

**BOHRMEISTER**

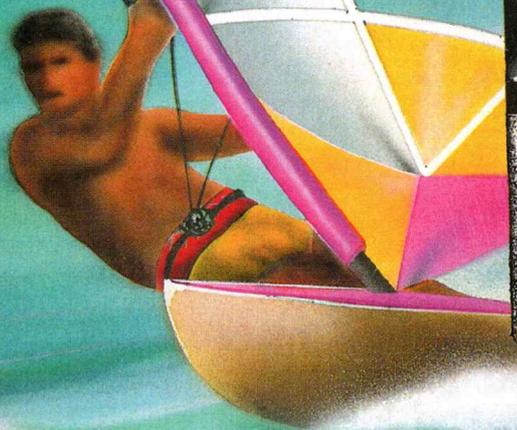
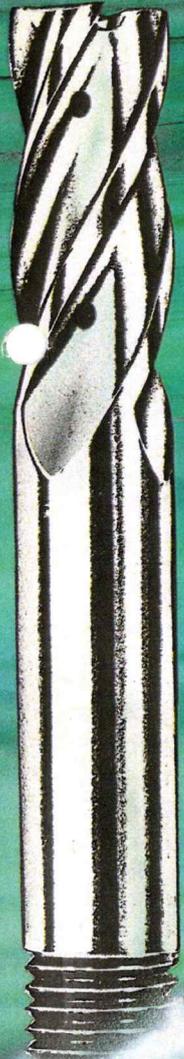
# **GÜHRING**

Infos über Bohren · Gewindeschneiden  
Reiben · Senken · Fräsen · Drehen

**38**

26. Jahrgang  
Ausgabe 38/93

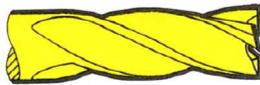
**Frischer  
Wind beim  
Fräsen?**



# Frischer Wind beim Fräsen?

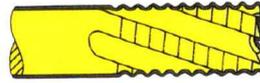


*Von wegen frischer Wind. Wesentlich angebrachter wäre das Adjektiv „kräftig“. Denn in der Fräserwelt hat sich viel getan, wurden Fortschritte erzielt, die nicht zu kennen sich kein Anwender erlauben darf. Fertigungskosten senken heißt die Devise heute mehr denn je. Auf den folgenden Seiten informieren wir über Neuentwicklungen, Optimierungen, Versuchsergebnisse und die damit verbundenen Rationalisierungschancen.*



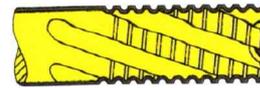
### Typ N

Geeignet zum Schlicht- und Schruppfräsen von Bau-, Einsatz- und Vergütungsstählen bis 1000 N/mm<sup>2</sup> Festigkeit sowie für kurzspanende NE-Metalle.



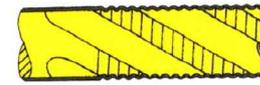
### Typ NR

Geeignet zum Schruppfräsen von Werkstoffen mit normaler Festigkeit. Kurze Späne und gute Spanabfuhr. Oberfläche erfordert immer Nachbearbeitung.



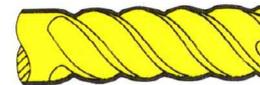
### Typ NF

Geeignet zum Schruppfräsen von Werkstoffen mit normaler Festigkeit. Kurze Späne und gute Spanabfuhr. Oberfläche erfordert in der Regel weitere Nachbearbeitung.



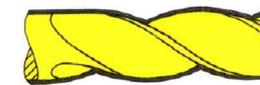
### Typ NRf

Geeignet zum Schruppfräsen von Werkstoffen mit höherer Festigkeit. Kurze Späne und gute Spanabfuhr. Größere Vorschübe als bei Typ NR möglich. Oberfläche erfordert in vielen Fällen keine weitere Nachbearbeitung.



### Typ H

Geeignet zum Schlichtfräsen von Werkstoffen bis 1200 N/mm<sup>2</sup> Festigkeit sowie von Ti und GGG.



### Typ W

Geeignet zum Schlichtfräsen weicher, zäher und langspanender Werkstoffe. Oberfläche erfordert keine weitere Nachbearbeitung.

Bild 2.1: Fräserarten und ihre primären Anwendungsgebiete. Die Kordel-Verzahnung hat sich in den letzten Jahren immer deutlicher für Schrupparbeiten durchgesetzt.

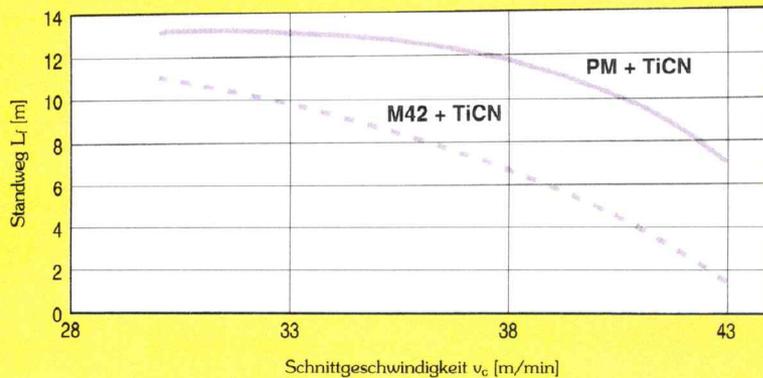


Bild 2.3: Standwegvergleich zwischen beschichteten Schruppfräsern Typ NRf aus M42 und PM HSS-E.  $d = 12$  mm. Werkstück: X5CrNiTi1810.  $a_p = 6$  mm,  $a_e = 4$  mm,  $f_z = 0,032$  mm/Z.  $L_f$ -Kriterium  $VB = > 0,3$  mm. Kühlung mit Öl.

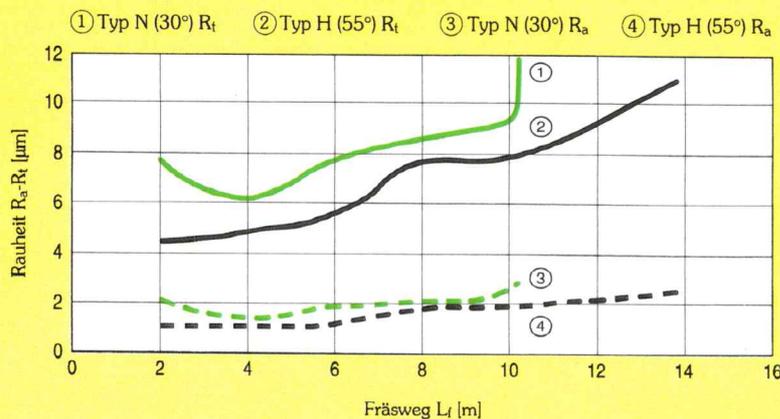


Bild 2.5: Auswirkung eines höheren Steigungswinkels auf Standweg und Oberflächengüte beim Schlichten mit unbeschichteten Fräsern aus Schnellarbeitsstahl,  $d = 12$  mm. Werkstück: 42CrMo4V (1000 N/mm<sup>2</sup>).  $v_c = 28$  m/min,  $a_p = 1,5 \times d$ ,  $a_e = 0,1 \times d$ ,  $f_z = 0,1$  mm/Z.  $L_f$ -Kriterium  $VB = 0,3$  mm. Kühlung mit Emulsion.

# 1. Verbesserungen bei Fräsern aus Schnellarbeitsstahl

## a) Schruppfräser

Im "Wettbewerb" der typischen Verzahnungsarten (Bild 2.1) hat sich in den letzten Jahren die Kordel-Verzahnung (NR) für Schruppbearbeitungen eindeutig durchgesetzt. Insbesondere die jüngst entwickelte feine Kordel-Verzahnung (NRf, Bild 2.2) ermöglicht überdurchschnittliche Zerspanleistungen, wobei eine Oberflächenqualität erreicht wird, die in vielen Fällen die sonst übliche Nacharbeit erübrigt.



Bild 2.2: Typ NRf, Art.-Nr. 3340, Repräsentativ-Werkzeug für Schruppfräser aus PM HSS-E.

Optimiert haben wir hier beim Schneidstoff und bei der Beschichtung. So erlauben Fräser aus pulvermetallurgischem Schnellstahl (PM HSS-E) gegenüber schmelzmetallurgischem Schnellstahl bei gleichbleibendem relativem Vorschub ( $f_z$ ) deutlich höhere Schnittgeschwindigkeiten. Und auch die bessere Zähigkeit des PM-Stahles und die hohe dynamische Belastbarkeit der TiCN-Schicht können jetzt zum Schruppen stärker genutzt werden (Bild 2.3).

## b) Schlichtfräser mit großem Steigungswinkel

Normalerweise haben Universalfräser des Typs N einen Steigungswinkel von 30°. Durch Vergrößerung des Steigungswinkels auf 55° (Bild 2.4) erhielten wir beim Schlichten beachtliche Mehrleistungen sowohl bezüglich Standweg



Bild 2.4: Typ H, Art.-Nr. 3465, Repräsentativ-Werkzeug für Schlichtfräser aus PM HSS-E.

als auch bezüglich der Oberflächengüte (Bild 2.5). Die Begründung sehen wir in der Tatsache, daß die Zähne sanfter, ziehender als bei 30° zum Eingriff kommen und die Schwingungen dadurch gedämpfter verlaufen, die Schwingungskurven sich überlagern.

Optimierungsmöglichkeiten bestehen auch hier bei den Schneidstoffen und Beschichtungen (s. Schruppfräser).

## Vergleich der statischen und dynamischen Schnittkräfte und der max. möglichen Vorschübe

Art.-Nr. 3401 (konv.)

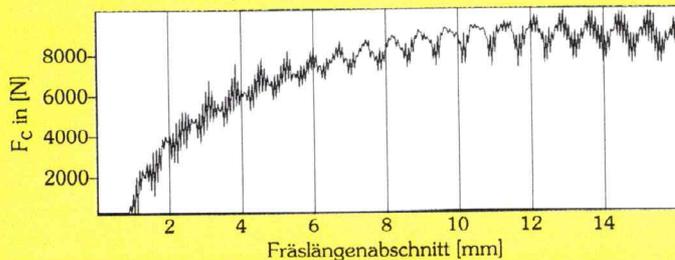
	$F_c$ [N]	$F_f$ [N]	$F_{p \text{ axial}}$ [N]	$f_z \text{ grenz}$ [mm/Z]
$F_{\text{mit}}$	6160	3240	1730	0,13
$dF_{\text{max}}$	695	960	315	

Art.-Nr. 3402 (ungl. Steigung)

	$F_c$ [N]	$F_f$ [N]	$F_{p \text{ axial}}$ [N]	$f_z \text{ grenz}$ [mm/Z]
$F_{\text{mit}}$	8580	7580	1180	0,08
$dF_{\text{max}}$	3000	3830	700	

### Verlauf der Schnittkraft beim Anschnitt

Art.-Nr. 3401 (konv.)



Art.-Nr. 3402 (ungl. Steigung)

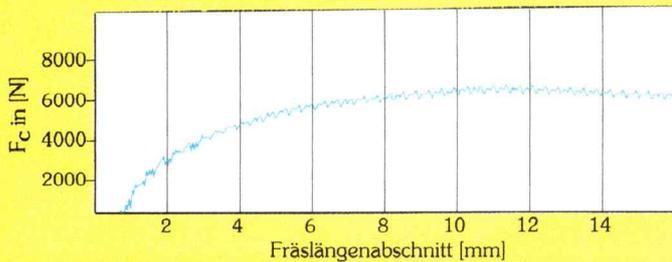


Bild 2.7: Vergleich des Zerspanungsverhaltens zwischen Fräsern mit ungleicher Steigung, Art.-Nr. 3402, und konventionellen Fräsern, Art.-Nr. 3401, beim Schruppfräsen ins Volle. Alle Versuchswerkzeuge DIN 844, Typ N, Schaft nach DIN 1835 Form B,  $\varnothing = 18,0$  mm. Schnitttiefe  $a_p$  und Schnittbreite  $a_e = 18$  mm, Vorschub  $f_z = 0,1$  mm/Z, Schnittgeschwindigkeit  $v_c = 20$  m/min. Werkstückstoff: 42CrMo4V ( $1000 \text{ N/mm}^2$ ). Kühlung mit Emulsion bei  $p = 10$  bar.  $F_c =$  Schnittkraft,  $F_f =$  Vorschubkraft,  $F_{p \text{ axial}} =$  Passivkraft,  $f_z \text{ grenz} =$  max. mögl. Vorschub ohne Werkzeugbruch,  $F_{\text{mit}} =$  rechnerischer Mittelwert: statische Zerspanungskraft,  $dF_{\text{max}} =$  max. Amplitude (Spitze zu Spitze): dynamische Zerspanungskraft (Schwankung).

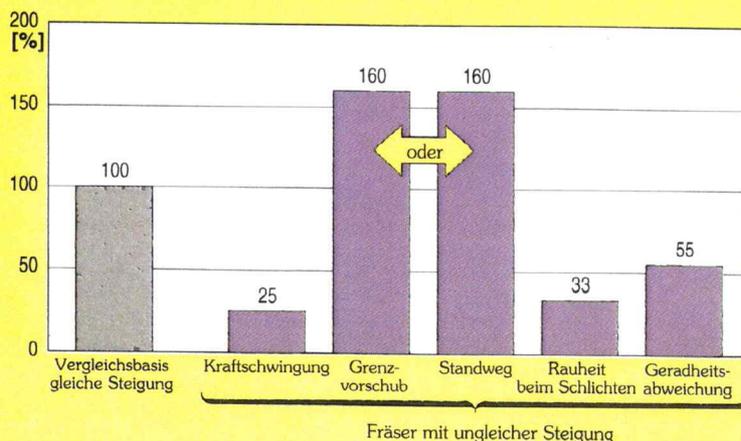


Bild 2.8: Komplexer Leistungsvergleich zwischen Fräsern mit gleicher und ungleicher Steigung.

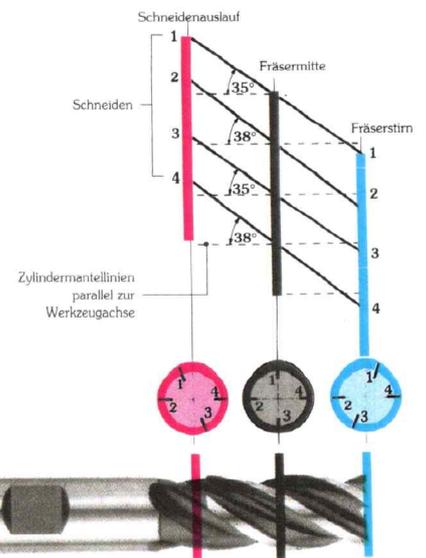


Bild 2.6: Repräsentativ-Werkzeug der Fräser mit ungleicher Steigung, Typ N, Art.-Nr. 3402. Darstellung des Zylindermantels in einer Ebene.

### d) Fräser mit ungleicher Steigung

Es ist immer wieder erstaunlich, wie durch relativ einfache Änderungen selbst bei altbewährten Fräsern ein völlig neues Leistungsspektrum erschlossen wird. Paradebeispiel hierfür ist unsere Spezialität, der Fräser mit ungleichen Steigungswinkeln, z.B.  $35^\circ/38^\circ/35^\circ/38^\circ$  bei  $\varnothing = 18,0$  mm (Bild 2.6). Damit bekämpfen wir überaus erfolgreich die Gefahr des Ratterns und erhalten zusätzlich folgende Vorteile (Bilder 2.7 bis 2.10):

- bis zu 60 % mehr Vorschub, also höhere Zerspanungsleistungen
- vibrationsfreier Lauf
- bessere Oberflächengüte
- höhere Standzeiten
- größere Schnitttiefen
- geringere Auslenkung des Fräasers
- größerer Einsatzbereich, da sowohl für das Schruppen als auch für das Schlichten geeignet.

Weitere Informationen gibt unser Prospekt. Bitte über beigeheftete Info-Karte anfordern. Hinweisen möchten wir hier auch auf das Einsatzbeispiel auf Seite 18.

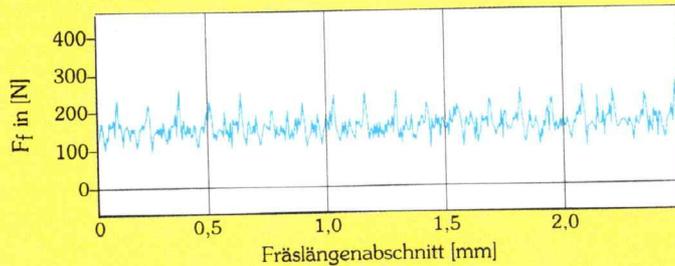
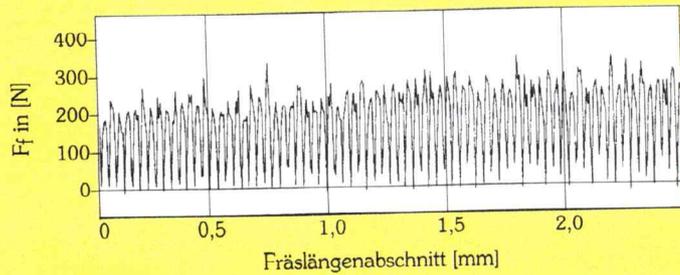
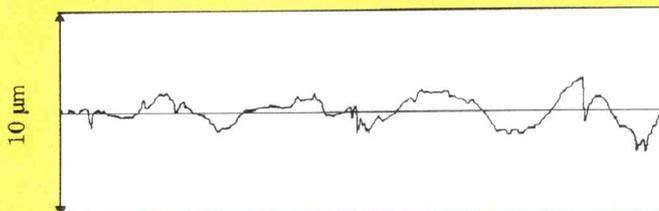
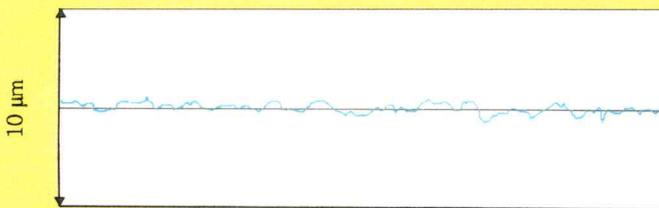


Bild 2.9: Vergleich der Vorschubkräfte zwischen den gleichen Werkzeugen wie in Bild 2.8 beschrieben beim **Schlichten im Gleichlauf**. Schnitttiefe  $a_p = 18$  mm, Schnittbreite  $a_e = 1$  mm, Vorschub  $f_z = 0,03$  mm/Z, Schnittgeschwindigkeit  $v_c = 30$  m/min. Werkstückstoff: 42CrMo4V ( $1000$  N/mm<sup>2</sup>). Kühlung mit Emulsion bei  $p = 10$  bar.



Rauheit  $R_a = 0,81$   $\mu\text{m}$     Rauheit  $R_t = 5,8$   $\mu\text{m}$



Rauheit  $R_a = 0,26$   $\mu\text{m}$     Rauheit  $R_t = 1,8$   $\mu\text{m}$

Bild 2.10: Vergleich der Rauheitsprofile von bearbeiteten Werkstückoberflächen zwischen den gleichen Werkzeugen wie in Bild 2.8 beschrieben beim **Schlichten im Gegenlauf**. Versuchsbedingungen ansonsten wie in Bild 2.9 beschrieben.

Bild 2.11: Fräser mit Innenkühlung, Kühlmittelaustritt an der Stirnfläche (auf Anfrage).



Bild 2.12: Fräser mit Innenkühlung, Kühlmittelaustritt in der Nut (auf Anfrage).



#### d) Fräser mit Innenkühlung

Obwohl beim Fräsen das Kühlmittel in der Regel wesentlich problemloser von außen über die Nuten an die Schneiden gebracht werden kann als beim Bohren, bieten Fräser mit Innenkühlung in bestimmten Fällen Vorteile wie z.B. bei komplizierten Werkstücken mit verdeckten Kanten, instabilen Kühlmittelrohren der Maschine usw. Auf Wunsch fertigen wir in 2 Varianten:

1. Innenkühlkanäle an der Stirnfläche austretend, vorteilhaft insbesondere beim Anbohren mit Bohrnutenfräsern (Bild 2.11).

2. Innenkühlkanäle in den Nuten austretend, vorteilhaft für Schaftfräser (Bild 2.12) zur Bearbeitung der schon erwähnten, komplexen Werkstücke. Hier würde der Strahl einer Außenkühlung ggf. viel zu unregelmäßig die Schneiden erreichen.

Allgemein möchten wir Fräser mit Innenkühlung nur dann empfehlen, wenn die Außenkühlung die Schneiden nicht erreicht.

## b) Schlichtfräser mit großem Steigungswinkel

Wie bei den HSS-Fräsern so auch hier - ein höherer Steigungswinkel als  $30^\circ$  verbessert deutlich die Ergebnisse beim Schlichtfräsen. Unser HM-Fräser, Art.-Nr. 3624, mit  $45^\circ$  Steigung ist deshalb generell zu bevorzugen (Bild 2.18). Wir beschichten ihn mit TiN, wobei wir betonen möchten, daß für Fräsarbeiten in Stahl auf Beschich-



Bild 2.18: Typ H, Art.-Nr. 3624, DIN 6527, TiN-beschichtet, Repräsentativ-Werkzeug der Schafffräser aus Hartmetall (K30UF).

ung keinesfalls verzichtet werden sollte. P-Sorten eignen sich aufgrund ihrer niedrigeren Härte nur bedingt zum Schlichten.

Um die für Schlichtarbeiten optimale HM-Sorte zu finden, führten wir in den letzten Monaten eine aufwendige Versuchsreihe durch. Bewertungskriterien waren der Standweg und die Oberflächenqualität. Ergebnis: Die Ultrafeinstkornsorte K30 UF, speziell für das Schlichtfräsen. Sie verfügt aufgrund der außergewöhnlich geringen Korngröße von  $< 0,5 \mu\text{m}$  über eine sehr hohe Schneidenhaltigkeit und Verschleißfestigkeit, die Zähigkeit be-

urteilen wir als überdurchschnittlich (Bild 2.19). Unsere Schlichtfräser produzieren wir deshalb ab sofort exklusiv aus K30 UF.



Bild 2.20: Hartmetallfräser mit ungleicher Steigung, auf Anfrage.

## c) Fräser mit ungleicher Steigung

Noch wichtiger als für Fräser aus Schnellarbeitsstahl sind für die spröderen HM-Fräser die von der ungleichen Steigung gegebenen guten Dämpfungseigenschaften. So bieten unsere HM-Fräser mit ungleicher Steigung (Bild 2.20, derzeit noch Sonderanfertigung) dem Anwender wiederum weitere Möglichkeiten, die Werkzeugkosten effektiv zu senken, d.h., die Produktivität zu erhöhen.

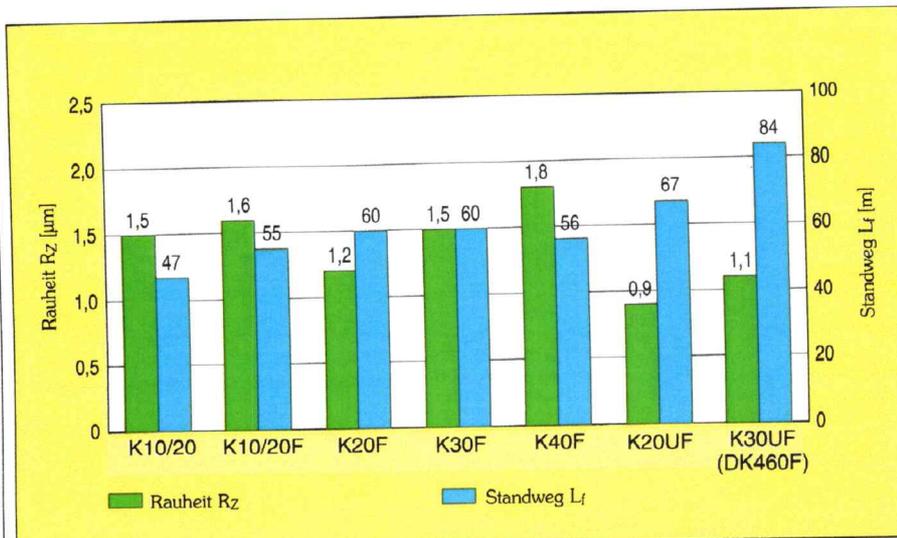


Bild 2.19: Standweg- und Oberflächenvergleich zur Bestimmung der optimalen Hartmetallsorte für das Schlichtfräsen. Werkzeuge: Typ H, TiN-beschichtet,  $d = 12 \text{ mm}$ . Werkstück: 42CrMo4V ( $1000 \text{ N/mm}^2$ ).  $v_c = 200 \text{ m/min}$ ,  $a_p = d$ ,  $a_e = 0,05 \times d$ ,  $f_z = 0,02 \text{ mm/Z}$ .



Bild 2.21: Hartmetallfräser mit Innenkühlung, auf Anfrage.

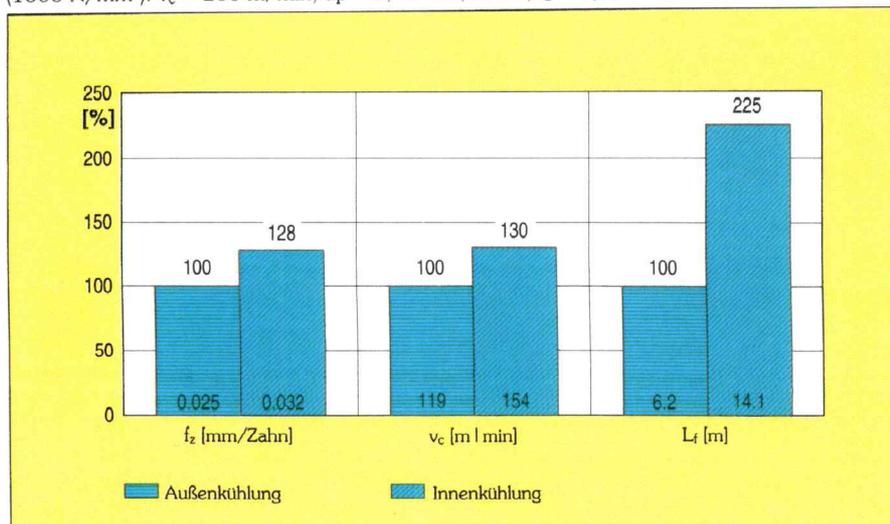


Bild 2.22: Leistungsvergleich zwischen außen- und innengekühlten Fräsern für das Schruppen. Wegen Störkante war keine kontinuierliche Außenkühlung möglich. Werkzeuge: Typ NRf, P40 + TiCN,  $d = 12 \text{ mm}$ . Werkstück: X5CrNiT1810.  $a_p = 6 \text{ mm}$ ,  $a_e = 4 \text{ mm}$ ,  $f_z = 0,032 \text{ mm/Z}$ .  $L_f$ -Kriterium  $VB = >0,3 \text{ mm}$ . Kühlmittel = Öl.

## d) Fräser mit Innenkühlung

Wenn Außenkühlung das Werkzeug ständig und gleichmäßig während der Bearbeitung erreicht, bringt Innenkühlung bei Fräsern nur eine geringe Leistungssteigerung (10-20 %). Das steht natürlich in keinem guten Verhältnis zu dem Mehrpreis, der für Kühlkanal-Fräser (Bild 2.21) zu bezahlen wäre. Die Innenkühlung von Fräsern empfehlen wir deshalb nur für die Bearbeitung von schwer zerspanbaren Werkstoffen, wenn Störkanten des Werkstückes das Werkzeug verdecken oder eine kontinuierliche Außenkühlung verhindern. In solchen Fällen ist die Leistungssteigerung mit Kühlkanalfräsern als enorm zu werten (Bild 2.22).

### 3. NEU: Fräser aus Cermet

Trotz einiger anderslautender, d.h. positiver Berichte in der Fachpresse vertreten wir aufgrund unserer praktischen Erfahrungen die Überzeugung, daß mit Cermet-Fräsern Schruppoperationen **nicht** wirtschaftlich durchzuführen sind. Maßstab hierbei ist für uns das Leistungspotential der neuen, von uns optimierten Hartmetallsorten. So zeigen unsere für das Schruppfräsen entwickelten HM-Sorten P40 und K30UF ein besseres Zerspanungsverhalten als selbst die neuesten, zähesten Cermet.

Anders dagegen die Situation beim Schlichten, insbesondere beim Schlichtfräsen von zähen, langspanenden Stählen (Bilder 2.24 und 2.25). Selbst bei hoher Schnittgeschwindigkeit bleiben die Schneiden schön scharf, beißen zielsicher in das Material und schaffen auch in schwer zerspanbaren Materialien hervorragende Oberflächen (Bilder 2.24 - 2.26).



Bild 2.23: Insbesondere beim Schlichtfräsen von zähen, langspanenden Stählen (s. Bild 2.25) überzeugen Cermetfräser durch hohe Zerspanungsleistungen.

K-Hartmetalle für Stahlbearbeitungen müssen wegen ihrer starken Diffusionsneigung zum Eisen stets beschichtet werden. Jede Beschichtung erzeugt aber zwangsweise eine gewisse, minimale Abrundung der Schneidkanten. Cermet dagegen ist resistenter gegen Aufbauschneiden und Kolkverschleiß, eine Beschichtung ergo nicht erforderlich. Die Schneiden behalten demzufolge ihre Originalschärfe.

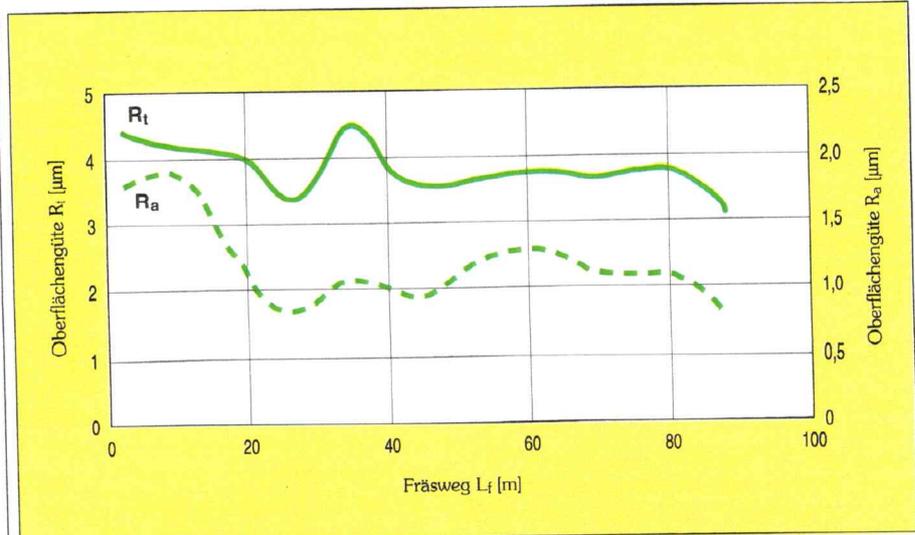


Bild 2.24: Erreichbare Oberflächengüten beim Schlichtfräsen im Gegenlauf mit Cermet in **Baustahl** (St37, 500 N/mm<sup>2</sup>). Werkzeuge: Typ H (45°),  $d = 8,0$  mm.  $v_c = 1000$  m/min,  $a_p = 8$  mm,  $a_e = 0,05 \times d$ ,  $f_z = 0,08$  mm/Z.

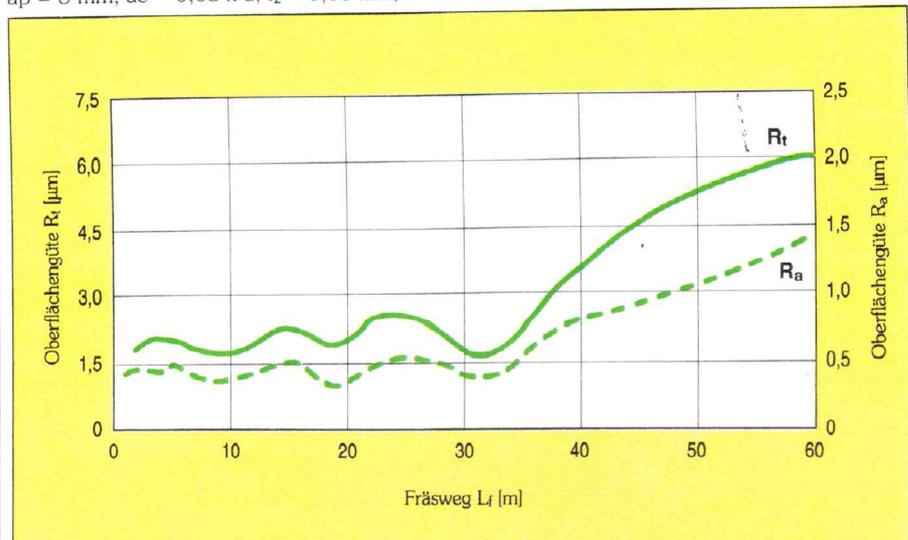


Bild 2.25: Erreichbare Oberflächengüten beim Schlichtfräsen im Gegenlauf mit Cermet in **Warmarbeitsstahl** (X40Cr13, 800 N/mm<sup>2</sup>). Werkzeuge: Typ H (45°),  $d = 8,0$  mm.  $v_c = 325$  m/min,  $a_p = 10$  mm,  $a_e = 0,05 \times d$ ,  $f_z = 0,04$  mm/Z.

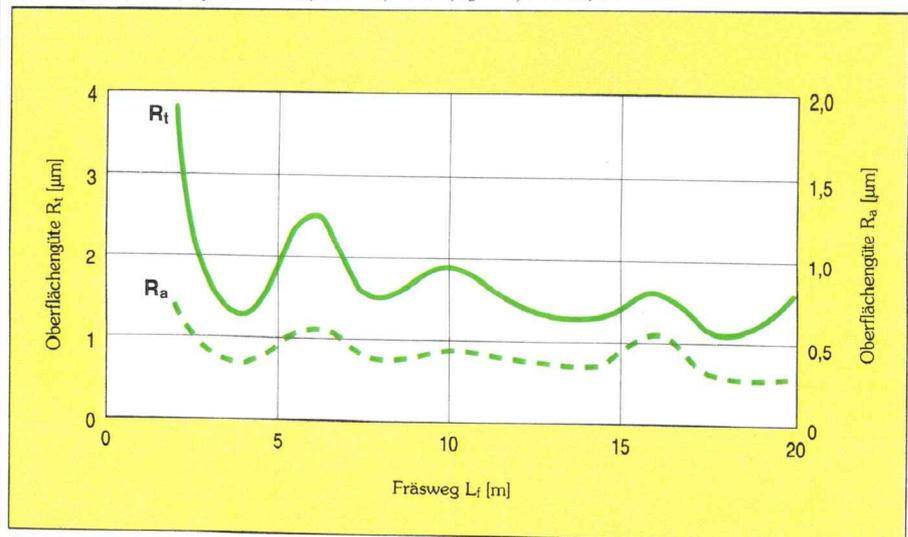


Bild 2.26: Erreichbare Oberflächengüten beim Schlichtfräsen im Gegenlauf mit Cermet in **Vergütungsstahl** (42CrMo4V, 1000 N/mm<sup>2</sup>). Werkzeuge: Typ H (45°),  $d = 8,0$  mm.  $v_c = 600$  m/min,  $a_p = 8$  mm,  $a_e = 0,05 \times d$ ,  $f_z = 0,02$  mm/Z.

Die Wärmeleitfähigkeit von Cermet ist ca. 4 mal geringer als die von Hartmetall. Dies hat den Vorteil, daß ein Großteil der bei der Zerspangung entstehenden Wärme nicht das Cermetwerkzeug übernimmt, sondern mit den Spänen abgeführt wird. Für den Zerspangungstechniker heißt das: Cermet braucht keine intensive Kühlung. Jedoch: Cermet will mäßige, aber keine ungleichmäßige Kühlung. Auf plötzliche Temperaturänderungen reagieren Cermet-Werkzeuge mit Ausbrüchen.



Bild 2.27: Fräser aus Cermet für Schlichtarbeiten, auf Anfrage.

Cermetfräser (Bild 2.27) entwickeln ihre Leistung erst bei überdurchschnittlich hohen Schnittgeschwindigkeiten. Zwar reduziert sich der Standweg beim Schlichtfräsen von Baustahl (St37) bei  $v_c = 1000$  m/min um nahezu 50 %, dafür aber steigt die Leistung (Lebensdauer des Werkzeuges  $\times$  Produktivität) um satte 75 % (Bild 2.28)! Solch' hohe Schnittgeschwindigkeiten lassen sich nur auf Maschinen neuester Bauart realisieren und dort ist der Ausnutzungsgrad wesentlich wichtiger als die Erzielung niedriger Werkzeugkosten. Andererseits: die optimierten Hartmetall-Sorten drängen die Cermet-Fräser auch zu höheren Schnittgeschwindigkeiten. So erreicht beim Schlichtfräsen von hochvergütetem Stahl der Cermet-Fräser erst bei  $v_c = 600$  m/min einen höheren Standweg als der Fräser aus ultrafeinem Hartmetall (Bild 2.29)!

Die für Cermet-Fräser wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe sowie die damit erzielbaren Standwege in Stählen faßt Bild 2.30 zusammen. Für die Bearbeitung von Gußwerkstoffen könnten die optimalen Schnittgeschwindigkeiten sogar 4stellig ausgelegt werden. Könnten! Denn für abrasive Werkstoffe haben wir einen noch schärferen Pfeil im Köcher, den Keramik-Fräser.

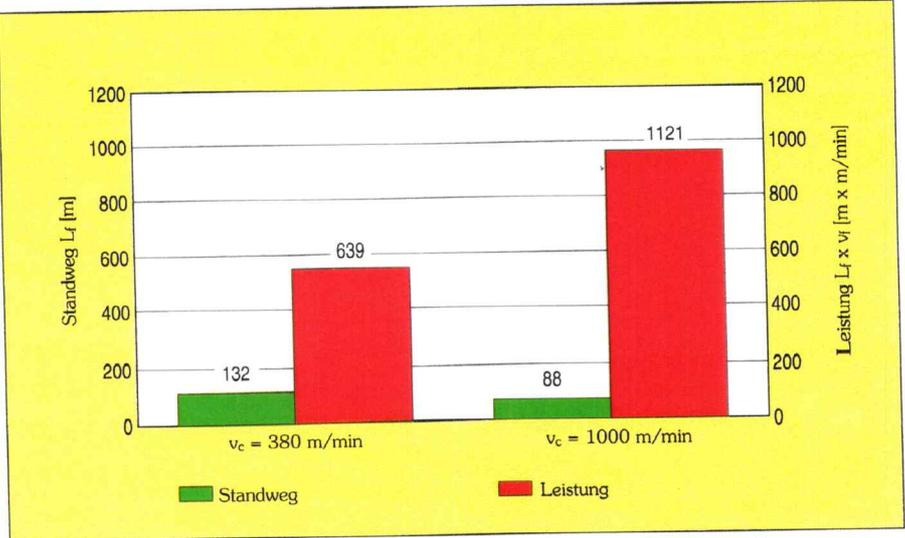


Bild 2.28: Standweg- und Leistungsvergleich bei Einsatz von Schlichtfräsern aus Cermet unter normalen und hohen Schnittgeschwindigkeiten im Gegenlauf. Werkzeug: Typ H,  $d = 8,0$  mm. Werkstück: St37,  $500$  N/mm<sup>2</sup>,  $a_p = 8$  mm,  $a_e = 0,4$  mm,  $f_z = 0,08$  mm/Z,  $L_f$ -Kriterium  $VB = > 0,3$  mm.

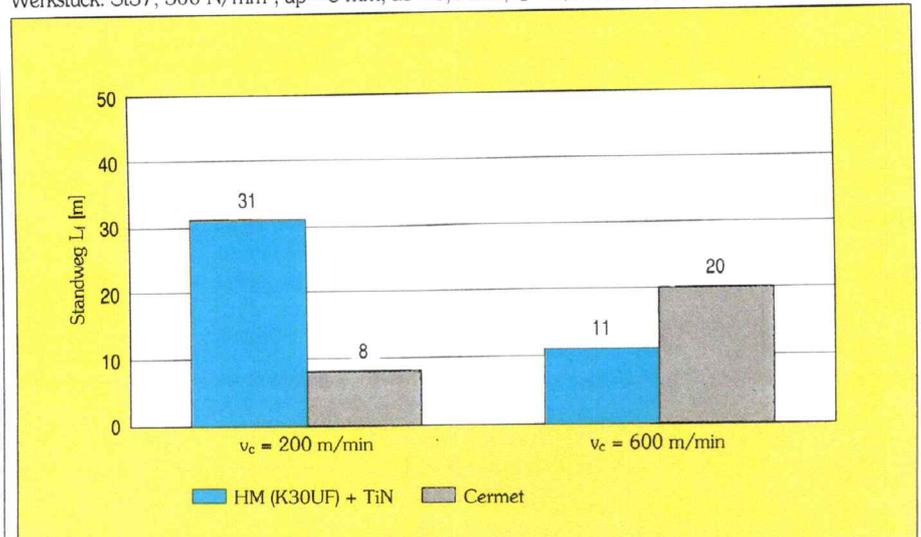


Bild 2.29: Standwegvergleich zwischen Schlichtfräsern aus Hartmetall (K30 UH + TiN und Cermet) in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit im Gegenlauf. Werkzeug: Typ N,  $d = 8$  mm. Werkstück: 42CrMo4V ( $1300$  N/mm<sup>2</sup>),  $a_p = 8$  mm,  $a_e = 0,4$  mm,  $f_z = 0,02$  mm,  $L_f$ -Kriterium  $VB = > 0,3$  mm.

Werkstoff Zerspanbarkeitsgruppe	Beispiele	Festigkeit N/mm <sup>2</sup>	$v_c$ [m/min]				$f_z$ [mm/Zahn]			
			HM blank	HM + TiN	HM + TiCN	Cermet	$\emptyset$ 4 mm	$\emptyset$ 10 mm	$\emptyset$ 16 mm	$\emptyset$ 20 mm
Baustähle	St37, St52	350-800	200	250	300	400	0,025	0,060	0,090	0,110
Einsatzstähle, Kohlenstoffstähle	C15, Ck15, C45, 16MnCrMo5	350-850	160	200	240	325	0,025	0,060	0,090	0,110
Vergütungsstähle	42CrMo4V, 34Cr6, 34CrNiM4	550-1000	160	200	240	325	0,020	0,050	0,085	0,100
Werkzeugstähle	100Cr6, 55NiCrMoV6, 29CrMoV9	850-1200	80	100	125	300	0,015	0,040	0,070	0,085
Werkzeugstähle, Nitrierstähle	X60WCrMoV9, X210CrW12, 34CrAlNi7	1200-1600	40	50	70	280	0,015	0,040	0,070	0,085
Rostfreie Stähle, geschwefelt	X12CrMoS17, X20Cr13, X12CrNiS18	400-850	125	160	200	350	0,015	0,040	0,070	0,085
Rostfreie Stähle, austenitisch	X10CrAl18, X8CrNiMoTi1810	450-850	100	125	160	300	0,011	0,030	0,060	0,070
Rostfreie Stähle, martensitisch	X20Cr13, X12CrNi2521	450-1100	100	125	160	250	0,070	0,025	0,050	0,060

Bild 2.30: Vergleich der empfohlenen Schnittgeschwindigkeiten zum Schlichten verschiedener Stähle mit Fräsern aus Hartmetall und Cermet.  $a_p = 1-1,5 \times d$ ,  $a_e = 0,05 \times d$ .

## 4. Noch einmal NEU: Fräser aus Keramik

Es ist keine Übertreibung oder Euphorie, wenn wir sagen, daß das Standweg-Ende von Keramik-Fräsern nach heutigem Erkenntnisstand wohl kaum durch Verschleiß, sondern eher durch vom Werkzeug unabhängige Ursachen begrenzt wird. Hierzu 2 Beispiele:

1. Einen Schlichtversuch in GG25 mit einem aus Siliziumnitrid gefertigten Keramik-Fräser (Bild 2.31 und 2.32) mußten wir nach 1 km (!) abbrechen (Bild 2.33), da terminkritische Versuche für Kunden nicht mehr länger warten konnten. Bei diesem km-Stand fertigte der Keramik-Fräser immer noch unverändert gute Oberflächen (Bild 2.34). Und das bei Schnittparametern, die man sich auf der Zunge zergehen lassen muß:  $v_c = 1000$  m/min, das Werkzeug drehte sich also mit  $n = 42.000$  U/min. Vorschub  $f_z = 0,11$  mm/U, d.h., der Keramik-Fräser wurde mit  $v_f = 13.000$  mm/min in das Werkstück „geschossen“! Zum Vergleich: Die normale Eilganggeschwindigkeit einer CNC-Fräsmaschine liegt heute im Bereich von  $v_f = 10.000$  mm/min.



Bild 2.31: Fräser aus Keramik (Siliziumnitrid) für Schlichtarbeiten, auf Anfrage.

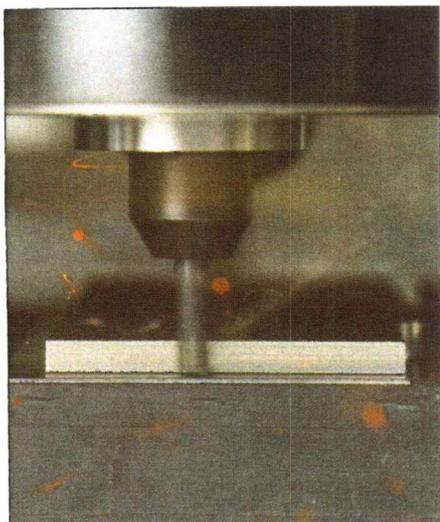


Bild 2.32: Fräser aus Keramik beim Schlichten von Guß.

2. Bei einem Automobilhersteller haben wir den zum Schlichten von Ansaugrohren aus AlSi eingesetzten, zufriedenstellend arbeitenden HM-Fräser versuchsweise durch einen Keramik-Fräser ersetzt. Der Keramik-Fräser hatte

schon fast einen Standweg von 1,5 km erreicht, als dem Bediener der Fräser aus der Hand fiel (Bild 2.35).

Fräser aus Keramik und Cermet fertigen wir verständlicherweise nur auf

Wunsch - gar zu schmal sind derzeit noch die Einsatzmöglichkeiten. Fragen Sie uns. Unsere Experten loten gerne bei Ihnen die mit Keramik und Cermet gebotenen Rationalisierungsmöglichkeiten aus.

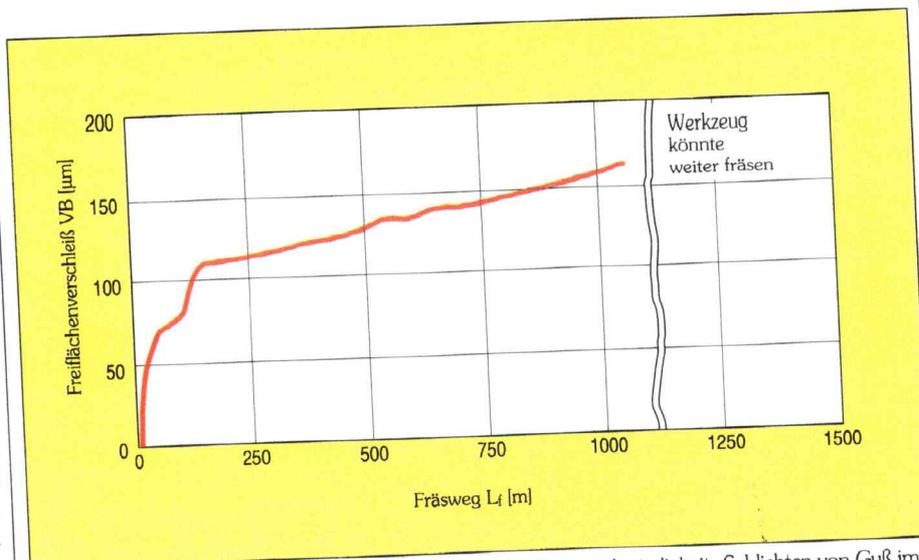


Bild 2.33: Freiflächenverschleiß an Keramikfräsern beim Hochgeschwindigkeits-Schlichten von Guß im Gegenlauf. Werkzeug: Typ H ( $45^\circ$ ),  $d = 8$  mm.  $v_c = 1000$  m/min,  $v_f = 13,2$  m/min.  $a_p = 8$  mm,  $a_e = 0,05 \times d$ ,  $f_z = 0,11$  mm/Z.

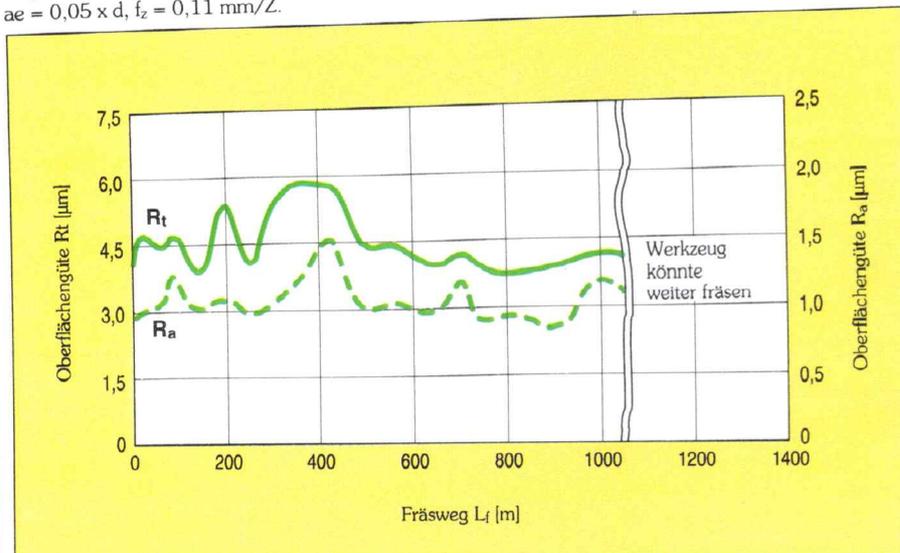


Bild 2.34: Erzielbare Oberflächengüten beim Hochgeschwindigkeits-Schlichten von Guß (GG 25) mit Keramikfräsern im Gegenlauf. Werkzeug: Typ H ( $45^\circ$ ),  $d = 8$  mm. Schnittdaten s. Bild 2.33.

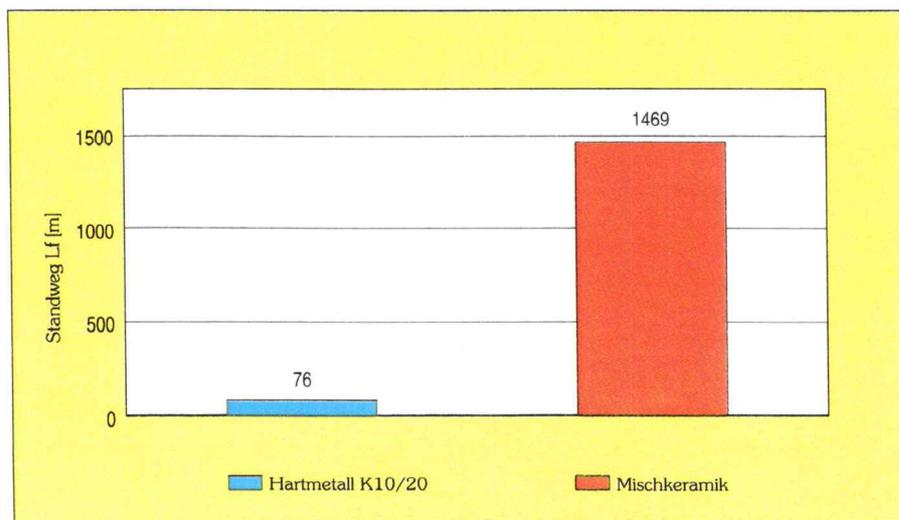


Bild 2.35: Standwegvergleich zwischen Fräsern aus Hartmetall (K10/20) und Keramik beim Schlichten von G-AlSi12 im unterbrochenen Schnitt. Werkzeuge: Typ H ( $45^\circ$ ),  $d = 38$  mm.  $v_c = 716$  m/min,  $v_f = 1$  m/min.  $a_p = 35$  mm,  $a_{e-rad} = 0,8$ ,  $a_{e-axial} = 0,4$  mm,  $f_z = 0,02$  mm/Z.  $L_f$ -Kriterium  $R_z = < 5$   $\mu\text{m}$ .

stergültig mit Hilfe unseres Fragebo- gens\* die technischen Daten der Zerspanungsaufgabe. So konnte Gührings Bohrmeister trotz räumli- cher Entfernung das Problem zu- nächst auch ohne Besuch vor Ort an- gehen.



Bild 3.4

**Lösung:**

„Zentrieren, bohren, aufbohren - das ist doch die klassische Domäne unse- res 3schneidigen Ratioboehrsers Typ GS 200“ überlegte der Bohrmeister, entschied sich für Art.Nr. 731 (VHM P40), holte 3 passende (Bild 3.4) vom Lager und schickte sie dem Anwender mit folgender Schnittwert-Empfeh- lung:  $v_c = 67 \text{ m/min}$ ,  $f = 0,12 \text{ mm/U}$ . Schon nach wenigen Tagen kam die Nachricht, daß die Musterwerkzeuge (zahlbar nach Gutbefund) einwandfrei arbeiteten und - das Wichtigste - die Bearbeitungszeit pro Bohrung um Faktor 6 reduziert ist!

**Mit Bohrreibahle 3 Arbeitsgänge weg-rationalisiert**

**Problem:**

In Niedriglohnländern besteht sicher- lich und im allgemeinen nicht der Druck, möglichst viele Arbeitsgänge zusammenzufassen. Vielleicht war das auch der Grund, warum für die Her- stellung der Stufenbohrung (Bild 3.5) in Zylinderköpfen aus AlSi10Mg vier Werkzeuge eingesetzt wurden:

1. HM-Spiralbohrer  $\varnothing 6,8 \text{ mm}$
2. HM-Spiralbohrer  $\varnothing 6,3 \text{ mm}$
3. HM-Senker  $\varnothing 9,5 \text{ mm}$ ,  $45^\circ$
4. HM-Reibahle  $\varnothing 7,04_{-0,02} \text{ mm}$

Die Standzeit der Werkzeuge lag zwis- chen 900 und 1600 Bohrungen. Der Zeitbedarf einschließlich Umrüsten betrug 107 Sekunden/Bohrung. Dem neuen Fertigungsleiter war das ent- schieden zuwenig bzw. zuviel - trotz Niedriglöhnen - und bat um einen Be- such unseres Bohrmeisters.

**Lösung:**

Der Zerspanungsexperte dachte gründlich nach und konzipierte eine sogenannte Bohrreibahle, voll aus Hartmetall, die sämtliche o.a. Werk- zeuge bzw. Arbeitsgänge zusammen- faßt (Bild 3.5). Neben der Zeitein-

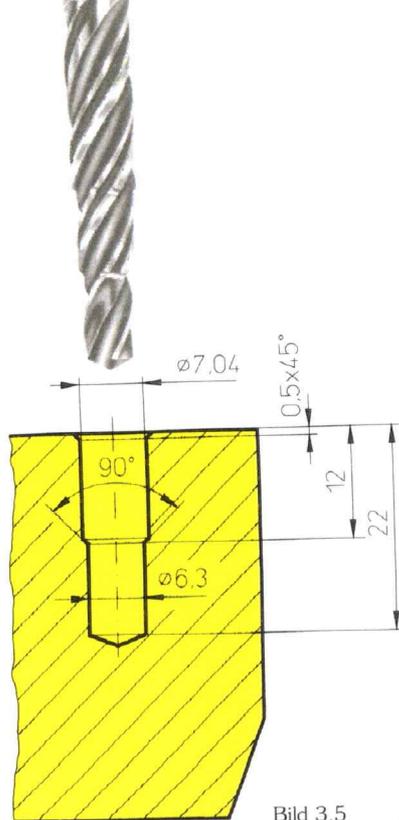


Bild 3.5

sparung von 68 Sekunden/Bohrung (= 60%) steigerte die Bohrreibahle den Standweg auf durchschnittlich 5000 Bohrungen bei voller Ein- haltung der vorgegebenen Toleranzen. Diese Standwegverbesserung um Fak- tor ca. 4 gründet sich u. a. auf eine deutlich verbesserte Spanabfuhr und der damit verbesserten Kühlmittelzu- fuhr. Auch bezüglich Fluchtungs- genauigkeit konnten die Werte gesteigert werden.

Bleibt noch ein Blick auf die Werkzeugkosten. Die Kosten der bis- her verwendeten Werkzeuge kennen wir zwar nicht. Aber wir sind über- zeugt, daß auch hier der Vergleich ein- deutig für unsere Bohrreibahle spricht.

**Bietet ungleiche Spiralsteigung beim Fräsen mehr?**

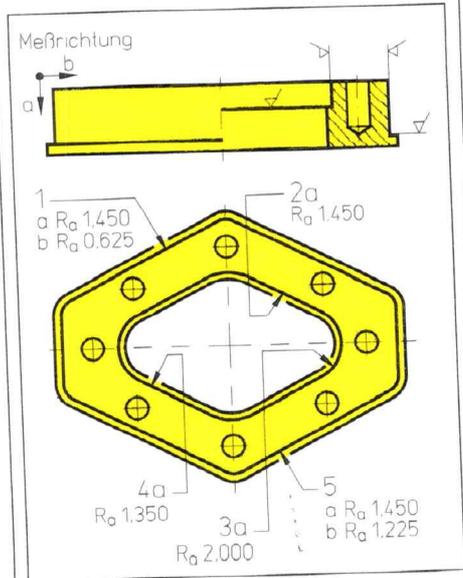


Bild 3.6

**Problem:**

Konturfräsen von Flanschen (Bild 3.6) aus thermisch behandeltem AISI 316 (austen. nichtrostender Stahl) hieß die Aufgabe - angesichts des schwer bearbeitbaren Materials versuchte es der Kunde deshalb zunächst einmal mit Hartmetallfräsern unterschiedlich- ster Ausführung. Doch alle Bemühun- gen scheiterten kläglich. Weder Standzeit noch Oberflächenqualität befriedigten. Für den Kunden ein Phä- nomen. Sein Glaube an die Lei- stungsfähigkeit des Schneidstoffs „Hartmetall“ war erschüttert. Von un- serem Zerspanungsmeister erhoffte der Mann Aufklärung.

**Lösung:**

Je instabiler die Maschine, desto weni- ger können HM-Werkzeuge ihr Leistungspotential zur Geltung brin- gen. So auch hier. Es kam zu Vibrationen und damit zum gefürchte- ten Rattern, Todfeind jedes Fräasers. Nicht so bei Fräsern mit ungleicher Spiralsteigung - unsere Neuentwick- lung.

Nach unseren Untersuchungen und Tests wird die Gefahr des Ratterns er- folgreich minimiert, wenn Schaft- fräser mit ungleicher Spiralsteigung eingesetzt werden. Gleichzeitig erhält der Anwender damit folgende weitere Vorteile:

\* siehe Katalog Seite 970

- bis zu 60 % mehr Vorschub, also höhere Zerspanungsleistung
- vibrationsfreier Lauf
- bessere Oberflächengüte
- höhere Standzeiten
- größere Schnitttiefen
- geringere Auslenkung des Fräasers



Bild 3.7

Fräser mit ungleicher Spiralsteigung fertigen wir aus PM HSS-E in Serie auf Lager. Unser Experte entschied sich für Art.-Nr. 3413, Typ N mit Morsekegel, Form B, kurz (Bild 3.7). Als Schnittwerte empfahl er:  $v_c = 20$  m/min,  $f_z = 0,20$  mm/U.

Das Ergebnis war beglückend. So liegt die Abtragsleistung heute zwischen 3,8 und 4,3 mm auf 19 mm Tiefe (a)! Die erzielten Oberflächenqualitäten entsprechen voll den Anforderungen (Bild 3.6). Als Standzeit nannte der Kunde 50 Teile. Bei einer Gesamtfräslänge (innen und außen) von 575 mm entspricht das nahezu 30 m pro Anschliff. Eine Superleistung in jeder Beziehung, auch hinsichtlich des Schneidstoffs PM HSS-E.

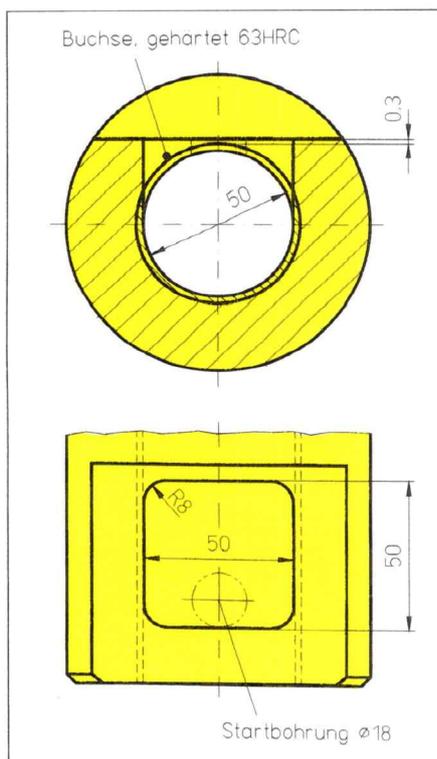


Bild 3.8

## CBN-Fräser verkürzt um Faktor 4,2

### Problem:

Es war weniger das Material 42CrMo4V mit  $1400$  N/mm<sup>2</sup> Festigkeit, was da Schwierigkeiten machte, sondern vielmehr die in die Teile eingearbeitete Buchse. Diese auf 63 HRC gehärtete Buchse gab selbst Hartmetall-Fräsern nicht die geringste Chance, die Öffnung bzw. den Durchbruch (Bild 3.8) zu schaffen. „Bleibt also nur noch Erodieren“, dachte der Kunde und realisierte folgenden Herstellungsweg:

1. Fräsen der Planfläche
2. Senkerodieren des Durchbruchs

Auf einer Messe diskutierte der Kunde mit unserem Experten und nannte als Zeitbedarf allein für das Erodieren 2,6 Stunden. Hinzu kamen noch Rüst- und Transportzeiten. Alles in allem also ein Zeitaufwand, der sowohl bezüglich Kosten als auch bezüglich Ausstoß nicht befriedigte. Gührings Experte bedauerte, daß ihm das Problem nicht schon früher vorgetragen wurde, denn er dachte sofort an einen...



Bild 3.9

### Lösung:

...CBN-bestückten Fräser. Nach einigen Vorversuchen fertigten wir 3 Muster und stellten diese dem Kunden zur Verfügung. Und - um es gleich vorweg zu sagen - der CBN-Fräser (Bild 3.9) erfüllte voll und ganz die Erwartungen, die der Zerspanungsexperte weckte. Heute erfolgt Komplettbearbeitung auf einem Bearbeitungszentrum. Die Arbeitsfolge dort sieht so aus:

1. Fräsen der Planfläche,
2. Bohren der Startbohrung mit  $\varnothing 18,0$  mm als Startposition für den CBN-Fräser,
3. Durchbruch fräsen.

Der Zeitbedarf für die Herstellung des Durchbruchs beläuft sich jetzt nur noch auf 38 Minuten incl. Bohren der Startbohrung, d.h. Verkürzung der Fertigungszeiten um min. Faktor 4,2. Dem hinzuzufügen sind noch die Ersparnisse bei den Rüst-, Transport- und Liegezeiten.

## In AlMgSi12 hilft nur Typ H! Oder?

### Problem:

Der Kunde hatte Bohrungen mit  $9 \times D$  in AlMgSi12 einzubringen, ohne Entspannung. Von unserer Werbung für den GT 100 als Tieflochbohrer (»...Wegfall des Entspannens bis zu einer Bohrtiefe von ca.  $15 \times D$ «) überzeugt, entschied er sich spontan für diesen Typ. Der GT 100 enttäuschte jedoch. Die großen Spanräume waren sofort verstopft, es kam zum Bruch. Der zweite Versuch verlief kaum besser. Irritiert holte der Mann unseren Prospekt wieder aus der Schublade und las eilig: »Für weiche, langspanende Werkstoffe bis  $500$  N/mm<sup>2</sup> nehmen Sie den GT 50 ...«. Aber auch der GT 50 versagte. Zwangsläufig wie wir später sehen.

Erbost griff der Kunde zum Telefon, klagte unserem Bohrmeister sein Leid und verlangte Disziplinarmaßnahmen gegenüber unserem Werbeleiter.

### Lösung:

Der Bohrmeister beruhigte und erfragte die Details: Sondermaschine mit pneumatischem Antrieb und Vorschub. Werkstücke aus AlMgSi12, in die  $4,2$  mm große Bohrungen  $38$  mm tief eingebracht werden mußten, also  $9 \times D$  wie schon gesagt.  $v = 45$  m/min,  $f = 0,06$  mm/U und Emulsion als Kühlmittel.

Die letzten Daten hörte sich unser Experte nur der Ordnung halber noch an. Denn schon bei der Werkstoffangabe rastete es hörbar bei ihm ein: AlMgSi12, das ist kurzspanend. Da hilft nur Typ H. GT-Bohrer haben aber eine Steigung gemäß Typ W!

Folgerichtig empfahl der Bohrmeister unsere Art.-Nr. 218 nach DIN 340. Bereits 1 Stunde später - die Bohrer hatte der Kunde in seinem Werkzeuglager sogar vorrätig - kam die frohe Botschaft, daß das empfohlene Werkzeug tadellos arbeitet. Der Fall war gelöst. Auch für unseren Werbeleiter. Der Kunde hatte in der Eile das Wörtchen »langspanend« schlicht überlesen wie Sie sicherlich schon gemerkt haben.