

Verfahrenskombination ■ 5-Achs-HSC-Fräsen ■ Tiefschleifen

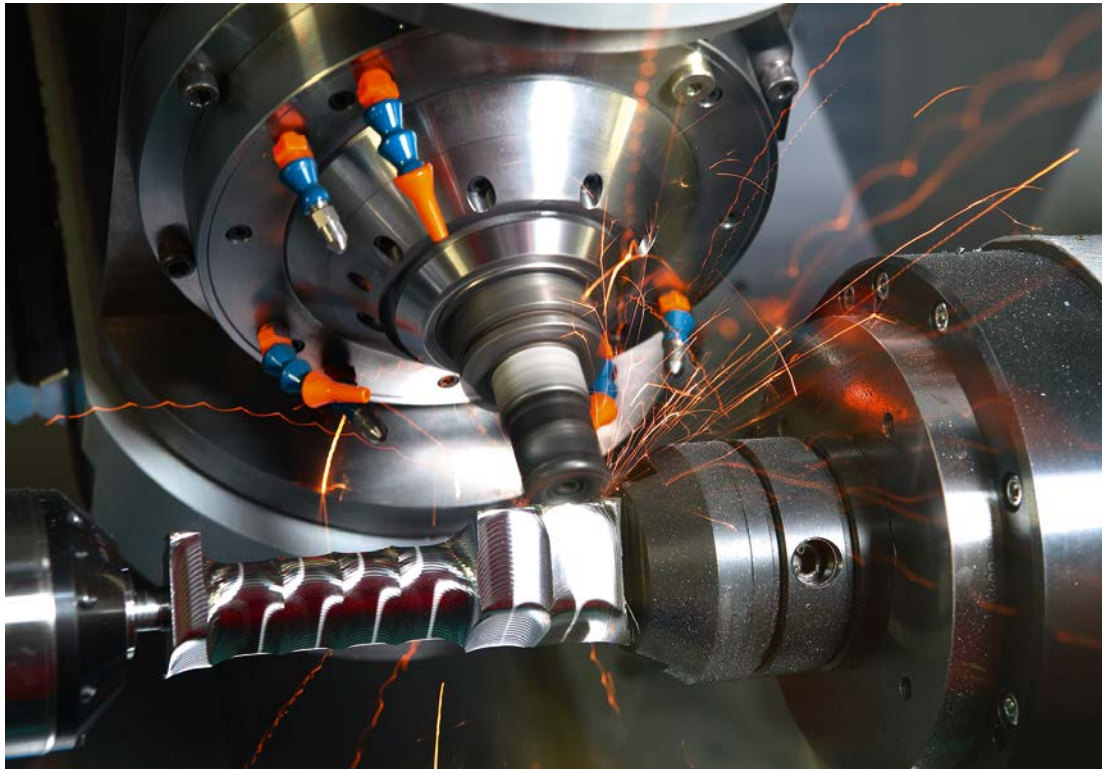
Fräsen oder Schleifen?

Für Elb-Schliff lautet die Antwort auf diese Frage ›und‹. Angesichts verschwimmender Grenzen zwischen den Verfahren definierter und undefinierter Schneide bietet Elb-Schliff mit seiner millGrind-Baureihe die Möglichkeit der intelligenten Verfahrenskombination an.

von Markus Stanik

1 5-Achs-Fräsen einer Turbinenschaufel: Dank HSC-Technologie werden durchaus Oberflächengüten erzielt, die denen des Schleifens nahe kommen

(Bild: Hamuel)



Bisher waren die Grenzen zwischen den verschiedenen Bearbeitungsverfahren klar abgesteckt: Zerspänung mit geometrisch bestimmter Schneide (zum Beispiel Fräsen oder Drehen), wenn viel Material abzutragen ist und keine absolute Präzision gefordert wird. Dagegen die Zerspänung mit geometrisch unbestimmter Schneide (beispielsweise Schleifen) für sehr genaue Werkstücke, sehr gute Oberflächen und harte Werkstoffe.

Aufgrund der Entwicklungen der letzten Jahre verschwimmt diese Grenze

allerdings immer mehr. Betrachtet man zum Beispiel das Hochgeschwindigkeitsfräsen (HSC), können damit Oberflächengüten erzielt werden, die denen des Schleifens schon sehr nahe kommen, und auch gehärtete Materialien lassen sich mit diesem Verfahren wirtschaftlich bearbeiten. Ähnliche Tendenzen sind auf der Seite des Schleifens zu beobachten. Neue Verfahren des Hochleistungstiefschleifens erlauben Materialabtragsraten, die bisher dem Fräsen oder Drehen vorbehalten waren. Dies führt dazu, dass die Auswahl des optimalen Fertigungs-

verfahrens immer komplexer und anspruchsvoller wird.

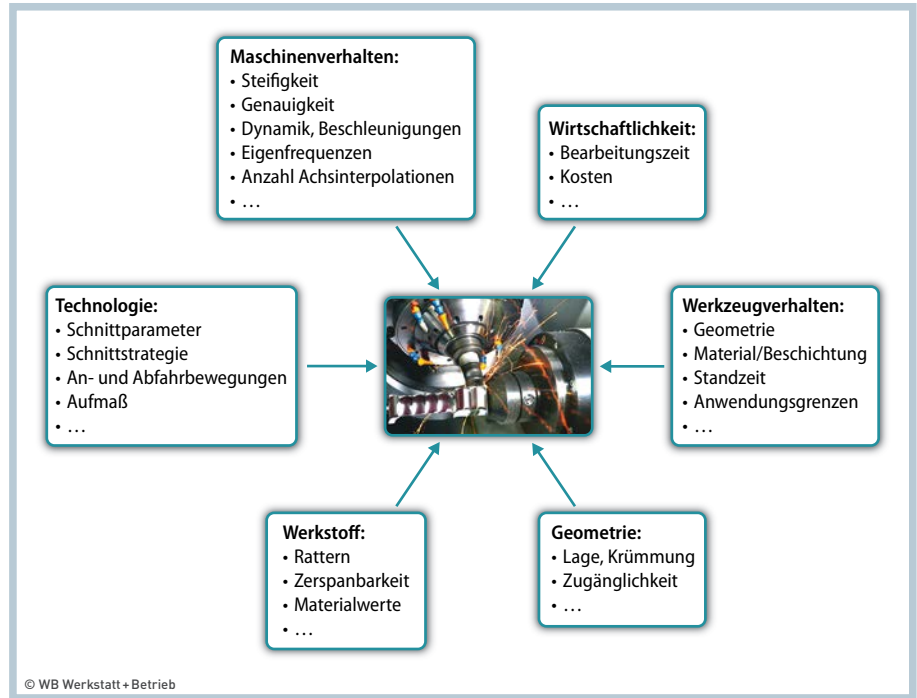
Wonach wählt man heute das ideale Verfahren aus?

Dazu gibt es die unterschiedlichsten Ansätze. Zuallererst muss sichergestellt werden, dass das ausgewählte Verfahren natürlich die notwendigen technischen Anforderungen der Werkstücke erfüllt. Dann können weitere Entscheidungskriterien in Betracht gezogen werden. Eines der Kernentscheidungspunkte ist das Know-how der Mitarbeiter. Nur mit gut

für das Verfahren ausgebildeten Mitarbeitern kann die maximale Produktivität eines Bearbeitungsverfahrens auch wirklich ausgereizt werden. Dabei sind die kompletten Einflüsse auf das Bearbeitungssystem zu berücksichtigen (Bild 2).

Wichtig dabei sind die optimale Einstellung der Bearbeitungsparameter und die Auswahl des richtigen Werkzeugs. Dies gilt sowohl für Drehen oder Fräsen als auch für das Schleifen. Darüber hinaus muss noch die Frage des Kühlschmierstoffs für alle Verfahren geklärt werden, wobei teilweise Fräsen und Drehen auch als Trockenbearbeitung möglich sind. Beim Schleifen sind allerdings noch weitere Parameter zu beachten, wie etwa die genaue Einstellung der Kühlmitteldüse und der gesamte Abrichtprozess.

Daraus ergeben sich Chancen und Risiken. Mithilfe des Abrichtprozesses kann die Werkzeuggeometrie immer absolut exakt erzeugt werden. Beim Drehen und Fräsen verschleißt das Werkzeug und beeinflusst somit das Bearbeitungsergebnis negativ. Durch das Abrichten beim Schleifen wird immer wieder ein optima-



2 Einflüsse des Bearbeitungssystems auf die Zerspanung (Bild: Elb-Schliff)

les, scharfes Werkzeug erzeugt. Das führt dazu, dass die Gratbildung, die mit einem stumpfen Werkzeug einhergeht, reduziert werden kann. Das Abrichten führt auch dazu, dass neue Geometrien einfach erzeugt werden können. Wenn

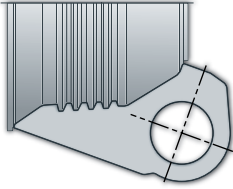
zum Beispiel Geometrien mit Formfräsern erzeugt werden müssen, können kleine Geometrieänderungen schon dazu führen, dass ein neuer Fräser hergestellt werden muss. Beim Schleifen kann mithilfe des NC-Abrichtens nahezu jede »

beliebige Geometrie in das Schleifwerkzeug eingebracht werden. Somit können in kürzester Zeit neue Geometrien und Features erzeugt werden ohne den Aufwand, neue Werkzeuge herzustellen.

Das entscheidende Auswahlkriterium sollte allerdings immer die Wirtschaftlichkeit des Prozesses sein. Kann ein Verfahren die Herstellkosten dramatisch verbessern, ist es natürlich das zu bevorzugende Verfahren. Dazu müssen allerdings alle Kosten in Betracht gezogen werden. Meist reicht eine einfache Analyse der Bearbeitungszeit nicht aus, da die Verfahren sehr unterschiedliche Kosten beispielsweise bei den Werkzeugen (meist sind die Schleifwerkzeuge günstiger als die Fräs- oder Drehwerkzeuge), Kühlschmiermitteln (die Entsorgungskosten der unterschiedlichen Schmiermittel sind zu vergleichen) und Ähnliches haben. Weiterhin unterscheiden sich die Maschinen meist auch in der Aufstellfläche, Energiebedarf und Wartungskosten. Verschiedene Einflüsse auf die Bearbeitung, die in den wirtschaftlichen und technischen Vergleich eines Bearbeitungsprozesses mit einbezogen werden müssen, zeigt Bild 2. Am besten können die verschiedenen Vorteile der Verfahren an bauteilbezogenen Beispielen erläutert werden.

Bearbeitungsbeispiele

Im Folgenden werden einige Bearbeitungsbeispiele dargestellt. Ein sehr komplexes Bauteil ist die Turbinenschaufel für Flugzeugturbinen oder Kraftwerksturbinen. Gerade bei diesen Werkstücken gibt es sehr unterschiedliche Bearbeitungsstrategien. In den letzten Jahren hat die Entwicklung des 5-Achs-Hochge-



Lösung	
Werkstückspannung:	2-4 Werkstücke in einer Spannvorrichtung
Bearbeitungsmethode:	Tiefschleifen CDCF
Schleifscheibe:	Korundscheibe, Schleifscheiben-Ø 650×320 mm
Spindeltriebsleistung:	196 kW
Aufmaß:	aus dem Vollen
Ergebnis	
Schleifzeit:	7 min für 4 Werkstücke
Materialabnahme pro Werkstück:	1,25 kg

© WB Werkstatt + Betrieb

3 Tiefschleifen mit sehr hohen Materialabtragsraten; hierbei erzielt das Schleifen Zerspanraten, wie sie üblicherweise den Verfahren mit definierter Schneide zugesprochen werden

(Bild: Elb-Schliff)



4 Die Kombi-Maschine gantryLine RT von Elb im Schleifmodus; eine Spindel ist als Schwenkspindel ausgeführt (Bild: Elb-Schliff)

schwindigkeitsfräsens dazu beigetragen, dass inzwischen mithilfe des Fräsens sehr präzise Werkstücke mit sehr guter Oberflächenqualität erzeugt werden können. Bild 1 zeigt die Bearbeitung einer Turbinenschaufel auf einer HSTM-Maschine der Firma Hamuel. Durch technische Weiterentwicklungen sind die erreichten Oberflächen und Abtragsleistungen sehr gut. Mithilfe neuer Spann-technik kann auch die Turbinenschaufel fast komplett in einer Aufspannung gefertigt werden.

Wichtig ist allerdings auch in diesem Bereich eine genaue Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Prozesses. Insbesondere bei den Turbinenschaufeln kommt es natürlich auf das zu bearbeitende Material an. Je schwerer ein Material zerspanbar ist, desto wichtiger ist es zu prüfen, wie sich der Werkzeugverschleiß auswirkt. Die neuen Materialien wie zum Beispiel Titan-Aluminide sind

da besonders hervorzuheben. Mit ihrem Zerspanungsverhalten sind sie sehr schwierig mit definierter Schneide zu bearbeiten, können dagegen wirtschaftlich geschliffen werden. Bei Standardturbinenapplikationen jedoch ist es meist wirtschaftlicher, das Werkstück zu fräsen.

Ein weiteres Beispiel ist ein Kettenglied eines Raupenfahrzeugs. Dabei geht es um die Herstellung einer verzahnungsartigen Geometrie, die das Ober- und Unterteil präzise miteinander verbindet. Das Aufmaß des Rohteils war mit 4 mm definiert. Anfangs wurde das Bauteil vom Kunden mit Fräsen vorbearbeitet und danach fertiggeschliffen. Diese Vorgehensweise ist allerdings nicht besonders wirtschaftlich, sodass untersucht wurde, ob dieses Bauteil nicht nur mit einem Verfahren hergestellt werden kann. Entgegen der Vermutung, dass man das Bauteil am besten fräsen könnte, wurde die Bearbeitung auf Schleifen umgestellt.

INFORMATION & SERVICE

HERSTELLER

Elb-Schliff Werkzeugmaschinen GmbH
aba Grinding Technologies GmbH

63743 Aschaffenburg

Tel. +49 6028 408-0

www.autania-gt.de

DER AUTOR

Dr. Markus Stanik ist Geschäftsführer von Elb-Schliff und aba Grinding in Aschaffenburg

info@autania-gt.de

PDF-DOWNLOAD

www.werkstatt-betrieb.de/1154321

Dazu wurde ein spezielles Verfahren der Firma Elb-Schliff eingesetzt, welches ein für Schleifprozesse ungewöhnlich hohes Materialabtragsvolumen ermöglicht. Gleichzeitig konnte die notwendige Präzision sichergestellt werden. Bild 3 zeigt die technischen Rahmenbedingungen dazu. Hier wird ein spezieller Vorteil des Schleifens ausgenutzt. Man benötigt nicht wie beim Fräsen teure Formwerkzeuge oder uneffiziente Serienwerkzeuge, sondern mithilfe des Abrichtverfahrens lassen sich in der Maschine nahezu beliebige Werkzeuggeometrien erzeugen. Die herzustellende Verzahnungsgeometrie konnte direkt auf die Schleifscheibe aufgebracht und somit in einem Bearbeitungshub erzeugt werden. Ein auf der Maschine installierter Werkzeugwechsler ermöglicht den Wechsel zwischen Schleifscheiben für die Schrapp- und Schlichtbearbeitung.

Kombinationsmaschinen

Nicht immer muss es sein, dass ein Verfahren das andere ersetzt. Für bestimmte Werkstücke können auch Kombi-Maschinen in Form von Mehrtechnologiekonzepten sinnvoll sein. Aus diesem Bedarf entstanden die Maschinen der millGrind-Baureihe der Firma Elb-Schliff. Diese vereinen die Vorteile beider Verfahren und können noch einen entscheidenden Fortschritt zu einer wirtschaftlichen Bearbeitung sicherstellen. Dabei sind insbesondere die Durchlauf- und Rüstzeiten zu beachten. Wenn das Bauteil nur einmal auf einer kombinierten Fräs-/Schleifmaschine gespannt werden muss, entfällt auf jeden Fall die komplette Rüstzeit für eine Aufspannung. Weiterhin zeigen neue Untersuchungen, dass die Durchlaufzeit wesentlich kürzer wird, da die Liegezeiten zwischen den einzelnen Maschinen entfallen. Ein weiterer positiver Effekt ist, dass die Qualität des Bauteils in der Regel besser wird, da alle qualitätsbestimmenden Features in einer Aufspannung hergestellt werden und somit optimal zueinander passen, da die Umspannfehler entfallen. Bild 4 zeigt eine gantryLine RT von Elb, die diesen Gedanken perfekt umsetzt. Das Werkstück wird einmalig auf dem Rundtisch gespannt.

Unterhalb des Maschinenportals sind die verschiedenen Bearbeitungs-

stationen angebracht, in diesem Falle zwei Schleifspindeln und eine Frässpindel. Die Modularität des Konzepts erlaubt auch die Kombination verschiedenster Technologien und Spindelanzahlen. In Bild 4 ist zu sehen, dass eine Spindel auch als Schwenkspindel ausgeführt werden kann. Der Vorteil dieses Konzepts ist, dass die Werkstücke in äußerst hoher Präzision wirtschaftlich bearbeitet werden können.

Um zusätzliche Flexibilität bereitzustellen, ist natürlich auch ein Werkzeugwechsler an der Maschine vorhanden. Weiterhin können in die Frässpindel

auch Drehwerkzeuge über die HSK-Schnittstelle eingewechselt werden. Somit kann auch der Drehprozess in der Maschine umgesetzt werden. Beim Drehen wird die Frässpindel mechanisch geklemmt und die Lager von den Bearbeitungskräften entlastet.

Gerade für komplexe und schwere Werkstücke, die eine hohe Genauigkeit erfordern, sind diese Kombinationsmaschinen ein sehr großer Schritt hin zu höchst präzisen und wirtschaftlichen Bauteilen. Insofern kann die Frage zu Beginn des Artikels mit einem ›und‹ beantwortet werden. ■