

Welche Rolle spielt der Ikosaeder in Zukunft?

Parallelkinematik erlebt Renaissance bei Fünfseiten-HSC-Freiformflächen-Bearbeitung

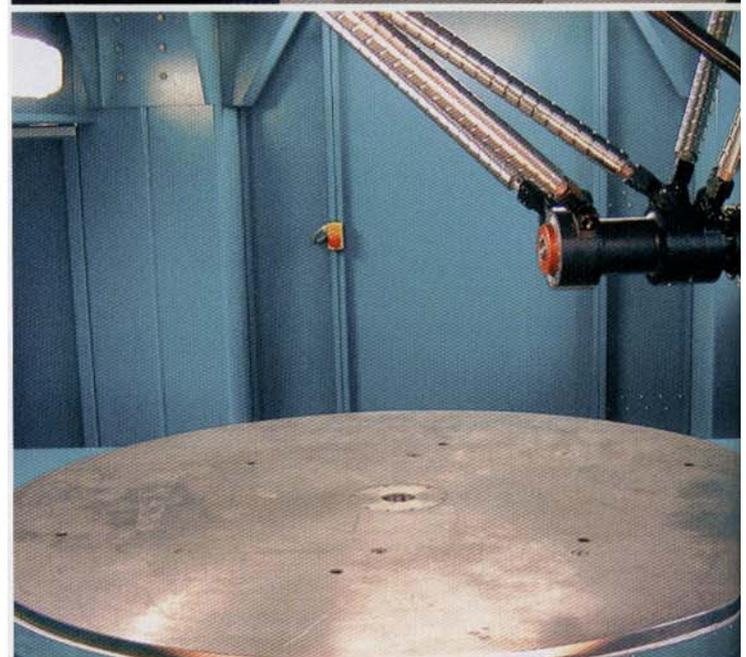
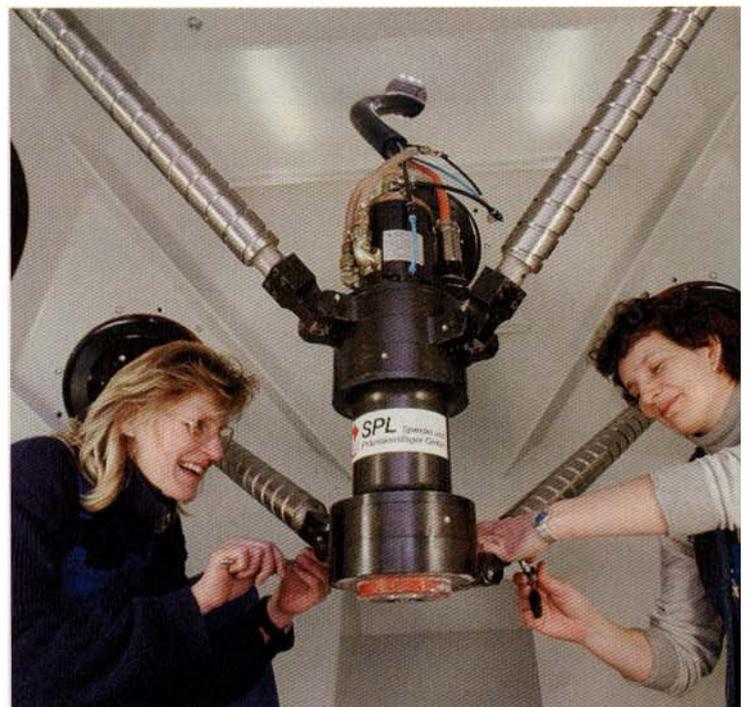
Steht eine Renaissance der Parallelkinematik bei Werkzeugmaschinen bevor? Die Weiterentwicklung der Metrom lässt dies vermuten: Mit einer fast frei schwebenden Arbeitsspindel, im Raum gehalten von fünf starken Kugelrollspindeln, mit ‚unendlichen‘ Freiheitsgraden beweglich wie ein Roboter gehen die Maschinen an Werkstücke und Freiformflächen heran. Per HSC – und mit glänzenden Ergebnissen.

Eine futuristisch aussehende Werkzeugmaschinen-Konstruktion für Bearbeitungszentren kommt aus Chemnitz und macht auf jeder Messe Furore – zuletzt auf der Prototypen- und Formenbau-Fachmesse »Euromold« in Frankfurt: Das Fräszentrum P 800 M von Metrom fällt schon durch seine kugelige Form als Raumkapsel auf: Als »Ikosaeder«, einer zwanzigflächigen (und zwölfseitigen) Gehäusekapsel aus gleichen und gleichseitigen Dreiecken, steht sie wie ein Design-Objekt im Raum. Doch das Innere ist für einen Fertigungstechniker oder einen Werkzeug- und Formenbauer noch interessanter als das spektakuläre Äußere der weiterentwickelten Maschine: Eine Parallelkinematik mit sphärischem Arbeitsraum sorgt für die Bearbeitung von Werkstücken und Freiformflächen von fünf Seiten im halbkugelförmigen Arbeitsraum. Unzugänglich für das Zerspanen bleibt lediglich die Auflagefläche des Maschinen-Rundtisches.

Rein sachlich gesehen handelt es sich bei den Metrom-Maschinen um eine Parallelkinematik-Konstruktion, die jetzt optimiert an die Öffentlichkeit geht: In zwei Baureihen gibt es die modular aufgebauten Maschinen, die sich damit leicht Anwenderwünschen anpassen lassen. Die Maschinen wirken luftig-leichtgebaut – im Vergleich zu einer konventionellen Fräsmaschine mit behäbig-massivem Kreuztisch – und verschaffen der Parallelkinematik ein glänzendes Comeback. Hochdynamisch wird bei dieser Maschinenkonzeption eine leichtgewichtige Spindel von fünf starken Armen aus massiven Kugelrollspindeln aus allen Richtungen in Position gehalten: Nicht nur von wenigen Kugelrollspindeln, wie sie sich auch in den Maschinentischen konventioneller Werkzeugmaschinen zur Positionierung und zum Verfahren finden, wird hier die Arbeitsspindel bewegt: Von Faltenbälgen geschützt stehen die massiven Kugelrollspindeln im Raum und stützen die Arbeitsspindel gleich von fünf Seiten. Mit ihrem Werkzeug kann sie damit freischaffend im Raum von allen Seiten tätig werden. Mit eleganten Arbeitsbewegungen wird so aus einem Metall- oder Kunststoff-Rohteil ein Freiflächen-Formteil, das sich sehen lassen kann – oder ein allseitig bearbeitetes Werkstück.

Von allen Seiten stabil unterstützt wird die Arbeitsspindel immer in die richtige Bearbeitungs-Position gebracht – und gehalten. Nur die Spindel bewegt sich im Raum – sonst nichts.

In der Metrom-Maschine verharrt das Werkstück unbewegt am Platz und wird in der aktuellen Neukonstruktion höchstens von einem Drehtisch um eine zusätzliche Achse gewendet: Ohne Trägheitsprobleme, Stick-Slip-Effekt und Fliehkräfte und ohne Linearbewegung, höchstens mit einer Drehung um die Vertikalachse.



Keine großvolumigen und schwergewichtigen Maschinenteile oder Werkstücke müssen beschleunigt und abgebremst werden, keine Schwenkachse gekippt, um Seitenbearbeitung durchzuführen. Vergessen sind Beschleunigungsrampen und Schnellzustellung. Die leichtgewichtige Arbeitsspindel wippt und tänzerisch elegant um den Kubus des Werkstückes, bearbeitet immer senkrecht zur Arbeitsfläche in Idealposition, legt sich auch mal um 90 Grad und mehr zur Seite, greift leicht hinterschneidend notfalls auch von unten an. Sie ist damit jeder Fünfbearbeitung in Wendigkeit, Geschicklichkeit, Dynamik und Idealposition für das Bearbeitungswerkzeug weit überlegen.

Die Fünfseitenbearbeitung ist im sphärischen Arbeitsraum selbstverständlich, die gleiche Oberflächenqualität und Genauigkeit wie bei konventionellen Werkzeugmaschinen kein Thema. Bei neutralen Bearbeitungstests wurden beispielsweise mittlere Rau-

tiefen von eineinhalbtausendstel Millimeter ermittelt. Die natürlichen Vorurteile des ersten Eindrucks, das Misstrauen gegen die neuartige, leicht und luftig wirkende Konstruktion muss man freilich überwinden, wenn man an diese Maschine herangeht: Die Stahlblechkonstruktion ist Gehäuse und Gestell gleichzeitig, sieht ‚sphärisch‘ aus und hat auch einen sphärischen Arbeitsraum. Fünf kardanisch gelagerte Kugelrollspindeln ragen aus dem Blechgehäuse. Über Bullaugen wie an einer Waschmaschine ist die Bearbeitung zu betrachten.

Sachlich gesehen ist die P 800 M von Metrom, die kleinere der zwei Baureihen, ein 4,5 Tonnen schweres Fräszentrum auf kleinstem Raum: Eine Stahlblech-Schweißkonstruktion wie eine Raumkapsel, bestehend aus einem zwanzigflächigen Vieleck aus gleichen und gleichseitigen Dreiecken, optimal geformt. Sie umschließt einen Arbeitsraum mit Rundtisch von 800 Millimetern →



Frei schwebende Spindel – von fünf Seiten unterstützt: Massive Kugelrollspindeln, hier bei der Montage ohne Faltenbalg-Verkleidung, stützen die HSC-Spindel von allen Seiten jederzeit solide ab.



Ein Versuch überzeugt und beseitigt Vorbehalte: Bei Metrom in Chemnitz können sich potenzielle Anwender von der Leistungsfähigkeit der Parallelkinematik-Fräsmaschinen am eigenen Werkstück überzeugen lassen.



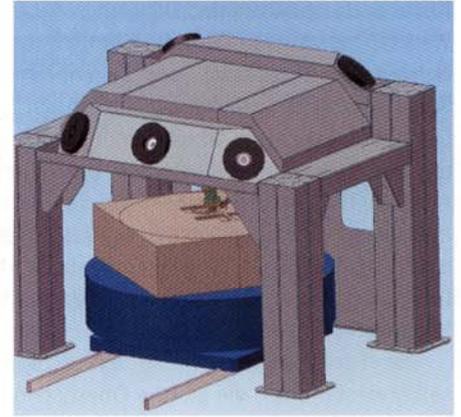
Durchmesser. Werkstück-Würfel mit einem Meter Durchmesser und 600 Millimeter Höhe können damit bearbeitet werden, bei einer Maschinengröße von 2,3 x 2 x 2,5 Metern. Die »Achsen« arbeiten mit einer Beschleunigung von 12m/s^2 bei einer Wiederholgenauigkeit von drei tausendstel Millimetern.

Die fast frei schwebende Arbeitsspindel, üblicherweise eine HSC-Spindel mit einer HSK-63-Aufnahme, 24.000 Umdrehungen und 14 kW Antriebsleistung, wird von Spindelträgern mit Gelenkscheiben an Scharniergelenken und von fünf starken Streben aus Kugelrollspindeln mit 63 Millimetern Durchmesser im Raum gehalten. Die leichte Arbeitsspindel ist alles, was bewegt, beschleunigt und abgebremst werden muss. Um mehr als 90 Grad lässt sie sich zur Seite in die Horizontale neigen und stellt damit jede Maschine mit Kreuztisch und Schwenkchase in den Schatten. So erreicht sie fast jeden Punkt im Maschinenraum: Mit nicht nur fünf, sondern einer fast unendlichen Zahl von Freiheitsgraden ist sie flexibel und beweglich wie ein Roboterarm. Mit Rundtisch und durch die Seitenneigung von mehr als 90 Grad ist eine Fünfseiten-Freiformflächenbearbeitung, sogar mit Hinterschneidungen, möglich.

Eine schnelle Steuerung ist natürlich Bedingung für die Parallelkinematik-Maschinen – und die hat die Metrom-Maschine vorzuweisen: Überwacht, geregelt, gesteuert wird alles von einer »Andronic 2000«-Steuerung mit einer Blockzykluszeit von 0,5 Millisekunden, Taktzeiten von 0,5 Millisekunden und komfortabler Look-ahead-Funktion. Sie weiß immer, wo das Werkzeug sich gerade befindet, und errechnet jede Position im halbkugelförmigen Arbeitsraum. Die Berechnung der zusätzlichen Drehachse des Rundtisches als Maschinenbasis übernimmt sie natürlich mit. Programmierung und Bedienung unterscheiden sich nicht von der konventioneller Maschinen, sie verarbeitet jedes vorhandene NC-Programm aus üblichen CAM-Programmiersystemen.

Die Maschine, die aus der Zukunft kommt, ist eine Raumkapsel mit wenig Raumbedarf und kleiner Stellfläche. Die Renaissance

Zwei Maschinebau-reihen mit Parallelkine-matik: In zwei Modell-reihen wird die Parallel-kinematik als Konstruk-tionsprinzip eingesetzt, hier die CAD-Konstruk-tion der größeren Metrom-Maschine-baureihe, die bereits mehrfach in der Praxis eingesetzt ist.



der Parallelkinematik macht sie zukunftssicher. Wer die Arbeitsergebnisse, die einer konventionellen Maschine nicht nachstehen, nicht glauben kann, dem wird in Chemnitz am eigenen Werkstück bewiesen, was alles zu machen ist und wie ein vorzeigbares Ergebnis entsteht.

Um die 250.000 Euro muss derjenige anlegen, der die Technologie der Zukunft schon heute in seiner Fertigung sehen und stehen haben will. In Deutschland hat die erst zwei Jahre junge Herstellerfirma in Chemnitz mit dem Geschäftsführer Dr.-Ing. Michael Schwaar, »Spin-off« einer Fraunhofer-Gesellschaft, FhG, natürlich schon Pionier-Anwender für ihre Fräszentren gefunden. Diese haben sich von der exklusiven Erstmaschine so überzeugen lassen, dass nachgekauft wurde. □

 **METROM** Mechatronische Maschinen GmbH
Annaberger Str. 240, 09125 Chemnitz
Tel.: 0371 5347-600, Fax: 0371 5347-601
E-Mail: info@metrom.com, www.metrom.com



Dr.-Ing. Michael Schwaar sieht seine Kompakt-Maschine mit Parallelkinematik im »Raumkapsel«-Format für die Fünfseiten-Fertigung im Modell-, Werkzeug- und Formenbau.