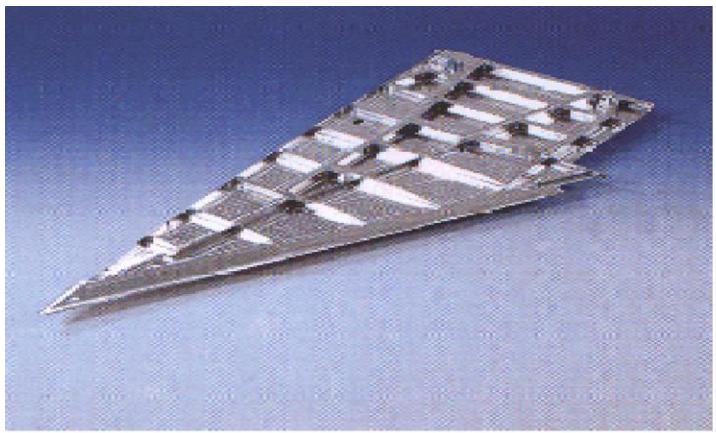
$F_f$  : Vorschubkraft [N]

$F_{fN}$  : Vorschubnormalkraft [N]

$F_p$  : Passivkraft [N]

JA 0287u





Quelle: DASA Airbus

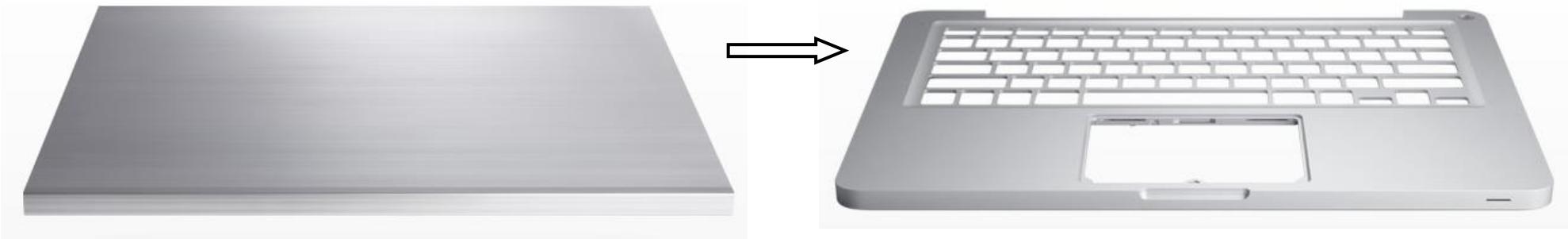
JA 0310u



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Strukturauteile aus dem Flugzeugbau

## Fräsen des Chassis aus dem Vollen



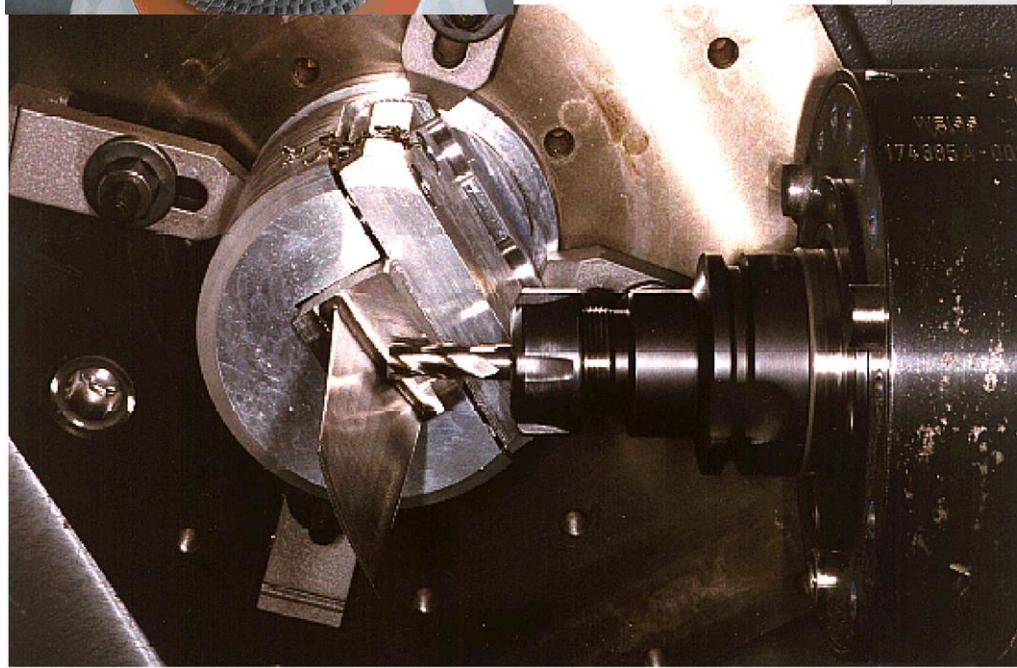
Quelle: Apple Inc.



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Lor 0007

Gehäuse eines Laptops



JA 0290u



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

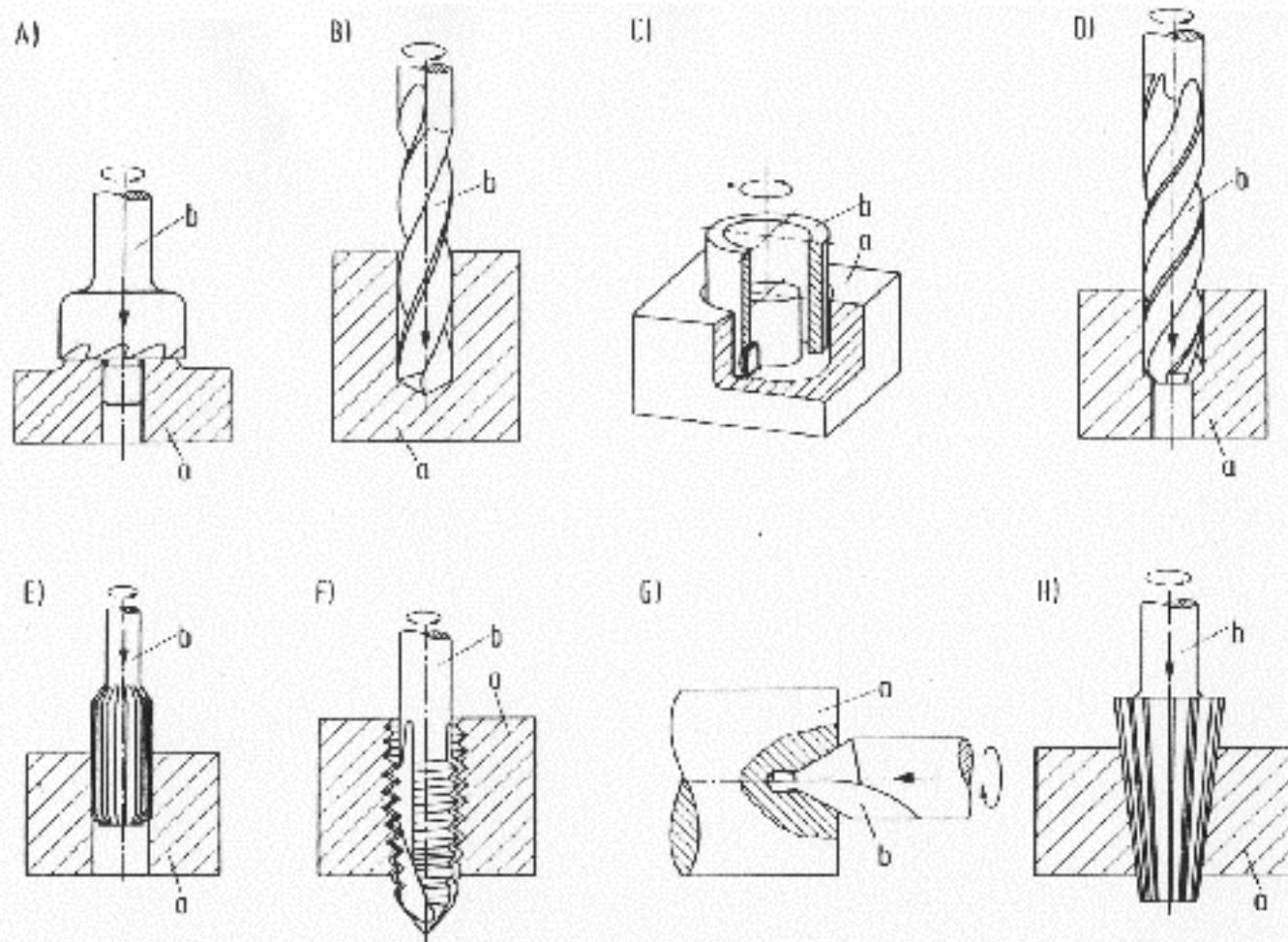
Fräsen von Freiformflächen aus TiAl6V4

# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

## Kapitel 5.1.2.3 Bohren



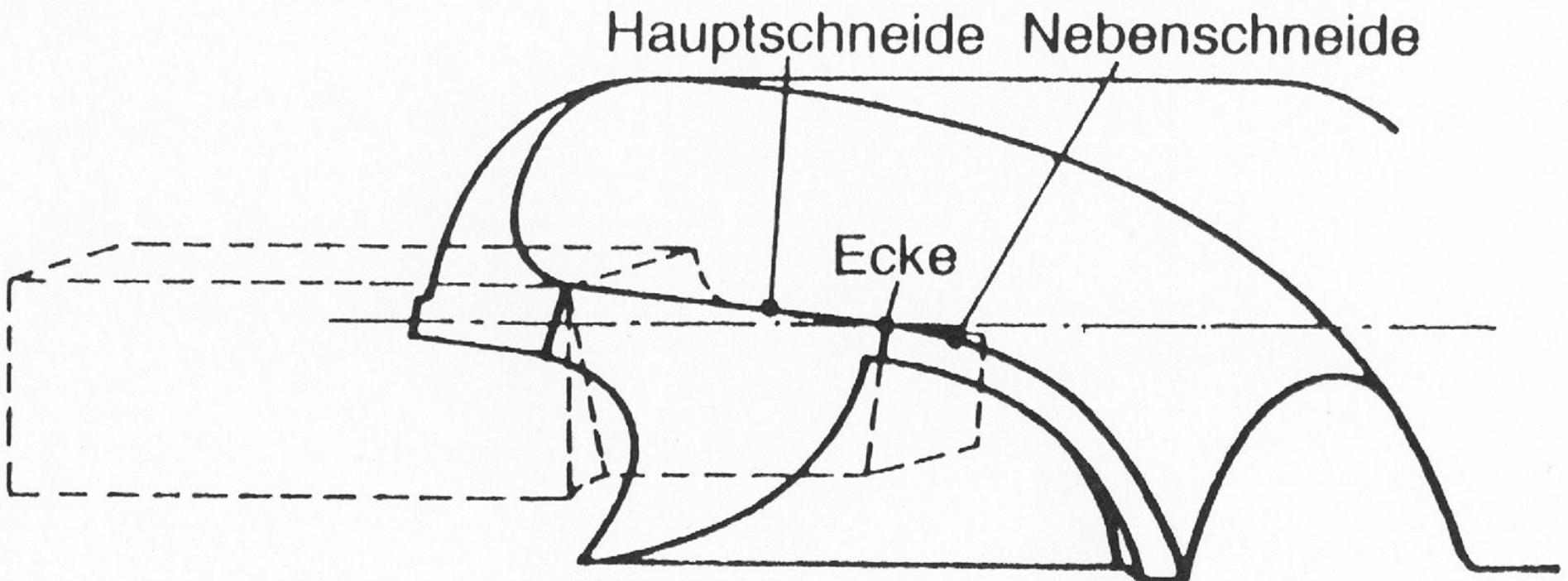


A) Plansenken, B) Bohren ins Volle mit Wendelbohrer, C) Kernbohren, D) Aufbohren, E) Reiben, F) Gewindebohren, G) Profilbohren ins Volle, H) Profilstreben

Quelle: nach Entwurf DIN 8589 Teil 2

Br 1002





Quelle: Vieregge

Br 1044



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

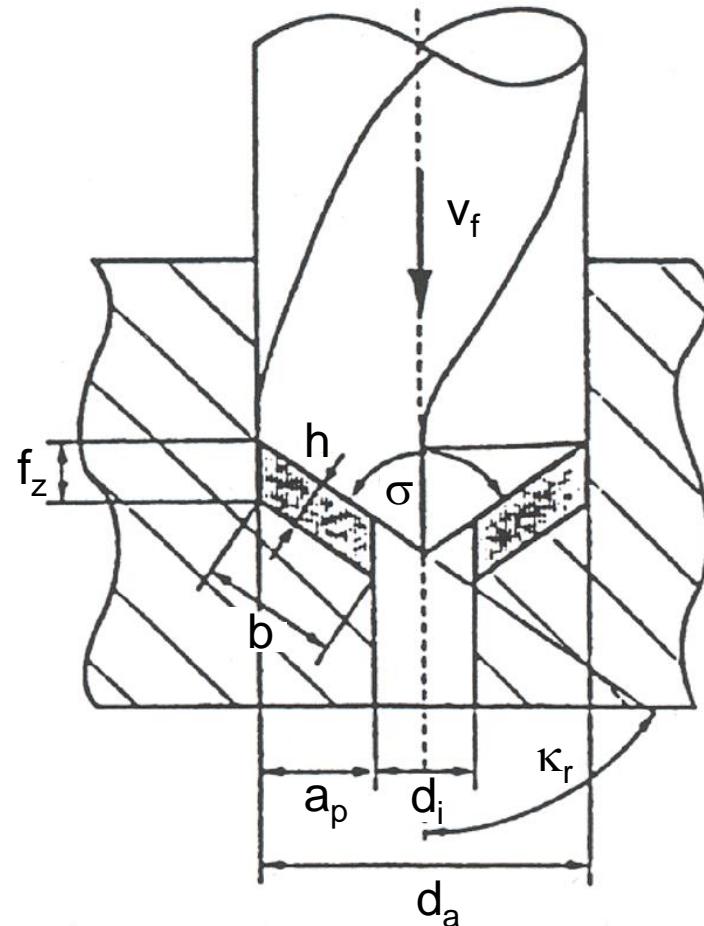
Ähnlichkeit zwischen einer Bohrer-  
und einer Drehmeißelschneide

$\sigma$ : Spitzenwinkel

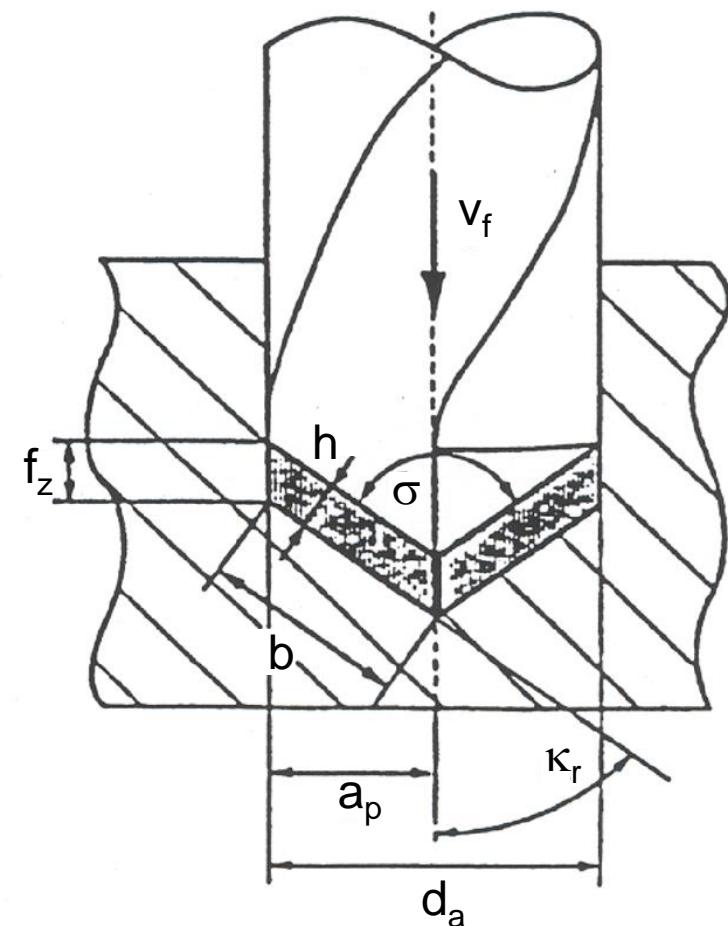
$\kappa_r$ : Einstellwinkel

$f_z$ : Vorschub / Zahn

$v_f$ : Vorschubsgeschwindigkeit



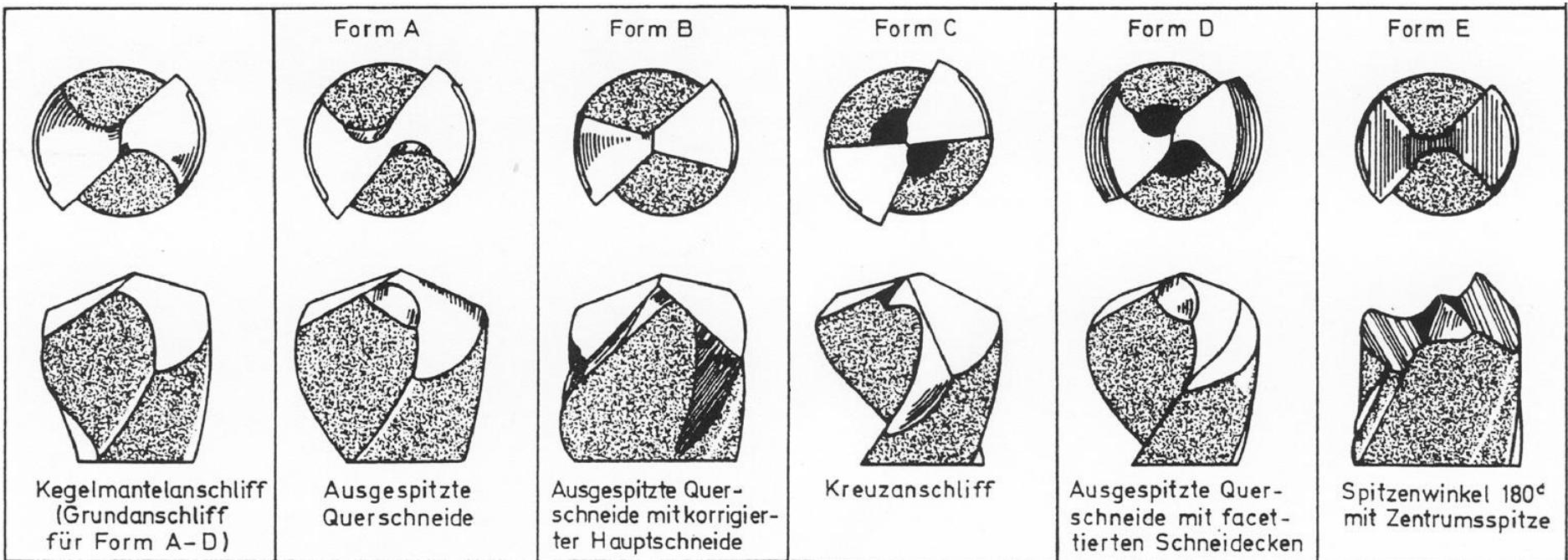
Spanungsquerschnitt  
beim Aufbohren



Spanungsquerschnitt  
beim Bohren ins Volle

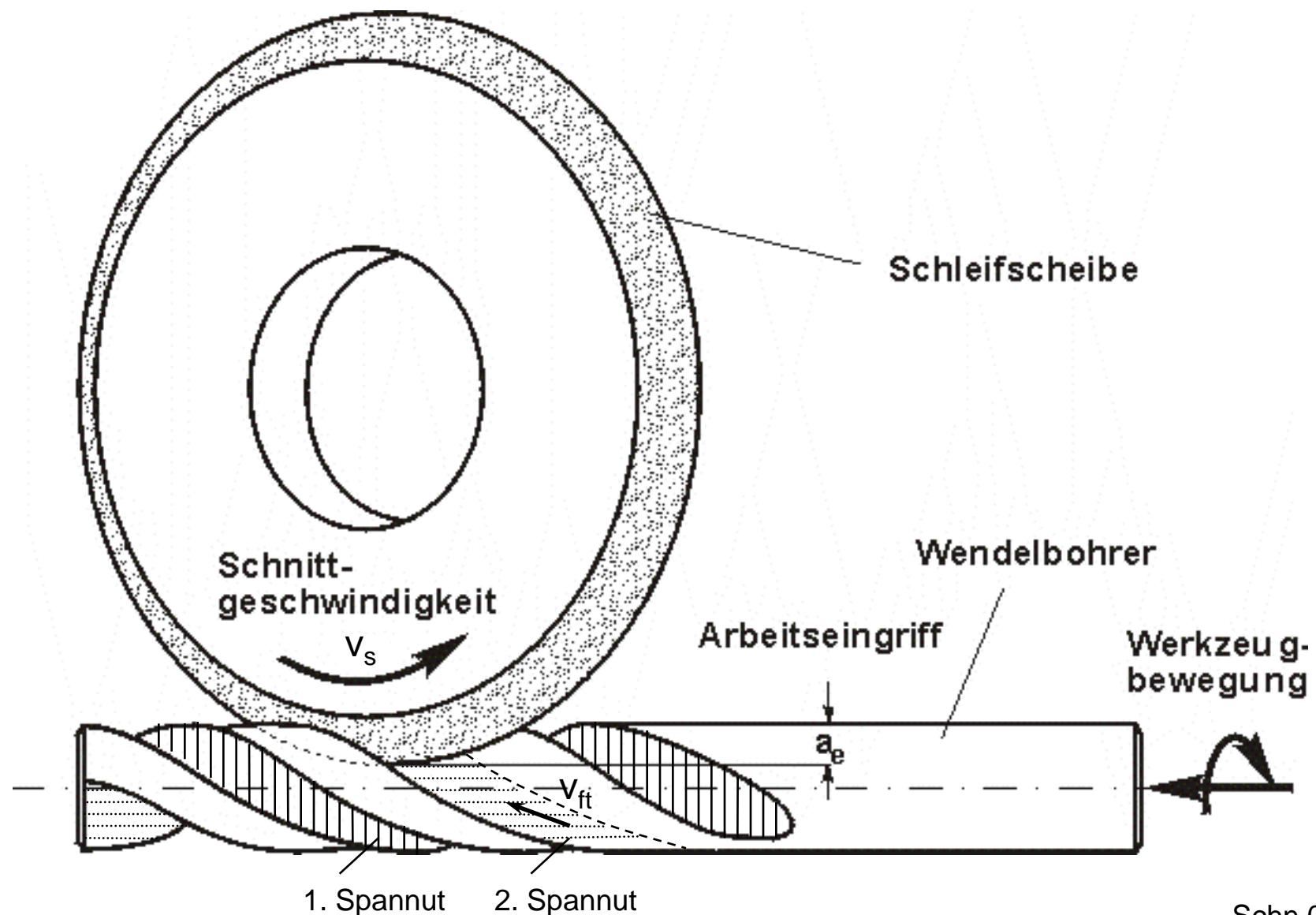
Br 1025





Quelle: nach DIN 1412





Schn 052a

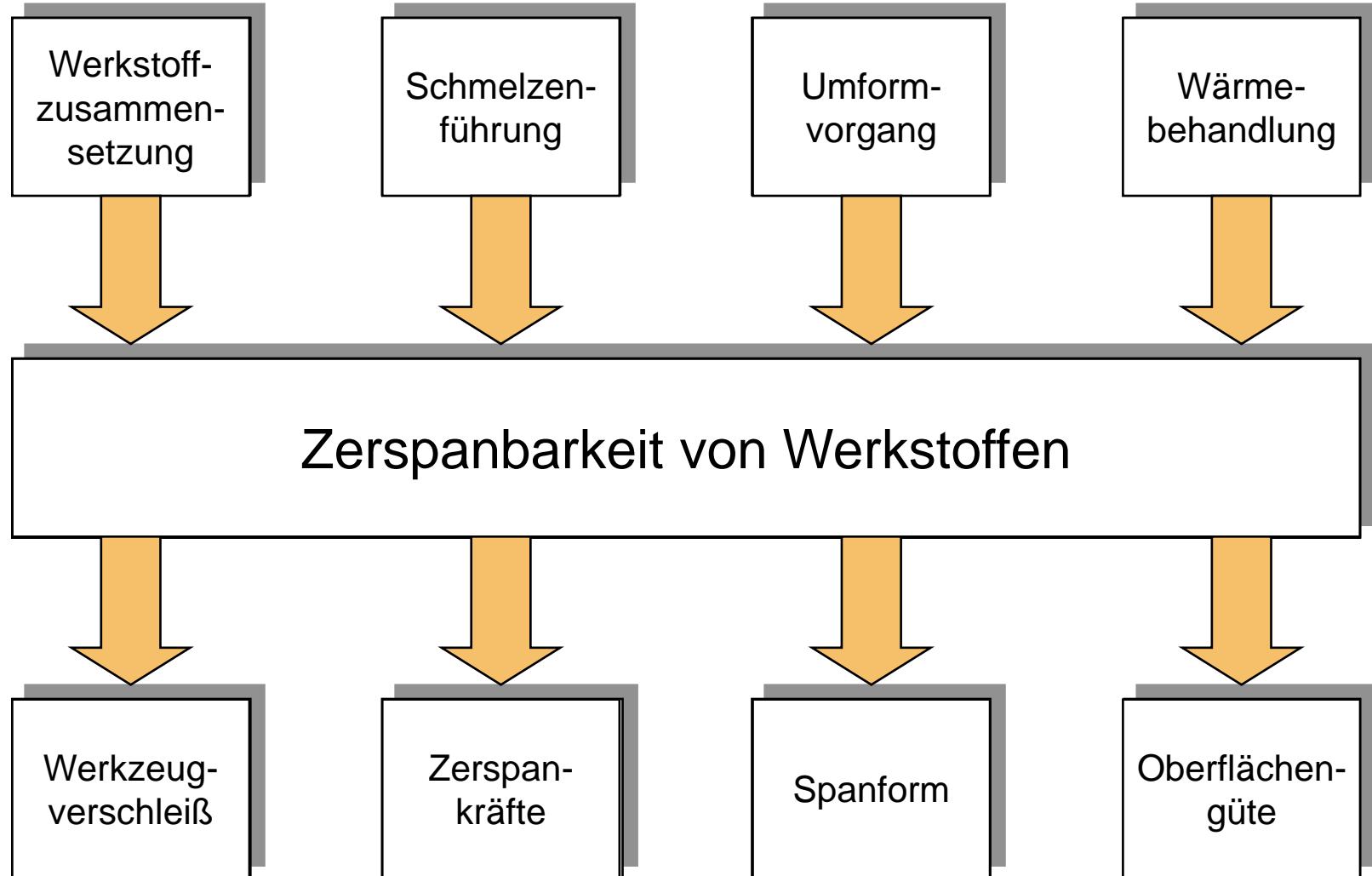


# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

**Kapitel 5.1.3.1 Oberflächengüte**



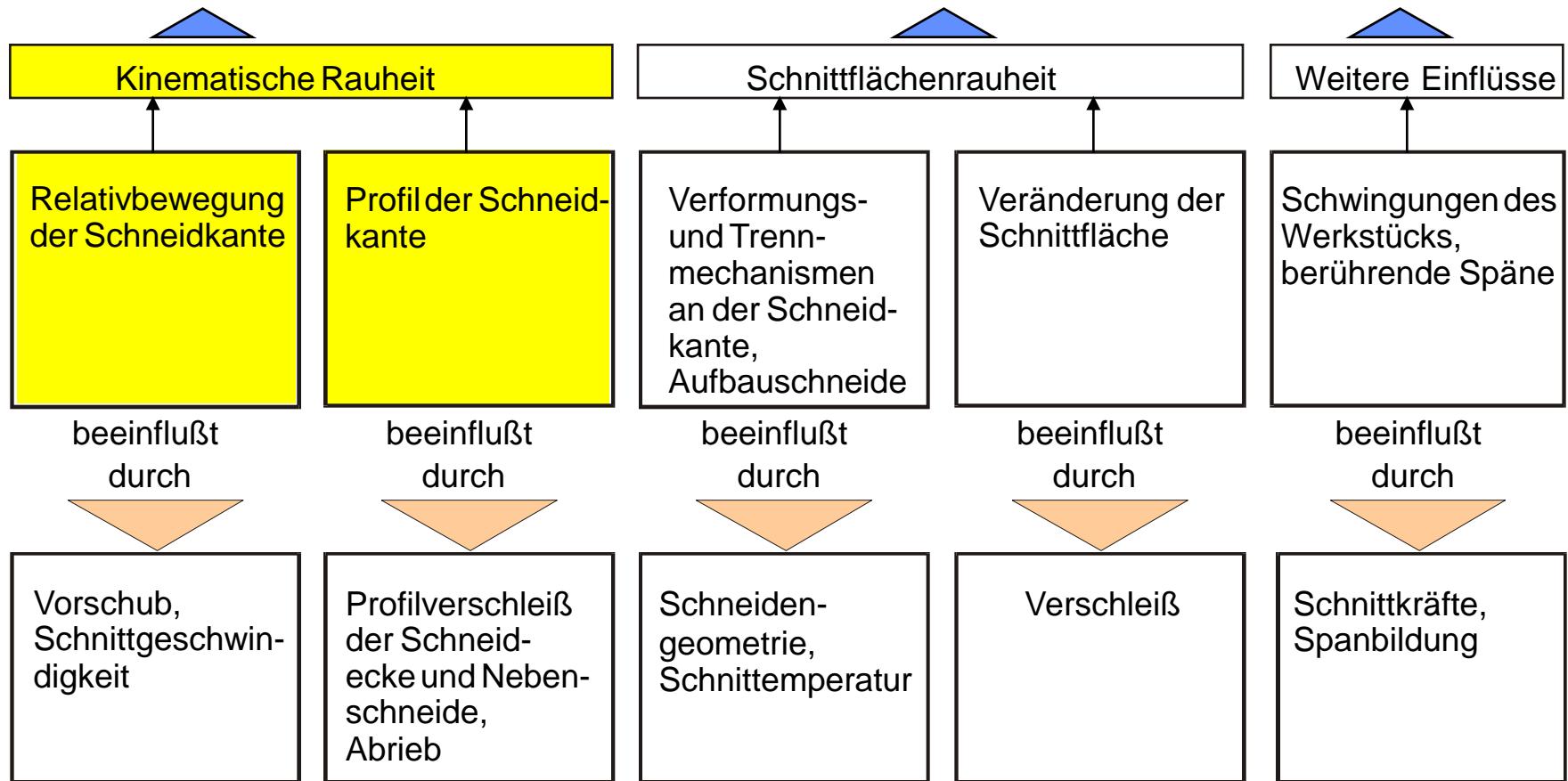


Quelle: Vieregge

DIE 0169b



## Einflussgrößen auf die Oberflächenbeschaffenheit in der Metallzerspanung



Quelle: nach König



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Br 1240

Einflussgrößen auf die Oberflächengüte  
bei der Metallzerspanung

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

oder

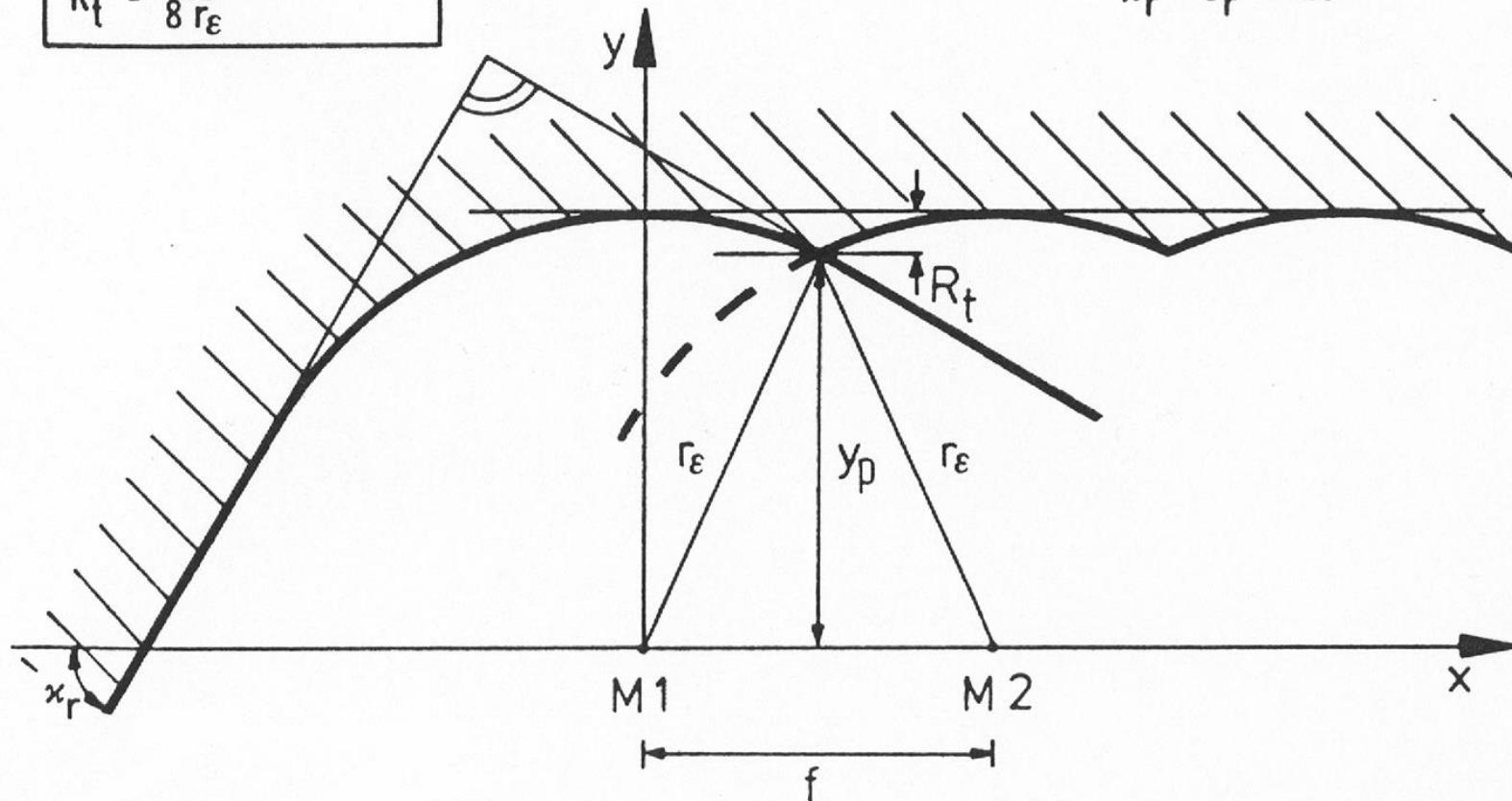
$$R_t = \frac{f^2}{8r_\varepsilon}$$

Gültigkeitsbereich

$$f \leq 2 r_\varepsilon \cos(x_r + \varepsilon_r - 90^\circ)$$

und

$$x_r + \varepsilon_r < 180^\circ$$



Br 0753

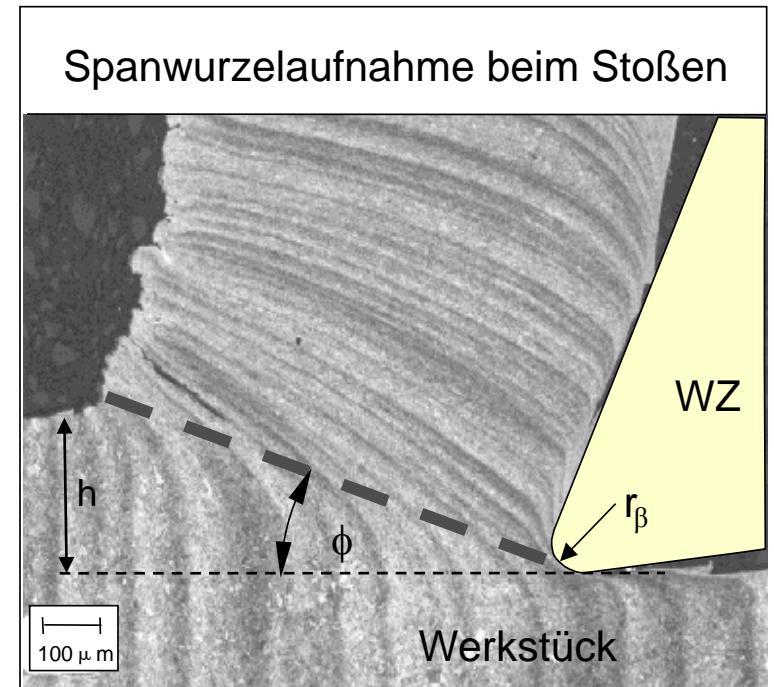
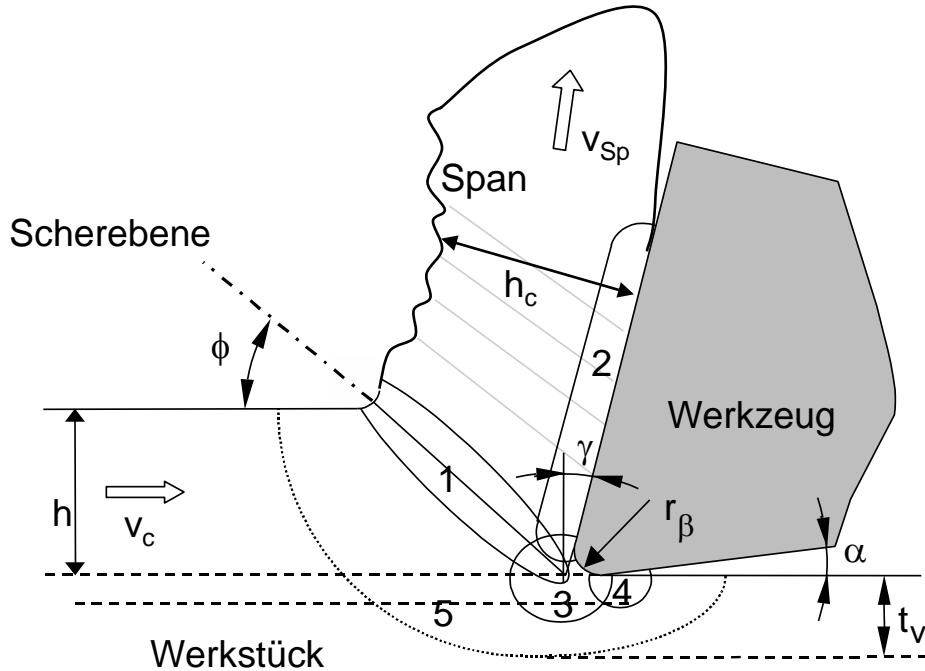


# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

## Kapitel 5.1.3.2 Spanbildung und Spanformung





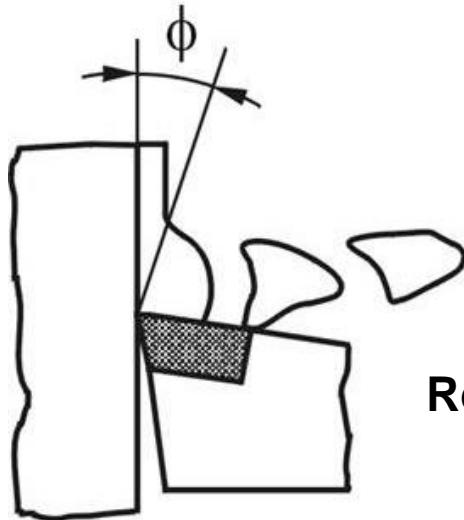
- Wirkzonen:**
- 1: primäre Scherzone
  - 2: sekundäre Scherzone an der Spanfläche
  - 3: sekundäre Scherzone an der Stau- u. Trennfläche
  - 4: sekundäre Scherzone an der Freifläche
  - 5: Verformungsvorlaufzone

- $\alpha$ : Freiwinkel  
 $\beta$ : Keilwinkel  
 $\gamma$ : Spanwinkel  
 $\Phi$ : Scherwinkel  
 $t_v$ : Verformungstiefe

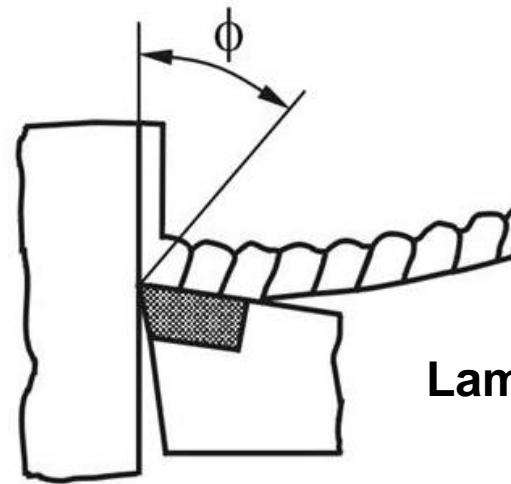
Quelle: nach König, Tönshoff, Warnecke

Die 232b

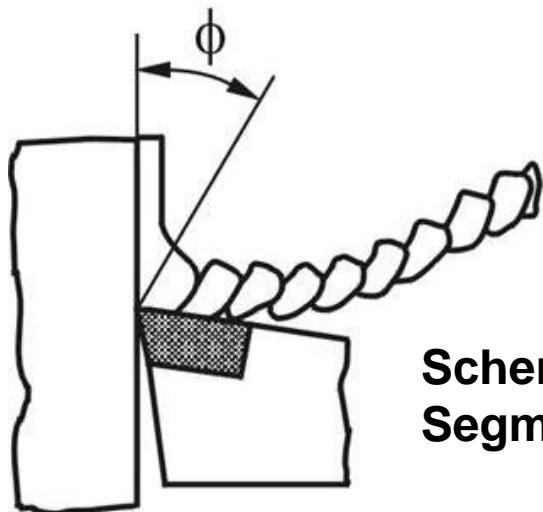




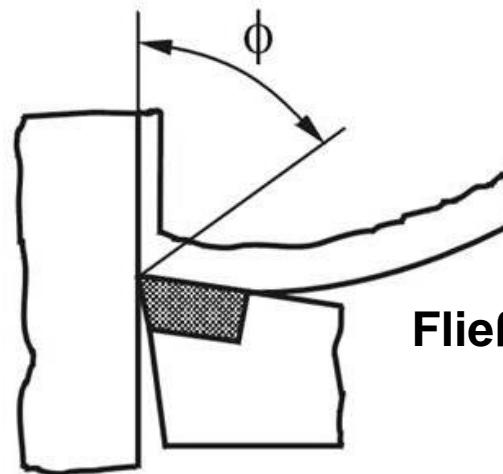
**Reißspan**



**Lamellenspan**



**Scherspan/  
Segmentspan**



**Fließspan**

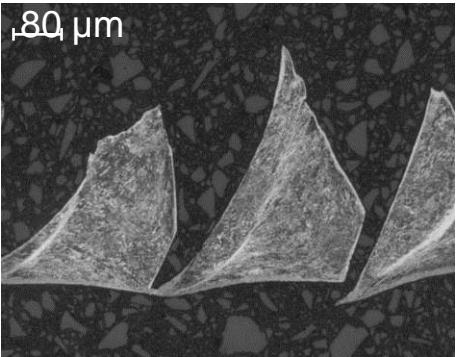
Quelle: Fritz / Schulze



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

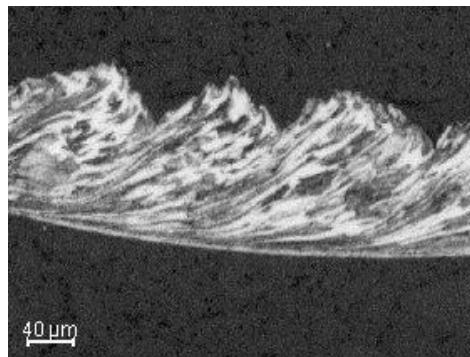
Spanarten

Br 0822



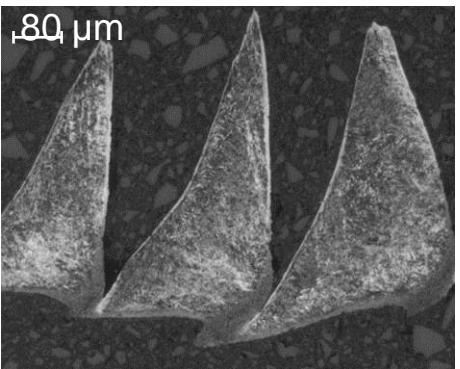
Reißspan

C 45 gehärtet  
 $v_c = 30 \text{ m/min}$   
 $a_p = 1 \text{ mm}$   
 $f = 0,2 \text{ mm}$   
Härte: 55 HRC



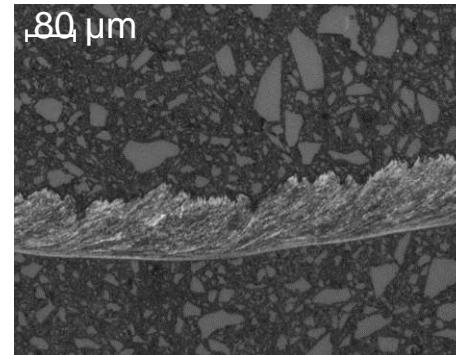
Lamellenspan

C 45  
 $v_c = 500 \text{ m/min}$   
 $a_p = 1 \text{ mm}$   
 $f = 0,2 \text{ mm}$   
Härte: 190 HV<sub>10</sub>



Segmentspan

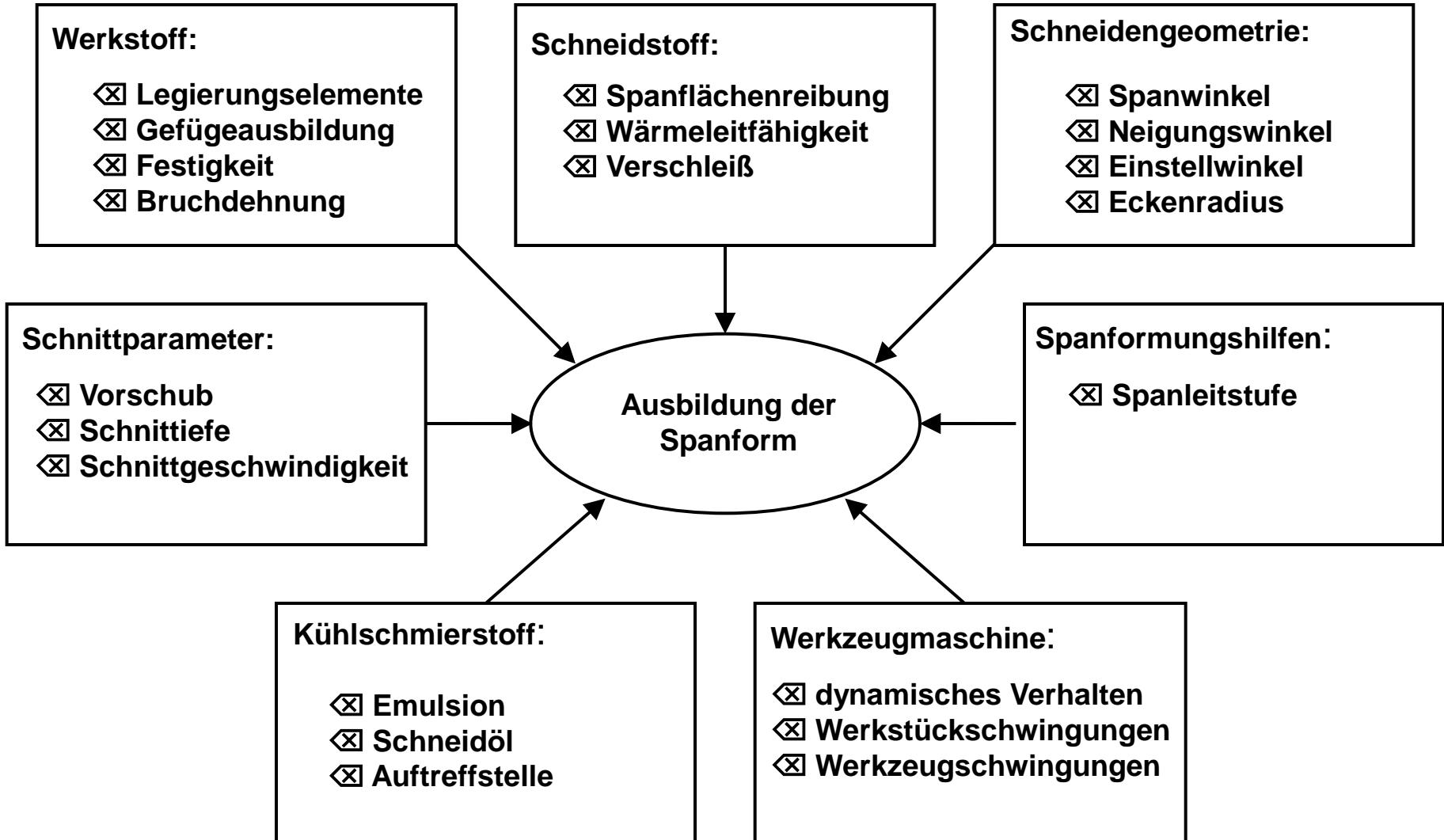
C 45 gehärtet  
 $v_c = 50 \text{ m/min}$   
 $a_p = 1 \text{ mm}$   
 $f = 0,2 \text{ mm}$   
Härte: 55 HRC



Fließspan

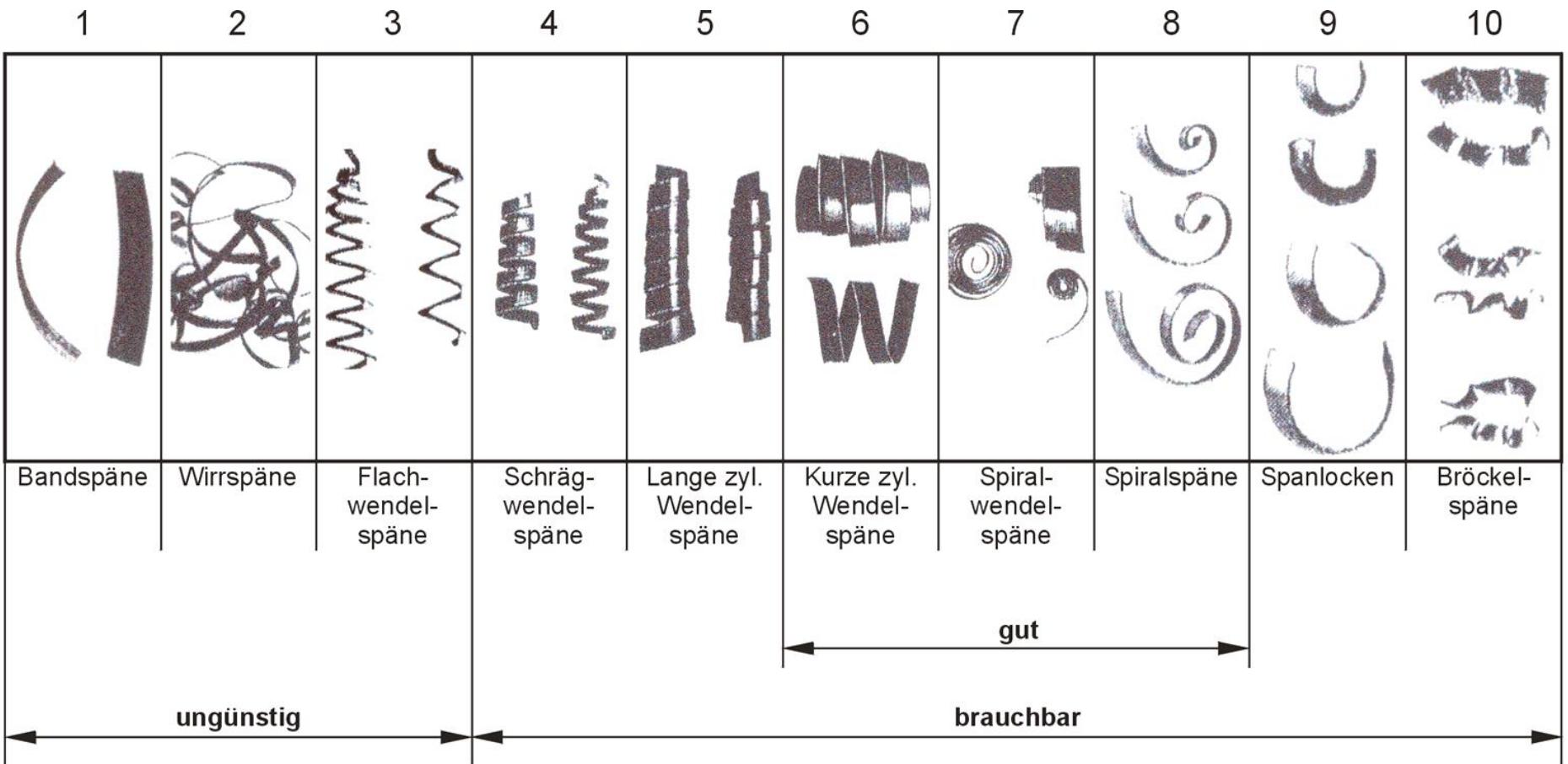
C 45 gehärtet  
 $v_c = 20 \text{ m/min}$   
 $a_p = 1 \text{ mm}$   
 $f = 0,2 \text{ mm}$   
Härte: 55 HRC





Die 544





Quelle: Schedler

Br 0829



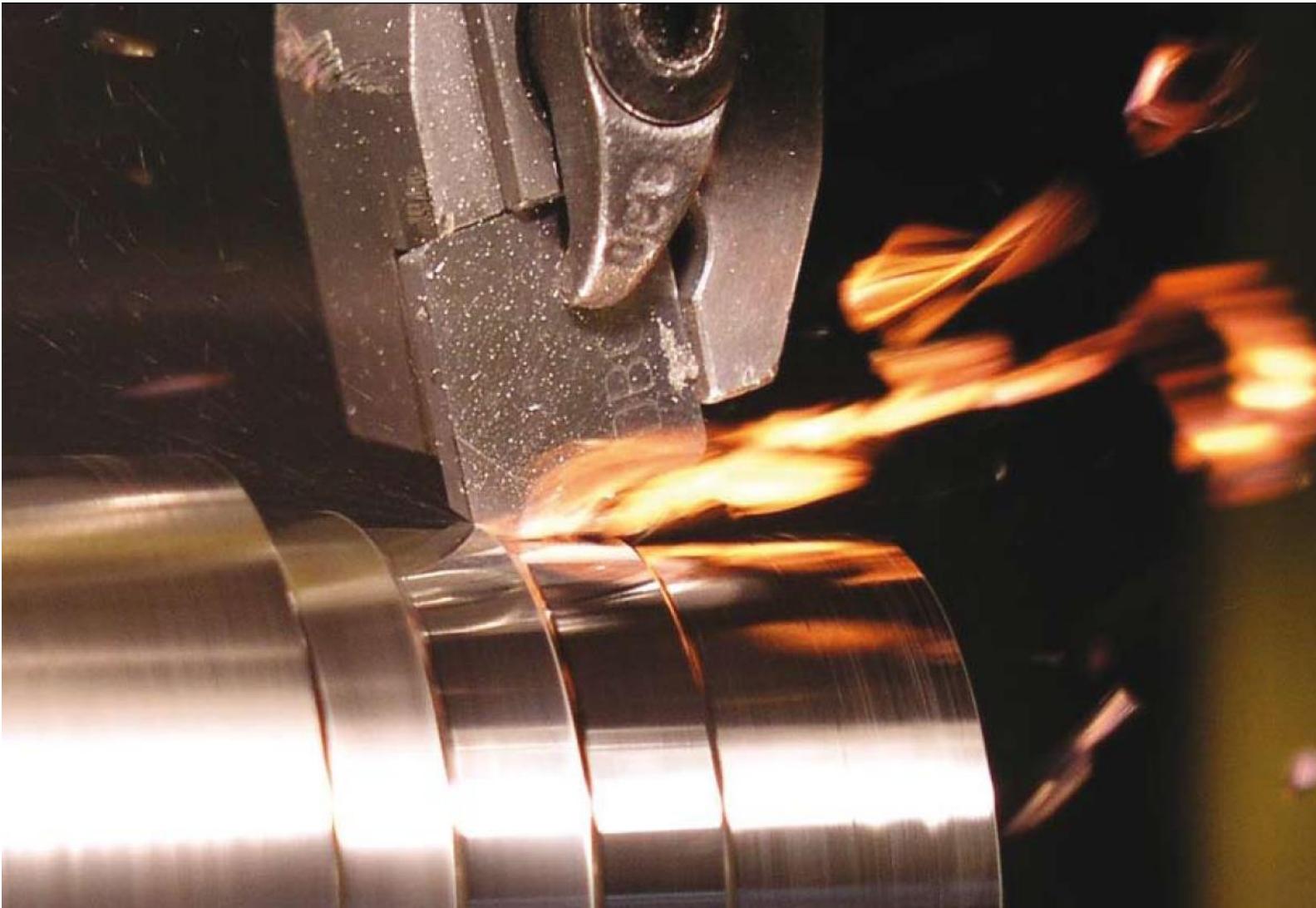
Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

# Klassifizierung von Spanformen nach INFOS

Spanform		Spanraumzahl RZ	Beurteilung
Bandspäne		$\leq 90$	
Wirrspäne			ungünstig
Wendelspäne	 lang	$\leq 50$	brauchbar
	 kurz	$\leq 25$	
Spiralspäne		$\leq 8$	gut
Spanbruchstücke		$\leq 3$	brauchbar

Quelle: Fritz / Schulze





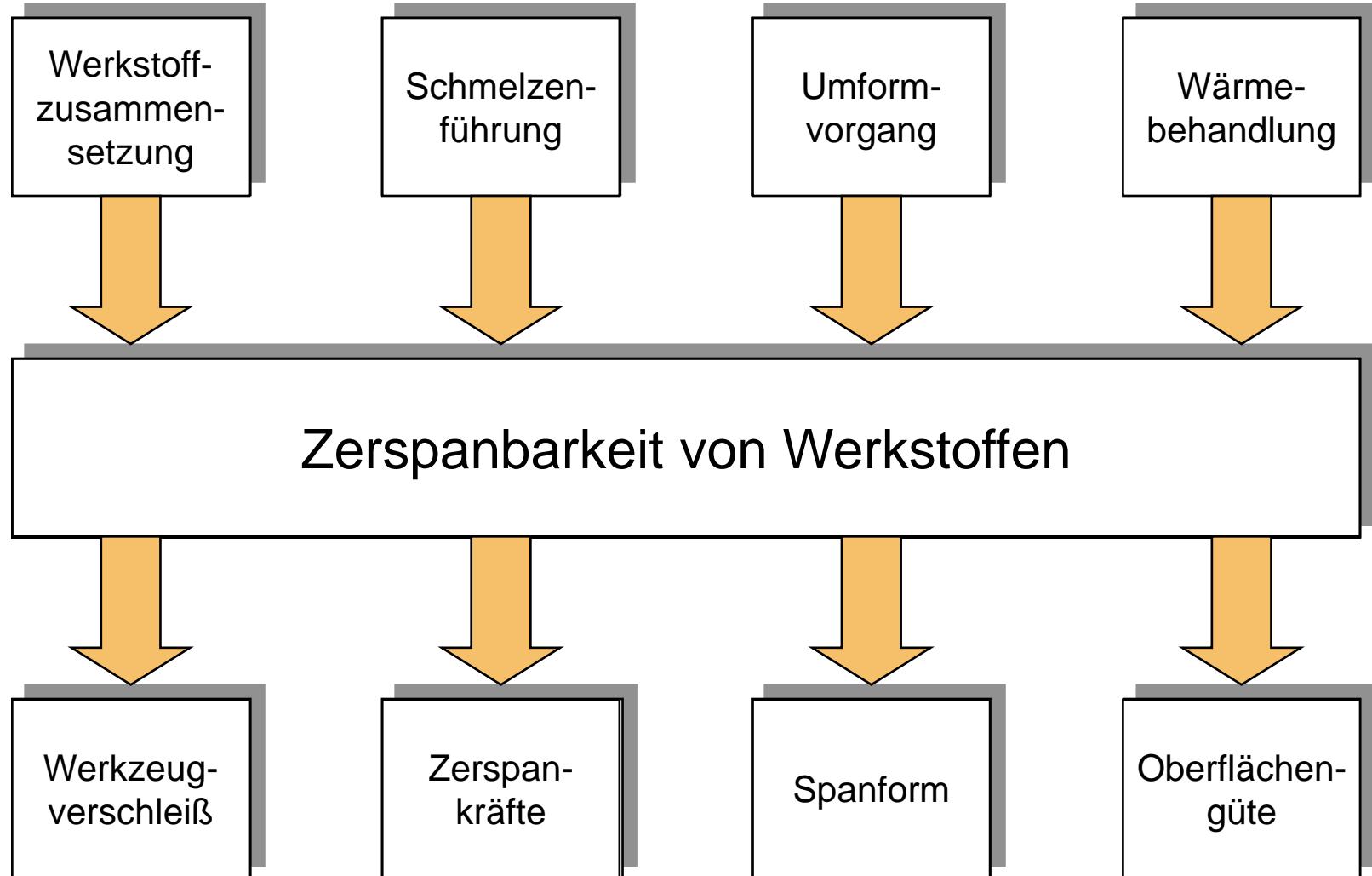
Quelle: FUTUR 2/2008, Fraunhofer IPK

Schoe 0059



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Wärmeabfuhr durch Späne beim Drehen



Quelle: Vieregg

DIE 0169b

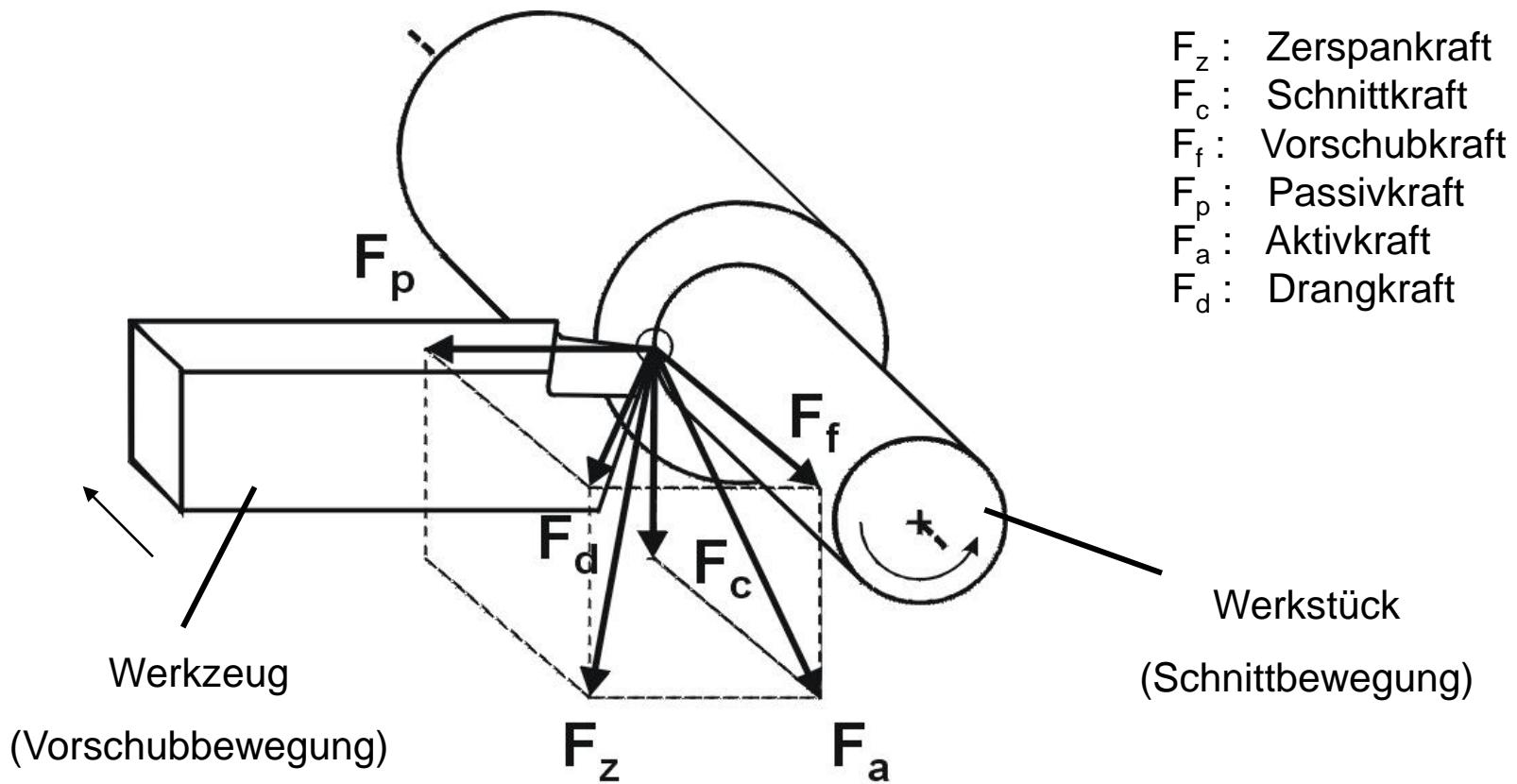


# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

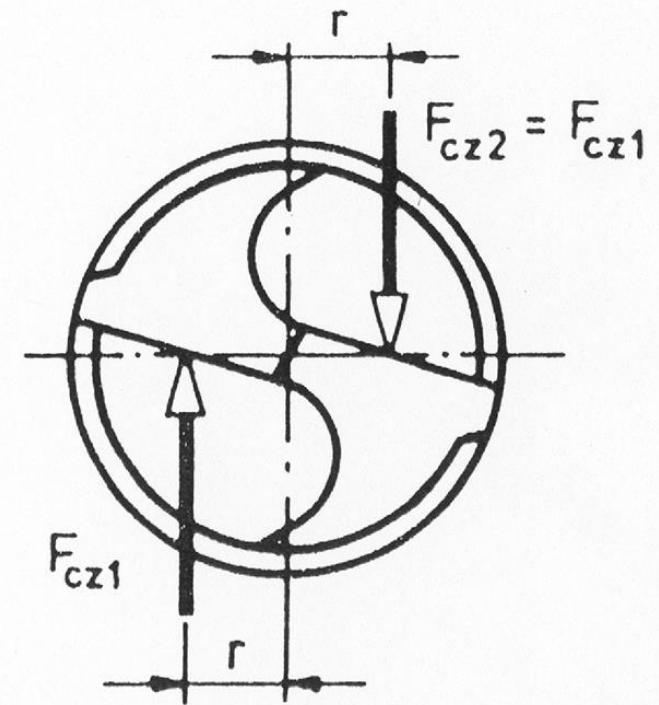
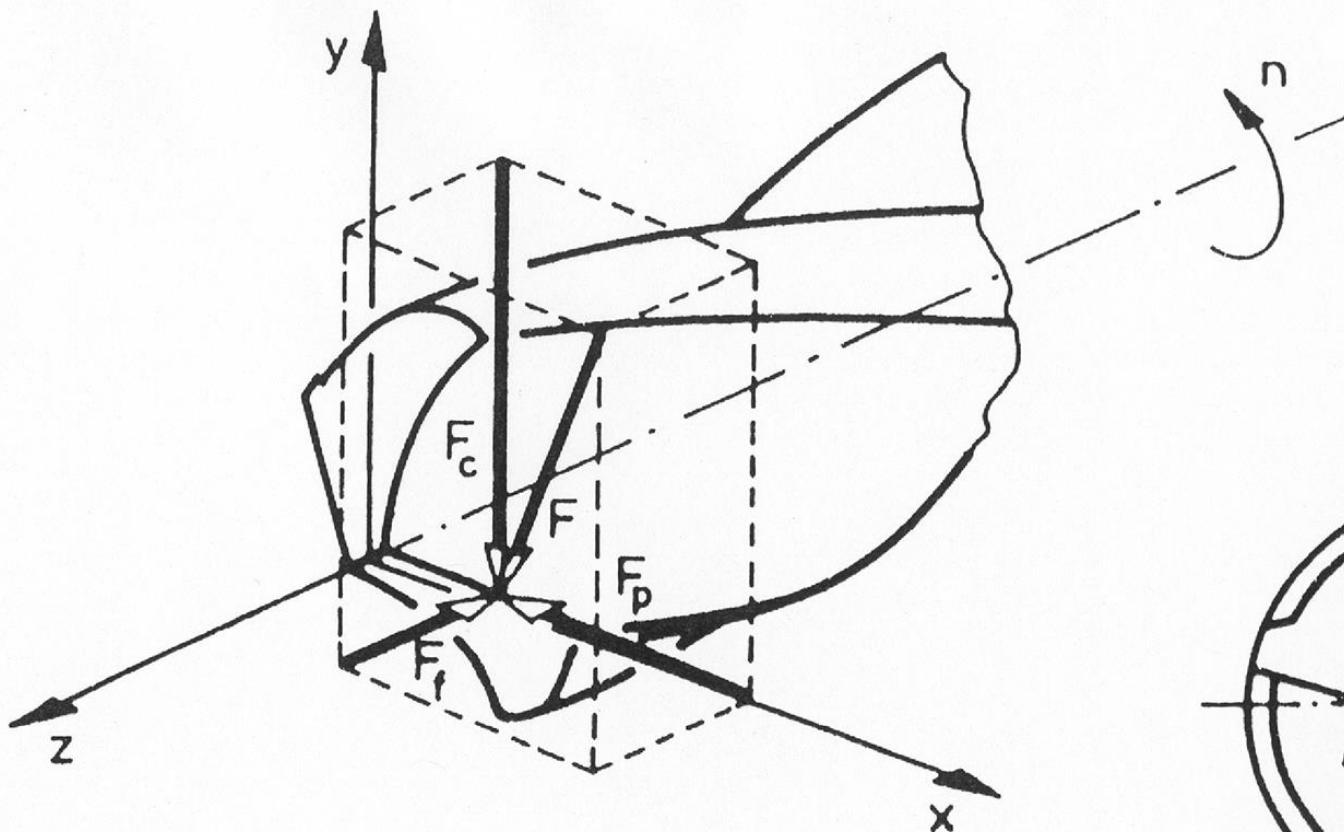
## Kapitel 5.1.3.3 Zerspankräfte





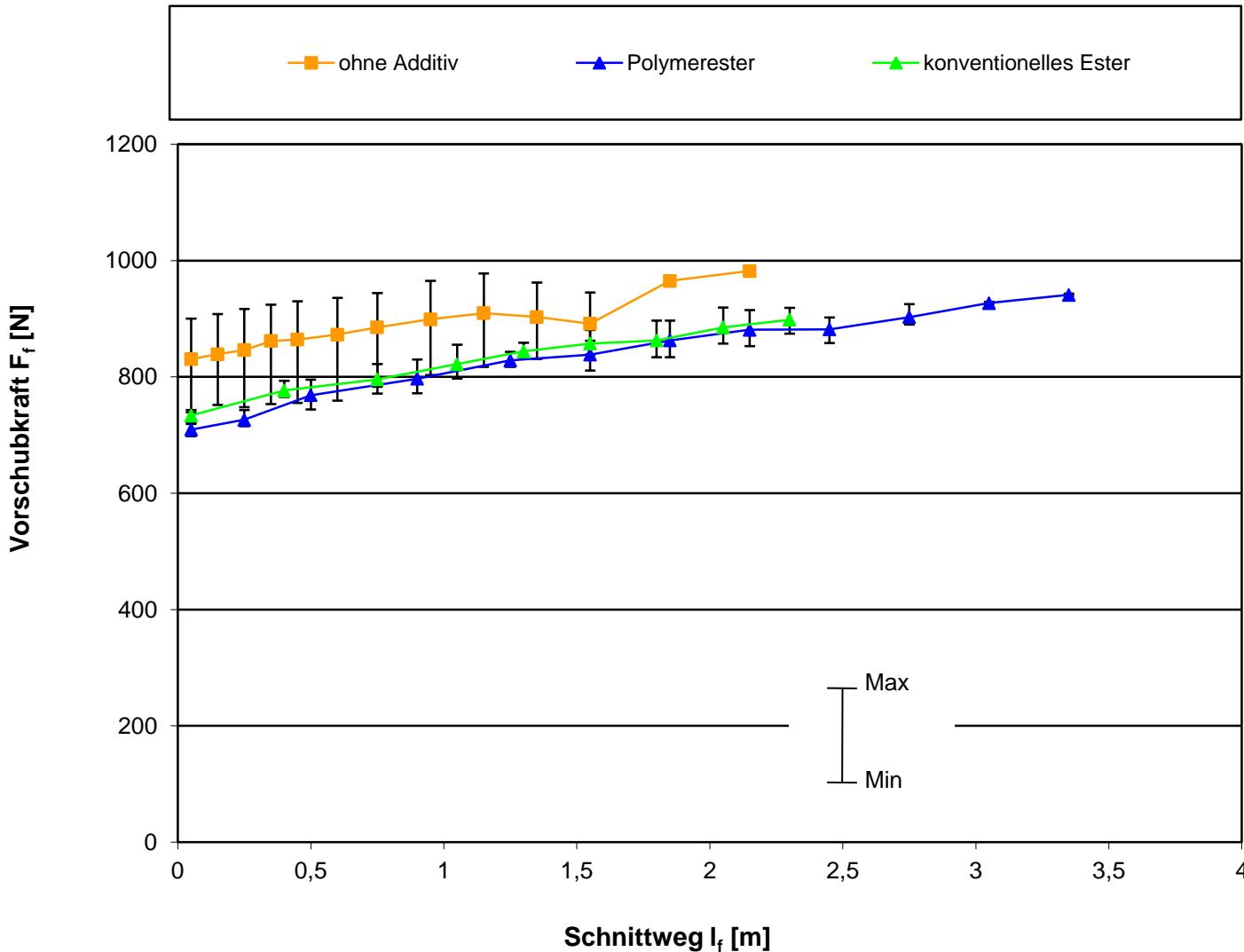
Die 0305c





Br 1020b



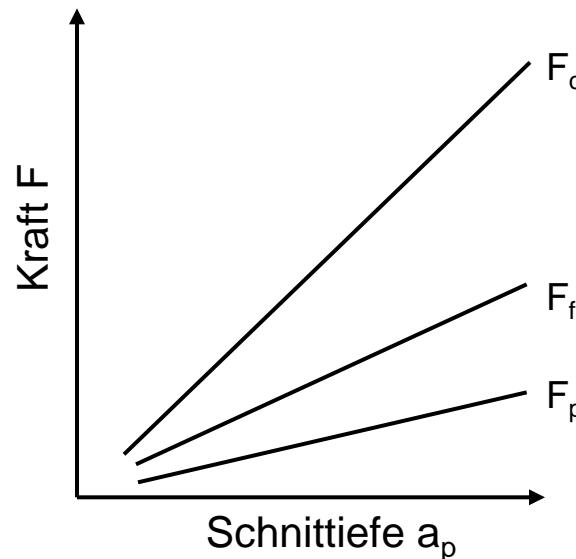
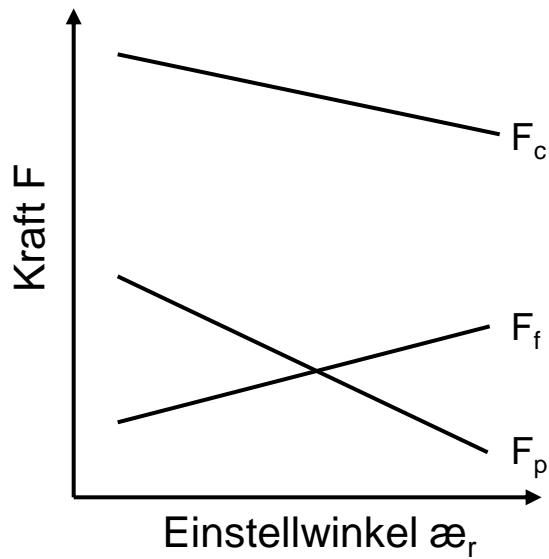
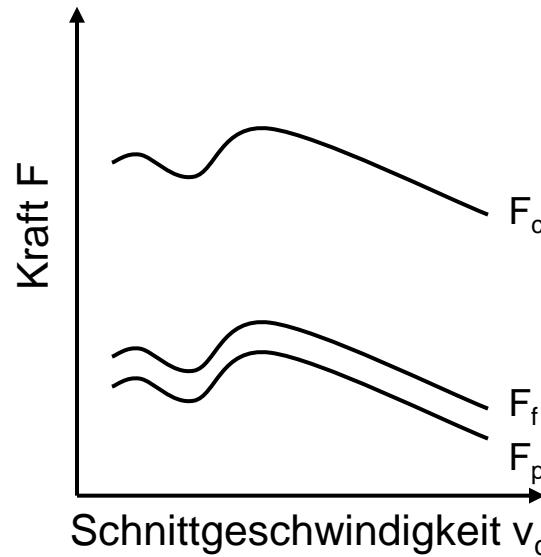
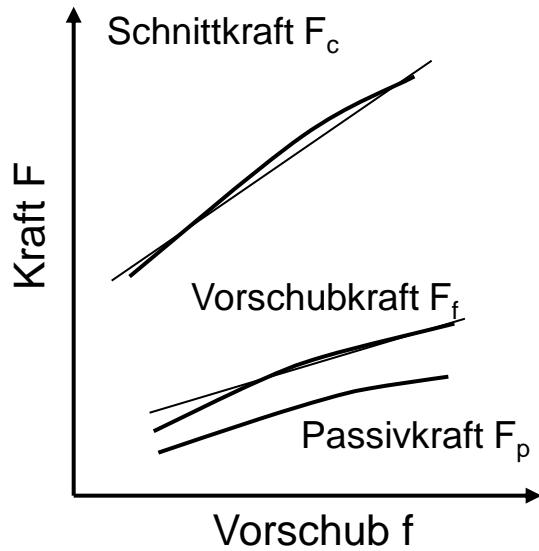


Werkstück:  
17CrNiMo6  
Härte: 25 HRC

Werkzeug:  
DIN 338 HC/TiN  
 $d = 6,8 \text{ mm}$

Schnittbedingungen  
Bohren  
 $n = 1170 \text{ min}^{-1}$   
 $f = 0,16 \text{ mm}$   
 $v_c = 25 \text{ m/min}$   
 $l = 50 \text{ mm}$





Die 0306



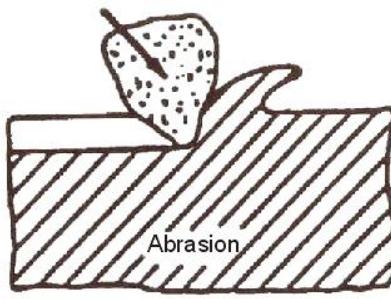
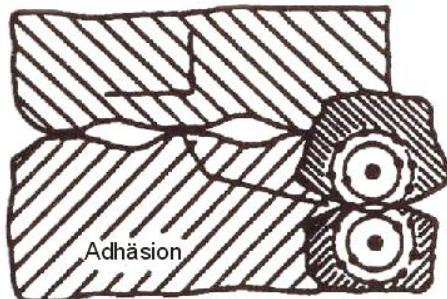
# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

## Kapitel 5.1.3.4 Werkzeugverschleiß



“Verschleiß ist der fortschreitende Materialverlust aus der Oberfläche eines festen Körpers, hervorgerufen durch mechanische Ursachen, d.h. Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers” (DIN 50 320)

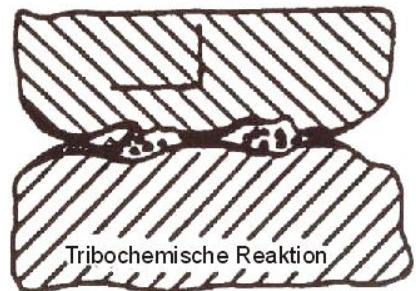


- Adhäsion

- Abrasion

- Tribochemische Reaktion

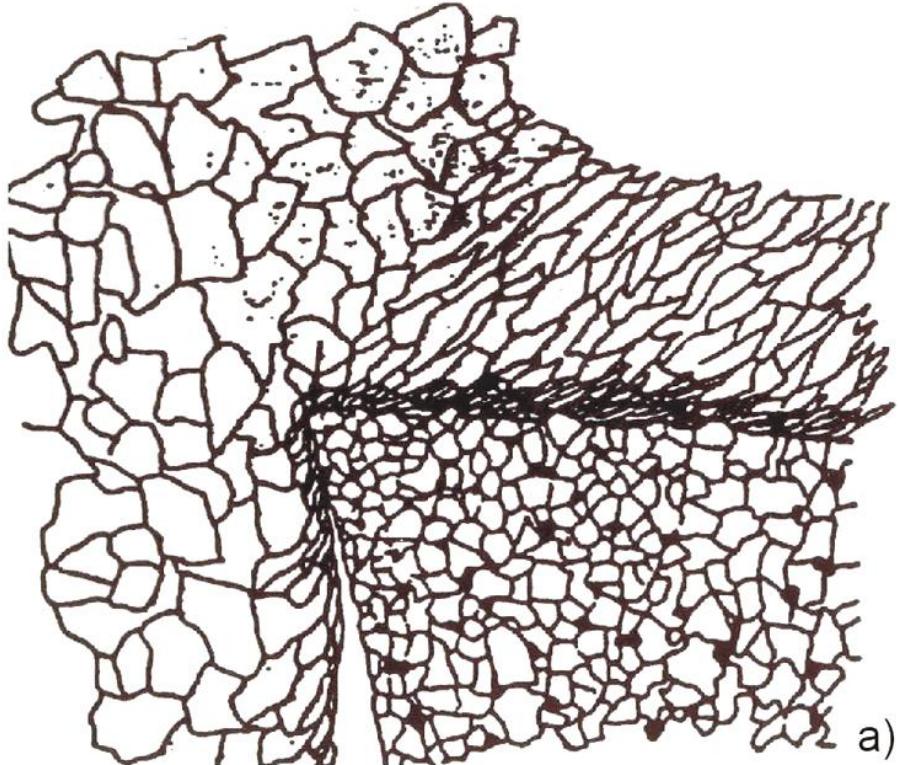
- Oberflächenzerrüttung



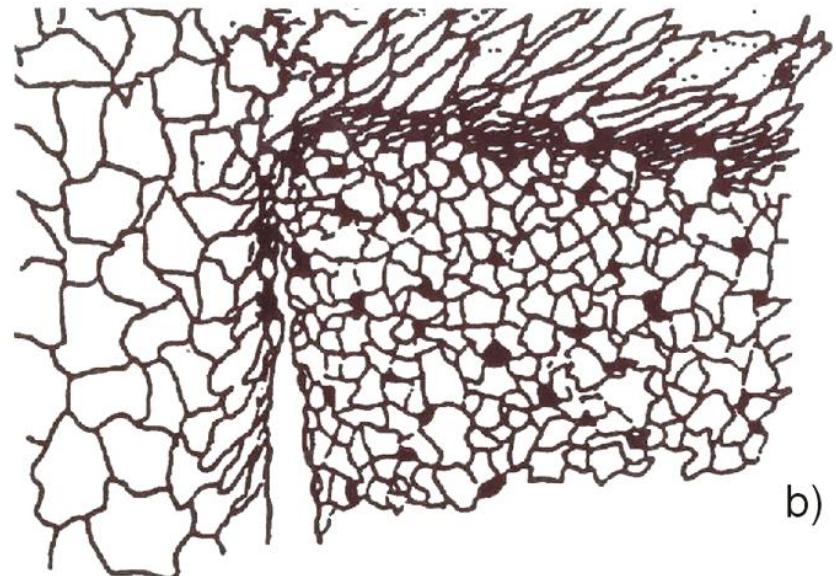
Quelle: H. Grewe, „Reibung und Verschleiß“, 1992, S.11

Or 007

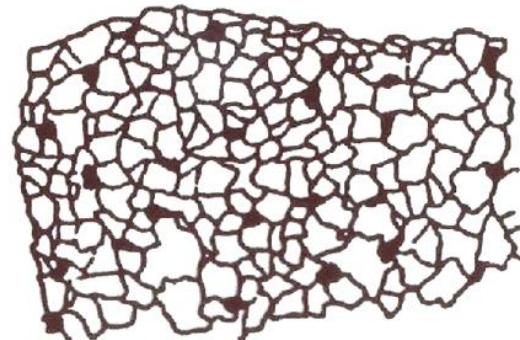




a)



b)



c)

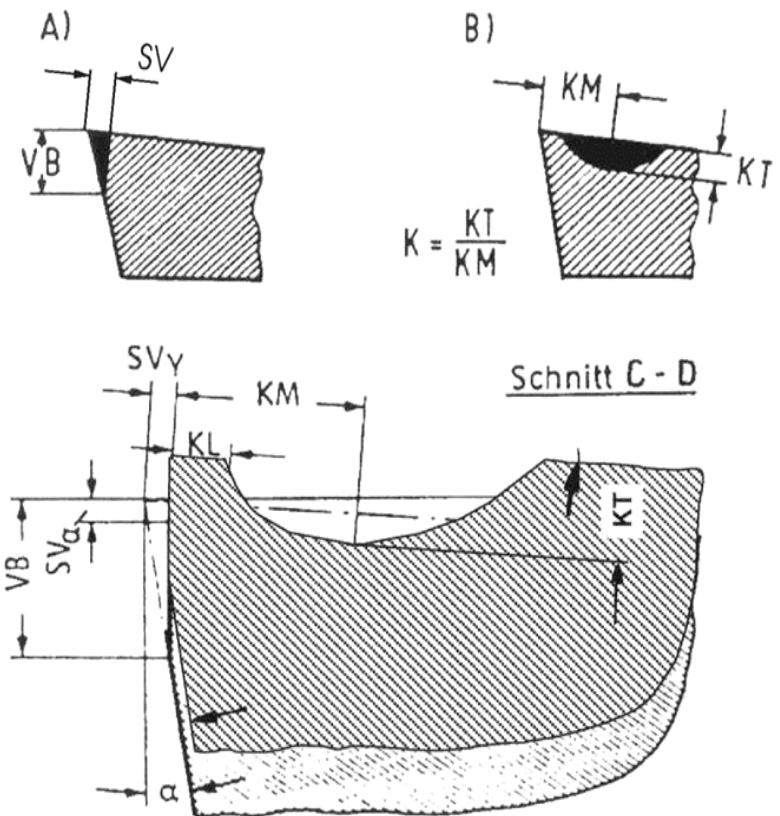
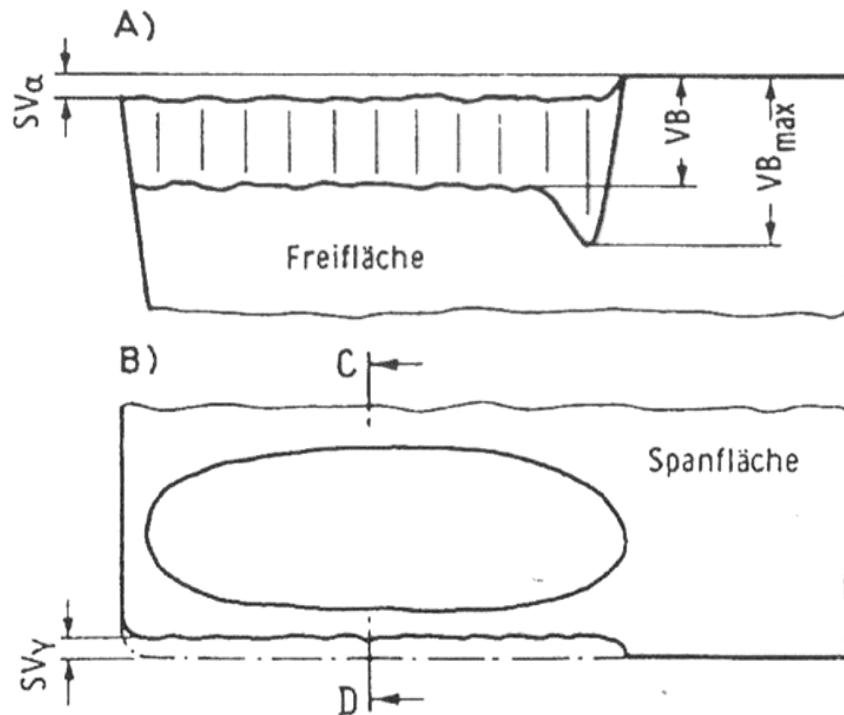
Quelle: Vieregge



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Br 0879

Werkzeugverschleiß durch Abrieb (schematisch)



$\alpha$  Freiwinkel,  $\gamma$  Spanwinkel,  $SV_\alpha$  Schneidenversatz in Richtung Spanfläche,  $SV_\gamma$  Schneidenversatz in Richtung Freifläche, KL Kolklippenbreite, KM Kolkmittenabstand, KT Kolktiefe, VB Verschleißmarkenbreite

Quelle: Spur



# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

**Kapitel 5.1.4 Werkzeuge**

**5.1.4.1 Ausführungsformen**





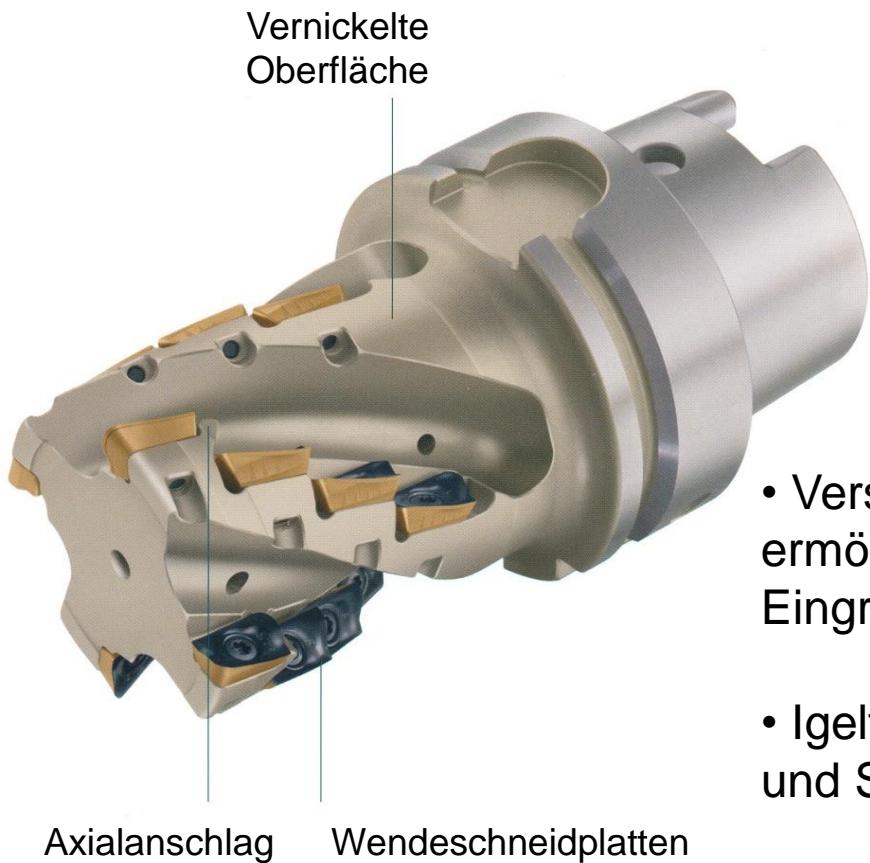
Quelle: Sandvik

WA 0449



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Drehwendeschneidplatten



- Versetzt angebrachte Wendeschneidplatten ermöglichen hohe Laufruhe durch allmählichen Eingriff ins Werkstück
- Igelfräser zum Schruppen und Semi-Schlüchten
- Anwendungsbeispiel: Gehäusebau (Getriebe, Tank)



Quelle: Walter

Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Mut 0044

Igelfräser mit Wendeschneidplatten



- Octagonfräser zum Planfräsen
- Hohe Produktivität durch 8 Schneidkanten je Wendeplatte
- Anwendungsgebiet: Planfräsen von Zylinderkopf (Verbrennungsmotor)



Quelle: Walter

Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Mut 0045

Octagonfräser mit Wendeschneidplatten

## Justierschrauben für axiale Konzentrität



- Scheibenfräser zum Fräsen von Nuten
- Anwendungsbeispiel: Generatoren  
(Wicklungs- und Luftnuten)

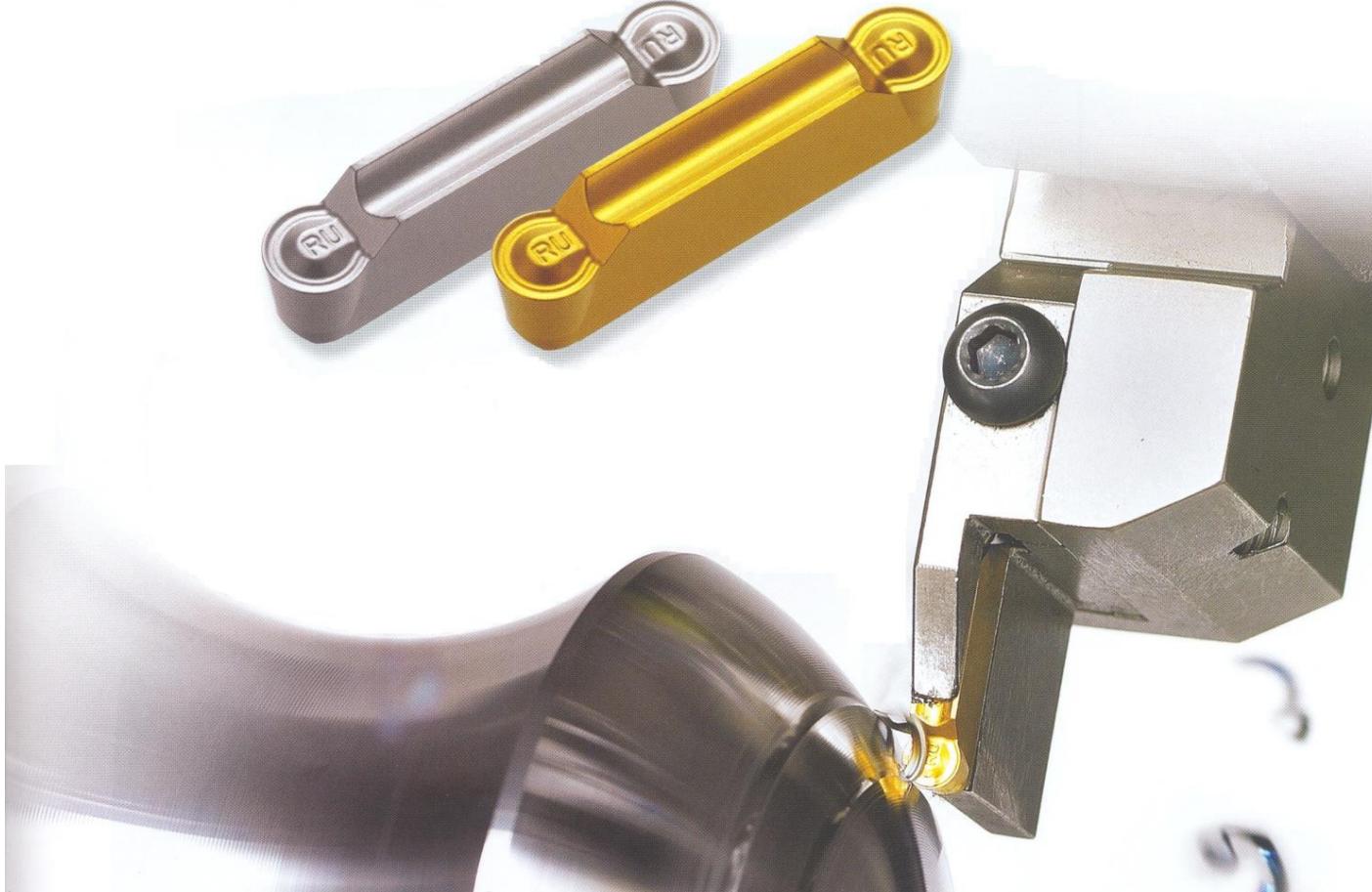
Quelle: Walter



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Mut 0046

Scheibenfräser mit Wendeschneidplatten



Quelle: Ingersoll



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Mut 0047

Wendeschneidplatten zum Stech- und Formdrehen

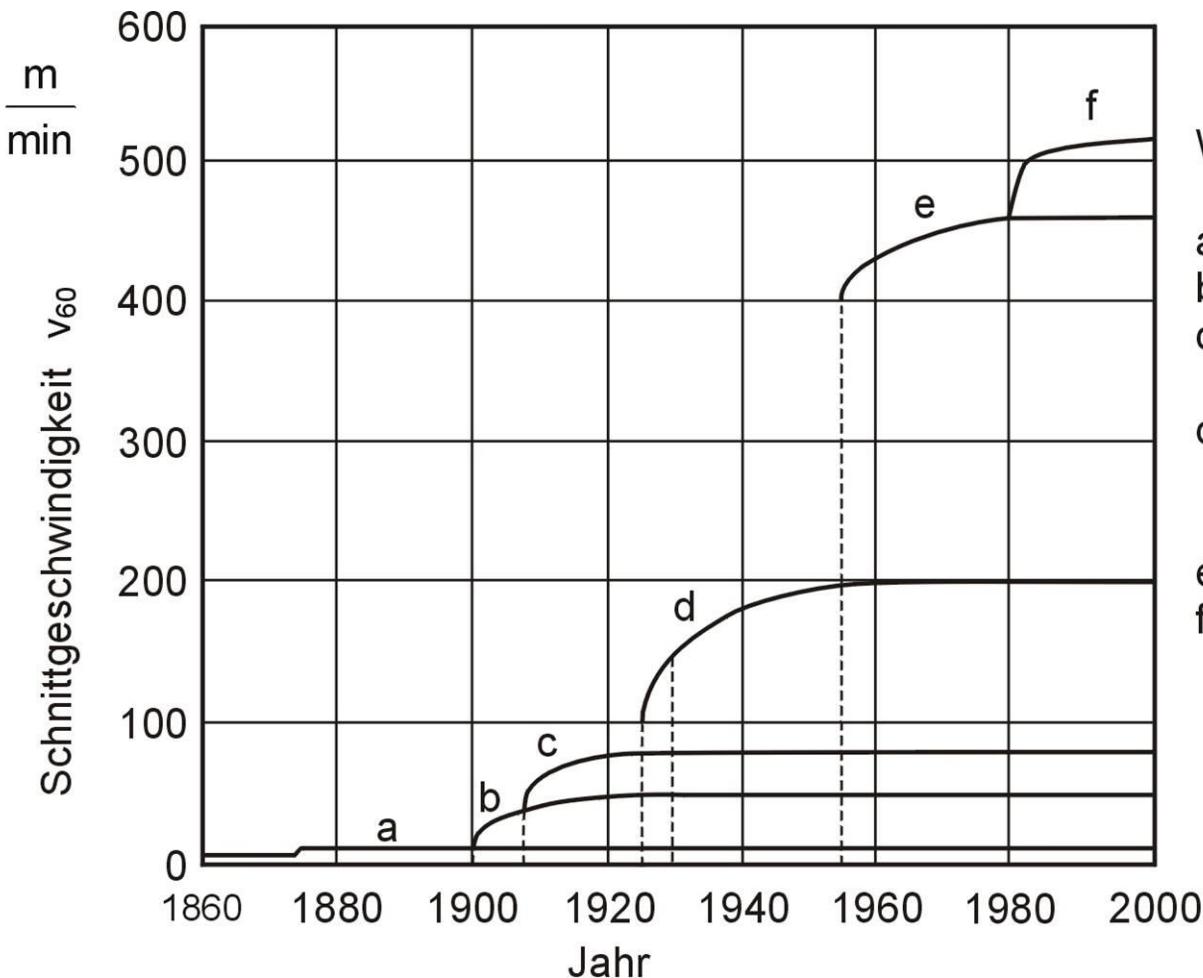
# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

**Kapitel 5.1.4 Werkzeuge**

**5.1.4.2 Schneidstoffe**





Weiterentwicklung der Schneidstoffe:

- a Werkzeugstahl (1875 Mushet)
- b Schnellarbeitsstahl (1900 Taylor)
- c gegossenes Hartmetall (Stellite) (1907 Haynes)
- d Sinterhartmetall (1925 Wolfram-Karbide, 1930 Wolfram-Titan-Karbide)
- e Schneidkeramik (1955)
- f CBN

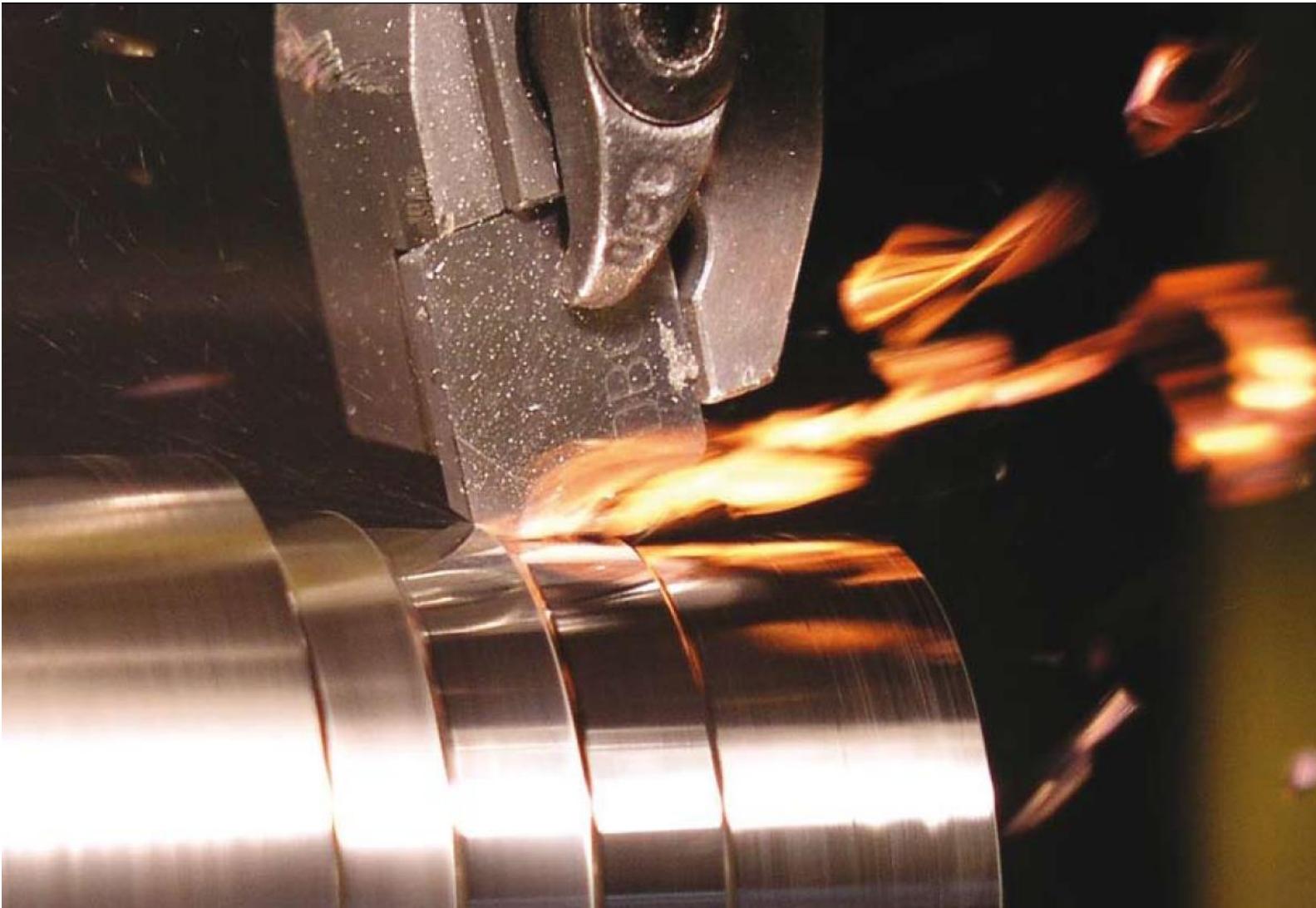
Quelle: Spur



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Br 0726

Steigerung der Schnittgeschwindigkeiten beim Drehen



Quelle: FUTUR 2/2008, Fraunhofer IPK

Schoe 0059



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Wärmeabfuhr durch Späne beim Drehen

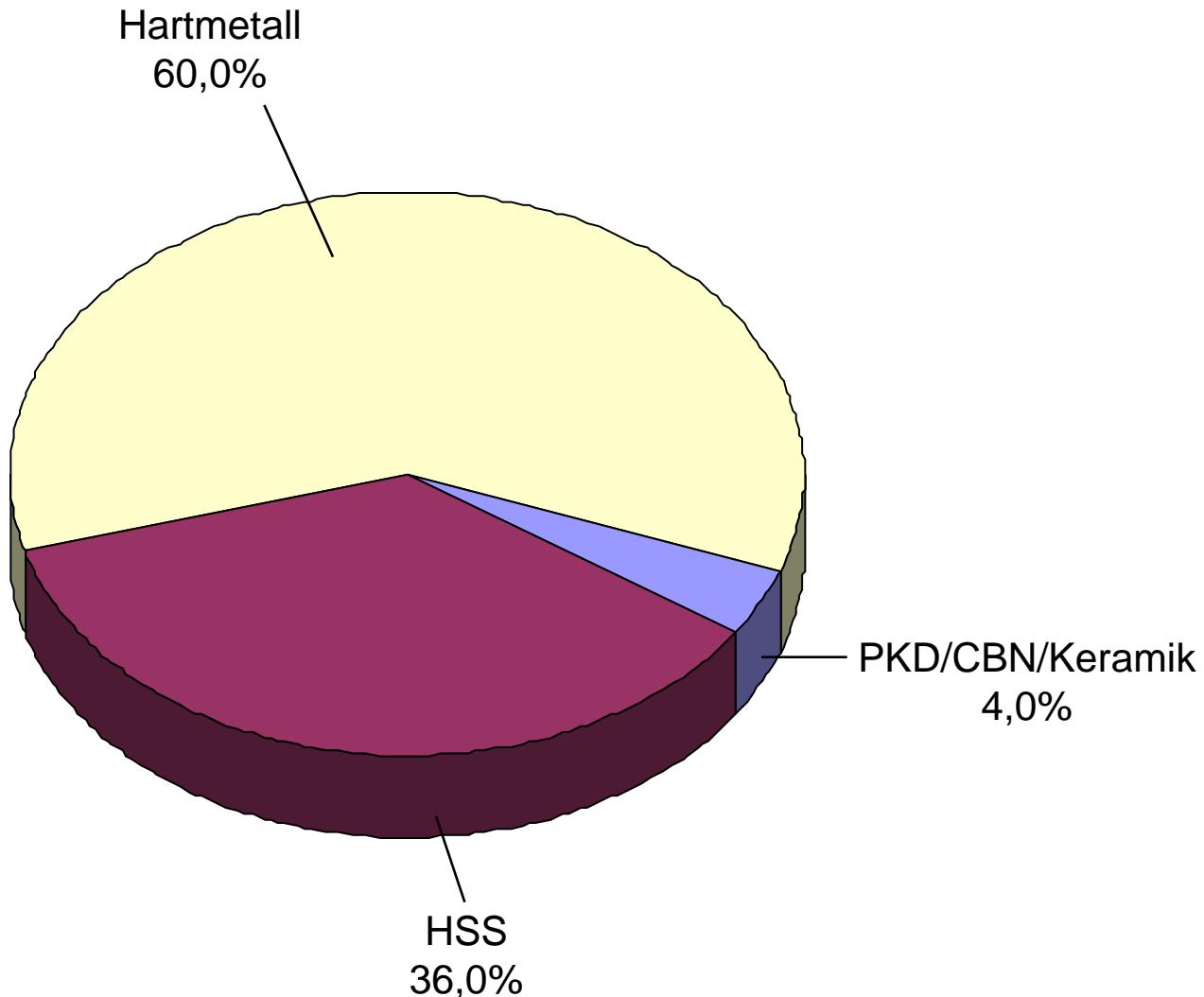
Stahlgruppe	Kurzname W - Mo - V - Co	Zur Bearbeitung von Stahl			
		bei mittlerer Beanspruchung < 850 N/mm <sup>2</sup>		bei höchster Beanspruchung > 850 N/mm <sup>2</sup>	
Schruppen	Schlichten				
18% W	HS 18 - 0 - 1	+	-	-	-
	HS 18 - 1 - 2 - 5	-	-	+	-
12% W	HS 12 - 1 - 4 - 5	-	-	( + )	+
	HS 10 - 4 - 3 - 10	-	-	( + )	+
6% W + 5% Mo	HS 6 - 5 - 2	-	+	-	-
	HS 6 - 5 - 3	-	-	( + )	+
	HS 6 - 5 - 2 - 5	-	-	+	-
2% W + 9% Mo	HS 2 - 9 - 1	+	-	-	-
	HS 2 - 9 - 2	-	+	-	-
	HS 2 - 10 - 1 - 8	-	-	+	-

+ = gut geeignet - = nicht geeignet ( + ) = eingeschränkt geeignet

Quelle: König

Br 0910





Quelle: WIDIA

WA 0456

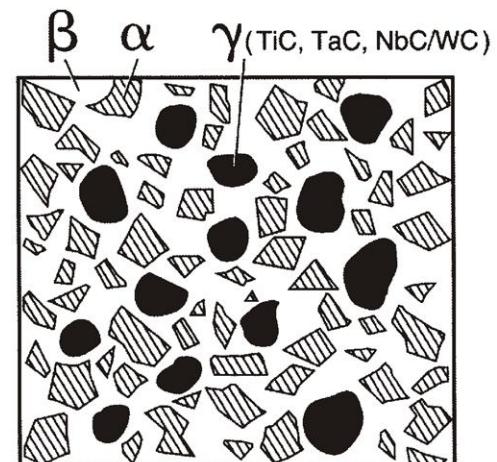
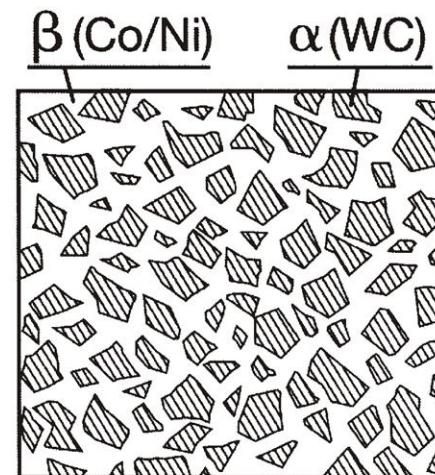
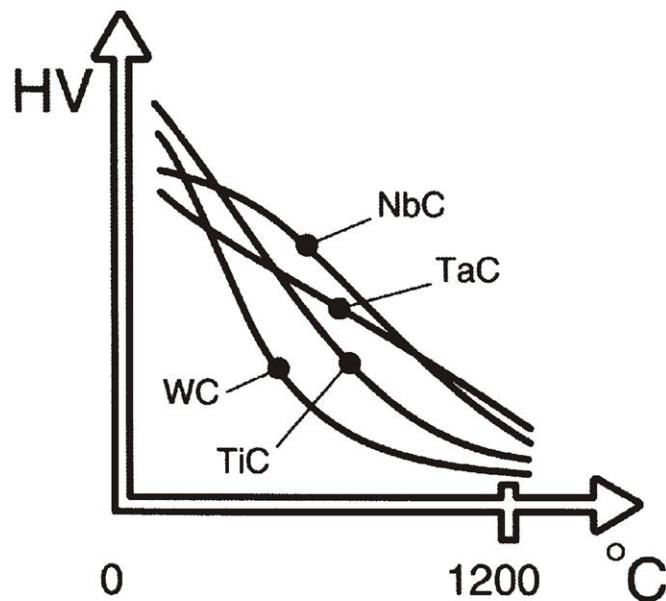


Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Markt für Zerspanwerkzeuge (1995)

HV (20°C)

$\alpha$	WC	2000
$\gamma$	TiC	3000
	TaC	1700
	NbC	2000



Quelle: Sandvik



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

WA 0444

Hartmetalle

# Fertigungstechnik

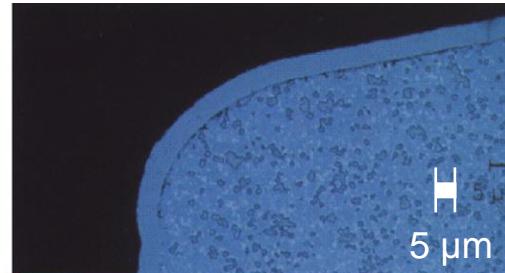
Modul Produktionstechnik

**Kapitel 5.1.4 Werkzeuge**

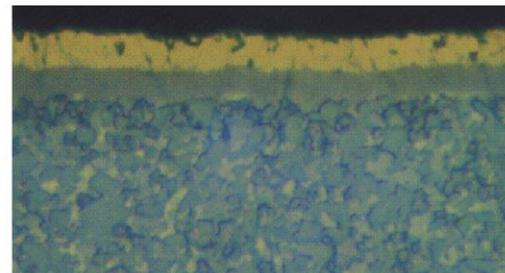
**5.1.4.3 Beschichtungen**



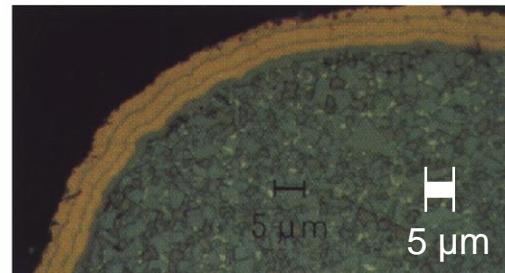
## **Einzelbeschichtungen**



## **Doppelbeschichtung**



## **Mehrfachbeschichtung**



Quelle: Sandvik



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

WA 0448

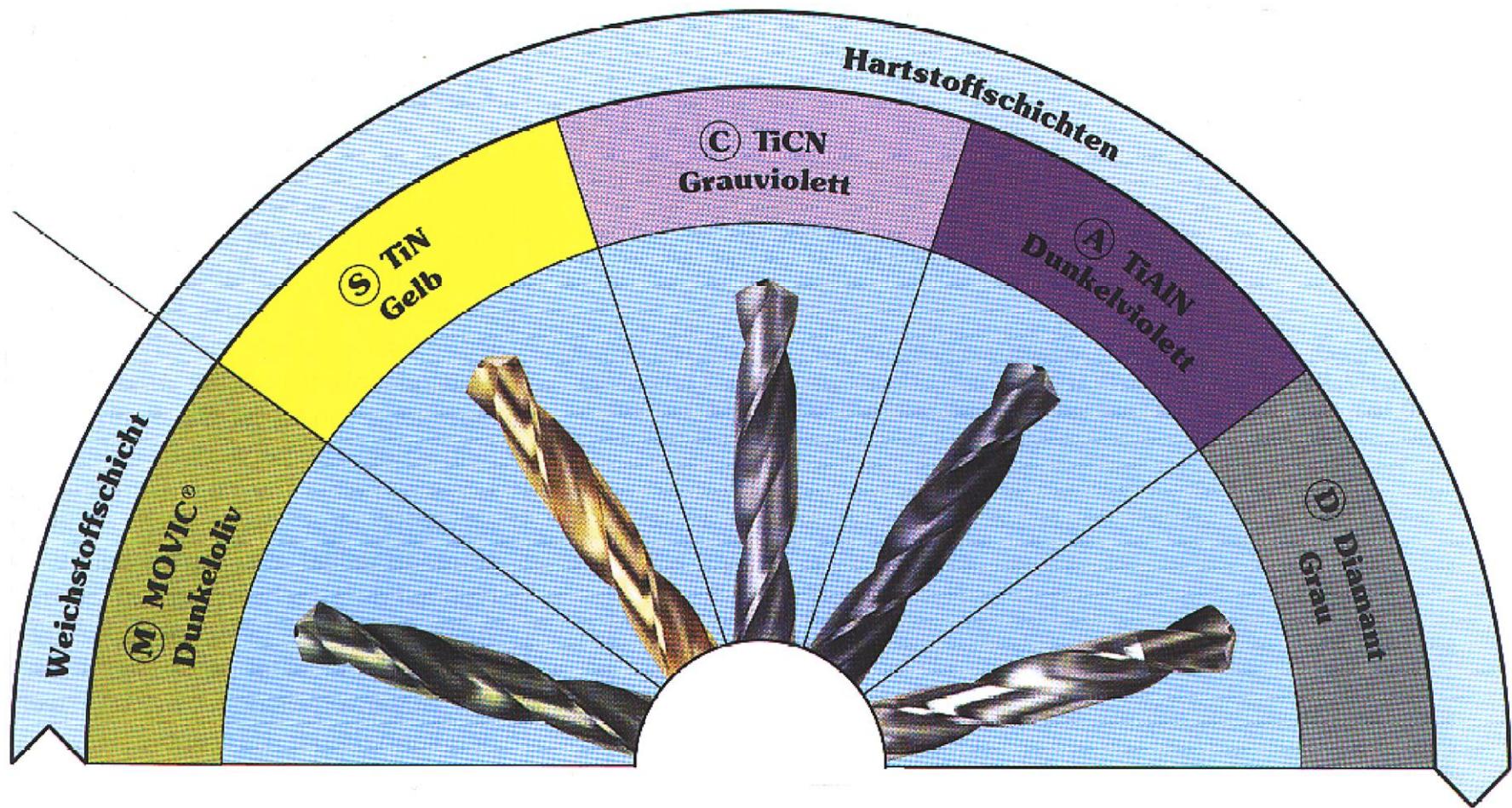
Beschichtungen von Hartmetallen

Merkmal	TiN	TiAlN	TiCN	Diamant	MOVIC
<b>Prozess</b>	PVD	PVD	PVD	CVD	PVD
<b>Substrat</b>	Schnellstähle, Hartmetalle	Schnellstähle, Hartmetalle	Schnellstähle, Hartmetalle	HM mit < 6% Co	Cermet, HM, Schnellstähle
<b>Farbe</b>	gold	schwarzviolett	grauviolett	grau	dunkeloliv
<b>Dicke [µm]</b>	1,5 - 3	1,5 - 3	4 - 8	3 - 10	0,2 - 0,5
<b>Härte [HV 0,05]</b>	2200	3300	3000	10.000	20 - 50
<b>Reibungskoeffi- zient gegen Stahl</b>	0,4	0,3	0,25	keine Bearbeitung möglich	0,05 - 0,15
<b>Wärmeübertra- gung [kW/mK]</b>	0,07	0,05	0,1	2	< 0,1
<b>Max. Anwen- dungstem- peratur [°C]</b>	< 600	< 800	< 450	< 600	< 800
<b>Bevorzugt bearbeitbare Werkstoffe</b>	universell	Guss, GGG, AISI	Stahl	Graphit, Al, AISI- Legierungen	Al, AISI- Legierungen, Stahl
<b>typische Zerspanungsart</b>	alles	Drehen, Bohren	Fräsen, Bohren, Gewinde- schneiden	Drehen, Bohren	Bohren, Gewinde- schneiden, Reiben, Fräsen
<b>Besonderheit</b>	kostengünstig	Trockenbear- beitung	schlagfest	im Entwicklungs- stadium	verhindert Aufbauschneiden

Quelle: Gühring

WA 0357





Quelle: Gühring

WA 0354



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

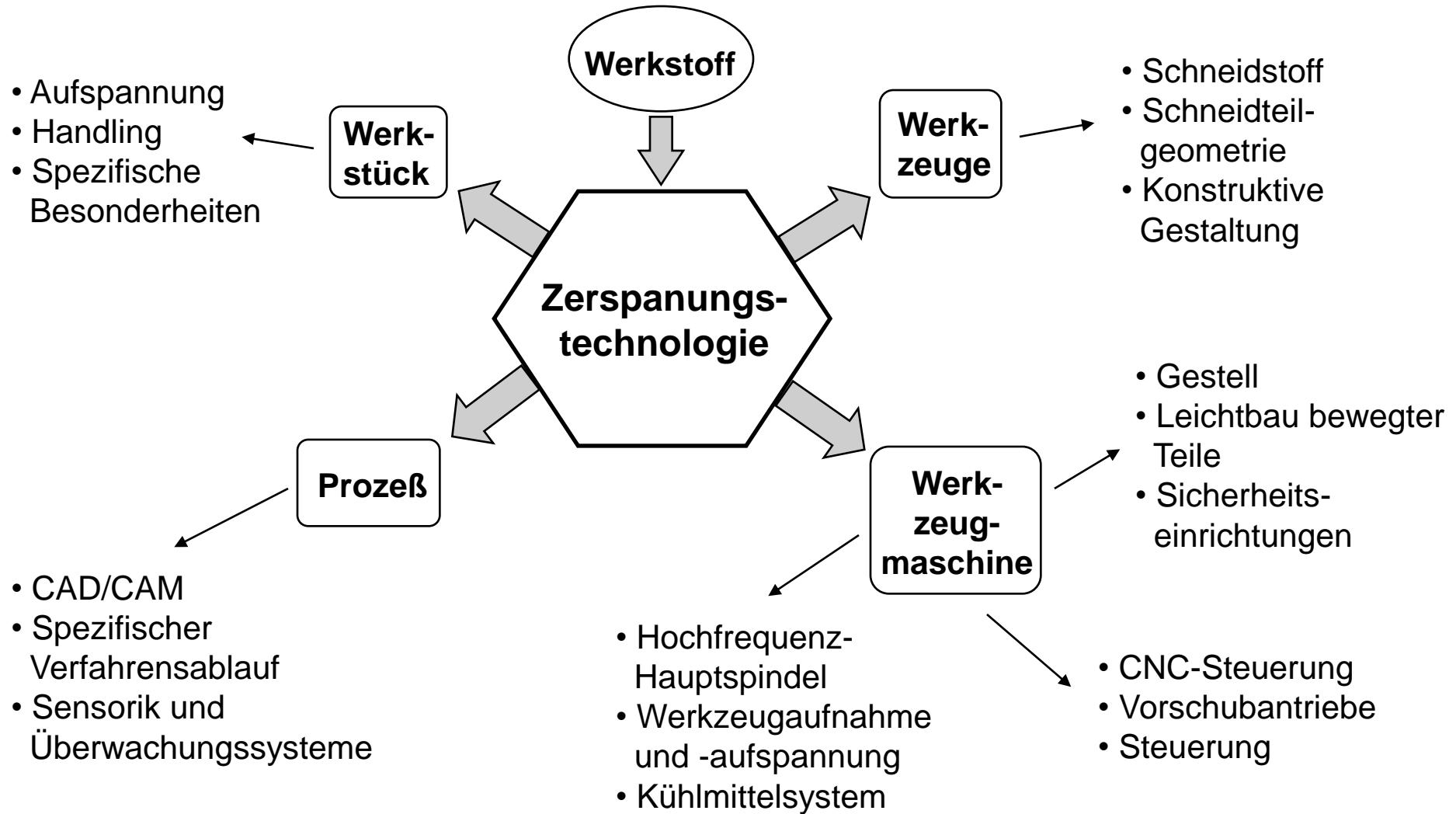
Schichten für Werkzeuge zum Bohren

# Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

## Kapitel 5.1.5 Werkzeugmaschinen





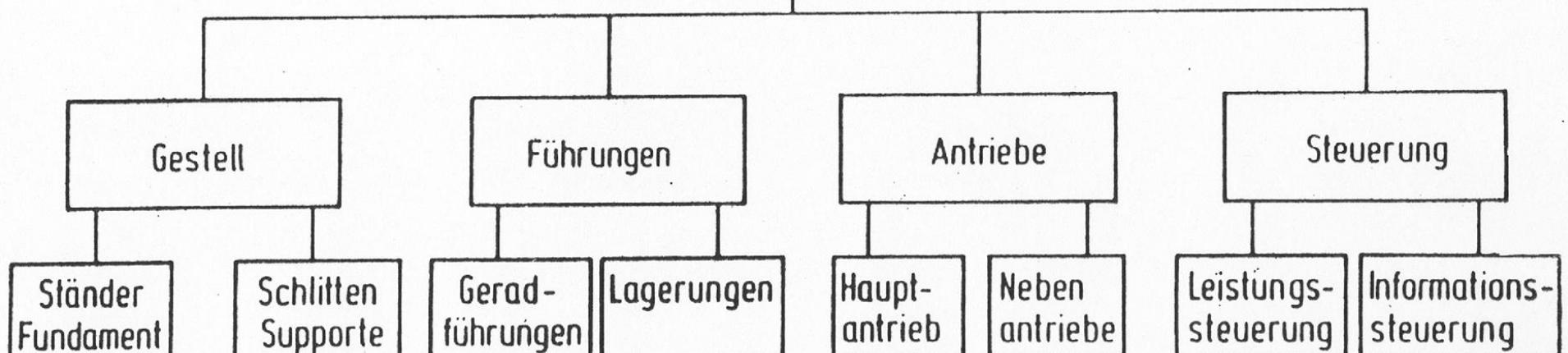
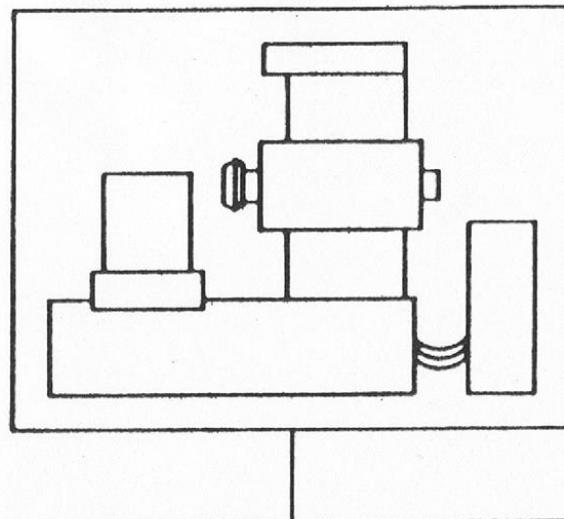
Quelle: Schulz



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Die 0094

Ganzheitliche Betrachtung von Prozess und Maschine



Quelle: Schulz

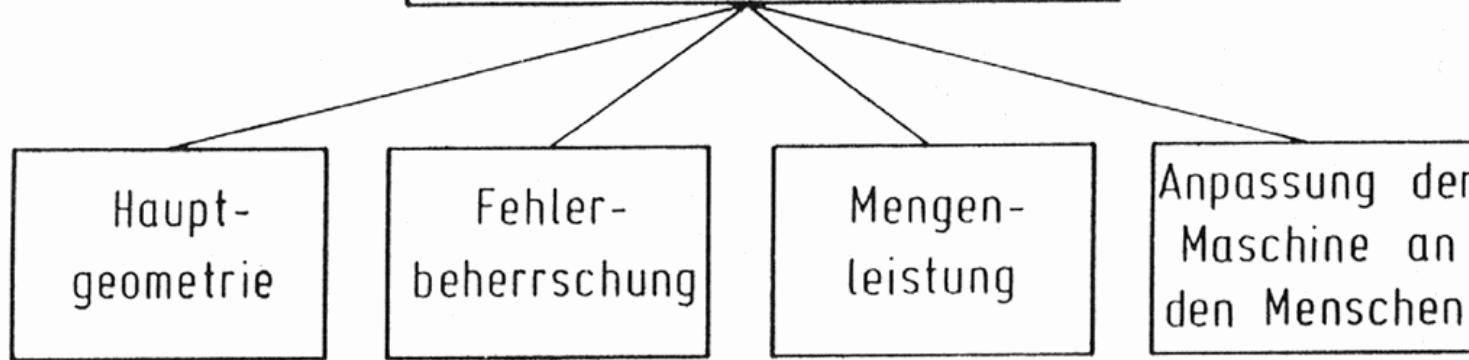
Br 1072



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Elemente einer Werkzeugmaschine

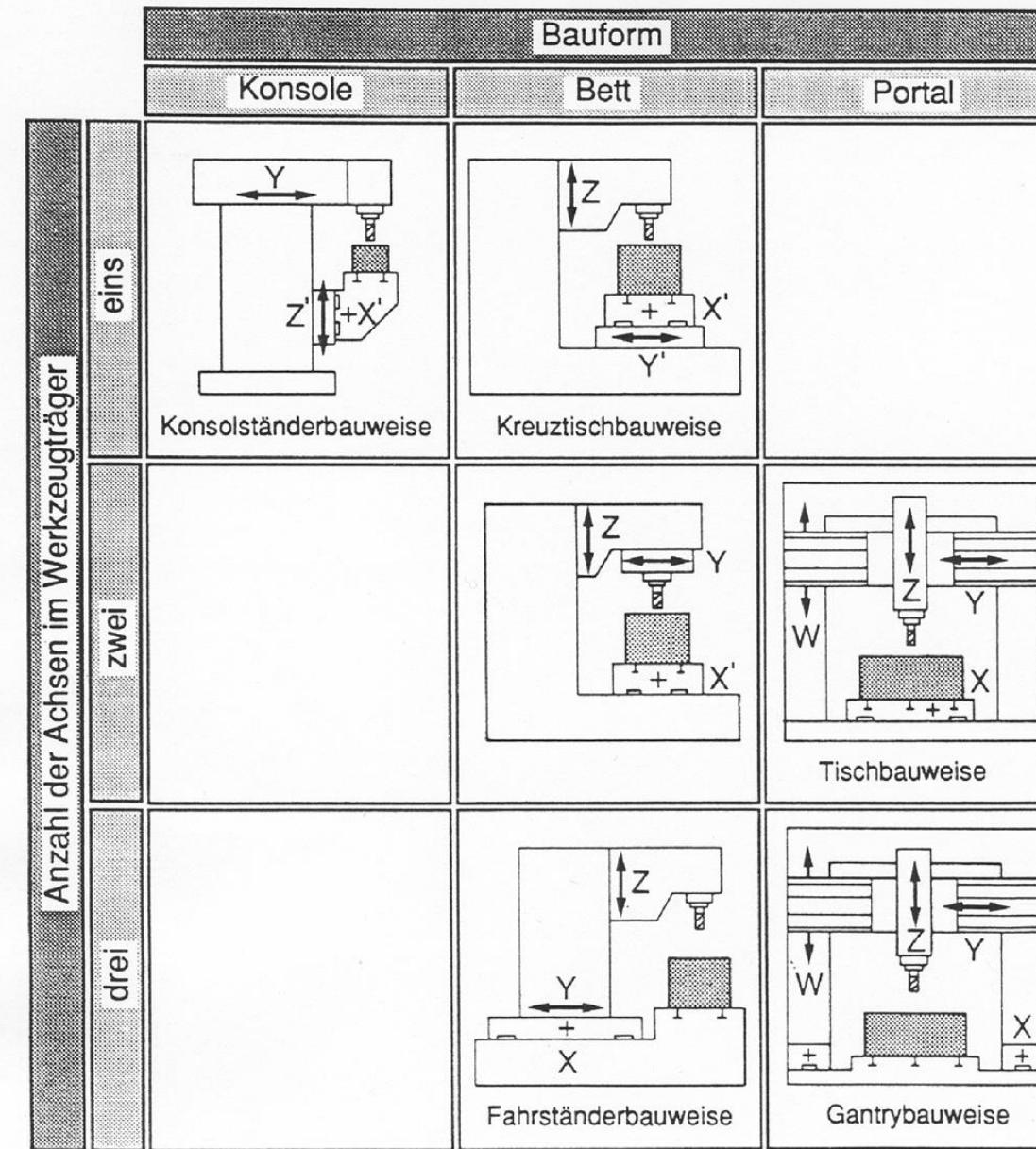
## Anforderungen an Spanende Werkzeugmaschinen



Quelle: IFW

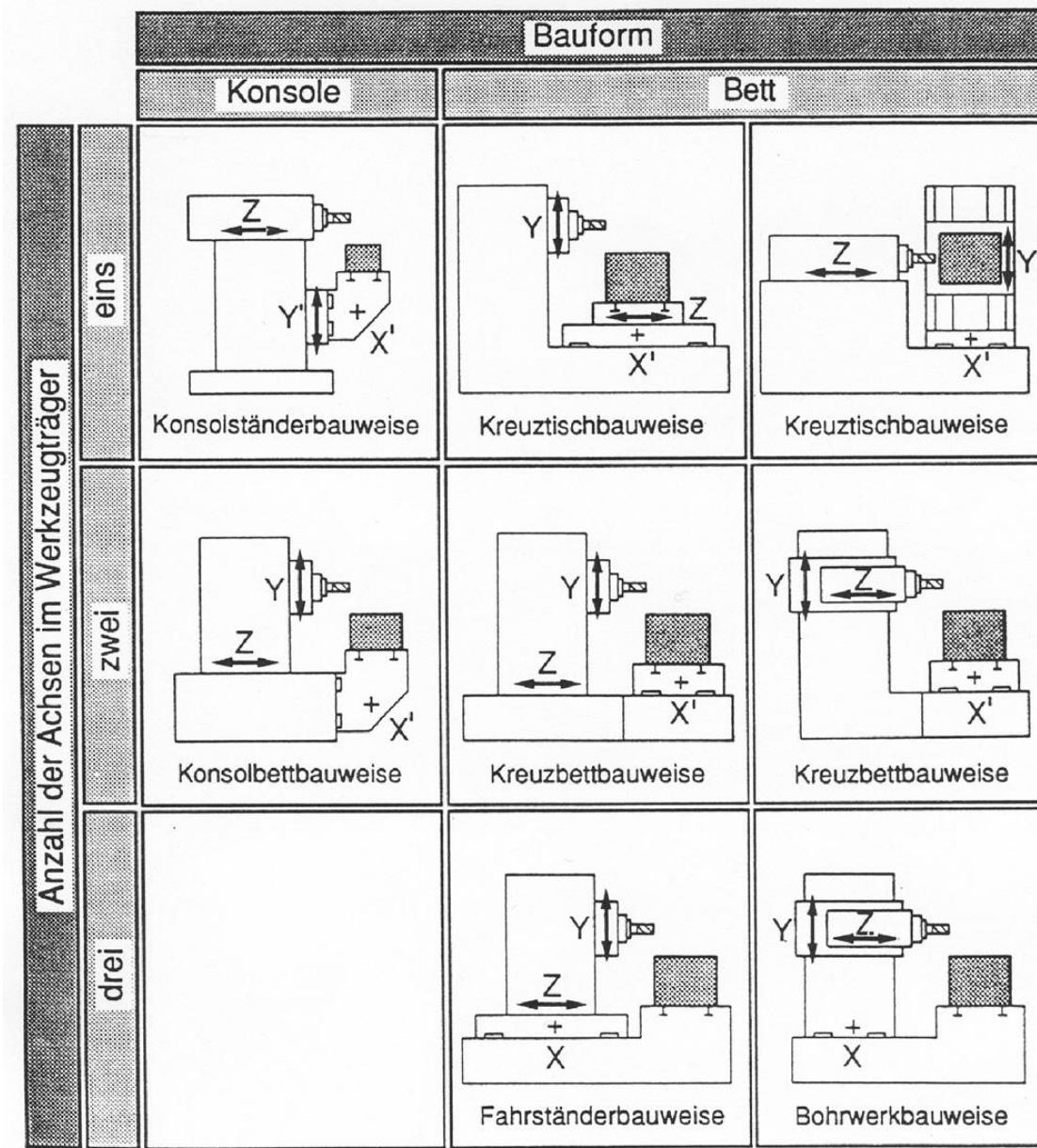
Br 1036





Quelle: Weck





Quelle: Weck





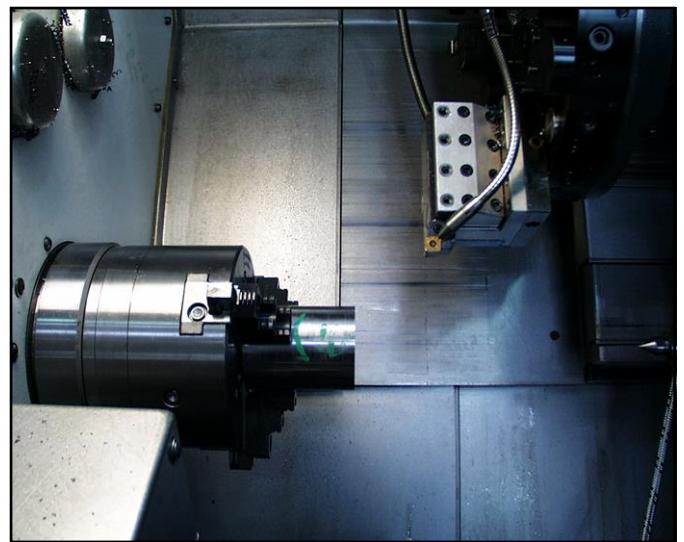
Verfahrweg X-Y-Z: 630(875)-500-500 mm  
Leistung (40%ED): 11 kW  
Drehmoment: 390 Nm  
Drehzahl: 20 - 7000 U/min  
Vorschubgeschw.: 15000 mm/min  
Eilvorschub: 15 m/min  
Werkzeugmagazin: 16 Plätze  
Werkzeugaufn.: SK 40  
Steuerung: Heidenhain TNC 426

JA 0412u





- Max. Drehzahl: 6.000 U/min
- Max. Leistung: 11.5 kW
- Äußere MMKS/KSS-Zufuhr
- Schnittkraftmessung



Die 0432u

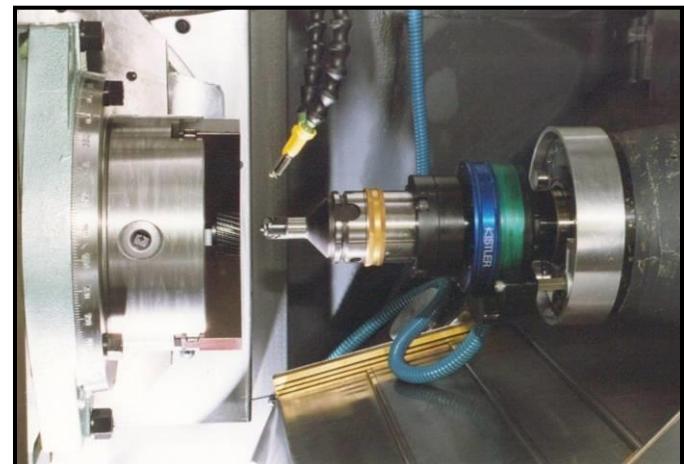


Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

CNC-Drehzentrum Fa. Weiler



- Zuführung der Werkstücke über Paletten
- Werkzeugmagazin
- Innere / äußere KSS-Zufuhr
- max. 18.000 U/min



Die 221u





Quelle: Weck, Schumacher

Die 0104



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Die Hexapod-Maschine zur Realisierung der  
Hochgeschwindigkeitsbearbeitung



Hexapod „MiniHex“, Quelle: TU Dresden



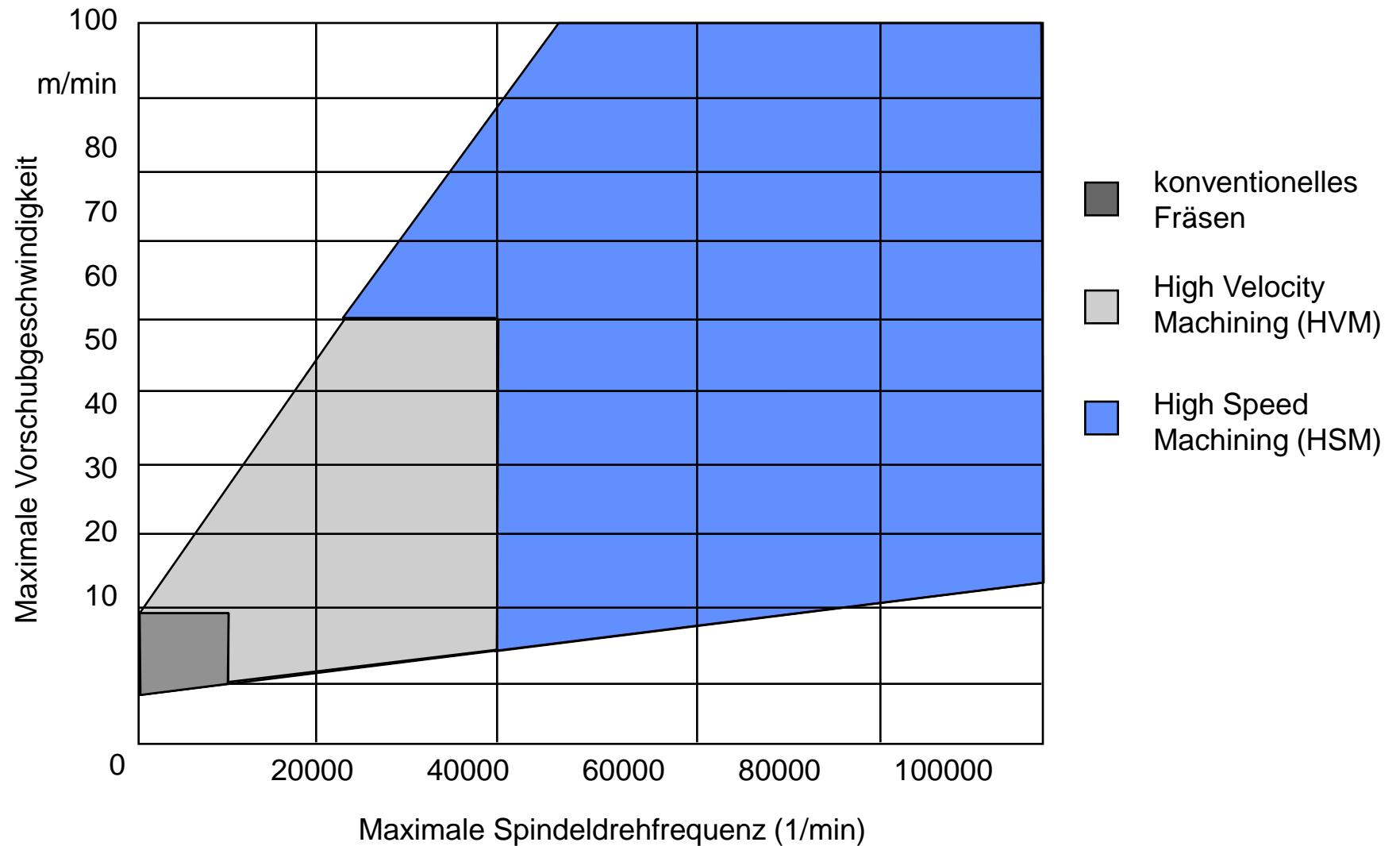
Quelle: Frauenhofer Vision

Lor 0008



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Parallelkinematische Maschinen



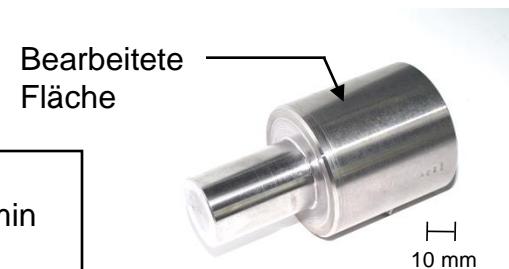
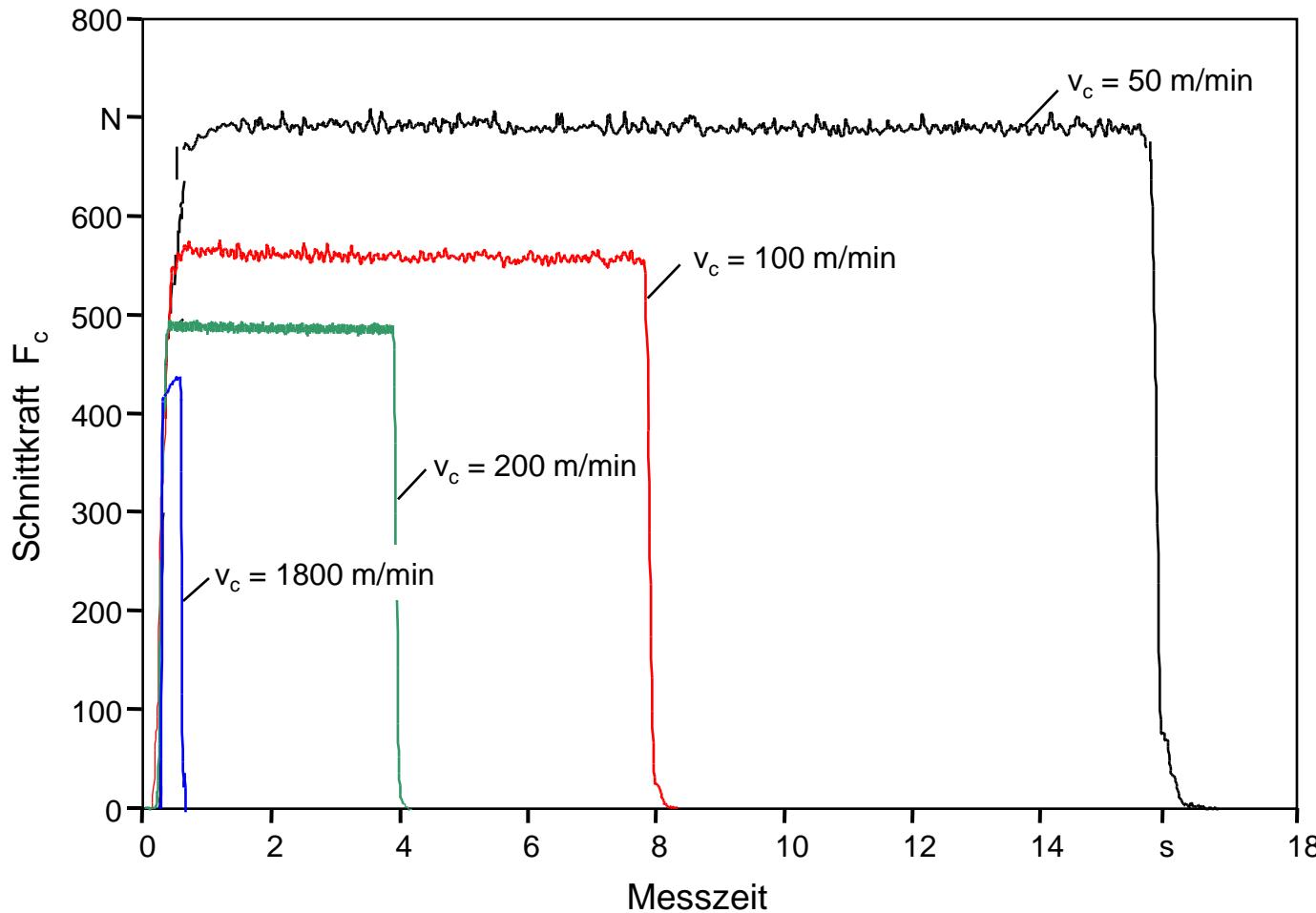
Quelle: Schulz

Die 0100



Universität Bremen  
Fertigungsverfahren  
Prof. E. Brinksmeier

Klassifizierung von Fräsmaschinen



**Verfahren:**  
 $f = 0,2 \text{ mm}$   
 $a_p = 1 \text{ mm}$   
 Bearbeitungslänge: 20 mm  
 Probendurchmesser: 45 mm  
 Kühlung: trocken

**Werkstück:**  
 C15  
 Härte: 105 HV10

**Werkzeug:**  
 Schneidstoff: CM  
 Geometrie: PCLNL1616H12

**Schneidengeometrie:**  
 Einstellwinkel  $\chi = 95^\circ$   
 Spanwinkel  $\gamma = 3^\circ$   
 Freiwinkel  $\alpha = 7^\circ$   
 Neigungswinkel  $\lambda = -7^\circ$   
 Eckenradius  $r_e = 0,8 \text{ mm}$

