

## PICASSO

### Eine wissensbasierte Konstruktionsumgebung

Heinen, F; Kalwa, R.

*Seit Januar '93 läuft am Institut für Maschinenwesen (IMW) das Brite-EuRam Projekt PICASSO (Practical and Intelligent CAD for Assembly Objects). Gegenstand dieses EG-Industrieprojektes ist die Entwicklung eines sogenannten Designer Support (DS)-Systems, welches den Konstrukteur Schritt für Schritt durch die Konstruktion leitet und notwendige Informationen hinsichtlich Toleranzen, Baugruppen, Fertigungswerkzeugen usw. zur Verfügung stellt. Zunächst wird dieses System an dem schwierigen Fall der Kunststoffspritzguß- und Umformwerkzeugkonstruktion Anwendung finden, um dann später auf weitere Konstruktionsprozesse übertragen zu werden. Der vorliegende Bericht stellt den derzeitigen Stand und die weitere Vorgehensweise des Projektes dar.*

*The Institute for Mechanical Engineering (IMW) has, since January '93, been engaged in the Brite-EuRam Project PICASSO (Practical and Intelligent CAD for Assembly Objects). The focus of this EU-Industry-Project is development of a design methodology and a supporting CAD tool (Designer Support System / DSS) that leads the Designer component by component through the design process and makes available to the Designer information on tolerances, machine components, process tools and more. This system will, at first, find application in the design of Plastic Spray Molding and Press Tools and then later in other design processes.*

*The present and future course of this project is described here.*

#### 1 Das Konsortium

Im Projekt arbeitet ein Konsortium aus fünf europäischen Partnern gemeinsam an der gestellten Problematik. Involviert sind das Softwareunternehmen DELCAM International aus Birmingham/Großbritannien, das Institut für Maschinenwesen der TU Clausthal, der Kunststoffspritzgußformenhersteller Marés S.A. aus Barcelona/Spanien, das Softwareunternehmen Technocad Ltd. aus Sligo/Irland und das Department of Mechanical Engineering der Universität Liver-

pool/Großbritannien.

Die Verteilung der Aufgaben gliedert sich wie folgt: Die Firma DELCAM International hat im Rahmen des Projektes die Funktion der Projektleitung übernommen. Das Unternehmen ist eines der ersten Softwarehäuser, welches dem Konstrukteur Programme zur Modellierung von komplexen dreidimensionalen Freiformflächen zur Verfügung stellt und gleichzeitig die Generierung von CNC-Daten zwecks Fertigung derselben ermöglicht. Das heutige Hauptprodukt ist das CAD/CAM-System DUCT 5, welches im wesentlichen in der Kunststoffspritzguß- und Umformwerkzeugherstellung seine Anwendung findet. DELCAM International wird das PICASSO-System in DUCT 5 implementieren und den Forderungen des Konsortiums anpassen.

Das Institut für Maschinenwesen bringt sein Wissen in der Modellierung von Produktmodellen und der Entwicklung von DS-Systemen ein. Desweiteren wird ein STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) konformes Softwaremodul zur Festlegung funktionsorientierter Toleranzen beim Zusammenbau von Baugruppen (Assemblies) entwickelt, welches in das Softwareprodukt DUCT 5 der Firma DELCAM International integriert wird.

Die Firma Marés S.A. ist der Industriepartner dieses Projektes. Das Unternehmen entwickelt und baut Kunststoffspritzgußformen für bevorzugt große und komplexe Bauteile wie bspw. PKW-Stoßfänger, PKW-Armaturenbretter, Getränkekästen oder Laugenbehälter für Waschmaschinen. Marés S.A. ist der typische Benutzer des zukünftigen PICASSO-Systems und liefert daher das zur Entwicklung einer solchen Software notwendige Experten-Know-How aus dem Bereich der Kunststoffspritzgußformenherstellung.

Das Softwareunternehmen Technocad Ltd. hat Consulting-Funktion in diesem Projekt. Die Firma hat bereits ein in der Funktionalität zu PICASSO ähnliches Softwareprodukt auf dem Markt namens CAMold. Allerdings gibt diese Software dem Konstrukteur keinerlei Hinweise zur Toleranzfestlegung und ist nur für

kleinere und sehr einfache Kunststoffspritzgußformen wie bspw. Cremedosen, Telefonapparatgehäuse oder Tischboilerverkleidungen ausgelegt. Das Department of Mecanical Engineering der Universität Liverpool bringt seine Erfahrungen in bezug auf Umformwerkzeuge in das Projekt ein. Das Institut arbeitet auf diesem Gebiet bereits seit einigen Jahren eng mit Werkzeugherstellern zusammen. Desweiteren entwickelt die University of Liverpool Regeln zur Beschreibung von Baugruppen (Assemblies) und richtet hierauf basierend Bibliotheken ein.

## 2 Das PICASSO-System

Grundlegend gibt es im PICASSO-System (**Bild 2.1**) zwei Arten von Benutzern. Es gibt den "Super User" und den "Normal User". Der "Super User" ist für die Anpassung des Systems an das entsprechende Unternehmen verantwortlich. Er muß einmalig die Kataloge und Datenbanken des Systems füllen bzw. ergänzen und Restriktionen des Betriebs in das System eingeben. Der "Normal User" ist der Konstrukteur. Er kann nicht wie der "Super User" Einstellungen des Systems vornehmen. Ihm steht das System ausschließlich zur Nutzung bereit.

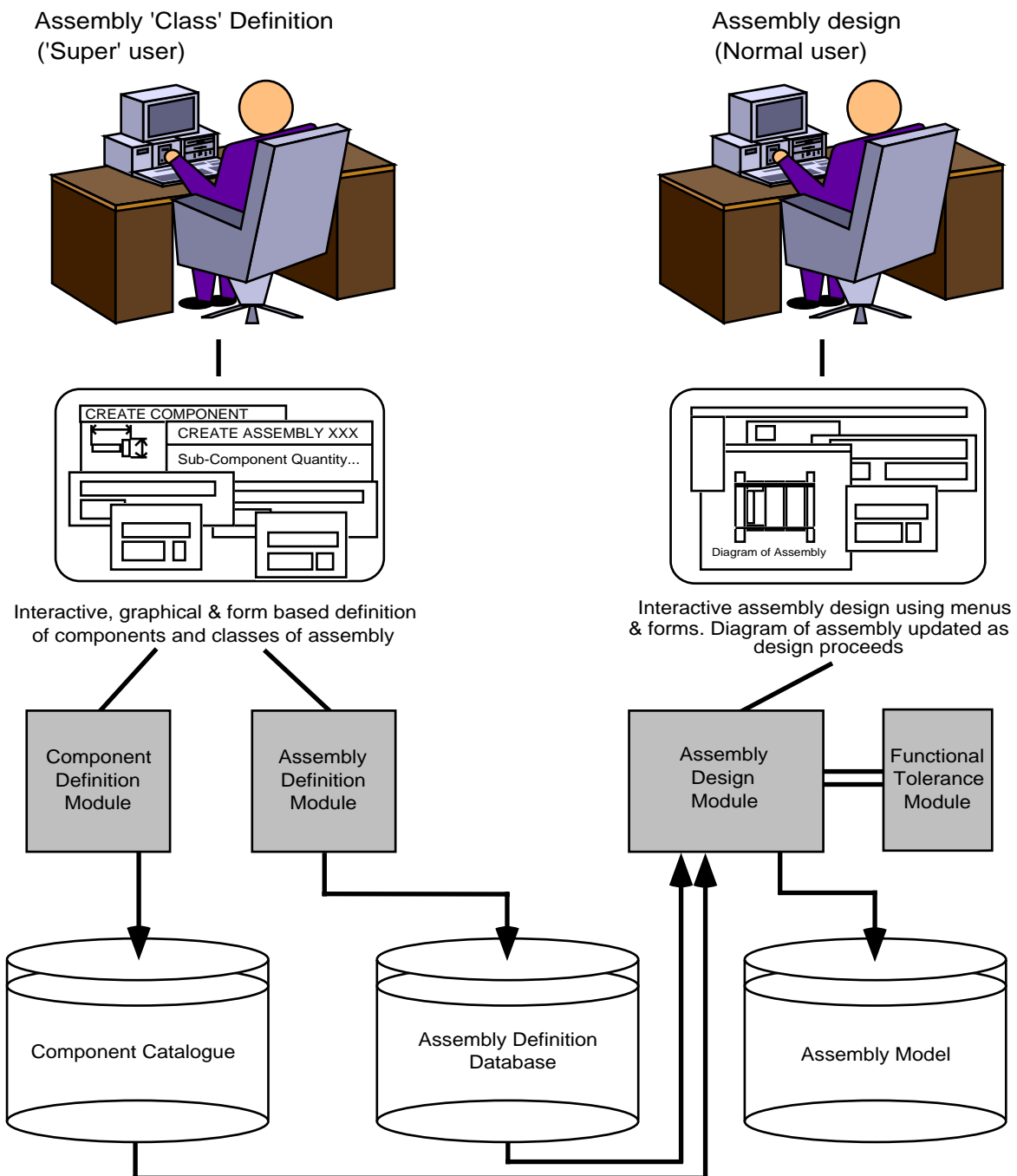


Bild 2.1 Systemkonzept des PICASSO-Systems

Das gesamte PICASSO-System besteht aus vier Modulen, dem "Component Definition Module", dem "Assembly Definition Module", dem "Assembly Design Module" und dem "Functional Tolerance Module". Die beiden zuerst genannten Module müssen durch den "Super User" definiert werden. Das "Component Definition Module" erlaubt die Verwendung bzw. Erstellung eines auf das Unternehmen angepassten Bauteilkatalogs mittels Gruppenhierarchien. Das "Assembly Definition Module" läßt die Erstellung einer Datenbank von Baugruppentypen (Classes) einschließlich der sie beschreibenden Regeln zu. Die Regeln legen fest, auf welche Weise Bauteile zueinander in Beziehung stehen können. Der "Normal User"/Konstrukteur greift auf diese beiden Module mittels des "Assembly Design Module" zurück. Es ist das eigentliche Konstruktionsmodul, und in ihm wird die aktuelle Kunststoffspritzgußform modelliert. Unterstützt wird der Konstruktionsprozeß weiterhin durch das "Functional Tolerance Module", welches funktionsbasiert notwendige Toleranzen vorschlägt und Toleranzen mehrerer Bauteile sinnvoll unter selbigen aufteilt.

Die Wirkungsweise des PICASSO-Systems soll im folgenden anhand des Beispiels einer Kunststoffspritzgußform für einen PKW-Stoßfänger genauer erläutert werden:

Im ersten Schritt wählt der Konstrukteur den Baugruppentyp (class) Stoßfänger aus. Das System befragt ihn zu den Abmessungen des Stoßfängers und legt hierauf basierend die Größe der Kunststoffspritzgußform fest. PICASSO beachtet in diesem Schritt die Normungsreihe für Kunststoffspritzgußformen, die sich aufgrund der Werkzeughalterungen an den Pressen und aufgrund der Größe der Halbzeuge ergeben. Gleichzeitig berücksichtigt PICASSO die hieraus entstehenden Restriktionen. Sämtliche Bauteile bzw. Baugruppen, die abmessungstechnisch bzw. von ihrer Funktion her für den gewählten Baugruppentyp nicht sinnvoll sind, werden in weiteren Konstruktionsgängen dem Konstrukteur nicht mehr zur Verfügung gestellt. Hierdurch können Fehler vermieden und die Übersichtlichkeit verbessert werden. Sollen bspw. die Führungssäulen für den Baugruppentyp Stoßfänger gewählt werden, so stellt das System nicht den gesamten Führungssäulenkatalog dar, sondern gibt nur eine kleine Auswahl von Säulen, die in ihrer Länge, ihrer Funktion, ihrer Verschleißfestigkeit usw. dem geforderten Baugruppentyp (class) entsprechen. Diese Arbeitsweise des Systems, nur tatsächlich verwend-

bare Bauteile bzw. Baugruppen zur Verfügung zu stellen, setzt sich bis zur unteren Ebene von Kleinteilen wie Schrauben, Ringe, Buchsen usw. fort. Ein weiterer Vorteil des PICASSO-Systems sind die einbeschriebenen Positionierungs- und Orientierungsregeln für Bauteile, d.h. werden bspw. passende Führungssäulen für eine Kunststoffspritzgußform ausgewählt, so weiß das System automatisch wo diese koordinatenmäßig zu positionieren sind und welche Orientierung die Säulen haben (-> Kragende einer Führungssäule immer in der Klemmplatte).

Während dieses gesamten Prozesses liefert das "Functional Tolerance Module" seine Unterstützung hinsichtlich der Toleranzauswahl. Es soll dem Problem der "Angsttoleranzen" (zu enge Toleranz gewählt, wo weitere zulässig) entgegenwirken und gleichzeitig die mögliche Toleranzauswahl einschränken. Hierdurch können erhebliche Kosten vermieden werden.

### 3 Das "Functional Tolerance Module"

Wie bereits erläutert sollen die einzelnen Module gegen Ende des Projektes in DUCT 5 integriert werden. Zu diesem Zweck wird das "Functional Tolerance Module" derzeit in der Programmiersprache C++ nach dem DELCAM International Programmierstandard erstellt. Die notwendige Funktionalität dieses Moduls ist durch den Endanwender Marés S.A. definiert worden (**Bild 3.1**). Folgende Hauptfunktionen sollen erfüllt sein:

- Der Konstrukteur soll mittels dieses Moduls die Toleranzen rein funktionsbasiert vergeben, d.h. das System gibt eine Liste von Funktionen, aus denen der Konstrukteur die entsprechende auswählt. Dann fragt das System nach den Abmessungen des Toleranzfalls und berechnet je nach Voreinstellungen (Werkstoff, Temperatur) die korrekte Toleranz.
- Der "Super User" soll die Anzahl der möglichen Toleranzen für eine Funktion einschränken können. Dies ist rein wirtschaftlich zu sehen, da hierdurch Werkzeuge in der Fertigung eingespart werden können.
- Der "Super User" soll eigene Funktionen definieren können. Zwar wird das System bereits mit sämtlichen bekannten Funktionen ausgeliefert, bietet aber auf diese Weise die Möglichkeit im Bedarfsfall eigene Funktionen anzufügen.
- Zukaufteile, die bereits Toleranzen durch Lieferanten gegeben haben und die mit zu fertigenden Bau-

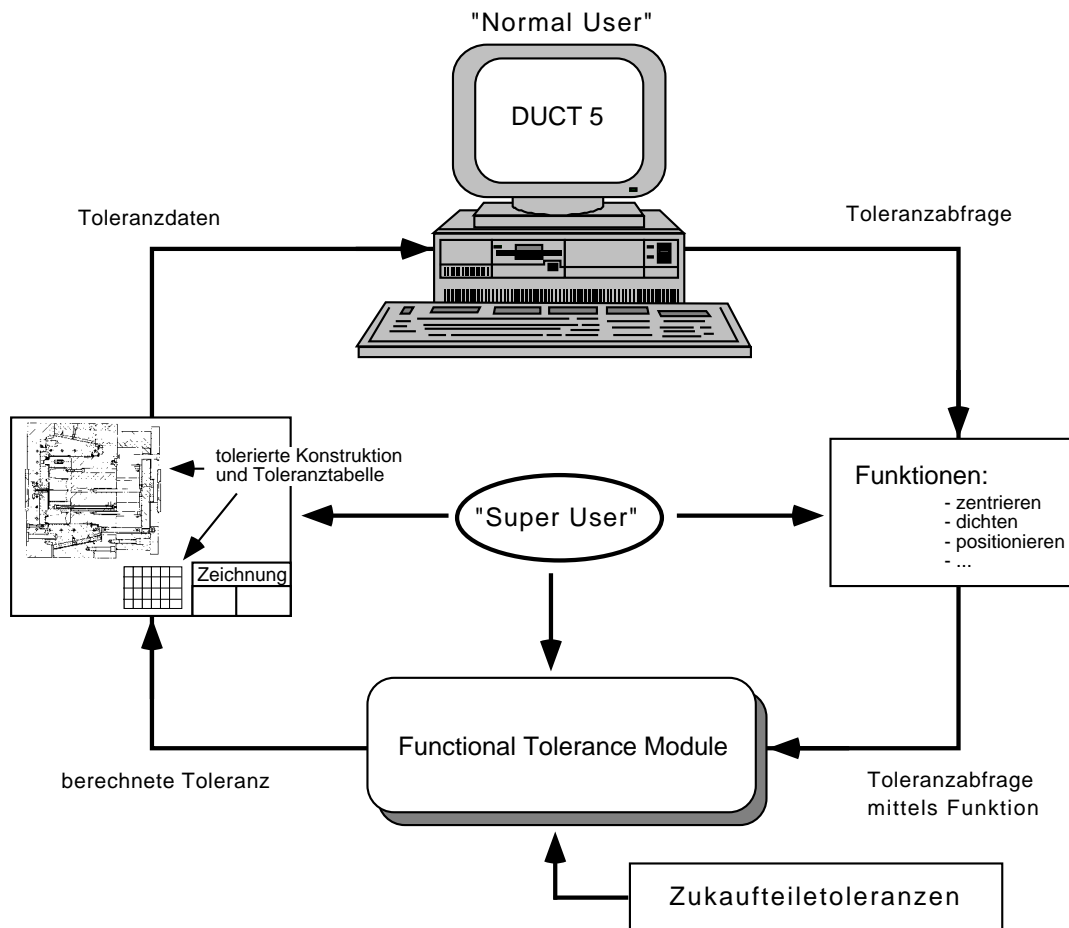


Bild 3.1 Arbeitsweise des "Functional Tolerance Module"

teilen bestimmte Toleranzfunktionen erfüllen sollen, müssen durch das System in den Toleranzberechnungen berücksichtigt werden.

- Zwecks einfacherer Prüfbarkeit sollen sämtliche Toleranzen einer Konstruktion gesondert in einer Tabelle nahe dem Schriftfeld einer Zeichnung aufgeführt werden und falls erforderlich (DIN-ISO 1101) in Plus-Minus-Toleranzen übersetzt werden.

Dies sind die Hauptfunktionen des "Functional Tolerance Module". Zusätzlich gibt es noch eine Reihe von Nebenfunktionen, die dem Konstrukteur die Arbeit mit diesem System erleichtern.

#### 4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Entwicklungsarbeiten am PICASSO-System haben gezeigt, daß es sinnvoll ist, dem Konstrukteur DS-Systeme zur Unterstützung während des Konstruktionsprozesses an die Hand zu geben. Er ist mit dieser Art von Werkzeug in der Lage, Entscheidungen besser und schneller zu treffen. Gerade Konstruktionen von Kunststoffspritzgußformen oder Umformwerkzeugen, wie sie in diesem Projekt betrachtet werden,

sind für die Anwendung von DS-Systemen wegen ihres baukastenartigen Aufbaus prädestiniert. Desweiteren wird durch solche Systeme die Möglichkeit, Fehler zu machen, stark reduziert. Allgemein kann also gesagt werden, daß DS-Systeme trotz ihrer einmaligen Anpassung an das Betriebsmittelmodell eines Unternehmens und Ihrer stetig notwendigen Wartung zur Kostensenkung beitragen.

Das "Functional Tolerance Module" des PICASSO-Systems soll in der Zukunft weiter optimiert und ausgebaut werden. Es ist geplant die Berücksichtigung der Prozeßfähigkeit von Werkzeugmaschinen einzubeziehen.

#### Literatur

- /1/ Watson, Stuart: PICASSO-Broschüre, Birmingham 1994
- /2/ PICASSO Deliverable D 14-1 - Tolerance Determination Methodology, IMW, Clausthal 1993
- /3/ PICASSO Meeting Minutes - July '94, Liverpool 20.07.1994