

Die Gießerei als Entwicklungspartner für den Werkzeugmaschinenbau

- Schlüsselrolle für Zulieferer mit Engineeringkompetenz -

Nach dem Vorbild der Automobilindustrie setzt auch der Maschinenbau verstärkt auf Entwicklungspartnerschaften mit seinen Zulieferern. Welche Vorteile dies haben kann, zeigen zwei Beispiele der Gußteilentwicklung für ein neues Hochleistungs-Dreh-Fräszentrum. Mit ihnen werden recht unterschiedliche anwendungstechnische Forderungen erfüllt.

„Gildemeister ist fest entschlossen, die angestammte Spitzenposition am Weltmarkt zurückzuerobern“, erläutert Dr.-Ing. Berend Denkena. Das traditionsreiche Unternehmen war Anfang der 90er Jahre in eine existenzbedrohende Krise geraten, bei der allein im Marktsegment Drehmaschinen fast 80 % der Arbeitsplätze verloren gingen. Dieses Tief konnte inzwischen überwunden werden, in den letzten Jahren ging es wieder kräftig aufwärts. Als Leiter Produktentwicklung ist Dr. Denkena mit seinen rund 50 Fachleuten aus den Bereichen F + E sowie Versuch verantwortlich für die Entwicklung der neuen Werkzeugmaschinen-Modelle, mit deren Hilfe das Unternehmen sein ehrgeiziges Ziel erreichen will. Dabei setzt man vor allem auf Maschinen mit sehr

gutem Preis-Leistungsverhältnis sowie auf innovative Maschinenkonzepte für neue Anwendungsbereiche. Bei der Entwicklung dieser neuen Modelle setzt Gildemeister nach dem Muster der Automobilindustrie auf moderne Prozesskettenkonzepte und bindet seine Zulieferer in den Entwicklungsprozess ein.

Konzentration des Maschinenbauers auf Kernkompetenzen

„Vor 30 oder 40 Jahren hatte man noch den Ehrgeiz, die vollen 100 Prozent der Entwicklungsleistung selbst zu erbringen. Von dieser Position sind wir längst abgerückt und vergeben inzwischen

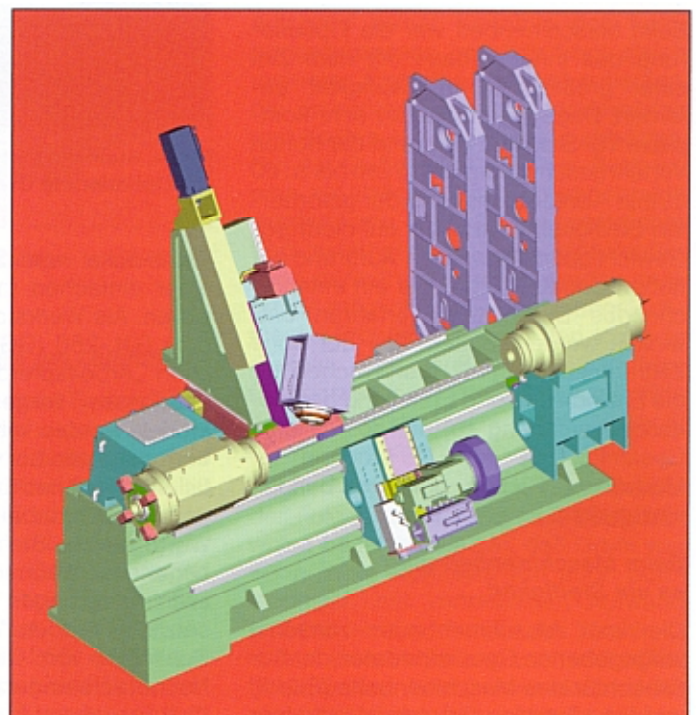
etwa ein Drittel des Entwicklungsaufwandes außer Haus“, so B. Denkena. Dabei konzentrierte man sich vor allem auf die eigenen Kernkompetenzen und definierte Vorgaben, deren Umsetzung ins Detail man dann den Engineering-Abteilungen der Zulieferer anvertraute.

Dieses Vorgehen empfiehlt sich aus einer Reihe von Gründen. So werde die Technologie immer komplexer, und man könne nicht alle Aspekte von Mechanik, Sensorik, Elektronik, Werkzeug, Kühlschmierstoffen usw. bis in die letzten Verästelungen noch mit eigenem Personal abdecken. Statt dessen sei es sinnvoller, Fachleute des jeweiligen Zulieferers heranzulassen, die in der jeweiligen Materie „voll drin“ seien. Verschärft werde die Situation zudem noch



▲ Bild 1: Das neue Hochleistungs-Dreh-Fräszentrum Twin 500 ermöglicht die aufwendige Komplettbearbeitung eines Werkstücks an allen sechs Seiten.

Bild 2, funktionelles Layout: CAD-Darstellung des Maschinenkonzeptes der Twin 500 ▶



durch den in letzter Zeit immer spürbarer werdenden Personalengpaß. Wie gut sich diese Politik bewährt habe, lasse sich anschaulich am Beispiel der gemeinsamen Entwicklung von Gußteilen für ein neues Maschinenmodell aufzeigen.

Die Gießerei als Entwicklungspartner

Als im Sommer 1999 ein neues, sehr anspruchsvolles Hochleistungs-Dreh-Fräszentrum mit der Bezeichnung „Twin 500“ projektiert wurde, wurde an die Gießerei der Auftrag zur Entwicklung und FEM-Berechnung der Gußkomponenten Maschinenbett und YS-Schlitten vergeben. Die Außenkonturen der Bauteile sowie Anschluß- und Funktionsmaße wurden vorgegeben und Ende Juli als 3D-CAD-Daten per E-Mail zur Verfügung gestellt. Hinzu kamen Angaben über Größe und Lage der auftretenden Belastungen sowie die Anzahl der zu berechnenden unterschiedlichen Lastfälle. Aufgabe der Gießerei war die Detaillierung der Konstruktion, die FEM-Berechnung, die Optimierung der Bauteile und die Auswahl der geeigneten Werkstoffe. Darüber hinaus waren Fragen der gießtechnischen Machbarkeit, der Kostenminimierung sowie des Zeitmanagements für die Einhaltung eines Rahmens von 15 Wochen zwischen Entwicklungsbeginn und Auslieferung der ersten komplett bearbeiteten Komponenten zu klären.

Unterschiedliche Zielvorgaben je nach Bauteil

Beim Maschinenbett war die Optimierung des Innenaufbaus mit dem Ziel einer größtmöglichen Steifigkeit gefordert. Dagegen mußte der sehr komplexe YS-Schlitten aufgrund der hohen Verfahrgeschwindigkeiten von bis zu 60 m/min - unter Einhaltung der geforderten Steifigkeit - vor allem auf niedriges Gewicht optimiert werden. Aufgrund der hohen Genauigkeit mußte ein entsprechendes Bearbeitungsverfahren entwickelt werden. Zudem ließ der enge Zeitrahmen lediglich drei Wochen für die Entwicklung und Erstellung der Modellbauzeichnung zu; nur so war eine Gesamtlaufzeit von 12 Wochen für Modellbau, Gießen und Bearbeitung einzuhalten.

Beim Maschinenbett ging es um Steifigkeit...

Die vom Maschinenbauer zunächst vorgegebenen Geometriedaten der Außenkontur des Maschinenbetts (Bild 3) wurden im ersten Durchgang mit einer

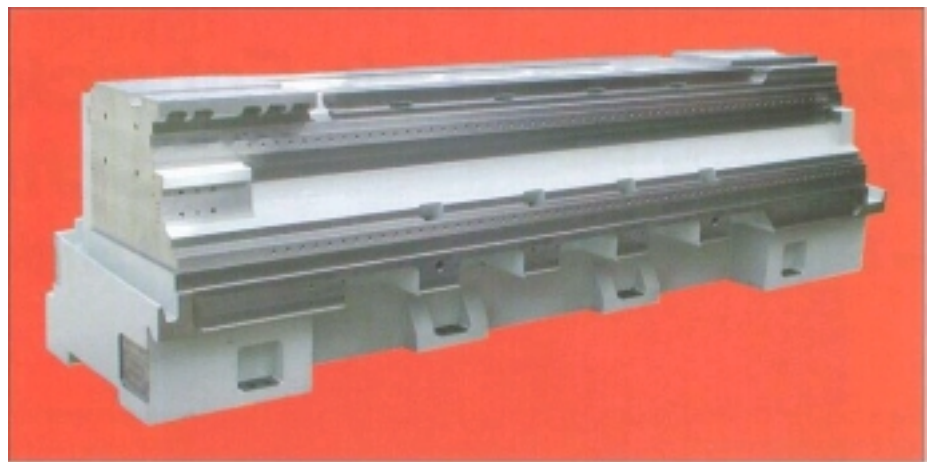


Bild 3, kurzfristig: In nur 15 Wochen wurde das Maschinenbett der Twin 500 konstruiert, optimiert, gegossen und bearbeitet; Werkstoff: Gußeisen mit Lamellengraphit GJL-300

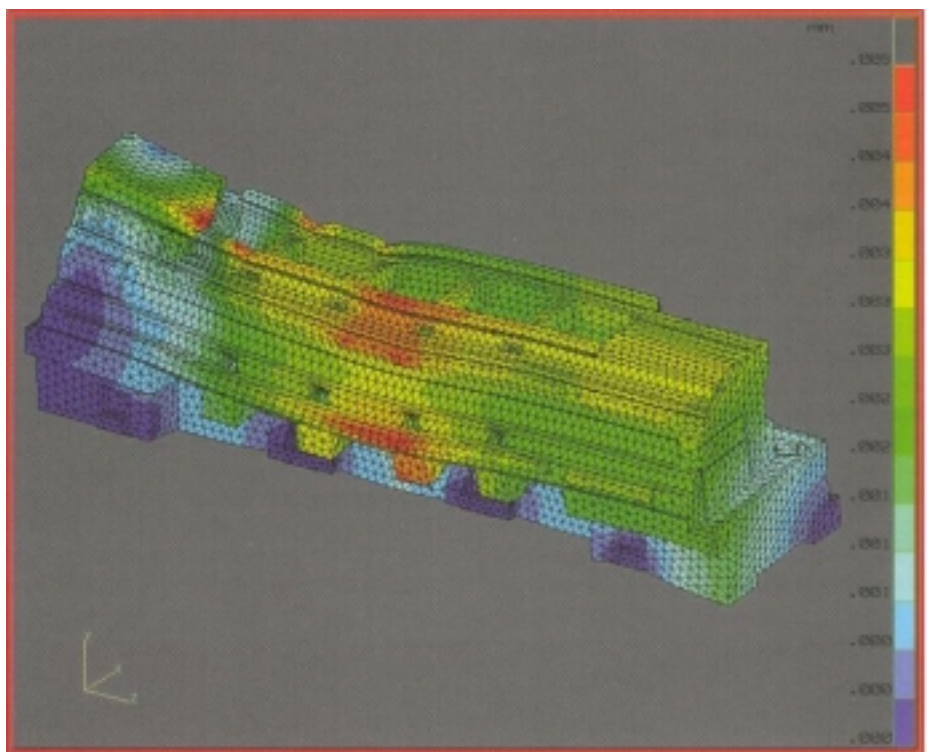


Bild 4, Steifigkeit ist Trumpf : Die FEM-Berechnung verschiedener Lastfälle ermöglichte die Optimierung der Konstruktion

Wanddicke von 20 Millimetern und einer einfachen Innenverrippung versehen. Als Werkstoff war zunächst mit dem GJL-250 (GG-25) eines der üblichen „Arbeitspferde“ des Maschinenbaugusses vorgesehen. Für dieses Modell wurden mit Hilfe der FEM die Verformungen bei verschiedenen Lastfällen berechnet. Erwartungsgemäß ergaben sich dabei völlig inakzeptable Werte für die Steifigkeit, Bild 4. Damit begann ein Wechselspiel von konstruktiven Änderungen - zum Beispiel zusätzliche Rippen, Wandverstärkungen, Schließen von Durchbrüchen - und Neuberechnungen, das sich iterativ über insgesamt fünf Stufen erstreckte.

Außerdem wurde als gießtechnische Besonderheit das Verbleiben der meisten großen Kerne im Gußteil vorgesehen, da dies Vorteile sowohl bezüglich der Steifigkeit als auch der Dämpfung bringt. Dennoch zeigte sich schnell, daß die Optimierung allein der inneren Strukturen nicht die Vorgaben erfüllen würde, sondern darüber hinaus auch Anpassungen der Außenkontur - beispielsweise bezüglich der Anordnung der Aufstellpunkte des Maschinenbettes sowie der Stützpunkte für das Werkzeugmagazin - erforderlich waren. Weitere Verbesserungen erbrachte der Übergang zum höherfesten Werkstoff GJL-300 (GG-30), dessen größerer

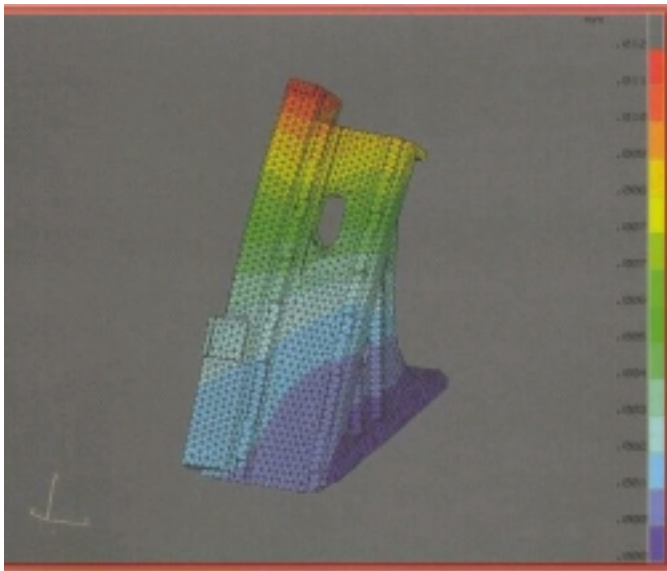


Bild 5, abgespeckt: Hohe Maschinendynamik erfordert ein möglichst geringes Gewicht des YS-Schlittens; Werkstoff: Gußeisen mit Kugelgraphit GJS-400-18

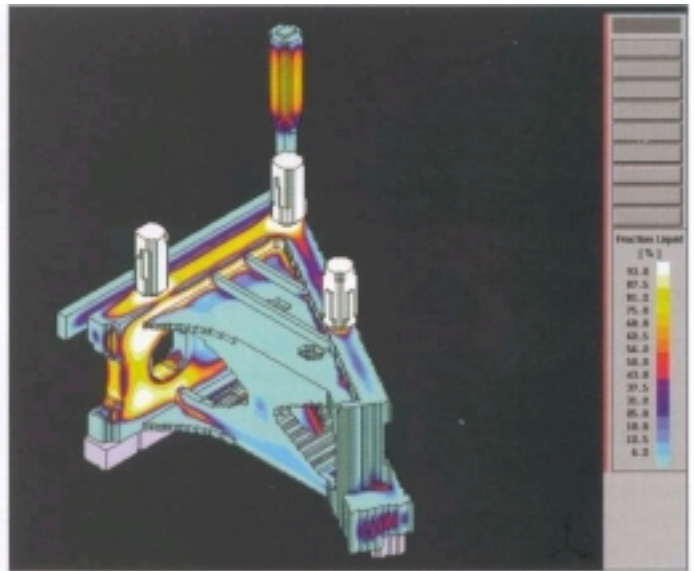


Bild 6, Prozeßwissen: Mit Hilfe der Gieß- und Erstarrungssimulation können mögliche Problempunkte erkannt und beseitigt werden.

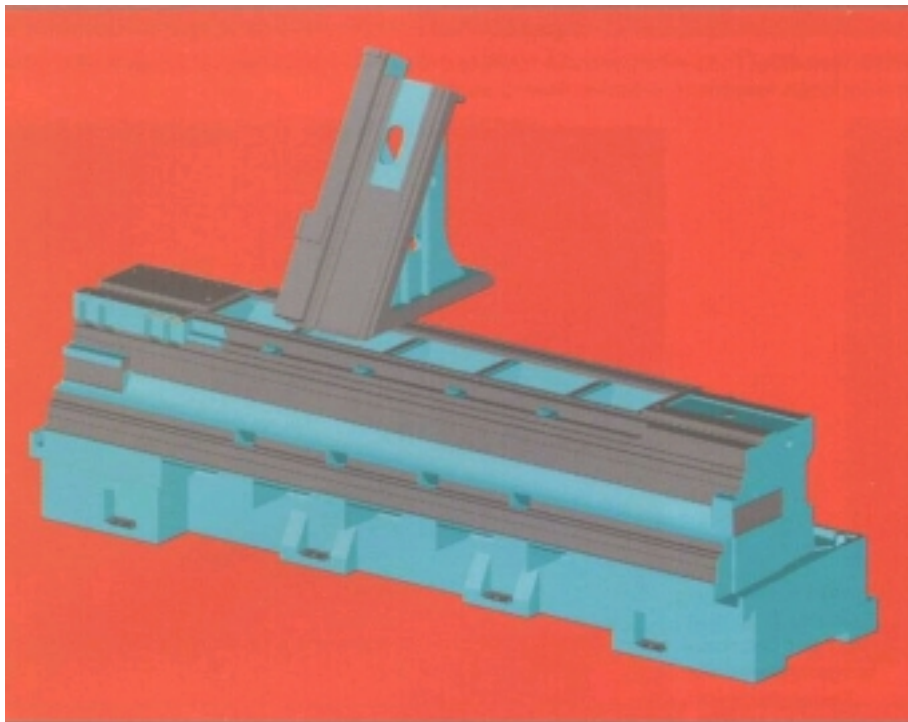


Bild 7, Entwicklung durch die Gießerei: Maschinenbett und YS-Schlitten in der CAD-Darstellung

E-Modul zu einem Steifigkeitsgewinn führt.

Zusätzlich mußte im kritischen Bereich der Gegenspindel ein Teil der Fläche einer Spänefallöffnung für eine Versteifungsrippe „geopfert“ werden. Mit dieser Lösung ergaben sich „worst-case“-Verformungen, die um 48 bis 64% unter den Werten der ursprünglichen Konstruktion lagen. Dieser Lösungsvorschlag war so überzeugend, daß der Maschinenhersteller hierfür ein 10% höheres Gewicht akzeptierte.

... und beim Schlitten um Leichtbau

Bei der Entwicklung des YS-Schlittens kam es vor allem darauf an, das Gewicht zur Erzielung einer möglichst hohen Verfahrdynamik soweit wie möglich zu senken, ohne die geforderten Steifigkeitswerte zu gefährden. Die Ausgangskonstruktion mit einem Gewicht von 591 kg wurde in gleicher Weise wie für das Maschinenbett erzeugt, als Werkstoff wurde ebenfalls GJL-250 eingesetzt. Auch hier wurden mehrere Varianten durchgerechnet (Bild 5), wobei letztlich

eine Version mit einem Gewicht von nur noch 494 kg entstand; sie wies gleiche Verformungswerte wie die Ausgangskonstruktion auf. Um dennoch auch hier eine Verbesserung der Steifigkeit zu erzielen, wurde vorgeschlagen, anstelle von GJL-250 GJS-400-18 wegen seines größeren E-Moduls zu verwenden. Dadurch konnte zusätzlich ein Steifigkeitsgewinn von 30 % erzielt werden.

Die Nutzung der Prozeßkompetenz des Gießers

Für Detaillierungen, wie hier beschrieben, sollte der Gießereifachmann auch deshalb eingesetzt werden, weil bei ihm aufgrund seiner Kenntnis des Fertigungsprozesses im Hinterkopf gleich mehrere „Expertensysteme“ mitlaufen, die prozeßtechnische Besonderheiten und Kosten-Nutzen-Aspekte abprüfen. Nur der Gießer sieht auf einen Blick, wo eine zusätzliche Rippe so angebracht werden kann, ohne daß ein zusätzlicher Kern zu fertigen ist, oder wo eine Verdickung daraufhin überprüft werden muß, ob sie möglicherweise speisungstechnische Probleme hervorrufen kann. In diesem Falle muß die einwandfreie Gießbarkeit der Konstruktion mit Hilfe einer Gießprozesssimulation (Bild 6) überprüft werden.

Zugleich geht es um zahlreiche Details der Folgeprozesse. So muß beispielsweise beachtet werden, daß Grate von Form- oder Kernteilungen auch putztechnisch mit vertretbarem Aufwand entfernt werden können, das Strahlmittel aus einer Vertiefung auch von selbst herauslaufen kann, ohne daß hierfür eine zusätzliche „Kranaktion“ erforder--

lich wird. Auch die Bearbeitbarkeit muß berücksichtigt werden, vom Aufwand für Halterungen und Spannmittel bis zur Frage, ob eine gegebene Fläche noch mit normalem Werkzeug bearbeitet werden kann oder ob hierfür eventuell ein Winkelkopf oder ein anderes Sonderwerkzeug erforderlich ist.

Die neue Twin 500

Die Twin 500 ist ein Dreh-Fräszentrum, das die aufwendige Komplettbearbeitung eines Werkstücks an allen 6 Seiten ermöglicht. Der Anwender kann somit Bearbeitungsaufgaben, für die bisher zwei getrennte Anlagen nötig waren, auf nur noch einer Anlage erledigen. Das spart Zeit, Investkosten und Hallenfläche. Durch das direkte Umspannen zwischen Haupt- und Nebenspindel wird höchste Genauigkeit auch ohne aufwendiges Einrichten erzielt. Eine Besonderheit ist die um 240° schwenkbare Dreh- und Frässpindel mit 15 kW Antriebsleistung und einer Drehzahl von 12.000 min⁻¹ auf dem YS-Schlitten, mit der schräge Bohrungen, gekrümmte Flächen sowie Dreh-, Bohr-, Fräs- und auch Schleifbearbeitungen ausgeführt werden können.

Mit der neuen Twin 500 erzielte ein Anwender bei der Bearbeitung des in Bild 9 gezeigten Pumpengehäuses die in Tabelle 1 genannten Vorteile.

Ausblick

Die bereits seit langem bestehende Entwicklungspartnerschaft zwischen allen Beteiligten hat sich auch bei diesem Projekt bestens bewährt, so zieht B. Denkena Bilanz. Zweistellige prozentuale Verbesserungen wichtiger Eigenschaften sprächen im Prinzip für sich. Die Gießerei habe auch bei diesem Projekt sowohl das Engineering als auch die Fertigung der Prototypen trotz sehr enger Terminvorgaben termingerecht abgewickelt und zugleich alle geforderten Werte bezüglich Eigenschaften und Bearbeitungsgenauigkeit eingehalten und meist sogar übertroffen. Die angebotene Kombination von Gießerei- und Bearbeitungs-Know-how sowie Engineeringkompetenz sei für Gildemeister ein wichtiger Beitrag zur Sicherung der eigenen Position in hart umkämpften Zukunftsmärkten.

Bildnachweis

Werkbilder Gildemeister, Bielefeld . (4), Heidenreich & Harbeck, Mölln (5)

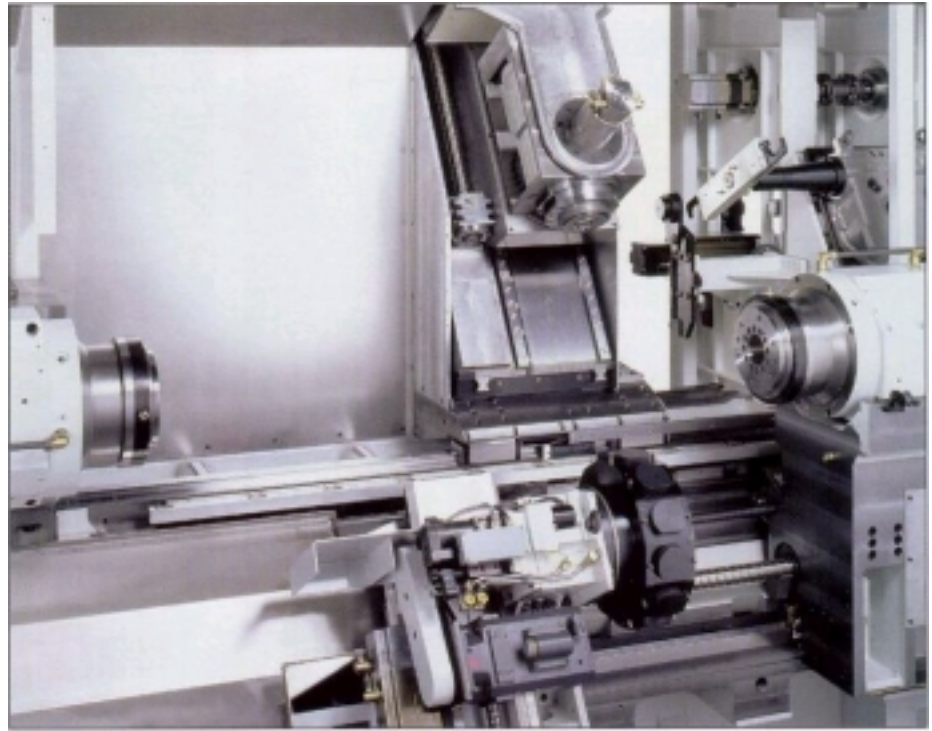


Bild 8, vielseitig: Die beiden Drehspindeln und die Dreh-Frässpindel auf dem YS-Schlitten ermöglichen komplexe 6-Seiten-Bearbeitung



Bild 9, günstig: Mit der Twin 500 sinkt der Bearbeitungsaufwand für dieses Pumpengehäuse aus Gußeisen mit Lamellengraphit erheblich, wie die Daten in Tabelle 1 ausweisen >

Tabelle 1: Vergleich der Daten für das Bearbeiten des Pumpengehäuses in Bild 9

Vorher			Nachher	
Drehen, Bohren und Fräsen auf MF Twin 300 sowie Bohren und Fräsen auf horizontalem Bearbeitungszentrum (BAZ)			Komplettbearbeitung auf Twin 500	
Investitionskosten			Investitionskosten	
MF Twin 300	900.000,00DM		Twin 500	1.250.000,00DM
BAZ	850.000,00DM			
Bearbeitungszeit			Bearbeitungszeit	
MF Twin 300	10 min		Twin 500	16 min
BAZ	10 min			