

Inline-Kalibriersystem für Roboterbearbeitungszellen

Fräsrobotersystem mit Präzision

Ein Problem bei Roboterbearbeitungszellen ist, dass die Situation innerhalb der realen Zelle ungenauer ist als die CAD-Umgebung bei der Offline-Programmierung. Aufwändiges Nachteachen ist die Folge. Bei einem Flugzeughersteller sorgt ein Inline-Kalibriersystem in Kombination mit einem hochgenauen Fräsroboter für anhaltend genaue Bearbeitungsvorgänge und zwar für 250 verschiedene Bauteile.



Nur ein Teil der Summe, die die Pilatus Flugzeugwerke AG für ein CNC-Bearbeitungszentrum hätte investieren müssen, sollte die Roboterbearbeitungszelle kosten; eine Investitionsentscheidung, die dem Unternehmen naturgemäß nicht allzu schwer fallen sollte. Gäbe es da nicht ein Problem: Die Offline-Programmierung nach CAD-Daten ist bei weitem genauer, als die Situation in einer realen Roboterzelle dies zulässt.

„In der Praxis zeigt sich das Problem, indem die Ungenauigkeit mancher Roboter über die Armlänge im ungünstigen Fall schon einmal zwei Millimeter betragen kann“, weiß Timm Hoffmann, Projektingenieur bei der carat robotic innovation GmbH, Dortmund. „Dabei erreicht der Roboter zwar einen Punkt mit einer Wiederholgenauigkeit von vielleicht 0,05 Millimeter, fährt diesen Punkt aber nur mit einer Absolutgenauigkeit von zwei Millimetern an“, so Hoffmann weiter. Die Gründe für diese Ungenauigkeiten liegen zum Beispiel in den Unterschieden zwischen theoretischer und mechanischer Nulllage des Roboters, die aus Fertigungstoleranzen resultieren. Um Ungenauigkeiten von vorneherein auf ein Minimum zu begrenzen, empfiehlt sich zum Einen der Einsatz hochgenauer Roboter wie im konkreten Fall eines Staubli RX 170 BL. Zum Anderen lassen sich Ungenauigkeiten auch durch Kalibrierung der Roboter beheben, die sowohl durch Abso-

In der Bearbeitungszelle ist ein Staubli-Sechachsroboter RX 170 BL integriert, der sehr genau arbeitet und durch hohe Wiederholgenauigkeit trumpsft.



Beat Müller, Projektleiter Pilatus (li), und Timm Hoffmann, Projektleiter carat: „Für das Roboter-Kalibrier-System gibt es drei verschiedene Anwendungsfälle: Bezugssystemvermessung, Genauigkeitsüberprüfung und Rekalibrierung“, so Hoffmann.

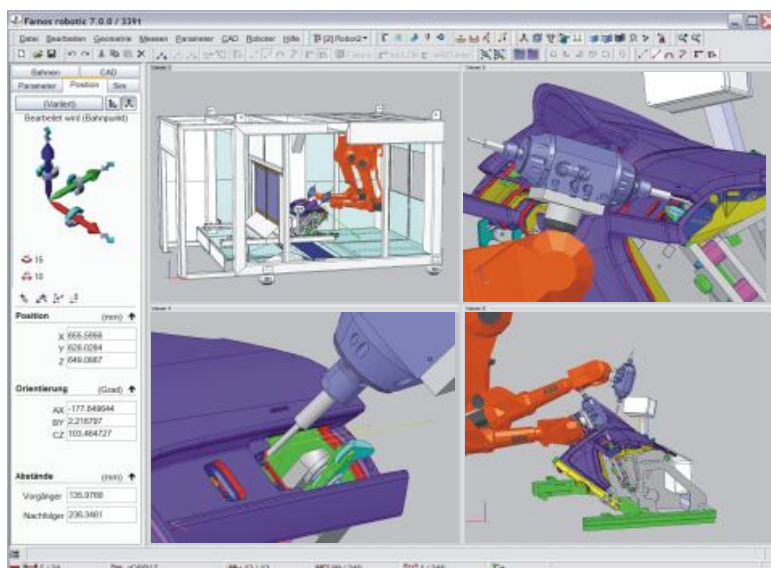
Problematisch integrierte der Dortmunder Automatisierungsspezialist ein System zur Inline-Absolutvermessung. Im Dezember 2007 wurde die Bearbeitungszelle an den Kunden ausgeliefert.

Erhöhung der Robotergenauigkeit

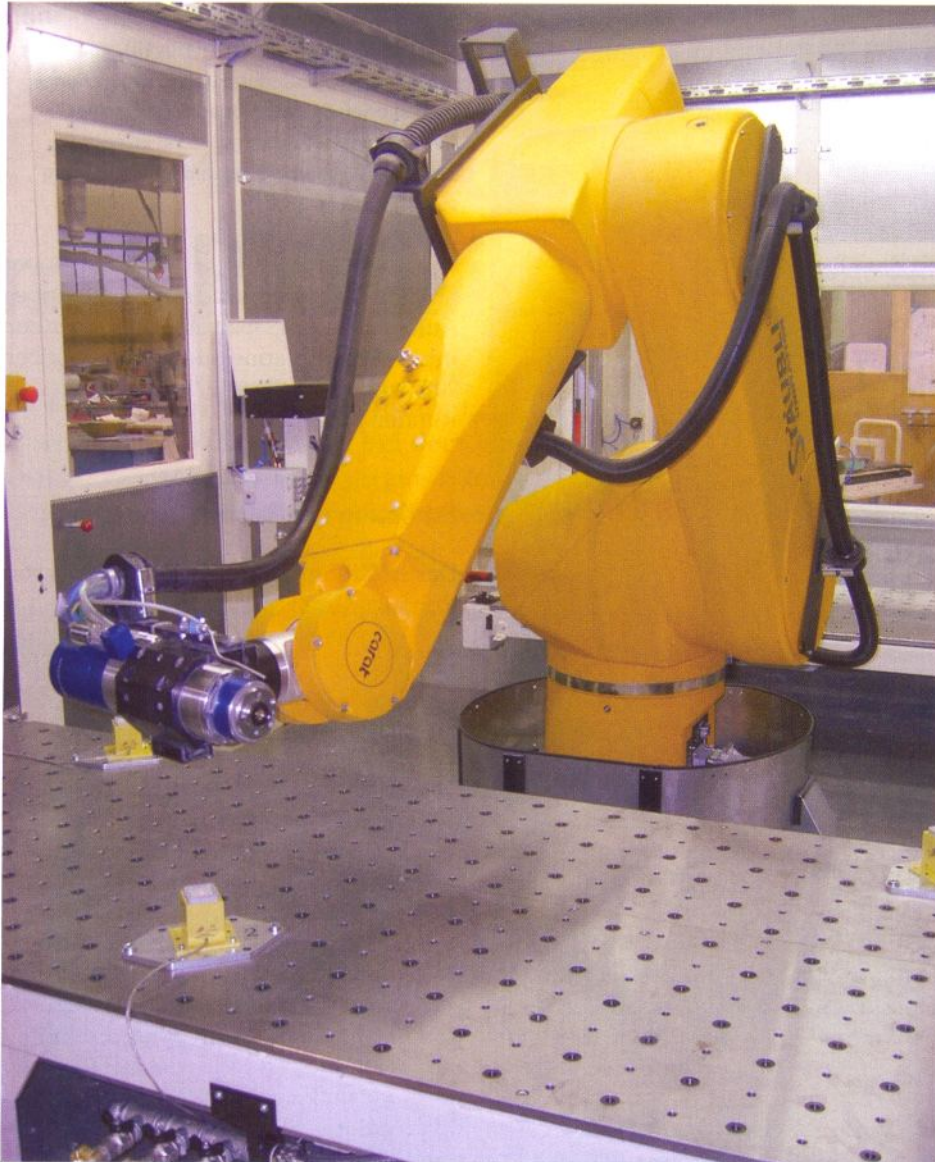
Das in Zusammenarbeit mit der precon Robotics GmbH installierte Roboter-Kalibrier-System dient nicht nur zur Kalibrierung, sondern auch zur Erhöhung der Genauigkeit des Roboters sowie zum Einmessen des Geräts in unterschiedliche Werkstück-Koordinatensysteme. Es findet ein Abgleich der theoretischen Daten aus der Offline-Programmierung des Roboters mit der real vorliegenden Roboterzelle statt. Die Kalibrierung erfolgt innerhalb der Roboterzelle und kann durch den Bediener beliebig oft wiederholt werden. In die Identifikations-Routine ist ein automatischer Kollisionsschutz integriert. Die Kalibrierung des Roboters erfolgt im gesamten Arbeitsbereich des Geräts. Dazu ist am Handgelenk des Roboters eine Art Laserpointer installiert, der eine Laserlinie erzeugt, entlang derer der Roboter auf einen Sensor zubewegt wird. Der Sensor detektiert jede Abweichung von der Linie und kann so Ungenauigkeiten des Roboters feststellen. Daraufhin entwickelt das

lutvermessung beim Hersteller als auch durch Inline-Kalibrierung beim Anwender möglich ist. Trotzdem können sich im Laufe der Zeit bei der Bearbeitung, zum Beispiel durch einen Roboter-crash, durch den Verschleiß einzelner Komponenten oder durch Beschädigung von Bearbeitungspunkten wie Drehtischen, Ungenauigkeiten einschleichen, die regelmäßige Kalibrierungen notwendig machen. Was bei der Bearbeitung eines einzelnen Bauteils kein Problem darstellt, kann bei einer Vielzahl unterschiedlicher Teile wie bei dem Schweizer Unternehmen Pilatus zu einem enormen Kalibrieraufwand anwachsen. Der Flugzeughersteller erfuh

von dem Dortmunder Automatisierungsspezialisten carat robotic innovation GmbH und erteilte dem Anbieter den Auftrag, eine Roboterzelle für die Bearbeitung von 250 unterschiedlichen Flugzeuginterieur-Teilen aus glas- und kohlefaserverstärktem Kunststoff zu erstellen. Bei der Anwendung sind die Überstände an den Composite-Bauteilen durch Fräsen zu entfernen. „Die für diese Aufgabe erstellten Bearbeitungsprogramme sollten auch dann unverändert und ohne nachzuteachen im Einsatz bleiben können, wenn sich Parameter in der Zelle zum Beispiel durch Roboter-crashes oder Verschleiß ändern“, erinnert sich Hoffmann. Als Lösung für diese



werkstattnahes Programmier-
werkzeug zur Erzeugung und Optimierung
von Roboterbahnen



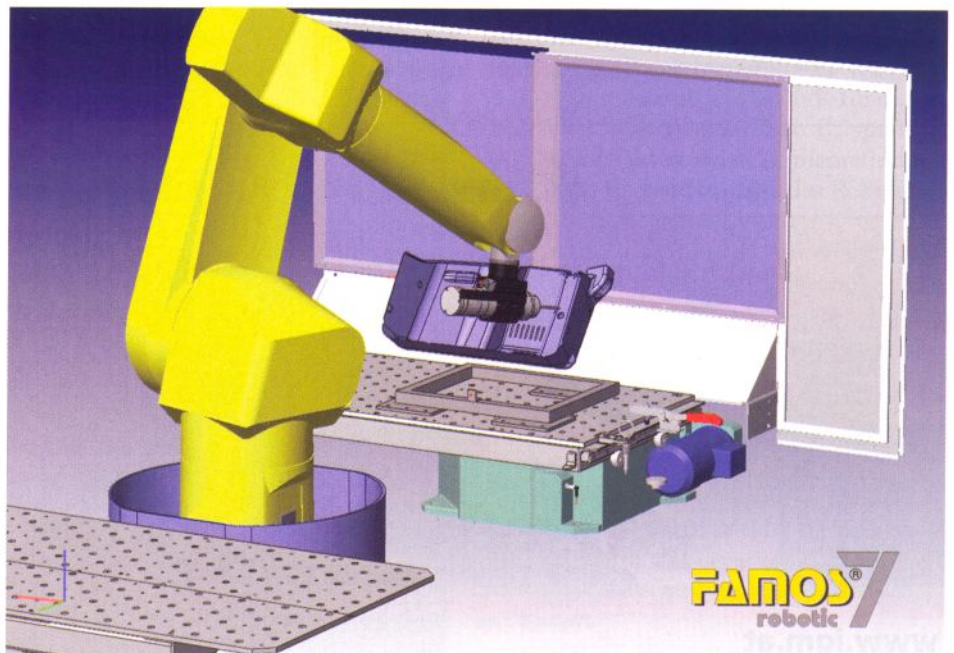
System entsprechende Parameter, um diese Abweichungen zu korrigieren.

Das Kalibriersystem berücksichtigt die Massen und Massenschwerpunkte der Roboterbauteile und des Kundenwerkzeugs. Dadurch werden die Elastizitäten des Roboters kompensiert. Erst durch die Kalibrierung ist ein Roboterwechsel, zum Beispiel nach Kollision, möglich. Ebenfalls ermöglicht das System eine Rekalibrierung nach Service-Arbeiten am Roboter, zum Beispiel nach einem Motortausch.

Das Roboter-Kalibrier-System dient weiter zur Qualitätskontrolle des Prozesses und des Roboters. Es ermöglicht laut Anbieter eine Minimierung von Stillstandszeiten und dauerhaft hohe Genauigkeit. Durch Schwell- oder Qualitätswerte kann angezeigt werden, ob sich die Roboterpositionierung verändert hat. Weiter erlaubt das System Zellen-Cloning, also das Kopieren von Roboterzellen.

Das Kalibriersystem ist in die Offline-Programmiersoftware Famos integriert. „So lassen sich die Kompensationsdaten direkt in die CAD-Bahn einbinden. Dies verbessert die Bedienung der Anlage deutlich“, weiß Hoffmann. Neben dem Roboter-Kalibrier-System ist in die Roboterzelle eine Bezugssystemvermessung integriert. Damit lässt sich von jedem Bearbeitungsplatz innerhalb der Zelle das Bezugssystem für die Offline-Programmierung messen, um somit Ungenauigkeiten, zum Beispiel in der Drehtischpositionierung, auszugleichen. Dabei kommen dieselben Sensoren wie bei dem Roboter-Kalibrier-System zum Einsatz.

Um zu verhindern, dass die Wechselplatte für die Bearbeitung falsch positioniert wird, vermisst ein Laserdistanzsensor verschiedene Punkte an der Vorrichtung und vergleicht sie mit den im System hinterlegten Daten.



Das Offline-Programmiersystem Famos robotic dient zur Erstellung und Simulation des Mess- und Fräsprogramms. Bilder: Carat

Amortisierung in kurzer Zeit

Die Roboterzelle beinhaltet einen mit einer Frässpindel ausgerüsteten Sechachs-Roboter vom Typ Staubli RX 170 BL. „Roboter von Staubli arbeiten von Haus aus sehr genau und mit einer sehr hohen Wiederholgenauigkeit“, so Hoffmann. Als Bearbeitungspunkt ist zum einen ein Drehtisch installiert, der zwei Wechselplatten für die Bearbeitung aufnehmen kann. Im hinteren Bereich der Zelle ist zudem ein Spanntisch integriert, allerdings mit größeren Abmessungen für die Bearbeitung größerer Bauteile. Zusätzlich sind zwei Werkzeugwechselsysteme installiert.

„Eine Herausforderung bei der Realisierung der Anlage war es, drei miteinander kommunizierende Systeme zu integrieren“, erinnert sich Hoffmann: „Robotersteuerung, SPS und Inline-Kalibrierung. Weiterhin galt es, sehr viele Signale und Überwachungspunkte in das System zu integrieren.“ Störungen während der Bearbeitung können aus verschiedenen Gründen in der Zelle auftreten. „Ein klassischer Fall ist der Fräserbruch“, so der Projektingenieur. „Um dies zu erkennen, durchfährt der Staubli-Roboter in regelmäßigen Abständen eine Lichtschranke, die unter anderem Vorhandensein und Länge des Fräsers prüft.“

Ein weiterer Fehler, der auftreten kann, ist, dass die Wechselplatte für die Bearbeitung falsch positioniert wird. Hoffmann: „Da wir ein Lochraster haben, das viele Positionen zulässt, das Bearbeitungsprogramm aber nur auf eine Position ausgelegt ist, existiert hier natürlich eine Fehlerquelle.“ Für Abhilfe sorgt ein Laserdistanzsensor, der verschiedene Punkte an der Vorrichtung vermisst und mit den im System hinterlegten Daten vergleicht.

Das Roboter-Kalibrier-System macht etwa fünf Prozent der Gesamtkosten für die Bearbeitungszelle aus. „Ein nicht unerheblicher Anteil, der sich dennoch amortisiert“, so der Projektingenieur, „rechnet man die Stillstandszeiten ein, mit denen ein Anwender zum Beispiel bei einem Roboter-crash kalkulieren muss.“ Sind beispiels-

weise 100 unterschiedliche Bauteile in einer Zelle zu bearbeiten, müssen im Falle einer Crashes ohne ein Roboter-Kalibrier-System sämtliche 100 Bearbeitungsprogramme neu angepasst werden. „Rechnet man pro Bauteil einen halben Tag, so ist klar, wie schnell sich solch ein System amortisieren kann“, so Hoffmann weiter. „Das Roboter-Kalibrier-System benötigt zwar auch etwa zwei bis vier Stunden für

die Rekalibrierung der Zelle, allerdings müssen Anwender den Vorgang nur einmal und nicht für jedes Bauteil aufs Neue durchführen.“



www.staublirobotics.com
www.carat-robotic.de
www.precon.com

