

Die Zukunft gehört Unternehmen, die Innovationen ganzheitlich umsetzen

Mut zum Fortschritt

Innovativ sein bedeutet nicht, eine hochmoderne Maschine zu kaufen. Wirklich innovativ ist nur, wer die neue Technik in den gesamten Prozess hineinträgt und für das passende Umfeld sorgt. Die neue sechssachsige Portalfräsmaschine FZ 100 von F. Zimmermann begeisterte Stephan Kegelmann – doch erst mit dem CAD/CAM-System WorkNC G3 von Sescoi und hochgenauer Steuerungstechnik von Siemens inklusive Volumenkomensation VCS wurde für ihn ein Schuh daraus, mit dem er in großen Schritten Richtung Zukunft marschiert.



Deutlich erkennbar ist die einzigartige dritte Achse. Diese B-Achse ist mit $\pm 15^\circ$ simultan beweglich
Bild: Zimmermann



Stephan Kegelmann: „Die FZ 100 ist eine Maschine, die ideal zu uns passt – innovativ und leistungsstark“

Stephan Kegelmann, Gründer und Geschäftsführer von Kegelmann Technik in Rodgau-Jügesheim, eilt der Ruf des innovativen Geschäftsmannes voraus, der sein Unternehmen mit großer Dynamik und nach modernsten Gesichtspunkten ausrichtet. So ist Kegelmann Technik – 1989 gegründet und mit Rapid Prototyping groß geworden – heute in erster Linie ein Teillieferant für Prototypen und Kleinserien in Alu und Kunststoff.

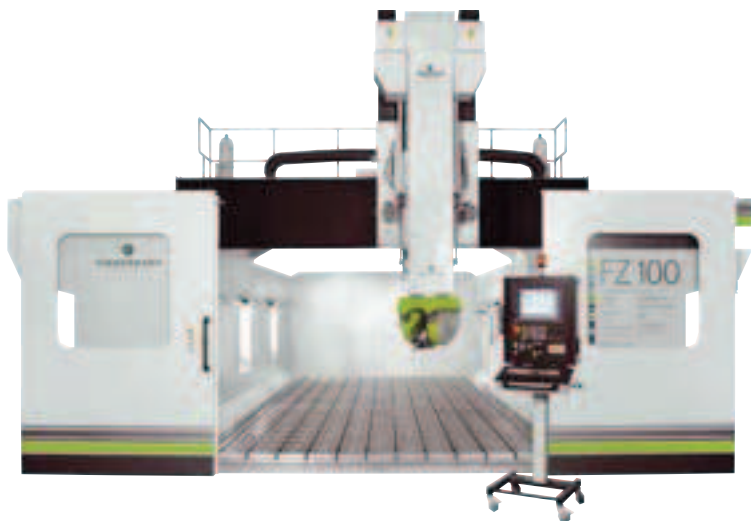
Der studierte Kunststofftechniker und gelernte Modell- und Formenbauer erkann-

te früh, dass Rapid Prototyping und Tooling Verfahren nicht genügen, um die Kunden zu begeistern. Kegelmanns Konsequenz: „Wir haben parallel zu unserer angestammten Technik einen konventionellen Werkzeugbau aufgebaut, der fortschrittlich automatisiert, effizient und rationell arbeitet. Das heißt Einführung von Standardisierung, Nullpunktspannsystem, Palettensystem und so weiter. Von diesen Merkmalen war damals kaum die Rede, doch heute, fast zehn Jahre danach, sind sie bei Vielen Standard geworden.“

Seiner Vision von einem vollautomatisierten Werkzeugbau ist Kegelmann mittlerweile ganz nah gekommen. Die Elektrodenherstellung funktioniert – gesteuert von einem Job Management System – von der Konstruktion bis zur fertigen Elektrode automatisch und papierlos. Auch das Fräsen der Stahl- und Alukomponenten ist inzwischen in diese Automation eingebunden. Ein Highlight ist der Kuka Sechs-Achs-Roboter, der am Ende der Prozesskette zwei Hermle-Fräszentren mit barcodierten Rohlingen versorgt und die Fertigteile geordnet ablegt.

Partnerschaftliche Beziehung mit regem Know-how-Austausch

Doch Teillieferant für Prototypen und Kleinserien in Alu und Kunststoff zu sein, hält mehr Herausforderungen bereit als nur den Werkzeugbau. Viele Kunden kommen zu Kegelmann Technik mit dem Wunsch nach großen Werkstücken, seien es Modelle



Die bei Kegelmann Technik installierte Portalfräsmaschine FZ 100 von Zimmermann ermöglicht dank ihrem Drei-Achs-Fräskopf M3 ABC die sechsachsige Bearbeitung. In der Volumenzerspanung von Aluminium, Composite- und Modellbauwerkstoffen, wie auch in der HSC-Bearbeitung von Stahl und Guss, setzt das Konzept Maßstäbe, wo herkömmliche Zwei-Achs-Gabelköpfe im Fünf-Achs-Simultanbetrieb längst an ihre Grenzen stoßen
Bild: Zimmermann

aus Kunststoff oder Strukturbauteile aus Aluminiumwerkstoffen, wie sie in der Flugzeugindustrie häufig benötigt werden.

Auch in diesem Bereich war Strategie Kegelmann auf der Suche nach Innovationspotential. Seine bisherige Zimmermann Portalmaschine war schließlich schon zehn Jahre alt, so dass ihm ein Austausch gegen ein moderneres Fertigungssystem sinnvoll erschien. Als er von der neuen Zimmermann Portalfräsmaschine FZ 100 mit völlig neu konzipiertem Drei-Achsen-Kopf M3 ABC erfuhr, schlug sein Spürsinn für erfolgversprechende Innovationen an.

Schon seit vielen Jahren pflegen F. Zimmermann und Kegelmann Technik eine partnerschaftliche Beziehung mit regem Know-how-Austausch hinsichtlich neuer Technologien. So verwundert es nicht, dass die erste Produktionsmaschine der FZ 100 nach Rodgau-Jügesheim geliefert wurde. Vorgestellt auf der Euromold 2008 steht sie seit Ende März dieses Jahres bei Kegelmann Technik unter Span. Für beste Produktionsbedingungen sorgt eine eigens errichtete klimatisierte Halle. Stephan Kegelmann berichtet: „Das ist eine Maschine, die ideal zu uns passt – innovativ und leistungsstark. Um aus den technischen Möglichkeiten dieser Maschine den größtmöglichen Kundennutzen zu generieren, mussten wir ein geeignetes Umfeld schaffen. Dazu trägt einerseits die klimatisierte Halle bei. Andererseits haben uns Partnerfirmen wie Sescoi und Siemens unterstützt, um die Programmierung so einfach und die Genauigkeit so hoch wie möglich zu gestalten. Das verstehen wir unter Kreativität.“



Rüdiger Schrott:
„Bei typischen Bearbeitungsaufgaben wie dem Fräsen von konischen Taschen, beispielsweise von Strukturbauteilen im Flugzeugbau, kann die Bearbeitungszeit durch die zusätzliche B-Achse massiv verringert werden“

Um die Begeisterung für die neue Technik weiter zu verbreiten, veranstaltete Kegelmann Technik im Juni zwei Technologietage, an denen Kunden und andere Interessierte die Fräsmaschine sowie die begleitende Technik unter die Lupe nehmen konnten. Spezialisten aus den Unternehmen Zimmermann, Sescoi und Siemens stellten ihren An-

teil am Fertigungssystem vor, das Kegelmann am Beispiel von Strukturbauteilen aus der Flugzeugindustrie seine Leistungsfähigkeit demonstrieren ließ.

Im Zentrum des Interesses standen die Portalfräsmaschine FZ 100 und der Drei-Achs-Fräskopf M3 ABC, mit denen es Zimmermann gelungen ist, eine sechsachsige Bearbeitung zu realisieren. In der Volumenzerspanung von Aluminium, Composite- und Modellbauwerkstoffen, wie auch in der HSC-Bearbeitung von Stahl und Guss, setzt das Konzept Maßstäbe, wo herkömmliche Zwei-Achs-Gabelköpfe im Fünf-Achs-Simultanbetrieb durch die Polstellenproblematik (siehe Kasten) längst an ihre Grenzen stoßen.

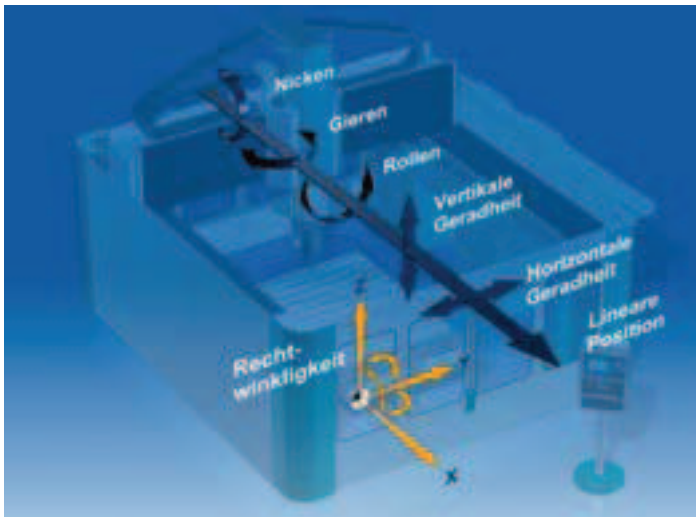
Denn ein Zwei-Achs-Gabelkopf mit A- und C-Achse hat den Nachteil, dass sich in der Nullstellung der A-Achse eine Polstelle ergibt, an der die C-Achse des Fräskopfes unwirksam ist. Sie kann die Frässpindel nicht schwenken, wenn diese senkrecht steht. Selbst für kleinste Orientierungsänderungen sind in Polnähe große Drehbewegungen der C-Achse notwendig, was zulasten der Produktivität und Oberflächenqualität geht. Auch die Kompensation von manchen Fehlern in der Maschinengeometrie ist damit nicht möglich.

Bearbeitungszeit lässt sich durch zusätzliche B-Achse massiv reduzieren

Dem gegenüber hat der Drei-Achs-Fräskopf M3 ABC einige Vorteile zu bieten, die Rüdiger Schrott, Geschäftsführer der Zimmermann-Tochter Gimbal und verantwortlich für dessen Entwicklung, wie folgt beschreibt: „Bei typischen Bearbeitungsaufgaben wie dem Fräsen von konischen Taschen, beispielsweise von Strukturbauteilen im Flugzeugbau, kann die Bearbeitungszeit durch die zusätzliche B-Achse massiv verringert werden.“



Typische Strukturteile aus dem Flugzeugbau haben innen konisch zulaufende Flanken mit drei bis fünf Grad Anstellwinkel. Diese Taschen können bei Kegelmann Technik mit dem M3 ABC mit idealer Vorschubgeschwindigkeit gefräst werden
Bilder: EADS



Durch das volumetrische Kompensationssystem VCS lassen sich die geringfügigen geometrischen Abweichungen im kompletten Arbeitsraum sowohl für Drei-, Fünf- und jetzt auch Sechs-Achs-Maschinen deutlich reduzieren
Bild: Siemens

nenbediener bestehende Drei-Achs-Programme in Sechs-Achs-Simultan-Programme auf Knopfdruck umwandeln. Einzige Voraussetzung ist, dass sie die richtige Maschine, sprich die FZ 100, dafür haben.“

Ideale Möglichkeiten zur Kompensation

Für die sechssachsige Bearbeitung angepasst hat auch Siemens sein Volumetric Compensation System, kurz VCS. Dr. Jochen Bretschneider, zuständig für Value Added Services bei Siemens, ist begeistert von der FZ 100 und ihrem Drei-Achs-Kopf: „Durch die zusätzliche Rundachse haben wir erstmals ideale Möglichkeiten zur Kompensation nicht nur des volumetrischen Fehlers an der Werkzeugspitze, sondern auch der zugehörigen Werkzeugorientierung. Dies ist bei einem Gabelkopf durch die Polstellenproblematik nicht unter allen Umständen gegeben.“

Das für die CNC Sinumerik 840D sl optional verfügbare VCS hat die Aufgabe, Werkzeugmaschinen noch genauer zu machen. Denn jede Werkzeugmaschine weist geringfügige systematische Geometrieabweichungen im Führungssystem der Vorschubachsen auf. Bei jeder Linearachse sind dies der lineare Positionsfehler, der horizontale und vertikale Geradheitsfehler, außerdem die rotatorischen Fehler Rollen, Nicken und Gieren. Durch neueste steuerungsintegrierte Kompensationsmethoden wie das VCS lassen sich diese Abweichungen im kompletten Arbeitsraum sowohl für Drei-, Fünf- und jetzt auch Sechs-Achs-Maschinen deutlich reduzieren. Dazu muss die jeweilige Maschine zunächst volumetrisch vermessen werden. Siemens bietet auch diesbezüglich Unterstützung an, wie Dr. Bretschneider erklärt: „Wir vermitteln bei Bedarf einen unserer Sinumerik Solution Partner, der die Maschinenvermessung als Dienstleistung mit Hilfe von Laser-Messgeräten anbietet. Das Vermessen der Maschine kann neben unseren Solution Partnern natürlich auch durch andere Anbieter erfolgen. Bei Kegelmann übernahm die Firma Etalon das Vermessen, die für diese Aufgabe das Gerät Laser-Tracer entwickelt haben.“ Das Ergebnis überzeugt: Während auf der FZ 100 in unkompensiertem Zustand eine schon gute volumetrische Genauigkeit von 150 µm gemessen wurde, ließ sich diese mit VCS auf unter 50 µm verbessern.

Aber auch in fast jedem anderen Fall wird die Simultanbearbeitung mit dem M3 ABC sehr viel produktiver. Denn der Drei-Achs-Kopf vermeidet die Polstelle des klassischen Zwei-Achs-A-/C-Kopfes bei $A = 0^\circ$. Damit ist besonders im Formenbau erstmals eine optimale Simultanbearbeitung mit höchster Oberflächenqualität machbar. Aber auch der Flugzeugbau profitiert enorm. Für Strukturbauteile genügt zwar in vielen Fällen ein Kopf mit A- und B-Achse. Doch durch die zusätzliche C-Achse des M3 ABC steigt die Flexibilität, und die Anwender sparen sich für manche Anwendungen den Kopfwechsel oder das Umspannen auf eine andere Maschine.“

Pirouettenartiges Zurückdrehen der C-Achse entfällt

Spätestens beim Fräsen des beispielhaften Werkstücks wurde den Anwesenden klar, wo die Vorteile liegen. Auf die FZ 100 wurde ein im Flugzeugbau übliches Strukturbauteil aus Aluminium gespannt – 2,50 m lang, 1 m breit und 100 mm hoch. Beim Fräsen der etwa 3 bis 5° angestellten Seitenwände zeigt sich der konstruktionsbedingte Geschwindigkeitszuwachs besonders gut. Der M3 ABC erzielte auch in den Ecken der Taschen einen konstant hohen Vorschub, wo ein A-/C-Kopf nahezu still steht – und damit auch viel geringeren Werkzeugverschleiß. Mit dem M3 ABC sind nur minimale Drehbewegungen notwendig, um sämtliche Anstellwinkel zu erzielen, da drei Achsen zur Verfügung stehen – das spart viel Zeit. Das pirouettenartige Zurückdrehen der C-Achse nach jeder Runde entfällt komplett.

Auf die Frage, wo man die Sechs-Achs-Programme herbekomme, denn das Programmieren müsse doch komplizierter als beim Fünf-Achs-Fräsen sein, verweist Rüdiger Schrott auf den Partner Sescoi: „Die WorkNC-Entwickler von Sescoi haben sich



Dr. Jochen Bretschneider: „Durch die zusätzliche Rundachse haben wir erstmals ideale Möglichkeiten zur Kompensation nicht nur des volumetrischen Fehlers an der Werkzeugspitze, sondern auch der zugehörigen Werkzeugorientierung. Dies ist bei einem Gabelkopf durch die Polstellenproblematik nicht unter allen Umständen gegeben“

dieses Problems angenommen und eine verblüffend einfache Lösung fertig gestellt. Mit dieser WorkNC-Option macht bei Kegelmann Technik der Maschinenbediener seine Sechs-Achs-Programme bereits nebenher.“

Um alle Vorteile der Maschine auszunutzen und die kompensierenden C-Achsen-Bewegungen auf ein Minimum zu reduzieren, bedarf es einer vorausschauenden Programmierung. Werner Möller, Vertriebsleiter der Sescoi GmbH in Neu-Isenburg, erklärt: „Unser CAM/CAD-System WorkNC ist für seine einfache Bedienung bekannt. Wie beim drei- und fünfsachsigen Bearbeiten haben wir Algorithmen entwickelt, die es dem Anwender erlauben, mit wenigen Eingaben kollisionsfreie Programme, sechssachsigermaßen simultan, zu generieren.“

In der Software steckt die Intelligenz, dass die Polstelle der C-Achse gemieden wird. Sie entscheidet gleichsam selbstständig, wo der Einsatz der A- und B-Achse sinnvoll ist und wo die C-Achse benötigt wird. Sie prüft außerdem vorausschauend die Kopfpositionen, um Kollisionen sicher zu vermeiden. Werner Möller weist auf eine weitere Besonderheit hin: „Analog zur Funktion Auto5 für die Fünf-Achs-Bearbeitung haben wir eine Auto6 entwickelt. Damit können die Maschi-

Kegelmann Technik GmbH
www.ktechnik.de
F. Zimmermann GmbH
www.f-zimmermann.com