

# Untersuchung des Planfräsverfahrens am Beispiel beschichteter Möbelteile (2. Teil)

Über das Prinzip des Planfräsverfahrens zur Bearbeitung von Vollholz wurde bereits in HOB [1] berichtet. Untersuchungen zum Einfluß des Einstellwinkels [2] ergaben, daß in einem Bereich zwischen  $5^\circ < \chi < 8^\circ$  der Kantenausbruch zu einem Minimum wird und eine optisch einwandfreie Schnittkante mittels einer einzigen Schneide bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 18 m/min an Melaminharzbeschichtungen erzielt werden konnte. Ursache des spanungstechnisch sehr günstigen Ergebnisses ist die durch den geringen Einstellwinkel bedingte, erheblich verringerte Spandicke. In weiterführenden Untersuchungen wurde der Einfluß der Schneidkeilgestalt bei geringen Einstellwinkeln ermittelt. Die Gestalt des Schneidkeiles (oft auch „Schneidengeometrie“ genannt) wird durch den Span-, Keil-, Frei- und Neigungswinkel bestimmt. Der erste Teil dieses Beitrages in HOB 1/2-91 behandelte den Einfluß des Einstellwinkels. – Von Prof. Dr.-Ing. Uwe Heisel, Dr. sc. techn. Johannes Tröger und Dr.-Ing. Miklos Lang<sup>1)</sup>.

## Untersuchung zum Einfluß des Spanwinkels

Zur Vermeidung aufwendiger Abstumpfungsuntersuchungen wurde metho-

disch so wie in [2] vorgegangen. Damit auch bei scharfer Schneide ein meßbarer Kantenausbruch entsteht, wurde ein großer Keilwinkel ( $75^\circ$ ) und eine verhältnismäßig hohe Vorschubgeschwindigkeit von 12 m/min bei  $n = 3000 \text{ min}^{-1}$

( $f_z = 4 \text{ mm}$ ) gewählt. Unter sonst konstanten Bedingungen wurden die Einsätze des Versuchswerkzeugs ausgetauscht, innerhalb derer die Messer mit unterschiedlichen Spanwinkeln befestigt waren. Das Versuchswerkzeug ist in Abb. 1 dargestellt. Die Versuchsbedingungen sind:

Keilwinkel	75 Grad,
Spanwinkel	-10 Grad bis +20 Grad,
Neigungswinkel	10 Grad,
Achsneigungswinkel	0 Grad,
Bearbeitungszugabe	1,5 mm,
Vorschubgeschwindigkeit	12 m/min,
Vorschubrichtungswinkel	Gegenlauf,
Werkstoff	Spanplatte, $d = 16 \text{ mm}$ ,
Beschichtung	Melamin, einlagig,
Drehzahl	3000 $\text{min}^{-1}$ ,
Schneidenanzahl	1,
Flugkreisdurchmesser	200 mm,
Eingriffstiefe	18 mm und
Überstand der Schneide	2 mm (Austritt Unterkante).

Die Untersuchungsergebnisse sind in Abb. 2 zusammengefaßt. Deutlich ist ein Minimum des Kantenausbruches im Bereich eines Spanwinkels von  $\gamma = 10$  Grad zu erkennen. Deshalb sollen alle weiteren Untersuchungen zunächst mit diesem Spanwinkel vorgenommen werden. Interessant ist, daß orientierende Versuche im Bereich negativer Spanwinkel bei einem Einstellwinkel von  $\chi = 5$  Grad gute und ausbruchfreie Schnittkanten ergaben.

## Untersuchung zum Einfluß des Neigungswinkels

Definitionsgemäß ist der Neigungswinkel ( $\lambda$ ) der Winkel zwischen Schneide und Werkzeugbezugsebene (vergl. [3], Abb. 1a). Bei dem Planfräsverfahren bewirkt der Neigungswinkel ( $\lambda$ ) eine entscheidende Veränderung des Auftreff- und Austrittswinkels der Schneide (Abb. 3). Aber auch durch die Eingriffstiefe „e“ des Werkzeugs wird die Größe dieser beiden Winkel mitbestimmt. Die Eingriffstiefe „e“ ähnelt der Eingriffsgröße  $a_e$ , sie wird jedoch nicht wie diese in der Arbeitsebene, sondern senkrecht zur Plattenebene gemessen. Diese beiden Meßebenen sind um den Einstell-

<sup>1)</sup> Prof. Heisel ist Direktor des Instituts für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart mit dem Versuchsfeld für Holzbearbeitungsmaschinen. Dr. Tröger ist Leiter des Versuchsfeldes und Dr.-Ing. Lang ist Dozent der Universität Sopron/Ungarn.

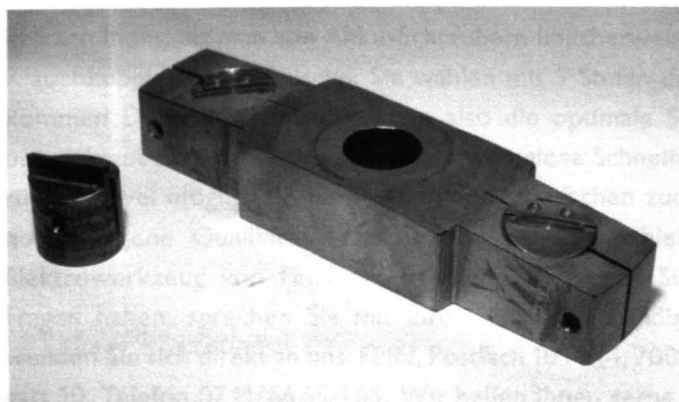


Abb. 1: Versuchswerkzeug

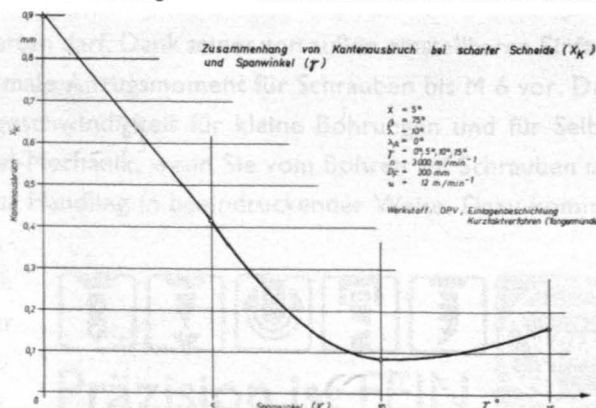


Abb. 2: Einfluß des Spanwinkels auf den Kantenausbruch bei scharfer Schneide

winkel zueinander geneigt. Der Fehler der entsteht, wenn Eingriffstiefe und Eingriffgröße gleichgesetzt werden, ist geringfügig.

Da bekanntlich im letzten Drittel des Spanbogens der entstehende Kantenausbruch nicht mehr von den nachfolgenden Schneiden beseitigt wird, dürfte der Austrittswinkel ( $\vartheta_E$ ) die Bearbeitungsqualität mehr als der Auftreffwinkel ( $\vartheta_A$ ) beeinflussen. Der Auftreffwinkel ist größer als der Austrittswinkel, beide hängen aber ursächlich zusammen und werden von Neigungswinkel und Eingriffstiefe bestimmt.

Mit größer werdender Eingriffstiefe wachsen aber auch gleichfalls Austrittswinkel und Eingriffswinkel ( $\varphi$ ). Die Abhängigkeit des Auftreff- und Eingriffswinkels von der Eingriffstiefe ist in Abb. 4 dargestellt.

Deshalb müssen Eingriffstiefe und Neigungswinkel gemeinsam auf ihre Wirkung auf den Kantenausbruch untersucht werden. Die Versuche wurden unter folgenden Bedingungen durchgeführt:

Einstellwinkel	8 Grad,
Keilwinkel	75 Grad,
Spanwinkel	+10 Grad,
Neigungswinkel	0 bis 50 Grad,
Achsneigungswinkel	0 Grad,
Bearbeitungszugabe	1,5 mm,
Vorschubgeschwindigkeit	18 m/min,
Vorschubrichtungswinkel	Gegenlauf,
Werkstoff	Spanplatte, d = 16 mm,
Beschichtung	Melamin, einlagig,
Drehzahl	3000 min <sup>-1</sup> ,
Schneidenanzahl	1,
Flugkreisdurchmesser	200 mm,
Eingriffstiefe	variabel und
Überstand der Schneide	(variabel, entspr. „e“).

## Versuchsergebnisse

Den Einfluß des Neigungswinkels und der Eingriffstiefe zeigen die Abb. 5 und 6. Trotz einiger Streuwerte bei kleinen Eingriffstiefen sind folgende Ergebnisse ableitbar:

- Bei einem Neigungswinkel von  $\lambda = 0$  Grad sinkt der Kantenausbruch mit steigender Eingriffstiefe mit einem leicht degressiven Verlauf.
- Sobald der Neigungswinkel größer als 10 Grad wird, sinkt der Kantenausbruch mit wachsender Eingriffstiefe rasch auf einen Minimalwert, während der ab „e“ = 8 mm nahezu unverändert bleibt.

Ursache dieses Verhaltens ist offensichtlich die Krümmung des Hyperbelbogens, die bei einer Eingriffstiefe „e“ = 8 mm nicht mehr tief genug ist, um die Kantenausbrüche der Schneidenecke zu beseitigen. Dadurch sind die Streuwerte bei geringen Eingriffstiefen erklärbar. Nach diesen Untersuchungen muß der Neigungswinkel größer als 20 Grad sein, um einen möglichst geringen Kantenausbruch bei scharfer Schneide zu gewährleisten. Der Neigungswinkel bewirkt auch, daß die im Eingriff befindli-

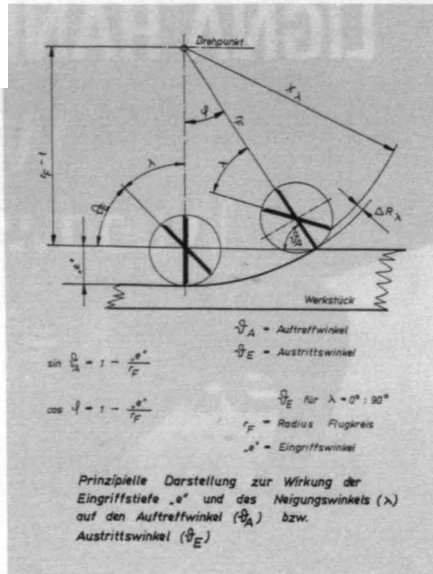


Abb. 3: Zur Wirkung von Eingriffstiefe und Neigungswinkel auf Auftreff- und Austrittswinkel

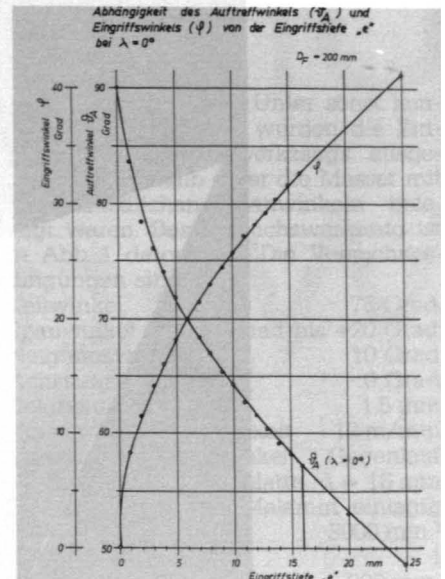
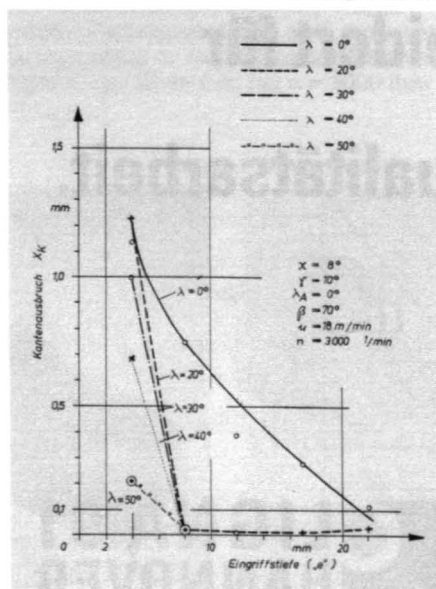


Abb. 4: Abhängigkeit des Auftreff- und Eingriffswinkels von der Eingriffstiefe

che Schneidenlänge größer wird, wodurch die Schneide nach dem Gesetz des dem Schnittweg proportionalen Verschleißvolumen weniger abstumpfen mußte. Sein Einfluß sollte deshalb nicht nur an einer scharfen Schneide, sondern auch während der Abstumpfung selbst untersucht werden. Zu diesem Zweck wurden Abstumpfunguntersuchungen unter folgenden Versuchsbedingungen durchgeführt:

Keilwinkel	60 Grad,
Spanwinkel	10 Grad,
Neigungswinkel	variabel,
Achsneigungswinkel	0 Grad,
Bearbeitungszugabe	1,5 mm
Vorschubgeschwindigkeit	6 m/min,
Vorschubrichtungswinkel	Gegenlauf,
Werkstoff	Spanplatte, d = 16 mm,
Beschichtung	Melamin, einlagig,
Drehzahl	3000 min <sup>-1</sup> ,
Schneidenanzahl	1,
Flugkreisdurchmesser	200 mm,

Abb. 5: Abhängigkeit des Kantenausbruchs vom Neigungswinkel bei unterschiedlichen Eingriffstiefen

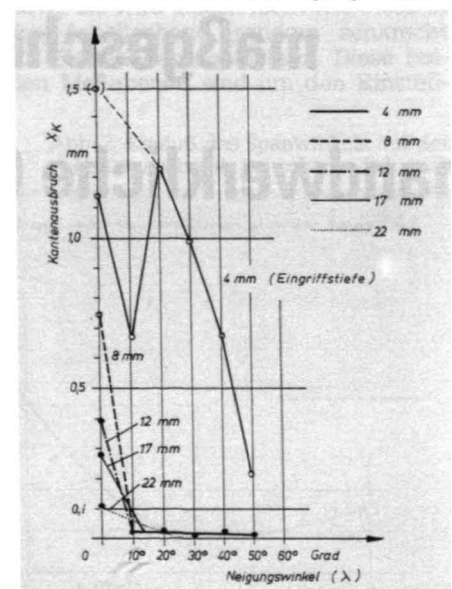


Eingriffstiefe 9 mm und Überstand der Schneide 0 mm.

Die Versuchsergebnisse sind in Abb. 7 dargestellt. Mit steigendem Vorschubweg wachsen die Kantenausbrüche degressiv. Während mit einem Neigungswinkel von  $\lambda = 20$  Grad bereits schon nach einem Vorschubweg von 600 Metern erste große untypische Ausbrüche auftreten, erfolgt dies bei einem Neigungswinkel von 45 Grad erst etwa bei dem doppelten Vorschubweg von 1200 m.

Wie eine Auswertung der Proben, die mit unterschiedlichen Neigungswinkeln bearbeitet wurden, ergab, wurde nach einem Vorschubweg von 1000 m ein eindeutiges Minimum hinsichtlich Größe des Kantenausbruchs und Anzahl großer Ausbrüche im Neigungswinkelbereich von 40 bis 45 Grad ermittelt (Abb. 8). Die Auswertung des Verschleißprofils der Messer, die mit un-

Abb. 6: Abhängigkeit des Kantenausbruchs von der Eingriffstiefe bei unterschiedlichen Neigungswinkeln



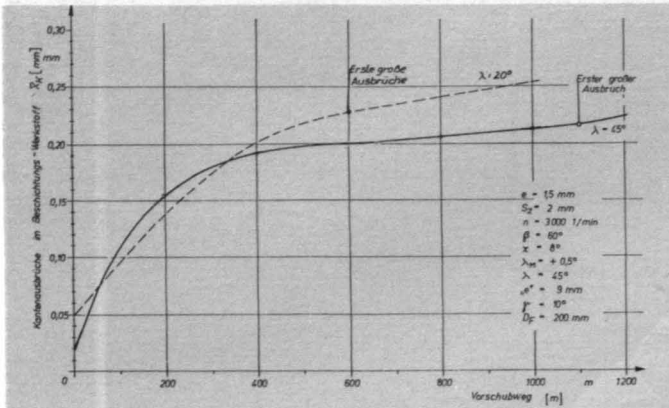


Abb. 7: Kantenausbruch in Abhängigkeit von Vorschubweg bei unterschiedlichen Neigungswinkeln von 20 und 45 Grad

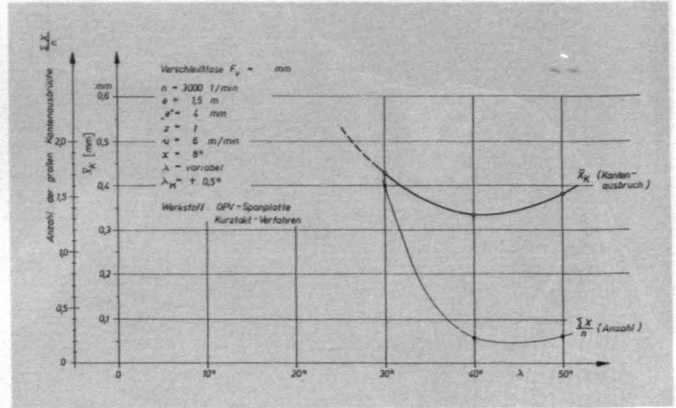


Abb. 8: Größe der Kantenausbrüche und Anzahl großer Ausbrüche in Abhängigkeit vom Neigungswinkel nach einem Vorschubweg von 1000 Meter

verschiedlichen Neigungswinkeln eingesetzt wurden, zeigt deutlich nach einem Vorschubweg von 1000 m, daß der Verschleiß des Schneidkeiles mit größer werdendem Neigungswinkel geringer ist (Abb. 9). Dieses Verhalten und auch der gekrümmte degressive Verlauf des Verschleißanstieges in Abhängigkeit vom Vorschubweg deuten darauf hin, daß das erstmals von Fischer [4] postulierte Gesetz des schnittwegproportionalen Verschleißvolumens qualitativ zutrifft.

Nach den vorliegenden Untersuchungen könnte gefolgert werden, daß es günstig ist, einen möglichst großen Neigungswinkel zu wählen. Dies trifft aber keinesfalls zu. Je größer der Neigungswinkel ist, desto länger und teurer ist auch das Messer. Wie aus Abb. 10 zu entnehmen, wird aber auch bei einem zu großen Neigungswinkel das Verfahrensprinzip nicht mehr gewährleistet, da dann die Oberkante des Messers in die Werkstückkontur untertaucht.

Unter den Bedingungen, daß „e“  $\leq$  LS-2 (0,5 LS (1-cos λ)) ist, erfolgt kein Untertauchen der Schneide. Dabei bedeuten LS = Schneidenlänge, „e“ = Eingriffstiefe und λ = Neigungswinkel. In Abb. 11 ist ein Berechnungsbeispiel für eine Schneidenlänge von 30 mm dargestellt.

Zur Formatbearbeitung erscheint ein Neigungswinkel von 40 bis 45 Grad die längsten Standvorschubwege zu ermöglichen. Ungewöhnlich ist, daß bei einem Einstellwinkel von  $\chi = 5$  Grad auch mit einem negativen Spanwinkel von  $\gamma = -10$  Grad und einem Keilwinkel von  $\beta = 90$  Grad (Abb. 12) eine ausbruchfreie Schnittkante erzeugt werden konnte.

Die Spanungsverhältnisse entsprechen denen eines Ziehklingenverfahrens. Bedeutsam ist diese Erkenntnis insofern, daß durch einen Keilwinkel von  $\beta = 90$  erstmalig bei rotierenden Holzbearbeitungswerkzeugen eine hinreichende Bearbeitungsqualität nachgewiesen werden konnte. Durch derartig stabilisierte Keilwinkel besteht (ähnlich der Steinbearbeitung) die real erscheinende Möglichkeit, Diamantschneidstoffe vor dem Ausbrechen zu schützen.

Abb. 10: Zur Bestimmung der Geltungsgrenzen des Verfahrensprinzips Planfräsen

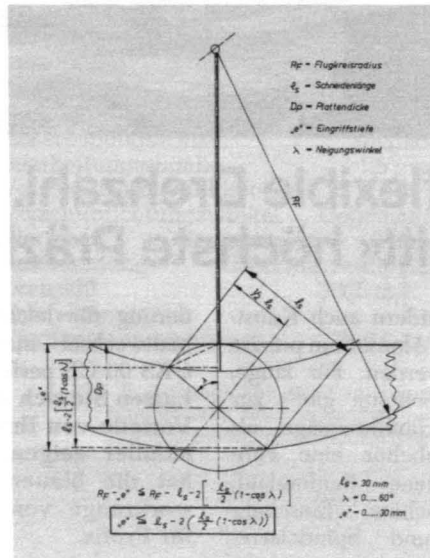


Abb. 9: Verschleißfasenbreite über der Schneidenlänge nach einem Vorschubweg von 1000 m

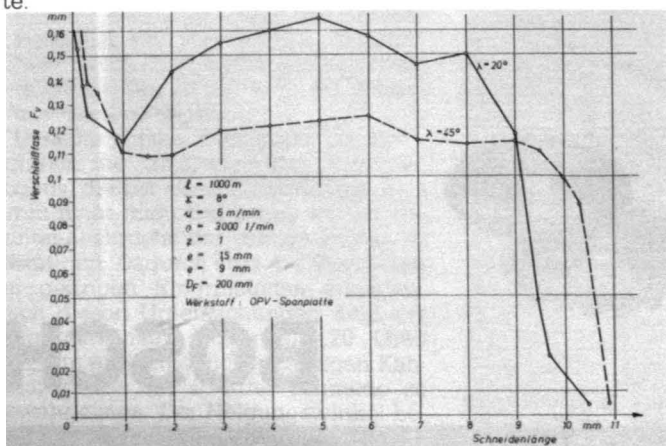


Abb. 11: Zulässige Eingriffstiefen und Neigungswinkel für eine Schneidenlänge von 30 mm

## Untersuchung zum Einfluß des Keilwinkels

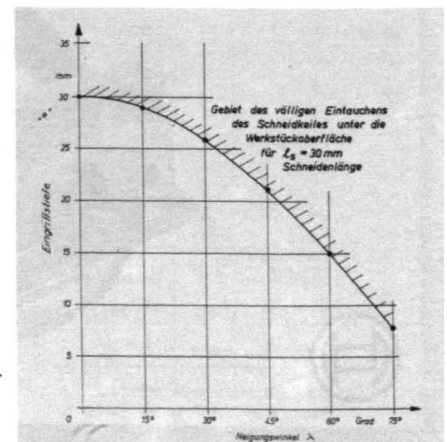
Der Keilwinkel ( $\beta$ ) beeinflusst beim Spannen den Trennvorgang direkt. Mit schlanker werdendem Keilwinkel werden die Kräfte, die an diesem Keil wirken, geringer. Es ist mit einer besser werdenden Bearbeitungsqualität zu rechnen. Allerdings stumpft aber bekanntlich ein schlanker Keil schneller ab, wodurch rasch der Effekt der besseren Bearbeitungsqualität wieder eliminiert wird. Ein optimaler Keilwinkel kann deshalb prinzipiell nur durch umfangreiche Abstumpfungversuche ermittelt werden.

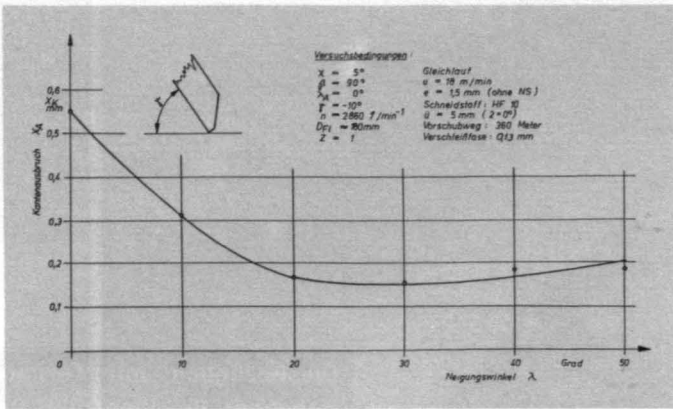
### Versuchsbedingungen

Keilwinkel	variabel
Spanwinkel	10 Grad
Neigungswinkel	20 Grad
Achsneigungswinkel	0 Grad
Bearbeitungszugabe	1,5 mm
Vorschubgeschwindigkeit	4, 6, 12, 18 m/min
Vorschubrichtungswinkel	Gegenlauf
Werkstoff	Spanplatte, d = 16 mm
Beschichtung	Melamin, einlagig
Drehzahl	3000 min <sup>-1</sup>
Schneidenanzahl	1
Flugkreisdurchmesser	200 mm
Eingriffstiefe	17 mm und
Überstand der Schneide	1 mm.

### Versuchsergebnisse

Zwischen Vorschubweg und Kanten-





▲ Abb. 12: Kantenausbruch in Abhängigkeit vom Neigungswinkel bei einem negativen Spanwinkel und einem Keilwinkel von  $90^\circ$

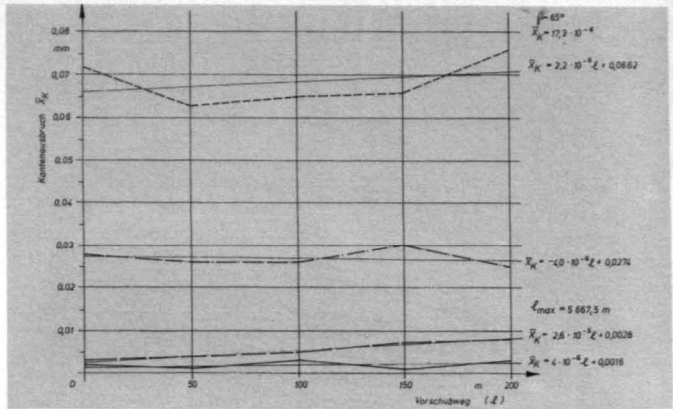
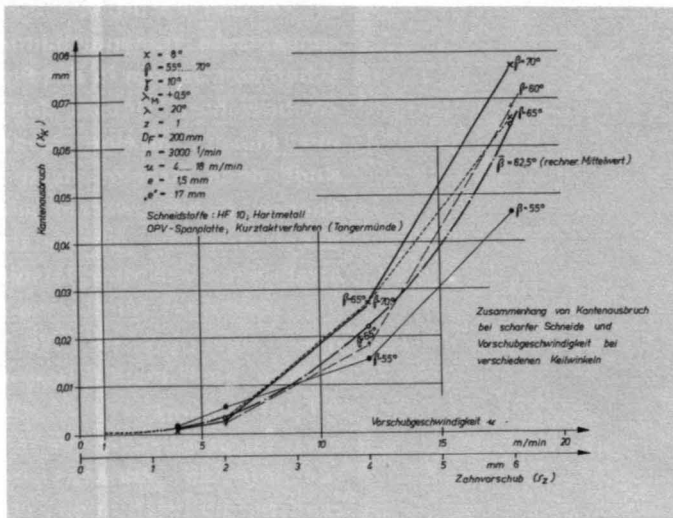
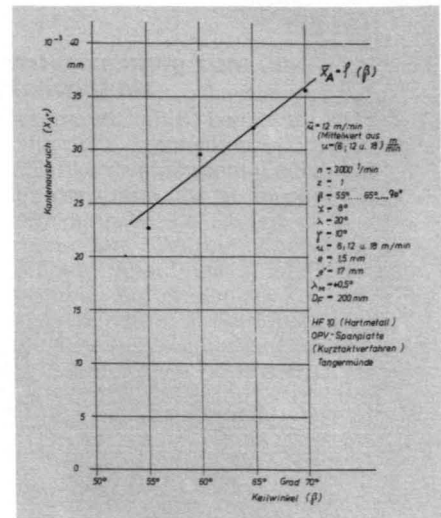


Abb. 13: Kantenausbruch in Abhängigkeit vom Vorschubweg



◀ Abb. 14: Kantenausbruch bei scharfer Schneide in Abhängigkeit vom Keilwinkel bei verschiedenen Vorschubgeschwindigkeiten



▶ Abb. 15: Kantenausbruch bei scharfer Schneide in Abhängigkeit vom Keilwinkel (gemittelte Werte)

ausbruch (Abb. 13) wurde unter den gewählten Versuchsbedingungen ein linearer Zusammenhang festgestellt. Den Kantenausbruch bei scharfer Schneide in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit bei unterschiedlichen Keilwinkeln zeigt Abb. 14. Werden alle Werte der Vorschubgeschwindigkeit gemittelt, so ergibt sich ein klarer Zusammenhang von Kantenausbruch bei scharfer Schneide und Keilwinkel (Abb. 15).

Interessant ist aber, wie sich der Anstieg des Kantenausbruches entsprechend Abb. 11 (in mm Kantenausbruch/Meter Vorschubweg) in Abhängigkeit vom Keilwinkel entwickelt (Abb. 16). Mit steigendem Keilwinkel wächst dieser Anstieg progressiv, d. h. durch den größer werdenden Kantenausbruch bei scharfer Schneide und das raschere Wachstum des Kantenausbruches mit fortlaufendem Vorschubweg wird der vorgegebene Qualitätsgrenzwert schneller erreicht als bei einem schlankeren Keilwinkel.

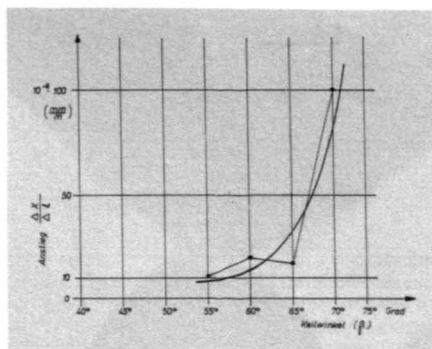
## Zum Einfluß des Keilwinkels auf die Schmalflächenqualität

Die Schmalflächenqualität (SQ) ist besonders bei Fräsverfahren ein grundsätzliches Problem. Durch die stumpfer werdende Schneide werden Späne und Fasern in vorhandene Hohlräume gepreßt und federn teilweise wieder heraus. Nicht fest verklebte grobe Späne

werden aber auch aus dem Verband herausgerissen, so daß Hohlräume und Fehlstellen entstehen. Ein objektives Beurteilungsverfahren für die Bearbeitungsqualität der Schmalfläche gibt es noch nicht. Deshalb soll die Beurteilung durch einen Sichtvergleich erfolgen. Zu diesem Zweck wurden nach bestimmten Vorschubwegen entnommene Vergleichsmuster, der Keilwinkel von  $55^\circ, 60^\circ, 65^\circ$  und  $70^\circ$  Grad gegenübergestellt und die jeweils beste Probe innerhalb der Keilwinkelreihe mit einem Punkt bewertet (Abb. 17).

Die höchste Punktbewertung erhielten die Keilwinkel  $60^\circ$  und  $65^\circ$ . Die Bearbeitungsqualität der Schmalfläche wird

Abb. 16: Verhältnis von Kantenausbruch zu Vorschubweg in Abhängigkeit vom Keilwinkel



aber viel stärker von der Vorschubgeschwindigkeit, d. h. vom Zahnvorschub, beeinflusst. Während mit  $12$  und  $18 \text{ m/min}$  noch eine sehr gute Bearbeitungsqualität der Schnittkante erzielt wird, reicht die Qualität der Schmalfläche nicht mehr aus.

Deshalb soll noch einmal der Einfluß des Keilwinkels bei einer Vorschubgeschwindigkeit von  $6 \text{ m/min}$  nachgewiesen werden. Die Untersuchungen wurden unter den Bedingungen durchgeführt:

Einstellwinkel	8 Grad,
Keilwinkel	variabel,
Spanwinkel	10 Grad,
Neigungswinkel	45 Grad,
Achsneigungswinkel	0 Grad,
Bearbeitungszugabe	1,5 mm,
Vorschubgeschwindigkeit	6 m/min,
Vorschubrichtungswinkel	Gegenlauf,
Werkstoff	Spanplatte, $d = 16 \text{ mm}$ ,
Beschichtung	Melamin, einlagig,
Drehzahl	3000 $\text{min}^{-1}$ ,
Schneidenanzahl	1,
Flugkreisdurchmesser	200 mm,
Eingriffstiefe	8 mm und
Überstand der Schneide	0 mm.

Als Kriterium des Standzeitendes wurde das Auftreten größerer untypischer Kantenausbrüche im Millimeterbereich gewertet. Die übrige Schnittkante entsprach noch hohen Qualitätsanforderungen. Das Ergebnis ist in Abb. 18 dargestellt. Wie erwartet, steigt

der erreichbare Standvorschubweg mit sinkendem Keilwinkel an.

Nach den in Abb. 18 dargestellten Untersuchungsergebnissen sollte ein so schlanker Schneidkeil wie möglich gewählt werden. Bei der geringen Vorschubgeschwindigkeit von 6 m/min konnte kein sichtbarer Unterschied der Schmalflächenqualität in Abhängigkeit vom Keilwinkel auch bei unterschiedlichen Vorschubwegen nachgewiesen werden. Im Verlauf der Untersuchungen wurde auch festgestellt, daß die Schmalflächenqualität mit größer werdender Eingriffstiefe immer besser wird. Leider ist die Größe der frei wählbaren Eingriffstiefe durch die Plattendicke begrenzt, da das zuerst im Eingriff befindliche Planfräs Werkzeug die Platte nicht durchschneiden darf, die Unterkante würde dann splintern.

Verblüffend ist, daß ein Schneidkeil aus Hartmetall mit einem Keilwinkel von  $\beta = 44$  Grad den Belastungen standhielt und nicht zerstört wurde. Ursache hierfür ist offensichtlich die wesentlich geringere Schneidkeilbelastung infolge der geringen Spandicke, die sich durch den geringen Einstellwinkel ergibt.

Nach den hier vorgestellten Untersuchungsergebnissen sollte ein so schlanker Keil wie möglich gewählt werden. Da aber in den zur Verfügung stehenden Werkstoffen hin und wieder sporadisch silikatische Anteile unterschiedlicher Korngröße auftreten, kann nur im Industrieversuch und Langzeittest der optimale Keilwinkel ermittelt werden.

Standweguntersuchungen mit einem Spanwinkel von  $\gamma = -10$  Grad und einem Keilwinkel von  $\beta = 90$  Grad ergaben bei Hartmetall unter sonst vergleichbaren Bedingungen einen Standvorschubweg von 350 Meter, dabei wurde ein Kantenausbruch der Größe 0,15 mm als Kriterium des Standwegendes gewählt.

Beim Fräsen mit herkömmlichen Umfangsfräs Werkzeugen mit vertikaler Werkzeugachse ( $\chi = 90^\circ$  Grad,  $\beta = 55^\circ$ ,  $f_z = 1$  mm,  $\lambda = 15$  Grad) wurden vergleichsweise mit einschneidigen Versuchswerkzeugen Standvorschubwege (bis zur Werkzeugverschiebung) von etwa 100 Meter bis zum Auftreten der ersten großen Ausbrüche bei Einsatz einer einzigen Schneide erreicht.

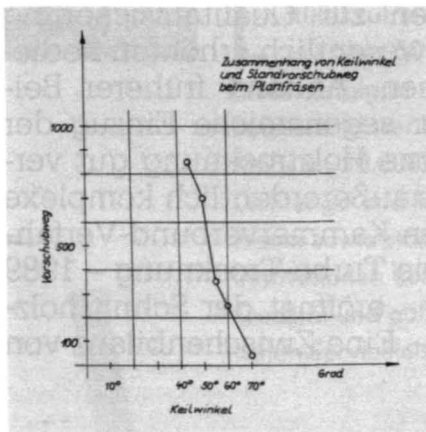
Wird beim Planfräsen mit positivem Spanwinkel der Keilwinkel auf  $\beta = 50^\circ$  verringert, so verdoppelt sich der Standvorschubweg auf 750 Meter. Welche Winkelkombination nun günstiger ist, kann nur im Langzeittest unter Industriebedingungen und bei Wahl identischer Bewertungskriterien für das Standwegende ermittelt werden. Sicher ist, daß mit einem Keilwinkel von 90 Grad eine wesentliche Stabilisierung des Schneidkeiles erreichbar ist. (Wird fortgesetzt. Literaturhinweise siehe HOB 3/91).

HOB-KENNZIFFER ..... 48

Vorschubweg	Vorschubgeschwindigkeit m/min	$\beta=55^\circ$	$\beta=50^\circ$	$\beta=65^\circ$	$\beta=70^\circ$
0 m	4		1		
	6	1/2	1		
	12		1	1	
	18			1	1
50 m	4		1	1	
	6				1
	12		1/2	1	
	18		1	1/2	
100 m	4		1	1	
	6	1/2			1
	12		1	1	
	18		1	1	
150 m	4		1	1	
	6	1			
	12		1/2	1	
	18		1/2	1	
200 m	4			1	
	6		1		
	12	1			
	18				1
Punktsumme:		3	11,5	11,5	3

Abb. 17: Visuell ermitteltes Bewertungsergebnis zur Beurteilung der Schmalflächenqualität

Abb. 18: Standvorschubweg in Abhängigkeit vom Keilwinkel beim Planfräsen (Bildnachweis: IfW)



## Erweitertes Profilmesser-Programm

Vielfältige Profilierungsmöglichkeiten an geschwungenen Massivholzteilen ermöglichen Universal-Profilschaftmesserköpfe von Leitz. Zu diesem Profilschaftmesserkopf-Programm können 38 Standard-Profile oder auch Sonderprofilmesser nach individuellem Kundenwunsch geliefert werden. Neu im Standard-Profilmesser-Programm sind Messer für Verleim- und Konterprofile. Das Messerkopf-Programm entspricht den Anforderungen der Holz-Berufsgenossenschaft für Handvorschub und trägt das BG-Test-Prüfzeichen 031-090. Profiltiefen bis 15 mm und Messerbreiten bis 39 mm bei einem minimalen Flugkreisdurchmesser von 67 mm gestatten beim Kopieren kleine Radien an profilierten Teilen. Dies war mit den bisherigen Universal-Messerköpfen nicht möglich. Für den Einsatz auf Tischfräsmaschinen (in Verbindung mit einem kurzen Fräsdorn mit Morsekonus II-Aufnahme) ist das Werkzeug mit dem Kugellager-Anlauftring schaftseitig ausgestattet. Die Ausführung für Oberfräsmaschinen trägt den Kugellager-Anlauftring an der Unterseite des Messerkopfes. Der Messerkopf kann auch ohne Anlauftring für Profilsfräsen mit Handvorschub eingesetzt werden. Nachstehend einige Technische Daten: Flugkreisdurchmesser maximal 97,4 mm, Flugkreisdurchmesser minimal 67,4 mm, Schnittbreite 40 mm, maximale Profiltiefe 15 mm, Drehzahl 8500 bis 12000 min<sup>-1</sup>, Schaft MK II mit Einzugsgerinde und Anlauftringdurchmesser 67,4 mm. Die Abbildung zeigt links den Universal-Profilschaftmesserkopf ohne Anlauftring WP 520-1 mit formschlüssiger Messer- und Abweiserbefestigung und konstantem Flugkreis. Er ist zur paarweisen Verwendung von Falz-, Füge-, Fase- und Profilmessern mit den jeweils dem Profil zugeordneten Abweisern geeignet. Rechts ist der Universal-Profilschaftmesserkopf WP 522-1 abgebildet, der für Handvorschub geeignet ist. Die Ausführung ist wie beim WP 520-1, jedoch mit Kugellager und Anlauftring.

HOB-KENNZIFFER ..... 49

