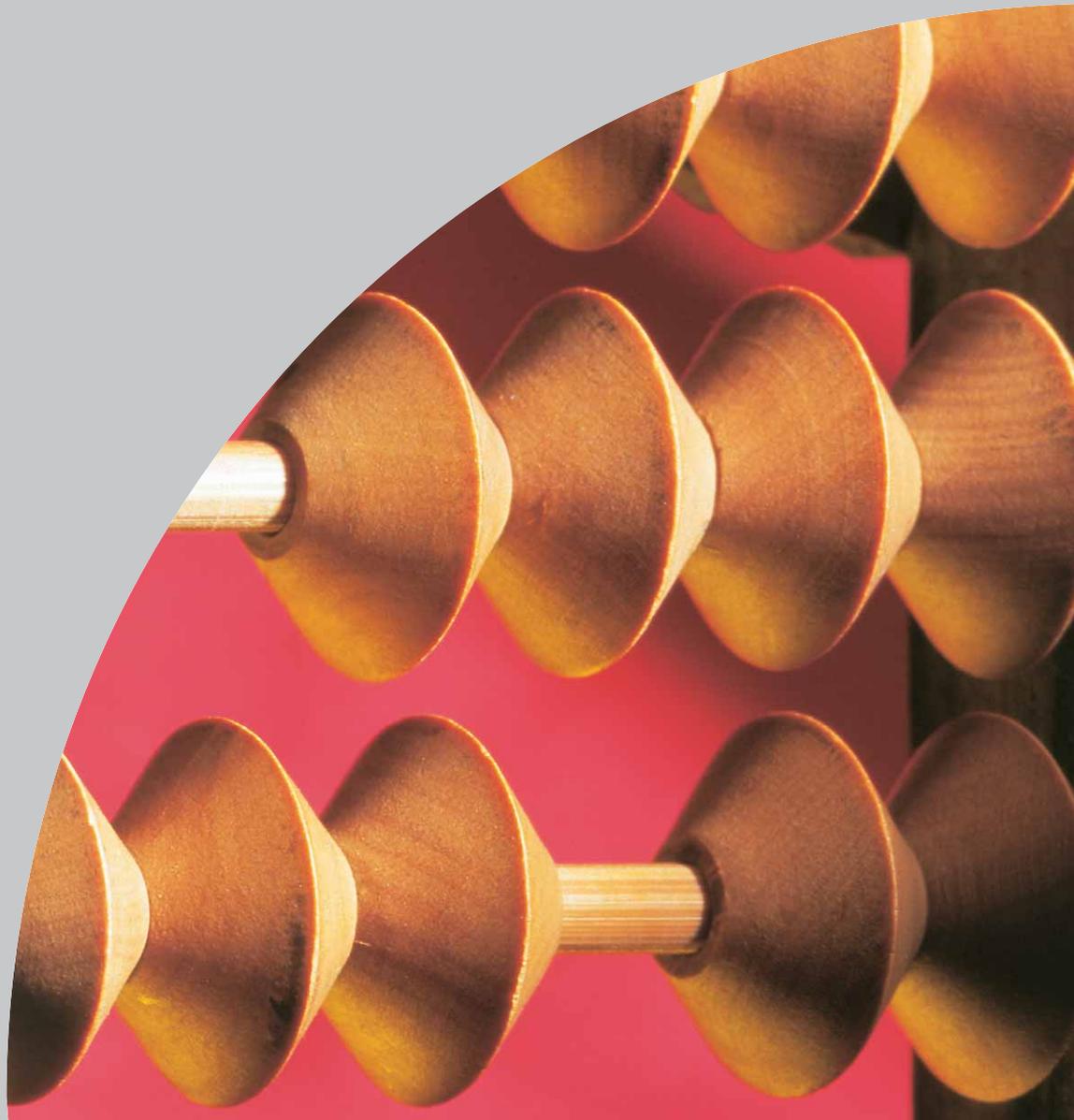


Wertigkeit von Werkzeugen

Wann Werkzeuge ihr gutes Geld wert sind



Der Arbeitskreis Maschinenwerkzeuge im VDMA Fachverband Holzbearbeitungsmaschinen ist die gemeinsame Plattform namhafter deutscher Hersteller von Holzbearbeitungsmaschinenwerkzeugen. Der VDMA verfolgt das Ziel, die Position seiner Mitgliedsfirmen im globalen Wettbewerb zu stärken.

AKE Knebel
GmbH + Co. KG
www.ake.de



JSO Jakob Schmid
GmbH + Co. KG
www.jsode



LEITZ
GmbH + Co. KG
www.leitz.org



LEUCO
Ledermann GmbH
www.leuco.com



PREWI-
Schneidwerkzeuge GmbH
www.prewi.de



STEHLE
GmbH + Co. KG
www.stehle-int.com



Wann Werkzeuge ihr gutes Geld wert sind

Dr. Bernhard Dirr, Geschäftsführer Fachverband Holzbearbeitungsmaschinen im VDMA



Dr. Bernhard Dirr

Wie erkennt der Kunde die Qualität eines Werkzeuges? Diese Frage beantwortet die Schriftenreihe „Wertigkeit von Werkzeugen“, die vom Arbeitskreis Maschinenwerkzeuge des Fachverbands Holzbearbeitungsmaschinen im VDMA herausgegeben wird. Qualitätswerkzeuge sind technisch anspruchsvoll. Der Unterschied zu vermeintlich preiswerten „no names“ zeigt sich spätestens im Detail. Die Qualität des Materials, die Technik und die Verarbeitung entscheiden darüber, ob man auch nach längerem Gebrauch qualitativ hochwertige Ergebnisse mit diesen Werkzeugen erzielen kann. Wie man auf einen Blick die Qualität eines Werkzeuges für die Bearbeitung von Holz bestimmen kann, das beschreiben Autoren renommierter Firmen wie AKE, JSO, LEITZ, LEUCO und PREWI. Verkaufszahlen von Billiganbietern zeigen, dass der Preis eines Werkzeuges nicht selten als alleinige Grundlage einer Kaufentscheidung dient, wichtige Aspekte wie Produktqualität und -sicherheit spielen hingegen oftmals nur eine untergeordnete Rolle. Wer sich bei der Kaufentscheidung allein vom Preis leiten lässt, zahlt am

Ende immer drauf. Und wenn man bedenkt, dass die Werkzeugkosten gerade mal zwischen ein und drei Prozent der Gesamtkosten einer Maschineninvestition ausmachen, das Werkzeug aber einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität des zu produzierenden Werkstücks hat, dann liegt doch die Entscheidung für ein qualitativ hochwertiges Werkzeug auf der Hand.

Um sich bei der späteren Nutzung böse Überraschungen zu ersparen, sind in der Schriftenreihe des Arbeitskreises Maschinenwerkzeuge die wichtigsten Aspekte beschrieben, die bei der Auswahl eines Werkzeuges in jedem Fall berücksichtigt werden sollten.

Der Ratgeber „Wertigkeit von Werkzeugen“ kann beim Fachverband Holzbearbeitungsmaschinen im VDMA kostenlos angefordert werden (dominik.wolfschuetz@vdma.org) oder steht zum download unter www.machines-for-wood.com.

Qualitätskreissägeblätter – Mehr als nur ein Kreis mit Zähnen!

Von Hermann Engert, Key Account Manager (AKE)

Unter welchen Voraussetzungen wird aus einem Sägeblatt ein Präzisionswerkzeug in höchster Qualität? Grundkörper, Lot und Schneidwerkstoff haben maßgebenden Einfluss auf die Eigenschaften des Kreissägeblattes und somit auf Schnittqualität und den Standweg, die Hauptkriterien an denen ein Kreissägeblatt im Paket- oder Einzelschnitt gemessen wird.

Um optimale Ergebnisse erzielen zu können sollte zusätzlich die individuelle Auslegung des Sägeblatts auf den jeweiligen Anwendungsfall beachtet werden. Viele Einsatzgebiete werden heute durch Katalogartikel der unterschiedlichen Sägeblatthersteller grundsätzlich abgedeckt, um jedoch prozessoptimiert und mit höchster Produktivität die Anlagen zu betreiben ist es unumgänglich, dass die dafür benötigten Kreissägeblätter genau auf die Fertigungsbedingungen abgestimmt sind.

Dünnere, schneller, länger, besser

Nach dem Motto „Dünnere, schneller, länger, besser“ werden an ein Qualitätskreissägeblatt ständig wachsende Anforderungen gestellt. Ressourcenmanagement heißt hierbei das Zauberwort. Rohstoffverknappung bzw. Ressourceneinsparung (Material und Energie) führt zu immer kleiner werdenden Schnittbreiten bei gleich bleibendem Durchmesser.



Materialeinsparung ist ein Gebot der Stunde: Kreissägeblätter mit geringsten Schnittbreiten tragen dazu bei

Kreissägeblätter haben aufgrund ihrer Beschaffenheit ein sehr eigenes Schwingungsverhalten. Als Scheibe dargestellt erkennt man schnell das ungünstige Verhältnis zwischen Durchmesser und Stammblattstärke. Immer kleiner werdende Schnittbreiten, welche durch die Industrie gefordert werden, stellen die Werkzeughersteller vor stetig wachsende Herausforderungen und verlangen nach neuen Lösungen.

Unter diesen Voraussetzungen sind das Richten, worunter man das „Ebenmachen“ des Kreissägeblattes versteht und das Spannen, wobei der Mittelteil des Sägeblattes „gereckt“ wird, zwei Fertigungsschritte, die für das Funktionieren eines Sägeblattes eine unbedingte Voraussetzung darstellen. Beide Bearbeitungsvorgänge werden häufig gemeinsam angewendet und sollten auch bei späteren Serviceleistungen am Sägeblatt kontrolliert und gegebenenfalls nachkorrigiert werden. Durch die Arbeitsgänge Spannen und Richten kann ein „kontrolliertes“ Verhalten des Sägeblattes im Leerlauf und auch im Schnitt erreicht werden, d. h. das Sägeblatt verläuft bei ausreichender Spannung im Material nicht.

Dabei ist unbedingt erforderlich zu wissen, dass sich ein Sägeblatt bei Randschnitten, d.h. bei einseitig geringem Materialwiderstand, deutlich anders verhält als bei gleicher, beidseitiger Belastung.

Für das Spannen und Richten ist auch heute noch je nach Art und Aufbau der Säge relativ viel Handarbeit notwendig. Die Erfahrungen, die mittlerweile über viele Jahrzehnte auf diesem Gebiet gesammelt und empirisch ermittelt wurden, beinhalten den Umgang mit der Lage und der Anzahl der Walzkreise, welche mit Rollwalzmaschinen in den Grundkörper eingewalzt werden.

Zwei weitere Qualitätskriterien, welche direkten Einfluss auf die Schnittqualität haben, sind die Wuchtgüte und die Rundlaufgenauigkeit. Das Auswuchten funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie bei einem Autoreifen mit dem einzigen Unterschied, dass keine Gewichte dazugegeben werden um in einen wuchtfreien Zustand zu kommen, sondern Material am Grundkörper abgetragen wird. Ungewuchtete Sägeblätter führen zu frühzeitigen Lagerschäden an der Maschine/Plattensäge sowie zu schlechter Schnittqualität mit Riefenbildung auf der Schmalfläche und Kantenausbrüchen in den Decklagen. Die Einhaltung einer engen Bohrungstoleranz garantiert die werksseitig hohe Wuchtgüte im täglichen Einsatz und kommt somit auch der Maschine zugute.

Bessere Schnittqualität

Gleichzeitig zur Forderung nach immer dünner werdenden Schnittbreiten wachsen die Ansprüche an die Qualität des Endprodukts. Um eine gleich bleibend gute Schnittqualität zu gewährleisten ist neben den qualitativen Gesichtspunkten, die das Rohmaterial und somit die Wirkung auf den Werkstoff beeinflussen, auch die Auslegung des Sägeblatts von entscheidender Bedeutung. Die Zahngeometrie und die Geometrie der Zahnzwischenräume sowie der idealisiert schwingungsfreie Lauf des Werkzeuges sind hauptverantwortlich für die Schnittqualität von Kreissägeblättern auf Plattenaufteilsägen.

Als Maß für die Schnittqualität gilt neben der Riefenbildung, welche durch den Einzelzahn erzeugt wird, die Geradheit der Schnittfuge, sprich die Welligkeit der erzeugten Schnittkante. Eine Verbesserung der Schnittqualität aufgrund eines schwingungsgedämpften Verhaltens wird durch die Geometrie des Stammblattes und der Dehnungsschlitzes inklusive Zahnteilung beeinflusst.



Qualitätsmerkmal: Schwingungsdämpfende Dehnungsschlitzes und Laserornamente

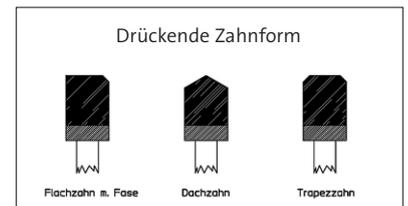
Häufiger kommen auch so genannte Ungleichteilungen bei Sägeblättern zum Einsatz, die eine Schwingungsüberlagerung und somit das Aufbauen der Frequenzen auf ein nicht akzeptables Maß verhindern. Exaktes Einbringen von Laserornamenten, das Einpressen von Kupfernieten sowie Dehnungsschlitze können das Schwingungsverhalten des Stammblatts ebenfalls positiv beeinflussen, wobei letztere durchaus auch eine positive Wirkung auf die Lärmentwicklung haben.

Längerer Standweg

Als die wirtschaftlichste Größe bei Sägeblättern für Plattenaufteilsägen steht nicht immer die Schnittqualität im Vordergrund, sondern hauptsächlich die Standzeit bzw. der Standweg. Haupt Einflussfaktor dabei sind möglichst harte Schneidstoffe, weshalb der Einsatz häufig in Richtung diamantbestückter Plattenaufteilsägeblätter geht.

Möbel- und Küchenhersteller, bei denen die Formatierung häufig im Zuschnitt, d.h. nicht auf Fertigmaß im Paket erfolgt, legen vor dem Hintergrund höchster Produktivität meist den Schwerpunkt auf große Standwege.

Extreme Schnitthöhen mit Sägeblattdurchmesser bis 730 mm stellen enorme Anforderungen an die Werkzeuge. Speziell bei Randschnitten kommt es zu einer einseitigen Auslenkung in Richtung der entlasteten Seite des Sägeblattes, was durch den einseitig wirkenden Schnittdruck zum Verlaufen des Sägeblattes führen kann. Nur durch die richtige Abstimmung von Stammblatthärte und Spannung des Grundkörpers in Abhängigkeit von Flanschdurchmesser und Drehzahl kann das Sägeblatt dieser Belastung standhalten.



Zahnformen – ziehender Schnitt und drückender Schnitt

Neben Materialeigenschaften und Stammblattauslegung sind Zahngeometrie, die Zahnform und der aufgebrachte Schliff für die Standzeit oder aber auch für die Schnittqualität weitere entscheidende Kriterien. So haben beispielsweise Geometrie mit einer Schutzfase an der Flanke ein weit höheres Standvermögen als Zähne ohne diese, da eine definierte Abstumpfung des Zahns sozusagen technisch vordefiniert wird und so Ausbrüche an der Nebenschneide bzw. am Schnittpunkt der Haupt- und Nebenschneide dadurch verhindert werden.

Zähne, die einen ziehenden Schnitt erzeugen haben kürzere Standzeiten als Zähne, die einen drückenden Schnitt erzeugen. Grund dafür sind spitzere Winkel zwischen Zahnflanke und Zahnrückens, wodurch eine schnellere Abstumpfung bei einer saubereren Schnittkante, provoziert wird.

Im Bereich der Hartmetalle konzentrieren sich die Entwicklungen darauf, die Hartmetallzähne härter zu machen ohne jedoch die Reduzierung der Bruchfestigkeit zu fördern. Das Bruchrisiko am Zahn kann zusätzlich werkzeugseitig durch eine entsprechende Zahngeometrie minimiert werden. Die Kombination aus Schnittqualität und wirtschaftlichen Standwegen wird ständig weiterentwickelt und optimiert. So kann mit einer extrem harten und schlagfesten Hartmetallqualität kombiniert mit stabilem Keilwinkel der Standweg und somit die Produktivität deutlich erhöht werden.

Das Rohmaterial – der Grundstein für Qualität

Die Qualität eines Kreissägeblattes wird bereits durch die verwendeten Rohmaterialien festgelegt. Der Grundkörper besteht aus legiertem Werkzeugstahl, er soll eben und in einer vorbestimmten Güteklasse geschaffen sein, um höchsten Ansprüchen gerecht zu werden. Stabilität und gleichzeitige Elastizität dürfen auch bei einer Erwärmung während des Einsatzes nicht verloren gehen. Die Maßstäbe hierfür sind hoch gesteckt und müssen daher bereits während des gesamten Fertigungsprozesses des Grundkörpers gezielt kontrolliert und eingehalten werden.

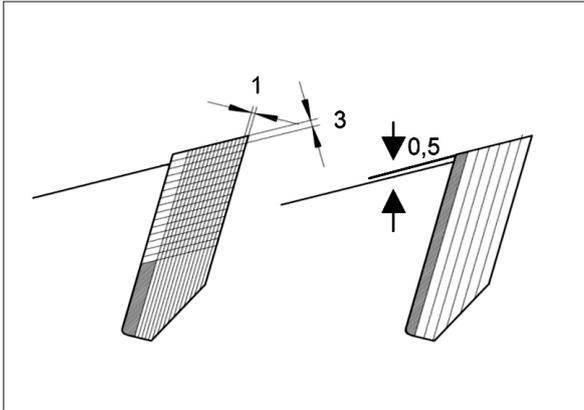
Der zweite wichtige Einflussfaktor neben dem Grundkörper ist das Lot als Bindeglied zwischen Schneidwerkstoff, häufig Hartmetall oftmals auch PKD (Polykristalliner Diamant), und Grundkörper. Die Kontrolle der Löttemperatur beim Lötvorgang bedarf einer ständigen Überwachung, denn nur eine richtig ausgeführte Lötverbindung kann die Kräfte, welche über die Schneidenspitze am Hartmetall wirken aufnehmen und an den Grundkörper weitergeben. Das Lot muss somit zwei bedeutende Eigenschaften vereinen:

Es muss eine stoffschlüssige Verbindung zwischen Grundkörper und Schneidwerkstoff sowie die Elastizität zwischen hartem Schneidmaterial und weicherem Grundkörper sicherstellen.

Das Schneidmaterial als dritter Faktor bestimmt maßhaltig die Oberfläche des Werkstückes. Bei der Verarbeitung von Materialien auf der Plattenaufteilsäge kommen hierfür am häufigsten Hartmetalle und PKD zum Einsatz.

Im Vergleich zu Hartmetall kann PKD in heutiger Fertigungsqualität einen bis zu 80-mal höheren Standweg erreichen. Maßgebend für diese langen Standwege ist jedoch nicht nur der Schneidstoff, sondern vor allem die höchste Qualität des Grundkörpers. Das Schwingungsverhalten des Grundkörpers muss so optimal eingestellt sein, dass Eigenschwingungen der Kreissäge keinen unnötigen Verschleiß der Schneiden verursachen.

Jeder Fertigungsprozess den ein Kreissägeblatt auf dem Weg vom Blech zum fertigen Werkzeug durchläuft sollte von einer durchgängigen Qualitätskontrolle begleitet sein, um sicherzustellen, dass aus einzelnen Rohmaterialien ein Präzisionswerkzeug entsteht, das höchste Ansprüche an Produktivität und Qualität erfüllt.



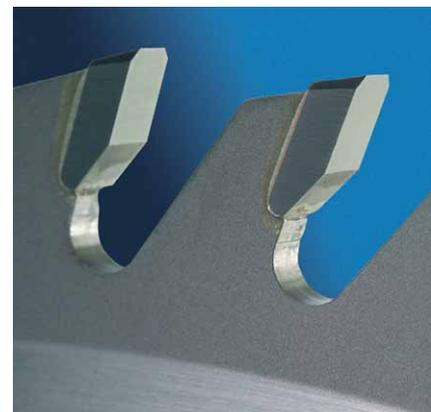
Korrektes Nachschärfen an der Span- und Freifläche sorgt für mehr Wirtschaftlichkeit

Produktivitätssteigerung durch richtigen Werkzeugservice

Nur korrekt geschliffene Sägeblätter erhalten ihre Leistungsfähigkeit über die gesamte Lebensdauer. Falsches Nachschärfen nur an der Spanfläche oder nur an der Freifläche hat einen drastischen Standwegabfall zur Folge, weshalb es wichtig ist, die komplette Abstumpfung abzuschleifen. Hartmetallsägen werden an den Freiflächen und an der Spanfläche im Verhältnis 3:1 auf Schleifautomaten nachgeschärft, welche ein Nachschärfen aller Zahnformen in jeweils nur einem Umlauf an Span- und Freifläche ermöglichen. Ein manuelles Schleifen auf Universal-Werkzeugschleifmaschinen ist aus qualitativen Gründen nicht empfehlenswert.

Idealerweise sind HW-Kreissägeblätter so konzipiert, dass das Nachschärfen in der Regel nicht zu Problemen führt. Der Grundkörper ist um 0,5 mm gegenüber dem Hartmetall zurückgesetzt und bietet damit ausreichend Schärfezone ohne die Stabilität der Sägezähne zu gefährden. Bei HW-Kreissägeblättern werden immer Spanfläche (Zahnbrust) und Freifläche (Zahnrückens) nachgeschärft, da nur dann eine optimale und wirtschaftliche Nutzung der Bestückung und ein gleich bleibender Standweg möglich sind.

Durch das Nachschärfen kann die Zahnhöhe bis auf ein Mindestmaß von 2 mm reduziert werden, wobei diese Restzahnhöhe aus sicherheitstechnischen Gründen nicht unterschritten werden sollte. Bei Zahnbeschädigungen kann der Schärfdienst durch das Ablöten der beschädigten Bestückung und Auflöten der Neubestückung Abhilfe schaffen. Wenden Sie sich an Ihren Werkzeugpartner. Er wird Sie gerne dazu beraten.



Der Schaftwerkzeug-Qualität auf der Spur

Von Wilm-Henner Niemeyer, Leiter der Entwicklung (Fa. Jakob Schmid GmbH & Co. KG)

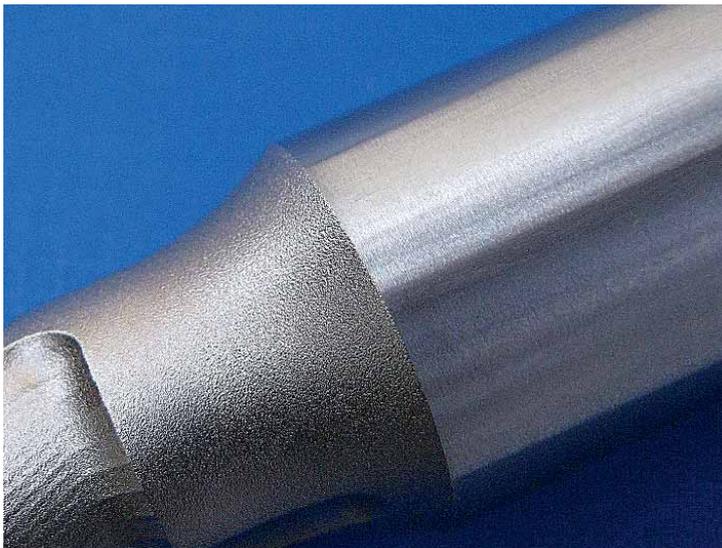


Abb. 1: Spürbares Qualitätsmerkmal 1: Geschliffener Einspannschaft
Sichtbares Qualitätsmerkmal 2: Weicher Übergang vom
Nutzbereich zum Einspannschaft
Visuelles Qualitätsmerkmal 3: Korrosionsschutz im Nutzbereich

Dass wesentliche Qualitätsmerkmale von Schaftwerkzeugen für die Holz- und Kunststoffbearbeitung auch ohne messtechnische Hilfsmittel erkennbar sind, wird im folgenden Beitrag am Beispiel von CNC-Fräswerkzeugen gezeigt. Schon bei der ersten Begegnung mit dem Schaftfräser nimmt der Werkzeuganwender ihn selbstverständlich in die Hand und fühlt zuerst den feinen Schliff des Einspannschaftes (Abb. 1).

Markante Fertigungs- und Konstruktionsmerkmale für lange Lebensdauer

Hochwertige Schaftwerkzeuge, mit polykristal- linem Diamant (DP) oder mit Hartmetall (HW) bestückt oder mit Hartmetall-Wende- oder -Wechselplatten ausgestattet, weisen präzisions- geschliffene Schäfte innerhalb sehr enger Toleranzgrenzen auf. Diese sind für den hoch- tourigen Werkzeugeinsatz und bei Verwendung in Hydrodehn- oder Schrumpfschraubfuttern

unerlässlich. So erhalten die Werkzeugschäfte mindestens die Toleranz g7, typisch g6. Eine hohe Einspannzentrität und damit ein ruhiger Lauf schonen die Schneide und das Spindellager.

Dem Werkzeugbetrachter fällt gleichzeitig auf, ob das Schaftwerkzeug ein homogenes Fräsbild auszeichnet, die Spanräume riefenfrei glatt gefräst und die Plattensitze für die Wendepatten sowie die Werkzeugkanten gratfrei sind. Denn ein glattes, fein gefrästes oder geschliffenes Schaftwerkzeug mit kerbfreien Übergängen steht für eine höhere Sicherheitsreserve.

Auch die Lötung ist hier eine Betrachtung wert: Sind an der Lötstelle schwarze Fehlstellen sichtbar, hat die Lötverbindung nicht die Festigkeit, welche ein hochwertiges Werkzeug auszeichnet. Aber nicht nur diese, den Fertigungsaufwand charakterisierenden, leicht erkennbaren Güte- merkmale kennzeichnen ein hochwertiges Schaftwerkzeug, sondern besonders auch die durch die Fertigungs- präzision bedingte Wiederholgenauigkeit beim



Abb. 2 a) links: Werkzeug aus CrNiMo-Stahl, b) rechts: Tragkörper aus Schwermetall:
Gleiche Nutzlänge und gleicher Nenndurchmesser, Werkzeug rechts 2,7-fach schwerer

Wechseln der HW-Schneidplatten und die Profiltreue nach der Montage neuer HW-Wechselplatten. Erkennbare Fertigungsgüte ist somit gleichzeitig auch eine Voraussetzung und ein Anzeichen für hohe Montagegenauigkeit und gute Konturtreue des Schaftwerkzeuges zur Erzielung des geforderten Fräsbildes.

Tragkörper: Der Beanspruchung gewachsen

Die nächste Eigenschaft, die der Werkzeuganwender deutlich spürt, ist das Gewicht. Während er die Unterschiede in den Stahlqualitäten, die die führenden Hersteller von hochwertigen Präzisionswerkzeugen zur Erfüllung der statischen und dynamischen Beanspruchungen verwenden, nicht erkennen kann, fällt das Gewicht der Werkzeuggrundkörper aus Schwermetall und Hartmetall gegenüber dem Stahlwerkstoff sprichwörtlich in die Hand. Wann setzen die Präzisionswerkzeughersteller diese teuren Sinterwerkstoffe ein?

Erst dann, wenn die Stahllegierungen den Beanspruchungen beim Fräsen nicht mehr gewachsen sind und eine höhere Tragkörper-Festigkeit erforderlich ist. Anwendungstechnisch ausge-

drückt: Unterliegt der Schaftfräser nach Abb. 2 hohen Zerspankräften, ist die Ausführung mit dem Schwermetall-Grundkörper zu bevorzugen.

Hohe Tragkörperstabilität steht bei der Schaftwerkzeugauslegung an oberster Stelle. Sicherheit, Steifigkeit, Produktivität und Wirtschaftlichkeit werden maßgeblich durch die Werkzeugkonstruktion und die Werkzeugwerkstoffe bestimmt. Der angesprochene Schwermetallwerkstoff zeichnet sich durch eine hohe Festigkeit und gute Dämpfungseigenschaften aus, weswegen gerade auch langauskragende Werkzeuge mit einem großen Schlankheitsgrad L/D wie beispielsweise der Wendeplatten-Schlosskastenfräser $\phi 16$ mm mit 150 mm bis 210 mm Gesamtlänge L (Abb. 3) diese Werkstoffeigenschaften erfordern.

Auch kürzere Werkzeuge, die hohen Zerspankräften ausgesetzt sind, wie z. B. die Wendeplatten-Schaftfräser $\phi 8 \times 20$ mm bis $\phi 12 \times 30$ mm, welche mit Miniwendemessern ausgerüstet sind (Abb. 2), nutzen die Festigkeit des Schwermetalls. Denn um die wirtschaftliche Wendeplatte in dem Werkzeug aufnehmen und sicher spannen zu können, ist der Tragkörper um die notwendigen Ausfräsungen geschwächt.

Auch beim Vielzahn-Fräser mit Durchmesser 16 mm und der maximalen Nutzlänge von 62 mm (Abb. 4), bestückt mit nachschärf- und auswechselbaren Frässtiften, werden die Eigenschaften des Sintermetalls genutzt. Bei diesem Hartstoff bewirken der über 90%ige Wolframanteil den gegenüber Stahl um 70% höheren Elastizitätsmodul und das Nickel-Eisen-Bindemetall die hohe Bruchzähigkeit.



Abb. 3: Schlosskastenfräser mit dem dämpfenden Schwermetallgrundkörper

Damit aber das Bruchversagen nicht eintritt, werden in den Konstruktionsabteilungen der führenden Werkzeughersteller Festigkeitsrechnungen durchgeführt. Die Schaftwerkzeuge werden normenkonform nach DIN EN847-1:2005 (Maschinenwerkzeuge für die Holzbearbeitung – Sicherheitstechnische Anforderungen – Fräs- und Hobelwerkzeuge, Kreissägeblätter), anzuwenden bei Fräsdurchmessern $D > 16$ mm, und nach DIN EN 847-2:2001 (Anforderungen für den Schaft von Fräsworkzeugen) konstruiert und gefertigt.

Die normengemäße Kennzeichnung für Schaftwerkzeuge mit $D > 16$ mm enthält:

- Das Kennzeichen für die Mindesteinspannlänge (Abb. 5).
- Die Hauptabmessungen des Werkzeuges.
- Die Angabe über die zulässige Exzentrizität e^{***} .



Abb. 4: Spürbares Qualitätsmerkmal in der Hand: Vielzahn-Fräser aus Schwermetall

Zu den Mindest-Schaftkennzeichnungen gehören die Herstellerbezeichnung, die Höchstdrehzahl und MAN oder MEC für die Vorschubart. Bei Schaftdurchmessern ≥ 14 mm kommen noch das Kurzzeichen der Schneidstoffgruppe, $D \times$ Nutzlänge und der Durchmesser des Einspannschaftes S hinzu. Manche Hersteller geben zusätzlich die Schneidenanzahl bzw. die Zähnezahl, die Gesamtlänge und weitere firmenspezifische Daten an (Abb. 5).



Abb. 5: Qualitätsmerkmal Sicherheit: Kennzeichnung des Werkzeugschaftes nach EN 847, Herstellerzeichen auf der Rückseite

Die Vollständigkeit dieser Angaben auf dem Werkzeugenschaft erkennen zu können, weist daraufhin, dass zumindest in dieser Hinsicht ein normgerechtes Schaftwerkzeug vorliegt. Die führenden Hersteller von Schaftwerkzeugen haben in den Normengremien zusammen mit der Holz Berufsgenossenschaft dieses Normenwerk erarbeitet und halten sich daher an deren Sicherheitsvorschriften.

Begutachtet der Werkzeuginteressent nun die Spanntechnik der Wende- oder Wechselplatte, kontrolliert er gleich die ordnungsgemäße Beschriftung der Schneidteile. Denn auch deren Kennzeichnung ist nach EN 847-1 vorgeschrieben und soll bei einer Länge und Breite von > 20 mm dauerhaft beschriftet sein mit dem Namen oder Zeichen des Herstellers oder Lieferers. Um die Rückverfolgbarkeit nach der Qualitätsmanagementnorm DIN EN ISO 9000:2000 zu gewährleisten, sind die Profilwechselplatten und Wendeplatten mit der Sorte zu kennzeichnen. Damit können Verwechslungen zwischen den Anwendungsbereichen ausgeschlossen werden.

Im Konflikt: Wendeplattenbefestigung und kleine Fräserdurchmesser

Die führenden Hersteller von Schaftwerkzeugen haben konstruktive Lösungen erarbeitet, um eine sichere Spanntechnik, eine gute Späneabfuhr und eine hohe Werkzeugstabilität zu vereinen. Insbesondere kleine Fräserdurchmesser erfordern kleindimensionierte HW-Wende- oder Wechselplatten und spezielle Spanntechniken. Diese maßliche Einschränkung wird noch enger, wenn die Wende- oder Wechselplatten zur Erzielung einer hohen Schnittgüte für einen ziehenden Schnitt unter einem Neigungswinkel angeordnet werden (Abb. 6).



Abb. 6: Qualitätsmerkmal Neigungswinkel: Wechselplattenfräser mit kleinem Durchmesser

Gespannt werden die Wende- oder Wechselplatten entweder über rückenverschraubte Spannkeile (Abb. 2), Brustdirektverschraubungen mit Torx-Schrauben und Großkopf-Torx-Schrauben auf der Spanfläche (Abb. 3, 6 und 7) und Rückenverschraubungen mit eben diesen Werkzeugspezialschrauben der höchsten Festigkeitsklasse 12.9 und großer Spanfläche (Abb. 7). Da den Befestigungselementen für die Schneidteile hohe sicherheitstechnische Eigenschaften abverlangt werden, sind sie stets nur als Originalersatzteil vom Werkzeughersteller zu verwenden. Welche Spanntechnik Vorteile bietet, entscheidet auch der Einsatzfall. Teilweise kann eine Spanleitstufe an der Brust vorteilhaft sein, wie sie beispielsweise der Fräser mit Rückenverschraubung nach Abb. 8 oder die Fräser mit Spannkeil in Abb. 2 bieten.



Abb. 7: Qualitätsmerkmal großdimensionierte Spanräume: Brustverschraubung mit hochfesten Spezialschrauben beim Handlaufräser Z2 + 2 HW

Schneidenfreistellung: Auf den Freischliff kommt es an!

Bevor das Fräs Werkzeug zum Einsatz kommt, kann der Anwender näherungsweise erkennen, ob die Konstruktion eine Brenneigung beinhaltet, also die Freistellung der Schneide und des Tragkörpers ausreicht. Bei freigestellten Schneidteilen, wie in Abb. 4 dargestellt, ist diese Freistellung offensichtlich, wenn denn auch die einzelnen Schneidteile über einen ausreichenden Freiwinkel verfügen. Bei Vollhartmetall-Fräsern ist die Freistellung z. B. an den Facetten zu erkennen, realisiert in Gestalt einer relativ schmalen ersten, stabilen Freifläche, gefolgt von weiteren Freiflächen mit größeren Freiwinkeln (Abb. 9 a).

Gerade bei der Herstellung von Nuten und beim Trennen im Vollschnitt sind diese Freiflächen geometrien ein Qualitätsmerkmal gegen Anlaufen der Freiflächen, Aufbauschneidenbildung und

Brennen. So werden auch die DP-Fräs Werkzeuge, mit Schneidteilen aus polykristallinem Diamant bestückt, zur Erzielung hoher Standwege bei gleichzeitigem Vermeiden von Brennschmelzen mit einem 2. Freiwinkel am Hartmetall ausgestattet und zusätzlich der Tragkörper stufig abgesetzt oder sogar rund hinterschleift (Abb. 9 b).

Schneiden auf gedrahten Flügeln: Weicher Schneideneingriff durch ziehenden Schnitt Ein weiteres Kriterium für ein hochwertiges Schaftwerkzeug liegt in der Schneidenaufteilung, um – wenn immer es möglich ist – einen weichen Schneideneingriff durch Wendepalten mit Neigungswinkeln (Abb. 6) oder durch eine wendelförmige Anordnung der DP-Einzel-schneiden (Abb. 10) herbeizuführen. Realisiert wird dies mit sehr enger Bestückung, beinahe Vollbestückung auf drei Flügeln als Z3-Werkzeug (Abb. 10) oder auch mit weiträumiger Bestückung beim Z1-Fräs Werkzeug, bei dem die einzelnen,

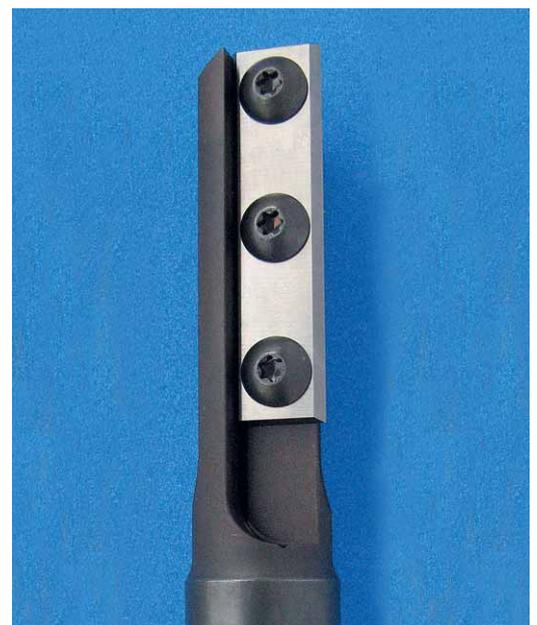


Abb. 8: Qualitätsmerkmal Sicherheit: Großdimensionierte Spezialschrauben für die Rückenverschraubung der Wendepalte

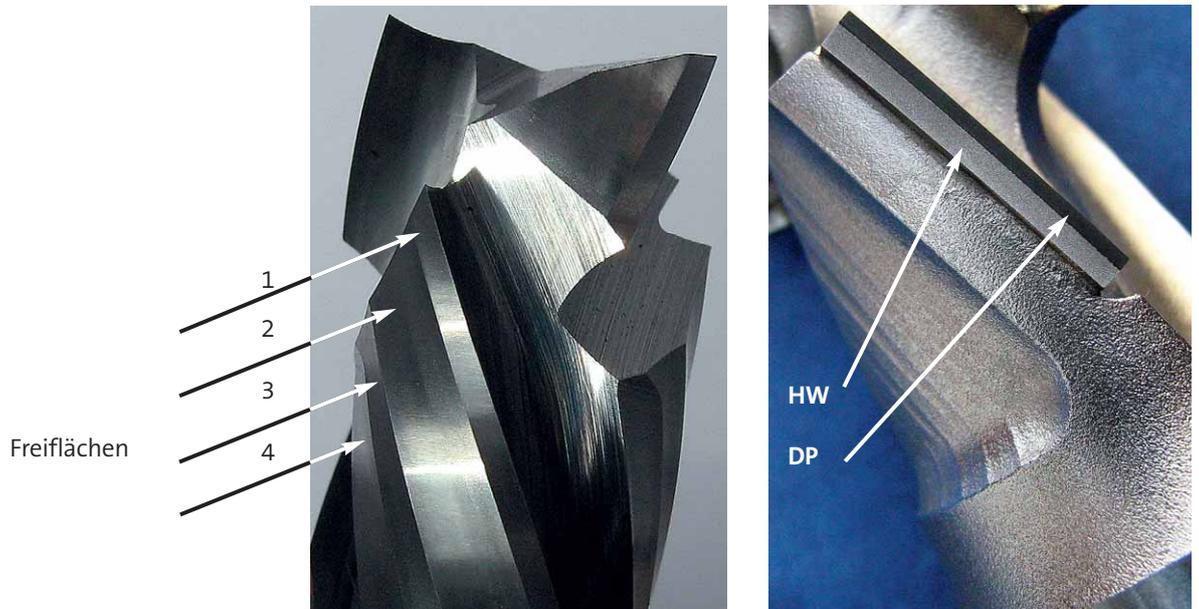


Abb. 9: Qualitätsmerkmal Schneidfreistellung

- a) (links) VHW-Fräser: Zahlreiche Facetten gestalten die Freifläche. 2. Freifläche: Großer Freiwinkel?
- b) (rechts) Vom Schaft aus der Blick auf die Schneidkante aus polykristallinem Diamanten: 2. Freiwinkel am Hartmetall vorhanden?

unter dem Neigungswinkel aufgelöteten DP-Schneidteile auf mindestens 3 Flügeln wendelförmig möglichst gleichmäßig verteilt sind. Wendelförmige Spanräume sind bei den DP-Werkzeugen ein Qualitätsmerkmal für guten Spanabfluß. Aufgabe dieser aufwändigen Werkzeuggestaltung ist die feine Aufeinanderfolge der Schneideneingriffe. Das Werkzeug läuft ruhiger, d.h. schwingungsärmer.

Laufruhe erzielt nur ein sorgfältig ausgewuchtetes Fräs Werkzeug. Man kann die Auswuchtarbeit zum Beispiel an den Wuchtbohrungen oder nachträglich angebrachten Flächen erkennen, eine Aussage über die Wuchtgüte erhält man hierdurch jedoch nicht. Unzureichende Wuchtgüten merkt man im Leerlauf, wenn die Spindel mehr Geräusche von sich gibt als ohne Werkzeug-

bestückung oder der Spindelkopf stärker schwingt. Dann sind die für das Gesamtsystem Fräs Werkzeug-Spannzeug geforderten Grenzwerte von G16 aber sicher überschritten, eine Auswuchtung von Fräs Werkzeug und/oder Spannzeug ist zur Vermeidung von teuren Spindelreparaturen sofort zu veranlassen.

Sollte das Fräs Werkzeug keine Auswuchtbohrung enthalten, kann es durch die konstruktive Gestaltung per CAD und die fertigungstechnische Genauigkeit so wuchtneutral hergestellt sein, dass die gewünschte Laufruhe erzielt wird, vorausgesetzt, das Spannzeug ist ebenfalls ein Präzisionsbauteil.



Schneidkante: Mit Schliffgüte zu feiner Oberfläche

Die Nagelproben, bei der der Fingernagel die Schneidkante abfährt und die Schartigkeit ertastet und bei der der Nagelrücken über die Schneide streicht und feststellt, ob die Schneidkante scharf genug ist, um die äußerste Nageloberfläche abzuschaben, sind einfache Hilfsmittel, um ohne Mikroskop die Einsatzfähigkeit der Schneide zu prüfen. Gut erodierte Schneidkanten und fein geschliffene Hartmetallschneiden, wenn Sie denn keinen Spiegelschliff aufweisen, lassen sich so von stumpfen leicht unterscheiden.

Zusammenfassung

Eine Vielzahl von sichtbaren und spürbaren Qualitätsmerkmalen kennzeichnet ein hochwertiges Schaftwerkzeug für die Zerspanung der Holzwerkstoffe. Diese vom Werkzeuganwender erkennbaren Qualitätsmerkmale wurden in diesem Beitrag herausgearbeitet und sind bildlich dargestellt. Sie ermöglichen dem Anwender einen qualitativen Werkzeugvergleich. Dieser Produktvergleich sollte aber auch den Leistungsumfang, den das Werkzeug bereitstellt, in die Beurteilung mit einbeziehen, wie z. B. die vielfältigen sonstigen Fähigkeiten des Werkzeuges zur Bearbeitung der breiten Werkstoffpalette des Anwenders im weiten Operationsfeld der Bearbeitungszentren.

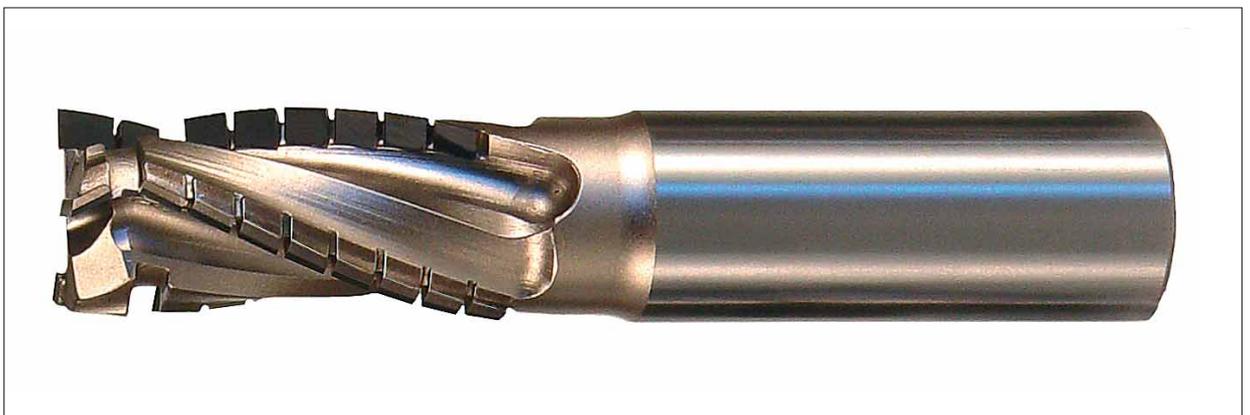


Abb. 10: Qualitätsmerkmal wendelförmige Schneidenfolge und Spanräume: DP-Fräser Z3 zum Einbohren, Nuten, Formatieren, Trennen bis 30 m/min Vorschubgeschwindigkeit

Abbildungen:

Nachweis Bildmaterial JSO

Fräswerkzeuge mit Bohrung – Qualität die man erkennt

Von Dipl.-Ing. Andreas Kisselbach, Leitz GmbH & Co. KG

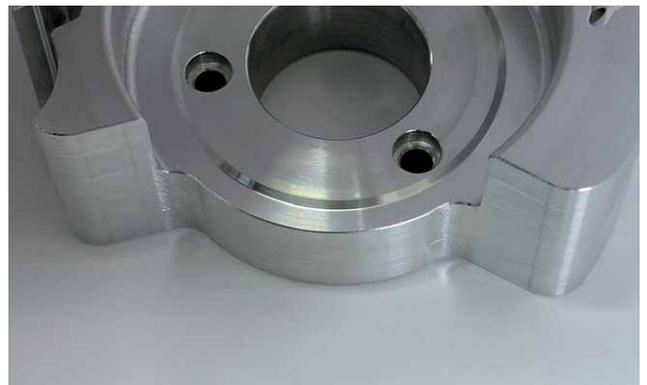
Fräser sind einteilige Werkzeuge, bei denen Schneiden und Grundkörper aus demselben Werkstoff bestehen (sog. Massivfräser) oder Verbundwerkzeuge, bei denen die Schneiden mit dem Grundkörper unlösbar z. B. durch Hartlot verbunden sind. Bei letzteren kommen als Schneidstoffe PKD, Hartmetall oder HSS zum Einsatz in geringerem Umfang auch Stellite. Massivfräser sind in der Regel aus hochlegiertem Werkzeugstahl gefertigt. Oberflächlich betrachtet handelt es sich bei Fräsern um einfache Werkzeuge, die es aber im Detail in sich haben. Fräser ist nicht gleich Fräser, auch wenn er für dieselbe Bearbeitungsaufgabe vorgesehen ist. Dieser Beitrag soll dem Anwender die wichtigsten Kriterien aufzeigen, um die Qualitätsunterschiede besser einschätzen zu können.

Basis: Stabiler Grundkörper

Bereits beim Grundkörper trennt sich die Spreu vom Weizen. Dadurch, dass die Schneiden durch das Lot gehalten werden und kein Spanmechanismus erforderlich ist, ergeben sich große Gestaltungsmöglichkeiten für den Tragkörper um die Schneide herum. Der Grundkörper kann gewissermaßen um die Schneiden herum modelliert werden. Dadurch lassen sich bestimmte Eigenschaften einstellen. Werkzeuggrundkörper in Rundform senken prinzipiell das Leerlaufgeräusch, bringen aber bei Handvorschubwerkzeugen (MAN) gewisse Einschränkungen bzgl. der Schneidplattendicke und damit der Nachschärfzone mit sich, wie weiter unten beschrieben.



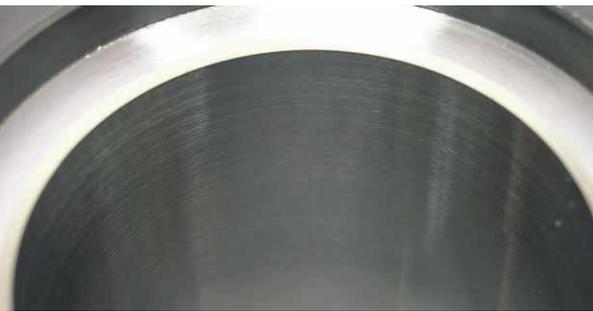
Rundformwerkzeug am Beispiel Messerkopf



Werkzeug ohne Rundform am Beispiel Messerkopf



Gedrehte Bohrung



Geschliffene Bohrung

Spanraum: Weit oder eng?

Die Größe, Form und Oberfläche der Spanräume entscheidet über Späneerfassung, Leistungsaufnahme, Fräsqualität und Lärmentwicklung. Weite Spanraumöffnungen sind prinzipiell laut. Flache, enge Spanräume führen zu Mehrfachzerspannung und hohen Vorschubkräften. Eine raue Oberfläche im Spanraum begünstigt das Anhaften von Spänen bis hin zum völligen Verstopfen. Schmale, aber tiefe Spanräume sind leiser und befördern zudem die Späne besser aus der Bearbeitungszone, was der Späneerfassung und der Bearbeitungsqualität dienlich ist.

Präzision der Bohrung

Rund- und Planlaufgenauigkeit der Schneiden sind eine wesentliche Voraussetzung für die Gleichmäßigkeit der Spanbildung an den einzelnen Schneiden und damit für die Fräsqualität. Die Präzision von Bohrung und Nabe ist eine wesentliche Voraussetzung hierfür. Geschliffene Funktionsflächen erreichen eine höhere Genauigkeit als gedrehte. Die Bohrungstoleranz entscheidet außerdem über die maximale Exzentrizität, mit der das Werkzeug auf der Welle sitzt und damit auch über die Wuchtgüte im Betriebszustand. Bohrungen sollten deshalb mindestens mit der Toleranz H7 gefertigt sein.

Wenn es „rattert“

Die Wuchtgüte eines Werkzeugs spiegelt sich als eine Art „Rattermarken“ der Schneideneingriffe auf der gefrästen Oberfläche wider. Mit zunehmender Unwucht wird diese Welligkeit größer. Die Europäische Norm für Holzbearbeitungsmaschinenwerkzeuge schreibt für Fräser eine Mindestwuchtgüte von G 16 vor. Qualitätswerkzeuge werden jedoch aus den o. g. Gründen mit der nächst höheren Gütestufe G 6,3 ausgewuchtet. Fräser für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung bei Drehzahlen über $n = 10.000 \text{ min}^{-1}$ werden zum Schutz der Spindellager noch feiner gewuchtet. Qualitätswerkzeuge erkennt man an Wuchtbohrungen oder angeschliffenen



Optimierter Spanraum



Kleiner Spanraum

Flächen, denn trotz computergestützter Konstruktionsmethoden, mit denen ein Werkzeug bereits gewuchtet konstruiert werden kann, müssen die Auswirkungen von Fertigungstoleranzen am fertigen Werkzeug ausgeglichen werden. Das Auswuchten ist ein aufwendiger Arbeitsgang. Schmale Werkzeuge werden in einer Ebene gewuchtet, breite Werkzeuge in zwei Ebenen, um eine Taumelunwucht zu vermeiden. Ein Werkzeug ohne Wuchtmerkmale, mag zwar einen ästhetisch besseren Eindruck machen, ist aber mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht gewuchtet, was für den Anwender erst beim Betrieb durch lautes Brummen hörbar wird und zur Schädigung der Spindellagerung führt.

Gut gelötet?

Ein weiteres sichtbares Qualitätsmerkmal bei bestückten Fräsern ist die Ausbildung der Lötfläche zwischen Schneidplatte und Grundkörper. Eine gute Lötung erkennt man an einem gleichmäßigen parallelen Lötspalt ohne Poren, Löcher oder herausquellendes Lot. Große Lötflächen können zum besseren Ausgleich von Spannungen auch als sog. Sandwich-Lötung mit einer Kupferzwischenlage ausgeführt sein. Poren und Löcher mindern die Festigkeit, herausquellendes Lot begünstigt die Verharzung und ein keilförmiger Lötspalt bewirkt Winkel- und Teilungsfehler der Schneiden und führt schließlich zu einem Rundlauffehler am Werkzeug.



Beispiel Wuchtbohrung

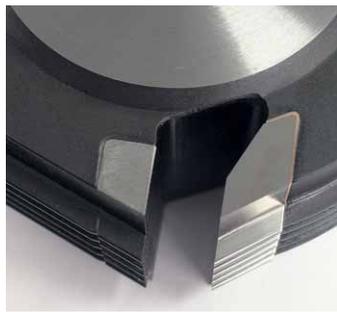
Die zuvor genannten Punkte stellen die Randbedingungen dar, um die Leistungsfähigkeit eines Fräasers bei der Bearbeitung umzusetzen. Die Leistungsfähigkeit an sich wird maßgeblich durch die Schneiden am Werkzeug bestimmt. Die richtige Winkelgeometrie vorausgesetzt sind wesentliche Kriterien hierfür: der Schneidstoff, die Bestückungsdicke, und die Schliffqualität, d. h. die Schärfe der Schneidkante.

Was macht wirklich scharf?

Scharfe Schneidkanten sind die wichtigste Voraussetzung, damit Holzfasern sauber getrennt und nicht gequetscht oder herausgerissen werden. Die Schärfe der Schneidkante ergibt sich als Produkt aus Freiflächen- und Spanflächenschliff. Am Schnittbereich beider Flächen entsteht die Schneidkante. Möglichst glatt geschliffene Flächen bis hin zum sog. Spiegelschliff sind vorteilhaft, um den Spanfluß zu verbessern und Anhaftungen und Reibung zu vermindern, sie sind aber kein Indiz dafür, ob eine Schneidkante scharf ist oder nicht. Dies ergibt sich aus der Prozessführung beim Schleifprozess z. B. Zustellung, Schleifdruck, Ausfeuern. Bei Hartmetallschneiden kommt es auf eine möglichst kleine Abbruchfase der Schneidkante in der Größenordnung von 1 bis 2 μm an. Bei HSS-Fräsern muss die Gratbildung gering gehalten werden, damit sich der Grat leicht entfernen lässt und die Schneide nicht ausglüht. Eine scharfe Schneide erkennt man am einfachsten daran, dass sich Papier schneiden lässt, wenn man es zwischen zwei Finger klemmt und über die Schneide zieht. Eine hohe Anfangsschärfe bewirkt nicht nur eine gute Bearbeitungsqualität, sondern sorgt auch für längere Standwege.



MAN-Rundformfräser



MAN-Fräser mit Abweiser

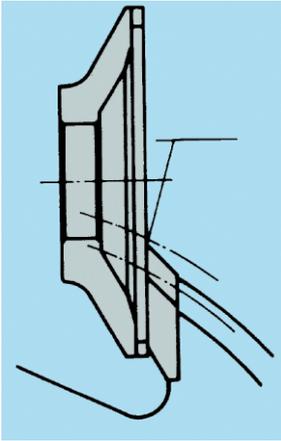
Aufgrund der beim Löten der Schneiden entstehenden hohen Temperaturen und Spannungen müssen die bei Fräsern verwendeten Schneidstoffe über eine ausreichende Zähigkeit verfügen, was die Härte und damit die Verschleißfestigkeit begrenzt. Durch Beschichtung der Schneiden mit einer Hartstoffschicht ergänzen sich die beiden gegenläufigen Eigenschaften Härte und Zähigkeit. Eine Standwegerhöhung um den Faktor 3 bis 5 ist möglich, vorausgesetzt, das Standwegende wird nicht durch Schneidkanten- ausbrüche hervorgerufen, denn eine Beschichtung bietet keinen Schutz gegen Ausbrüche. Trotz Beschichtung sind die Fräser nachschärfbar, da die Beschichtung nur auf einer Fläche, in der Regel auf der Freifläche, aufgebracht ist. Die Nachschärffläche ist unbeschichtet. Dadurch ist eine scharfe Schneidkante ohne Verrundung sowie eine uneingeschränkte Nachschärfbarkeit gewährleistet.

Nachschärfen ist eine Kunst

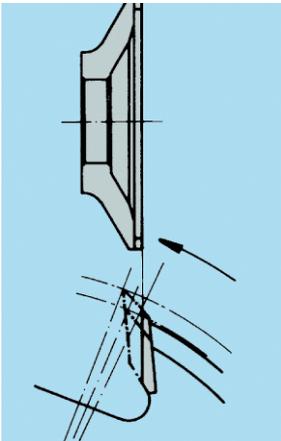
Das Nachschärfen von bestückten Fräsern mit Hartmetall- oder HSS-Schneiden erfolgt in der Regel an der Spanfläche. Lediglich einteilige Nutfräser werden an der Freifläche geschärft, damit sich die Nutbreite nicht ändert. Die Bestückungsdicke bestimmt die möglichen Nachschärfungen, also die Anzahl der Standwege. Bei jedem Schärfen wird der Spanwinkel größer und der Freiwinkel kleiner. Als Folge davon wird das Profil flacher, man spricht hier von einer Profilverzerrung. Aufgrund dieser Profilverzerrung ist die Bestückungsdicke und damit die Nachschärfzone bei

Fräsern mit ebenem oder konkavem Freiflächenschliff auf 6 bis 8 mm begrenzt. Für Profile ohne Anforderungen an eine Passgenauigkeit ist eine gewisse Veränderung durch das Nachschärfen zulässig. Bei hohen Anforderungen an die Profiltreue kann der theoretische Nachschärfbereich u. U. nicht ausgenutzt werden. In solchen Fällen kann der Fräser von vornherein mit einer geringeren Plattendicke bestückt werden.

Bei Rundformwerkzeugen für Handvorschub (MAN-Ausführung) wird die Bestückungsdicke aufgrund der vorgeschriebenen Begrenzung des Schneidenüberstands zum Grundkörper von max. 3 mm konstruktiv bedingt auf ca. 4 mm begrenzt, da ansonsten beim Profilieren der Freifläche in den Grundkörper geschliffen würde. Als höherwertige Ausführung mit größerer Bestückungsdicke für mehr Standwege gibt es deshalb MAN-Fräser mit Abweisern. Diese werden bei jedem Nachschärfen auf den zulässigen radialen Schneidenüberstand zum Abweiser von 1,1 mm zurückgeschliffen.



Parallele Zustellung
beim Nachschärfen



Kreisförmige Zustellung
beim Nachschärfen

Geschlossene Profile, die auch seitlich an den Flanken einen Freiwinkel haben, werden beim Nachschärfen zusätzlich zu der oben beschriebenen Abflachung auch in der Breite verzerrt. Um diesen Effekt auszugleichen, sind hochwertige Fräser mehrteilig ausgeführt. Die seitliche Profilveränderung wird durch maßlich abgestimmte Zwischenringe ausgeglichen. Dadurch sind viele Nachschärfungen möglich, während ein solcher Fräser in einteiliger Ausführung höchstens 1- bis 2mal nachgeschärft werden kann. Absolute Profiltreue lässt sich nur bei einer Schneidenform mit balligem Freiflächenschliff erreichen. Typische Werkzeuge für diese Ausführung sind die sog. Massivfräser. Allerdings erfordern diese Fräserarten eine andere Nachschärfttechnik. Beim Schleifen der Spanfläche wird die Schleifscheibe nicht parallel zugestellt, sondern der Fräser wird um seine Drehachse geschwenkt. Dadurch bleibt der Spanwinkel konstant und in Verbindung mit dem speziellen balligen Hinterschliff der Freifläche auch der Freiwinkel. Unter diesen Bedingungen bleibt auch das Profil unverändert.

Bei allen beschriebenen Fräserausführungen verringert sich grundsätzlich der Durchmesser bei jedem Schärfvorgang, was anschließend neue Einstellungen an der Maschine erforderlich macht, die z. Teil recht zeitaufwendig sein können. Dieser

Nachteil lässt sich nur mit sog. Konstantwerkzeugen umgehen, bei denen die Schneiden derartig bewegbar im Grundkörper befestigt sind, dass sie nach dem Schärfen immer wieder dieselbe Durchmesserposition einnehmen und damit konstant in Profil und Durchmesser sind. Solche Werkzeuge sind prädestiniert für Anwendungen, bei denen es auf Passungsgenauigkeit und Maßkonstanz ankommt wie z. B. Konterprofile oder Rundstabprofile.

Schau genau

Wie die Ausführungen in diesem Beitrag gezeigt haben, kommt es bei der Beurteilung von Fräsern nicht nur auf oberflächliche Qualitätsmerkmale an, sondern ganz entscheidend auch auf die für die jeweilige Anwendung geeignete Fräserkonzeption. Ein vordergründig preiswertes Werkzeug kann sich in der Anwendung als Kostenfresser erweisen, weil es nicht die erwartete Bearbeitungsqualität erbringt oder umständlich und ungenau im Handling ist. Genaues Hinsehen vor dem Kauf zahlt sich später aus.

Qualitäts-Spannsysteme

Die Schnittstelle für Ihren Erfolg

Von Dr.-Ing. Andree Fritsch, Leiter Entwicklung (Leuco Ledermann GmbH & Co. KG)

Treten in der Fertigung Probleme hinsichtlich der erzielbaren Bauteilqualität auf, wird in der Regel die Ursache im Werkzeug gesucht. Dies kann jedoch nur ein Aspekt der Betrachtung sein. Denn, das muss an dieser Stelle ausdrücklich betont werden: Das beste Werkzeug kann nur dann seine Leistungsfähigkeit ausspielen, wenn auch der Schnittstelle zwischen Maschine und Werkzeug, sprich dem Spannsystem, ausreichende Bedeutung beigemessen wurde. Leider zeigt die Praxis oftmals, dass z. B. bei mangelnder Standzeit oder Werkzeugbruch, der Grund in verschmutzten oder ausgeschlagenen Spannmitteln zu suchen ist. Letzteres stellt zudem ein nicht zu unterschätzendes Sicherheitsrisiko dar, welches im Versagensfall zu schwerwiegenden Verletzungen des Bedieners führen kann.

An dieser Stelle kann nicht oft genug betont werden, dass eine leistungsfähige und akkurate Spanntechnik nicht nur eine Schlüsselfunktion in der Qualität der Bearbeitungsaufgabe einnimmt, sondern auch in Punkto Sicherheit von zentraler Bedeutung ist.

Die Hauptaufgabe eines Spannsystems, sowohl für Schaft- als auch für Bohrungswerkzeuge ist es, ein Verbindungselement zwischen Werkzeug und Spindel zu bilden. Dabei muss sichergestellt werden, dass das erforderliche Drehmoment übertragen werden kann und die während der

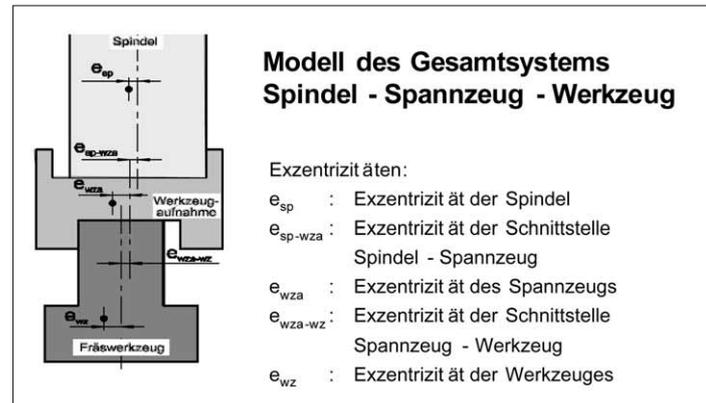


Bild 1: Modell des Gesamtsystems Spindel – Spannzeug – Werkzeug

Bearbeitung auftretenden Längs- und Querkräfte aufgenommen werden können. Darüber hinaus muss das Spannmittel eine fluchtgenaue Verbindung sowohl zum Werkzeug als auch zur Motorspindel schaffen (Bild 1). Als Faustregel gilt: „Eine Halbierung des Rundlauffehlers bewirkt eine Verdoppelung der Werkzeugstandzeit.“ Desweiteren sollte das Spannmittel über ein möglichst geringes Gewicht sowie über keine Eigenunwucht verfügen, die das Gesamtsystem negativ beeinflussen und zu Vibrationen führen kann.

Für den Anwender, der in der Regel nicht über eine geeignete Messtechnik verfügt, wird es kaum möglich sein, die Qualität und somit die Genauigkeit eines Spannmittels zu beurteilen. Wichtig ist, dass die Spannmittel normkonform (DIN, EN, ISO) sind, welches von allen führenden Herstellern gewährleistet wird. Der Kauf von Spannmitteln ist absolute Vertrauenssache. Vor Billigprodukten oder No-Name-Fabrikaten kann in diesem Zusammenhang nur gewarnt werden.

Werkzeug und Spannmittel

Bevor Werkzeug und Spannmittel als Einheit in die entsprechende Bearbeitungsmaschine eingewechselt werden können, müssen beide zunächst miteinander verbunden werden. Auf den Werkzeugen befinden sich bereits wichtige Informationen, die vom Anwender zu beachten sind (Bild 2).

Grundsätzlich ist neben den Abmessungen (Durchmesser, Schneidenlänge) die zulässige Maximaldrehzahl vermerkt, mit welcher das Werkzeug betrieben werden darf, sowie der maximal zulässige Rundlauffehler, vermerkt als Exzentrizität „e“. Ferner ist bei Schaftwerkzeugen die Mindesteinspannlänge angeben. Hier gilt, den Schaft immer so weit wie möglich in das Spannmittel zu stecken bzw. nach Vorgabe des Spannmittels (Betriebsanleitung), jedoch mindestens bis zur Markierung der „min. Einspannlänge“. Sie vermeiden hierdurch einen möglichen Schaftbruch und verhindern das Lösen des Schaftes infolge unzureichender Klemmung. Ferner gilt, keine Manipulationen an den Schäften bzw. Aufnahmebohrungen durchzuführen, d.h. niemals abschmiegeln oder abschleifen. Der Durchmesser kann sich derart verändern, dass dieser nicht mehr im Spannbereich des Spannmittels liegt und somit z.B. der Schaft aus dem Spannmittel wandert.

Information:

Max. Drehzahl $n_{max} = 12000$ bei einer Exzentrizität von $e = 0.06 \text{ mm}$

Gravur:

$n_{max} 12000 e 0.06$

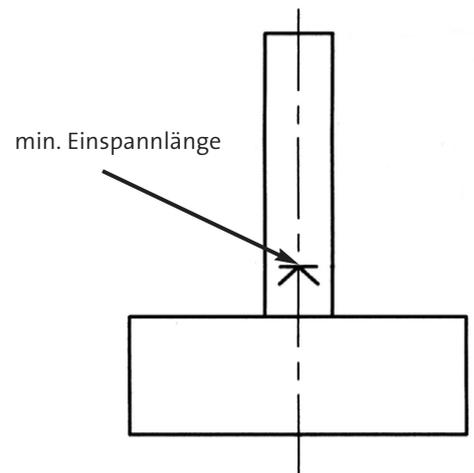


Bild 2: Auf dem Schaft gravierte Informationen zum Werkzeugeinsatz nach EN 847

Spannmittel für die Stationär-/CNC-Technik

Das klassische Spannmittel schlechthin und somit in jedem Betrieb zu finden, ist die Spannzangenaufnahme. Obwohl es sich hier um ein vergleichsweise bewährtes und zudem kostengünstiges Spannmittel handelt, gilt es dennoch, im Einsatz einige Dinge zu beachten.

Eine Spannzangenaufnahme besteht aus den drei Hauptelementen: a) Grundaufnahme, b) Spannzange und c) Spannmutter (Bild 3). Damit alle drei Elemente sauber ineinander greifen und somit die optimale Funktion gewährleisten, ist Sauberkeit das oberste Gebot. Jeder

Verunreinigung der Funktionsflächen (1–5) führt zu Ungenauigkeiten, die sich in ihrer Gesamtheit addieren und erhebliche Rundlauffehler nach sich ziehen können. Im schlimmsten Fall können die damit einhergehenden Vibrationen sogar zum Lösen unzureichend angezogener Spannmutter führen. Aufgrund dessen sollten Spannzangen auch nur bis zu einer maximalen Drehzahl von $n = 20.000 \text{ 1/min}$ eingesetzt werden. Für den Werkzeugeinsatz bei höheren Drehzahlen empfehlen sich hochgenaue Spannmittel, wie Hydrodehn- oder Schrumpffutter.

Beim Anziehen der Spannmutter werden die einzelnen Funktionsflächen auf Reibung beansprucht. Somit unterliegen Spannzangen- aufnahmen einem natürlichen Verschleiß, der durch Handhabungsfehler noch verstärkt werden kann. Alle bekannten Hersteller geben daher insbesondere aus Sicherheitsgründen die Empfehlung, die Spannzange selbst jährlich auszutauschen, um konstante Einspannverhältnisse zu gewährleisten.

Moderne Bearbeitungsmaschinen erlauben heute Bearbeitungsdrehzahlen, die deutlich über $n = 20.000 \text{ 1/min}$ liegen und somit höhere Anforderungen an die Rundlaufgenauigkeit stellen. In diesen Anwendungsfällen kommen Hydrodehn- oder Schrumpffutter zum Einsatz. Aufgrund der geringeren Dehnrate dieser Futter ist es zwingend erforderlich, Werkzeuge mit präzisionsgeschliffenen Schäften einzusetzen. Die Schafttoleranz sollte mindestens g7, besser noch g6 betragen. Schäfte mit Spannflächen, z.B. Weldon, sind grundsätzlich nicht geeignet, da sie zu einer bleibenden Verformung im Spannbereich des Futter und somit zu dessen Zerstörung führen.

Bei Hydrodehnspannfuttern handelt es sich um geschlossene ölgefüllte Systeme, die quasi auf hydraulischem Weg das Werkzeug spannen. Über einen Sechskantschlüssel wird eine Schraube betätigt, die mittels eines Kolbens das interne Ölreservoir unter Druck (ca. 400 bar) setzt. Die Spannmanschette wird hierdurch im Bereich der Druckzonen (Bild 4) gedehnt und der Werkzeugschaft geklemmt. Hochwertige Hydrodehnspannfutter, wie sie von bekannten Werkzeugherstellern vertrieben werden, weisen grundsätzlich zwei Spannzonen auf, um ein Taumeln des Schaftes zu verhindern. Die Rundlaufgenauigkeit Werkzeug/ Aufnahme liegt bei ca. $3 \mu\text{m}$.

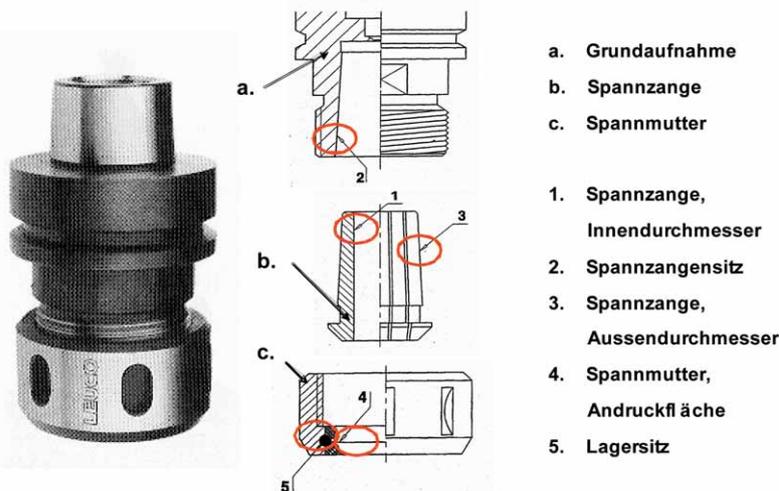


Bild 3: Aufbau und Funktionsflächen einer Spannzangenaufnahme

Werkzeugaufnahmen mit vergleichbaren Rundlaufgenauigkeiten sind die so genannten Schrumpffutter. Man unterscheidet hier im Wesentlichen zwei Systeme. Zum einen das thermische oder auch Warmschrumpffutter, zum anderen das Kraftschrumpffutter. Beiden Systemen zu Eigen ist, dass zur Betätigung der Futter spezielle Vorrichtungen benötigt werden.

Die Warmschrumpftechnik beruht auf dem Grundprinzip der thermisch bedingten Ausdehnung von Materialien. Das heißt, das Futter wird in einem speziellen Gerät (Bild 5, links), meist induktiv erwärmt, so dass sich die Aufnahme im Spannbereich (Bild 5, rechts) weitet und das Werkzeug eingeführt werden kann. Beim anschließenden Abkühlvorgang schrumpft der Spannbereich und der Werkzeugschaft wird geklemmt. Auf Grund der geringen Aufheizzeit können moderne Induktionsgeräte sowohl Hartmetall- als auch Stahlschäfte aus- und einschrumpfen.

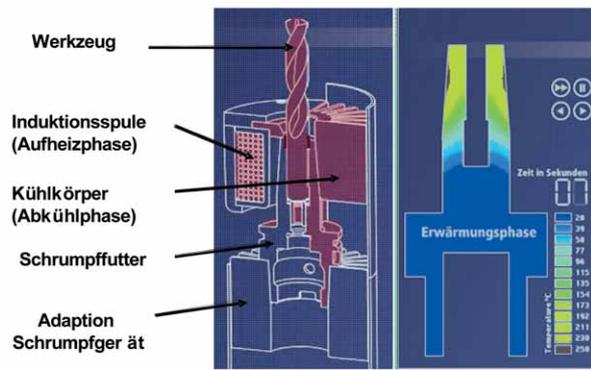


Bild 5: Prinzip der Warmschrumpftechnik

Beim Kraftschrumpfen wird ein anderes physikalisches Prinzip genutzt (Bild 6, links). Der Grundquerschnitt eines Kraftschrumpffutters ist nicht kreisförmig, sondern besitzt die Form eines Polygons (Bild 6.1 links). Erst durch das Aufbringen äußerer Kräfte mittels einer Presse (Bild 6, rechts) wird der Spannbereich kreisrund (Bild 6.2, links), so dass der Werkzeugschaft eingeführt werden kann (Bild 6.3, links). Nach dem Entspannen der Presse schmiegt sich der Spannbereich des Futter an den Schaft und klemmt diesen (Bild 6.4, links).



Bild 4: Aufbau eines Hydrodehnspannfutters

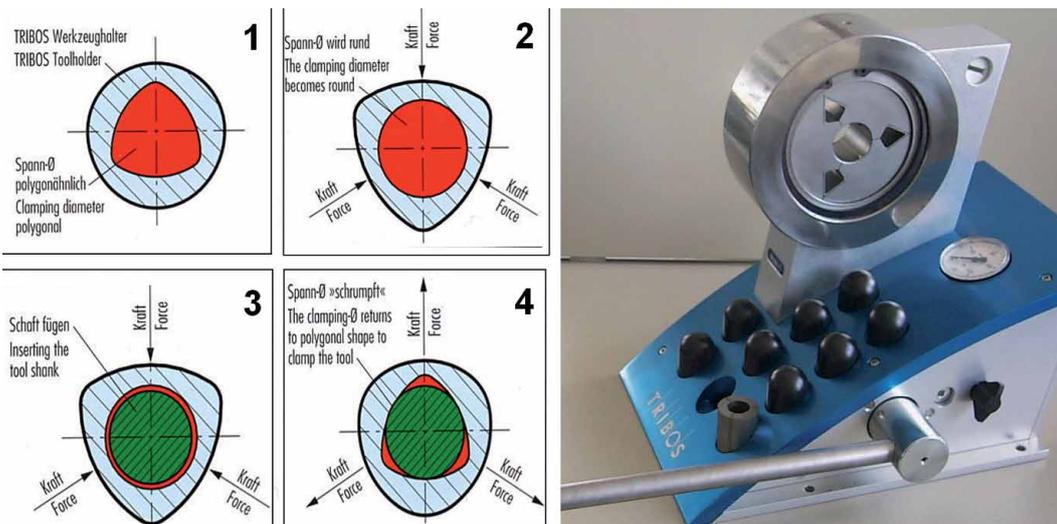


Bild 6: Prinzip Kraftschumpftechnik

Sowohl das thermische als auch das Kraftschumpffutter verfügen über äußerst geringe Störkonturen, da beide konstruktionsbedingt sehr schlank gestaltet werden können.

Neben den dargestellten Spannsystemen für Schaftwerkzeuge gibt es insbesondere bei Bohrfuttern bzw. Bohrschnellwechselsystemen eine Vielzahl von herstellerspezifischen Systemen, die den Rahmen dieses Beitrags sprengen würden. Grundsätzlich gilt aber auch hier, dass aus Sicherheitsgründen nur auf Produkte bekannter Hersteller zurückgegriffen werden sollte.

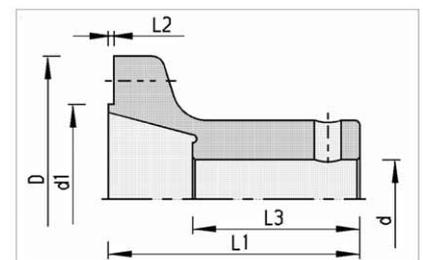
nach außen. In Bild 8 ist eine derartige Aufnahme gezeigt, die zudem über ein Schnellspannsystem verfügt. Bei einem Schnellspannsystem wird das Werkzeug nicht durch Schrauben auf der Aufnahme befestigt, sondern über einen Bajonettverschluss mittels Spannbolzen geklemmt. Beim Werkzeugwechsel wird das Schnellspannsystem über einen Anschluss mit Druckluft beaufschlagt und damit die Spannbolzen entriegelt. Durch leichtes Drehen kann das Werkzeug anschließend aus dem Bajonettverschluss entnommen werden. Die Montage des Neuwerkzeugs geschieht anschließend in umgekehrter Reihenfolge.

Spannmittel für Durchlaufanlagen

Das klassische Spannmittel für Bohrwerkzeuge auf Durchlaufanlagen ist nach wie vor die Aufnahmebuchse (Bild 7, links). Diese wird mit einer Spielpassung über die Motorwelle geschoben und mit einem verschraubten Deckel geklemmt. Bedingt durch das konstruktiv vorhandene Passungsspiel zwischen Bohrung und Welle ist ein exzentrischer Rundlauffehler vorprogrammiert, welcher vom Bediener kaum zu beeinflussen ist. Auch hier bilden Hydrodehnbuchsen mit zwei Druckzonen (Bild 7, rechts) die bessere Lösung. Durch das hydraulische Klemmprinzip kann ein annähernd perfekter und vor allem reproduzierbarer Rundlauf erzielt werden.

Weiterentwicklungen in diesem Bereich sind die so genannten doppelt wirkenden Hydrodehn-Spannbuchsen, die nicht nur die Motorwelle sondern auch das Werkzeug hydraulisch klemmen. Sie wirken somit sowohl nach innen als auch

Aufnahmebuchse



Hydrodehn-Spannbuchse

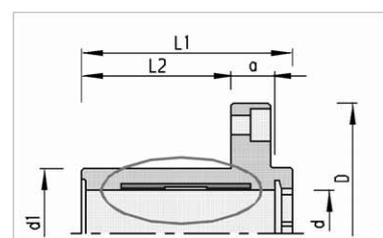


Bild 7: Klassische Aufnahmebuchse und Hydrodehn-Spannbuchse

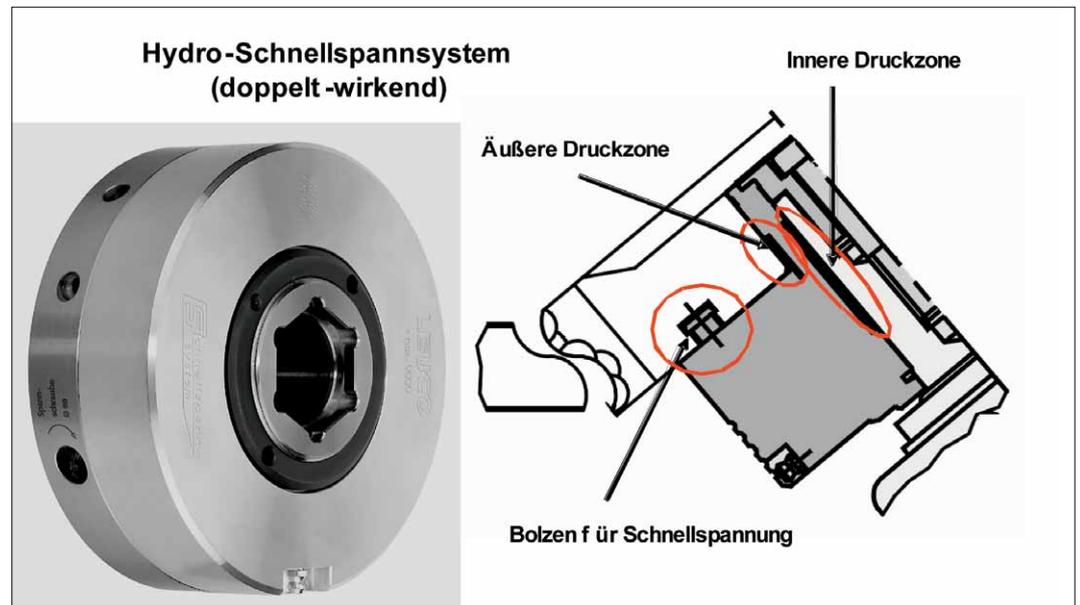


Bild 8: Hydrodehn-Schnellspannsystem (doppelt-wirkend)

Zusammenfassung

Spannsysteme bilden das entscheidende Bindeglied zwischen Werkzeug und Maschinenspindel. Die Werkzeugslebensdauer, die erzielbare Werkstückqualität, aber auch die Arbeitssicherheit werden von Spannsystemen entscheidend beeinflusst. In diesem Beitrag wurden zunächst die grundlegenden Zusammenhänge und Wechselwirkungen des Gesamtsystems „Werkzeug-Spannsystem-Maschinenspindel“ diskutiert und dargestellt. Im Weiteren wurde dem Anwender ein Überblick über die bekanntesten, am Markt befindlichen Spannsysteme sowie deren wesentliche Merkmale gegeben. Es muss an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich betont werden, dass der Kauf von Spannsystemen Vertrauenssache ist. Der Endanwender hat auf Grund der Komplexität kaum die Möglichkeit die Qualität im eigenen Haus zu überprüfen. Auch gilt es, sich gezielt beraten zu lassen, um für die jeweilige Anwendung das optimale Spannsystem auszuwählen.

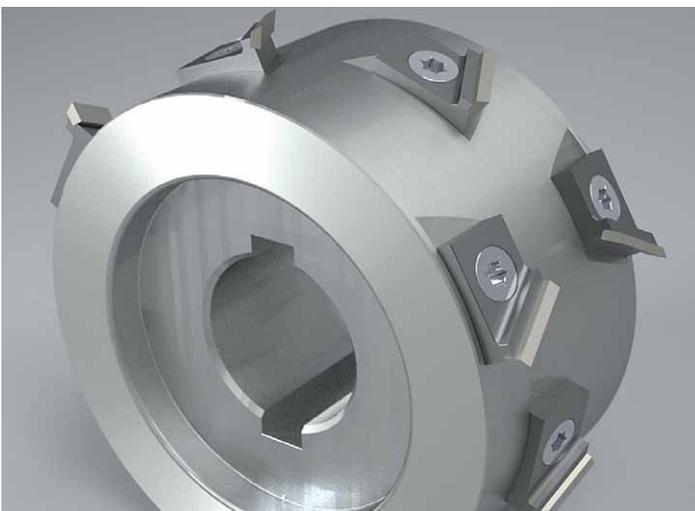
Wertigkeit von Werkzeugen – Qualitätskriterien bei Fügefräsern

Von Thomas Ruprecht, Produktmanager (PREWI)

Die Qualität von Möbeln definiert sich in einem erheblichen Maße über die sogenannte Leimfuge, d.h. die sichtbare Verbindung zwischen der Dekorkante und dem Dekor des Plattenmaterials. Eine breite, ungleichmäßige oder Beschädigungen des Dekores aufweisende Leimfuge fällt selbst dem Laien sofort auf und zeugt von mangelnder Sorgfalt bei der Produktion. Speziell im Bereich der einseitigen Kantenleimmaschinen liegt die Ursache hier fast immer im Bereich des Fügefräsens. Diese, heutzutage in der Regel mit DP Schneiden bestückten, Werkzeuge haben ein sehr großes Spektrum an unterschiedlichen Anforderungen zu erfüllen, als da zum Beispiel verschiedenste Materialstärken (Einlegeboden, Arbeitsplatte, Tischplatte, Möbelstollen), Dekorstoffe (Melamin, Papier, Furnier) und Plattenwerkstoffe (Spanplatte, MDF-Platten, Tischlerplatte, Leichtbauplatten) wären. In auch immer stärker werdendem Maße kommen noch die Spanabfuhr zur Entlastung der Absauganlage und die Geräuschreduzierung aus Gründen des Emissionsschutzes mit hinzu.

Hydro-Dehn-Spannbuchse garantiert annähernd perfekten Rundlauf

Als Schnittstelle zwischen Maschine und Fügefräser findet man standardmäßig die klassische Kombination einer Spielpassung von zylindrischer Motorwelle mit Paßfeder zur Bohrung im Werkzeug mit Keilnut. Die häufig zu sehende Doppelkeilnut im Werkzeug wird dort aus Gründen des Auswuchtens angebracht, ist technologisch aber eindeutig falsch. Die gezwungenermaßen vorhandene Luft zwischen Welle und Bohrung provoziert einen exzentrischen Rundlauf des Werkzeuges, welcher nur in kleinsten Dimensionen zu tolerieren ist. Wesentlich besser ist hier die Verwendung einer Hydro-Dehn-Spannbuchse, welche einen annähernd perfekten Rundlauf garantiert, aber leider auch mit höheren Kosten verbunden ist. Der Einsatz von kegeligen Kombinationen vom Wellenstumpf des Motors und einer dementsprechenden Bohrung des Werkzeuges hat sich in anderen Bereichen der Zerspanung, wie zum Beispiel der Einsatz vom HSK 63 F auf CNC Fräsmaschinen, der Einsatz von HSK 25R und HSK 32 beim Kantenfräsen und neuerdings auch der Einsatz vom HSK 63 F bei Doppelendzerspanern für die Fußbodenfertigung, längst durchgesetzt, nur im Bereich des Fügefräsens auf einseitigen Kantenleimmaschinen ist hier noch Pionierarbeit zu leisten.



Minder- und vollbestückter Fügefräser

Die Bestückungshöhen von Fügefräsern mit DP Schneidstoff verfolgen aktuell zwei verschiedene Philosophien: Zum Einen hat ein sogenannter „Mager“- oder „Minderbestückter“ Fügefräser einen geringeren Einstiegspreis und, aufgrund der Tatsache, dass er nur 2–3 mal geschärft werden kann, einen, über seine „Lebensdauer“ gesehenen, recht gleich bleibenden Grundkörper, speziell in dem Bereich, wo die entstandenen Späne des zu bearbeitenden Materials verbleiben, bis sie durch die Fliehkraft und den Luftstrom der Absauganlage abtransportiert werden. Geschieht dieser Vorgang nicht klar definiert, spricht man von „Mehrfachzerspannung“, welche sich negativ auf die Standzeit des Werkzeuges auswirkt, auch kann die Dekorschicht des Plattenmaterials beschädigt werden. Zum Anderen hat ein „Vollbestückter“ Fügefräser unter dem Aspekt, dass er bis zu 15-mal nachgeschärft werden kann, einen wirtschaftlichen Vorteil, wenn auch der Einstiegspreis gegenüber der o.a. Variante höher ist. Nachteil bei beiden Varianten ist der kleiner werdende Außendurchmesser des Werkzeuges im Zuge des Nachschärfens, da die hierdurch anfallenden Einstellarbeiten beim Werkzeugwechsel zum Teil recht aufwendig und umständlich sind.

Rotierendes Werkzeug wirkt wie Propeller

Bei der Gestaltung des Werkzeuggrundkörpers geht es nicht nur darum, optimale Schneidengeometrien in Bezug auf Span-, Frei- und Achswinkel zu realisieren, sondern auch eine Unterstützung der Absauganlage beim Transport der anfallenden Späne lässt sich hier in einem erheblichen Maße bewerkstelligen, und zwar ohne

zusätzlichen Energieaufwand. Das rotierende Werkzeug wirkt hier, aufgrund seiner speziellen Kontur, ähnlich wie ein Propeller und erzeugt selbstständig einen Luftstrom. Auf dieser Technologie basierende Systeme sind unter verschiedenen Markennamen seit Jahren am Markt bekannt. Einzig eine meist mit einhergehende Anhebung des Geräuschpegels zeigt sich hier als Nachteil.

Kurzkegelschnittstelle der Motorwelle zum Werkzeuggrundkörper

Führt man jetzt diese eben gemachten Ausführungen, die selbstverständlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, zusammen, zeigt sich recht deutlich der Anspruch an den „perfekten“ Fügefräser im Bereich der einseitigen Kantemaschinen. Erstrebenswert scheint eine Kurzkegelschnittstelle der Motorwelle zum Werkzeuggrundkörper zu sein. Dieser könnte aus einem hochfesten Leichtmetall sein, um durch die geringere Dichte dieses Werkstoffes im Vergleich zu Stahl eine schwingungs- und somit geräuschdämpfende Wirkung zu haben. Idealerweise wäre dieser Grundkörper mit einzeln austausch- und längeneinstellbaren Segmenten versehen, welche den eigentlichen Schneidstoff aufnehmen würden. Ein leichtes, leises, im Durchmesser konstantes, perfekt rundlaufendes Fügefräserwerkzeug mit zusätzlicher Unterstützung des Spantransportes scheint greifbar nah, lediglich der Preis für ein solch anspruchsvolles Produkt steht der Umsetzung im Wege.

VDMA

Holzbearbeitungsmaschinen

Lyoner Straße 18

60528 Frankfurt am Main

Deutschland

Telefon +49 69 6603-1340

Fax +49 69 6603-1621

E-Mail infoholz@vdma.org

Internet www.vdma.org/holz

Byers Guide machines-for-wood.com



machines-for-wood.com