

Der schnelle Weg vom User Defined Feature zum Prüf- und Fertigungsplan

Optimierung der CAD-CAQ-Prozesskette

Dr. Erik Claassen, Darmstadt; Klaus Banzhaf, Aalen

Auch wenn die Bedeutung von freigeformten Produktmerkmalen zunimmt, werden die Funktionselemente von mechanischen Bauteilen vorwiegend durch regelgeometrische Merkmale beschrieben. Daher ist die Prüfung und Fertigungsplanung dieser Merkmale von großer Bedeutung. Durch die Nutzung von User Defined Features als standardisierte Konstruktionselemente zur Abbildung der regelgeometrischen Merkmale, können die CAD-Daten bereits bei ihrer Erzeugung mit allen Informationen versehen werden, die für die nachfolgenden Prozesse der Fertigung und Messtechnik erforderlich sind (z. B. Oberflächenangaben, Form- und Lagetoleranzen etc.) Durch die vollständige Übertragung dieser Informationen in ein neutrales Datenformat mit Hilfe einer XML-Schnittstelle kann die CAD-CAQ-Prozesskette vereinfacht und deutlich effizienter genutzt werden.

Einleitung

In der Praxis bleiben Möglichkeiten und Potentiale einer durchgängigen Prozesskette von der Entwicklung und Konstruktion hin zur Prüf- und Fertigungsplanung häufig ungenutzt, denn in der Regel ist diese Prozesskette noch von manuellen, zeitintensiven und redundanten Tätigkeiten sowie zahlreichen Schnittstellen geprägt.

Der traditionelle Weg ausgehend von der Konstruktion bis hin zum funktionsfähigen Messprogramm nutzt unterschiedliche Dokumente (Bild 1). In der Regel wird nach der Bauteilmodellierung im CAD-System eine technische Zeichnung, in der die zu prüfenden Merkmale gekennzeichnet werden, ausgedruckt. Diese Informationen bilden die Ausgangsbasis für die weiteren Schritte der Prüfplanung. Hierfür werden die in der Zeichnung gekennzeichneten Prüfmerkmale manuell in eine CAQ-Software oder entsprechende Formblätter übertragen, wobei die weiteren Informationen wie beispielsweise das anzuwendende Prüfmittel hinzugefügt werden. Für Merkmale, die mit einem Koordinatenmessgerät geprüft werden sollen, erfolgt meist keine detaillierte Messanweisung, die die anzuwendende Messstrategie beschreibt, da diese Informationen in der Zeichnung nicht

vorhanden sind. Die manuelle Messprogrammerstellung kann erst nach Fertigstellung eines realen Bauteils erfolgen, an dem Antastpunkte und Verfahrenswege programmiert werden.

Die beschriebene Prozesskette bis zur Qualitätsprüfung mit Koordinatenmessgeräten ist gerade vor dem Hintergrund des Zeit- und Kostendrucks nicht zufriedenstellend. Die wesentliche Ineffizienz besteht darin, dass Bauteilmerkmale, die bereits durch die Konstruktion im CAD-System definiert worden sind, innerhalb der Prüfplanung erneut in der technischen Zeichnung identifiziert und manuell in ein CAQ-System bzw. Formblatt übertragen werden müssen. Bei komplexeren Bauteilen mit einigen hundert Merkmalen entsteht hier ein erheblicher Arbeitsaufwand.

Und mit jeder Konstruktionsänderung beginnt dieser Prozess von neuem! Entfallene, geänderte oder neue Merkmale müssen ermittelt und ins CAQ-System bzw. Formblatt übertragen werden – ein beträchtliches Potential für Fehlerquellen wie Tipp- und Lesefehler, Vergleichsfehler, nicht aktualisierte Dokumente usw.

Zur Optimierung der CAD-CAQ-Prozesskette bieten die AfM Technology GmbH und die :em engineering methods AG

u. a. für das CAD-System CATIA V5 Funktionserweiterungen in Form

- einer User Defined Feature Bibliothek,
- einer standardisierte XML-Schnittstelle und
- dem Softwarepaket Quality Process Wizard an.

Diese drei Funktionserweiterungen ermöglichen eine durchgängige CAD-CAQ-Prozesskette und setzen dabei bei der CAD-basierten Bauteilkonstruktion an, umfassen die Prüf- und Fertigungsplanung und reichen bis zur Generierung gerätespezifischer Programme.

UDFs als bereichsübergreifender Informationsträger

Ausgangspunkt für die Optimierung der Prozesskette ist, dass die meisten funktionsrelevanten Konstruktionselemente mechanischer Bauteile sich aus regelgeometrisch ausgeprägten Elementen zusammensetzen lassen. Betrachtet man das Bauteilspektrum eines Unternehmens so kann man häufig feststellen, dass die Anzahl der notwendigen regelgeometrischen Elemente begrenzt und überschaubar ist. So deckt die Firma Heidelberger Druck im Werk Amstetten mit knapp 35 standardisierten Elementen circa 90% der an den Bauteilen vorkommenden Konstruktionselemente ab.

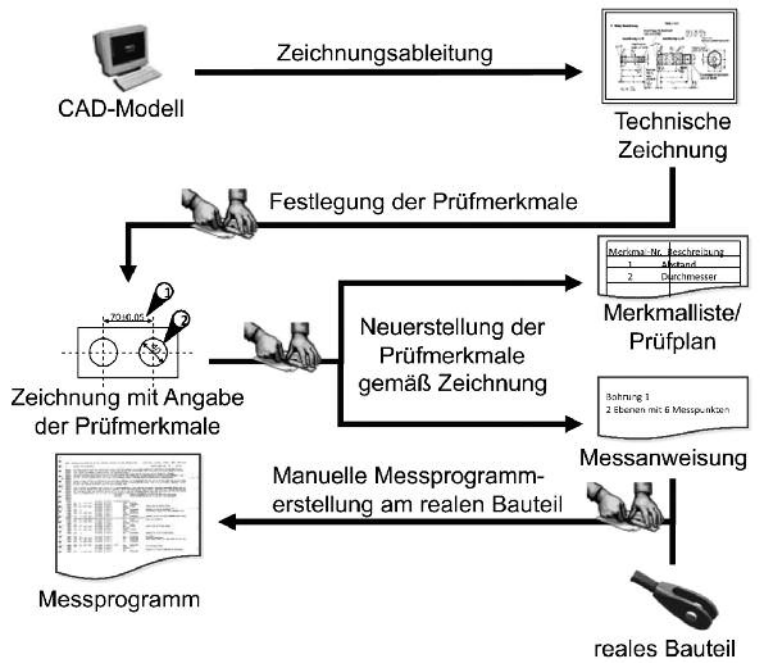


Bild 1: Herkömmliche CAD-CAQ-Prozesskette

UDF	Beschreibung	Parameter-Nr	Beschreibung	Werte-Typ	Listenausw.	Vorbelegung	Muß	
Csys_1	Koordinatensystem mit CAD-Elementen gebildet	UDF	UDF-Name (U_1)	String			X	
		ID	Merkmalsbezeichnung (z. B. 1.00)	String			X	
		XK	X-Koordinate	String			X	
		XUT	X-Tol O	String		*		
Csys_2	Koordinatensystem durch CAD-CSYS gebildet	XLT	X-Tol U	String		*		
		YK	Y-Koordinate	String		*	X	
		YUT	Y-Tol O	String		*		
		YLT	Y-Tol U	String		*		
U_0	Dummy-UDF	ZK	Z-Koordinate	String		*	X	
		ZUT	Z-Tol O	String		*		
		ZLT	Z-Tol U	String		*		
		IX	X-Vektor	String		*	X	
U_1	Durchgangsbohrung	IY	Y-Vektor	String		*	X	
		IV	Z-Vektor	String		*	X	
		SE	Seite	String		*		
		PQ	Plan-Quadrat	String		*		
U_2	Sackloch-Bohrung	BS	Bezugssystem	String		*	X	
		SI	Änderungs-Info (Status-Info)	String		*		
		Variable Parameter						
		P_1	Bohrdurchmesser der Vorbearbeitung	String		*		
U_3	Sackloch-Bohrung mit Radius am Grund	P_1UT	Tol-O	String		*		
		P_1LT	Tol-U	String		*		
		P_2	1. Bohrungsdurchmesser	String		*	X	
		P_2UT	Tol-O	String		*		
U_5Q	Innengewinde metrisch	P_2LT	Tol-U	String		*		
		P_3	2. Bohrungsdurchmesser	String		*		
		P_3UT	Tol-O	String		*		
		P_3LT	Tol-U	String		*		
P_4	3. Bohrungsdurchmesser	P_4	3. Bohrungsdurchmesser	String		*		
		P_4UT	Tol-O	String		*		
		P_4LT	Tol-U	String		*		
		P_5	Bohtiefe rückvermaßt	String		*		

Bild 2: Beschreibung der UDFs

D.h. die Standardelemente kommen in unterschiedlichen parametrischen Ausprägungen (z. B. Abmessungen) immer wieder vor, so dass eine Standardisierung zweckmäßig ist.

Für die Umsetzung standardisierter, benutzerdefinierter Konstruktionselemente hat sich besonders im Bereich der CAD-Systeme der Begriff „Feature“ bzw. „User Defined Feature (UDF)“ etabliert. Im Bereich der CAD-Entwicklung liegt

der User Defined Feature Technologie die Idee zugrunde, einem bestimmten Objekt nicht nur geometrische, sondern auch dazugehörige nicht-geometrische Eigenschaften (z. B. Passungs- oder Oberflächenangaben) zuzuweisen.

Obwohl die Nutzung von User Defined Features (UDFs) in der Konstruktion bereits weit verbreitet ist und der Gedanke die Informationen innerhalb von UDFs um Informationen zu erweitern, die für

die nachfolgenden Prozesse im Bereich der Fertigung und der Messtechnik erforderlich sind, auch nicht neu ist, ist es bisher nur wenigen Unternehmen gelungen UDFs bereichsübergreifend zu standardisieren und zu nutzen. D.h. trotz der vielfältigen prinzipiellen Möglichkeiten werden User Defined Features bisher nur dazu eingesetzt, die geometrische Modellierung von Objekten zu beschleunigen, indem den Entwicklern Konstruktionselemente (z. B. Nut, Freistich, Bohrung) ohne wesentliche nicht-geometrischen Anteile zur Verfügung gestellt werden. Untersuchungen zeigen, dass 75% aller Feature-Anwendungen die Beschleunigung der Geometriemodellierung die Konstruktion direkt beeinflussen. Nur 25% der eingesetzten Feature Anwendungen unterstützen durch Objekte mit zusätzlichen nicht-geometrischen Informationen über den Fertigungs- und Montageprozess die Prozessplanung, die Fertigung oder die Montage.

Um ein CAD-Modell als gültigen und vollständigen Informationsträger für nachfolgende Prozesse nutzen zu können, müssen bereichsübergreifend standardisierte UDFs mit allen notwendigen, zusätzlichen Informationen über Bezüge für Maß-, Form- und Lageinformationen versehen werden können. Dazu müssen

in den Features Parameter vorgehalten werden, die bei Bedarf mit entsprechenden Werten gefüllt werden können.

Für die Messtechnik müssen z. B. zusätzliche „Ausrichte“-UDFs für die Definition verschiedener Bezugskoordinatensysteme im CAD-Modell zur Verfügung gestellt werden. Über diese „Ausrichte“-UDFs wird festgelegt, in welcher Reihenfolge und mit welchen Elementen die räumliche und ebene Ausrichtung des zu bildenden Koordinatensystems für die Messung erfolgt. Der Konstrukteur muss jedes neue in das CAD-Modell eingebrachte UDF auf bereits existierende Koordinatensysteme oder auf andere bereits vorhandene UDFs beziehen können. Weiterhin müssen die verwendeten UDFs die Möglichkeit bieten alle gewünschten Form- und Lageauswertungen und deren Bezüge aufzunehmen. Gleiches gilt für fertigungsrelevante Informationen wie z. B. Passungs- und Oberflächenangaben einzelner UDFs.

Die AfM Technology GmbH hat hierfür eine geeignete Bibliothek neutraler UDFs entwickelt. Diese neutralen UDFs können auf kunden- oder produktspezifische Belange angepasst und um beliebige Parameter oder um neue UDFs erweitert werden. Die Basis-Bibliothek beinhaltet zudem spezielle UDFs für die Definition von Koordinatensystemen sowie sogenannte „Dummy-UDFs“. Diese dienen als Informationsträger für Konstruktionselemente, die nicht über UDFs oder Regelgeometrien beschrieben werden können. Grundlage der neutralen UDF-Bibliothek ist eine Liste von ca. 200 vordefinierten, teils festen und teils variablen Parametern, auf die jedes UDF zurückgeführt wird (Bild 2).

Die UDF-Bibliothek wird direkt im CAD-System dem Konstrukteur zur Verfügung gestellt. Der Konstrukteur wählt die benötigten Standardelemente aus der UDF-Bibliothek aus und gibt für die hinterlegten Parameter in den UDFs die gewünschten Werte ein. Hierdurch entstehen die UDFs an den vorgegebenen Stellen im CAD-Modell (Bild 3). Damit jedes instanziierte UDF später eindeutig identifiziert werden kann, wird es bei der Erzeugung im CAD-Modell automatisch mit einer eindeutigen und über alle Prozessschritte hinweg gleichbleibenden Nummer, die häufig auch als „Stemplernummer“ bezeichnet wird, versehen. Die zugehörigen Merkmale werden ebenfalls dem UDF automatisch über die gemeinsame Stemplernummer zugeordnet.

Beispiel: Eine Stufenbohrung bekommt bei der Instanziierung im CAD-Modell die Stemplernummer „25“. Alle Einzelmerkmale sowie beliebige weitere Zusatzinformationen für die Herstellung und die Funktion dieses Konstruktionselementes werden automatisch mit dieser Nummer verknüpft.

- 25_D = Durchmesser des Konstruktionselements „25“
- 25_X = X-Koordinate des Konstruktionselements „25“
- 25_Y = Y-Koordinate des Konstruktionselements „25“
- 25_Rz = Rauheitsangabe des Konstruktionselements „25“
- etc.

Diese eindeutige Bezeichnung der UDF-Typen und deren Parameter sind die Basis für eine strukturierte Weiterverarbeitung der Daten. Die Nutzung der standardisierten UDF-Bibliothek ist nicht nur schnell und einfach, sondern führt auch zu einer Standardisierung der CAD-Daten innerhalb eines Unternehmens, da Modelle mit den gleichen Methoden und Informationsinhalten aufgebaut werden, unabhängig vom individuellen Einfluss des jeweiligen Konstrukteurs.

Übertragung von UDF-Informationen mit Hilfe von XML

Werden CAD-Modelle über neutrale Schnittstellen wie z. B. STEP oder IGES

übertragen, gehen viele der im Originalmodell enthaltenen Informationen verloren, insbesondere die der UDFs. Sichere und vollständig automatisierte Folgeprozesse können auf Basis solcher Daten nicht realisiert werden. Aus Kosten- und Qualifikationsgründen stehen in den der Konstruktion nachfolgenden Bereichen meist keine CAD-Arbeitsplätze oder andere Anwendungen zur Verfügung, mit denen man direkt auf die originären CAD-Volumendaten zugreifen kann.

Deshalb hat es sich als praxisgerecht und wirtschaftlich erwiesen, die in den UDFs des CAD-Modells hinterlegten Maß-, Form-, Lage- und Oberflächeninformationen über eine standardisierte XML-Schnittstelle der :em engineering methods AG aus dem CAD-Volumenmodell auszuleiten. Die vollständige Produktinformation der standardisierten UDFs steht hierdurch allen nachfolgenden Bereichen des Unternehmens für automatisierte Prozesse in einem neutralen XML-Format zur Verfügung. Die Schnittstelle für den XML-Export ist für die gängigen CAD-Lösungen von Siemens NX, CATIA V5 und PRO/E verfügbar.

Durch die vollständige Übertragung dieser Informationen in ein neutrales Datenformat können die Produktdaten für die Automatisierung vieler nachfolgender Prozesse im Unternehmen einfach und schnell genutzt werden.

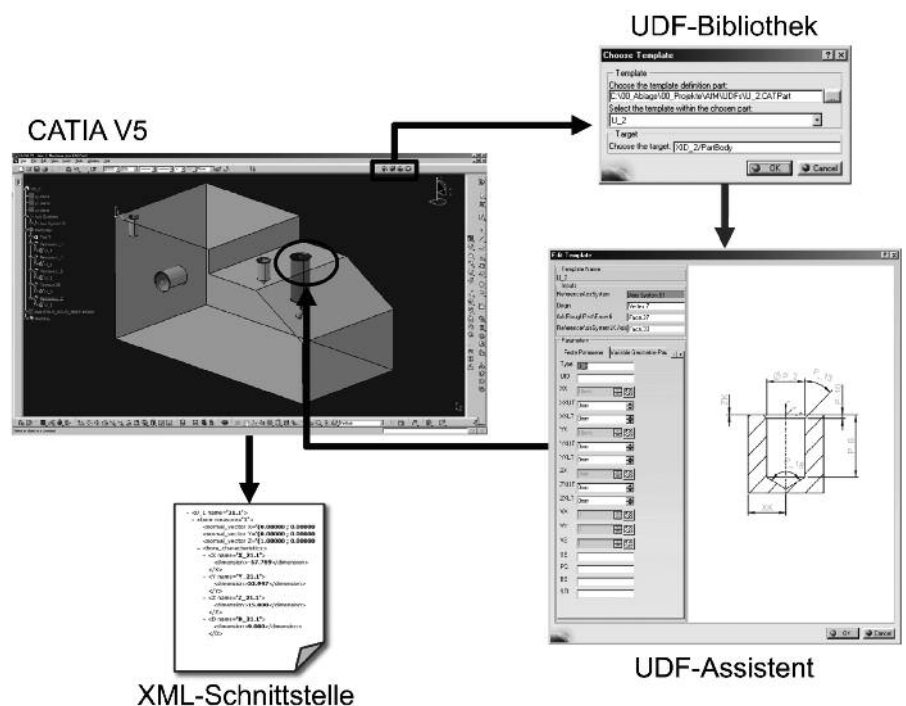


Bild 3: Nutzung der UDF-Bibliothek innerhalb von CATIA V5

Quality Process Wizard – Das Werkzeug zur Prüfplanung und CNC-Programmerstellung

Der Quality Process Wizard (QPW) stellt die aus dem CAD-System kommenden XML-Informationen für automatisierte Folgeprozesse vollständig und strukturiert in optimaler Qualität zur Verfügung.

Die XML-Daten werden in der vom Konstrukteur erzeugten Reihenfolge aus dem CAD-System in die XML-Datei exportiert und im QPW eingelesen. Dies entspricht in der Regel nicht der Reihenfolge für einen zeit- und fahwegoptimierten Messablauf oder CNC-Bearbeitung. Deshalb müssen die eingelesenen Daten in einem Modul zur Fahwegoptimierung vom QPW nach verschiedenen Kriterien umsortiert werden.

Durch die Vollständigkeit der importierten XML-Daten bezüglich der benötigten Koordinatensysteme und der Bezüge für jedes einzelne Konstruktionselement beziehungsweise UDF können über den QPW anschließend lauffähige Messprogramme mit vorgegebenen Mess- und Auswertestrategien erzeugt werden. Zurzeit ist eine Schnittstelle zur Messgeräte-Software Calypso von Carl Zeiss realisiert.

Für die Messung und Auswertung der Einzelmerkmale der UDFs können im QPW beliebige firmen- oder abteilungs-

spezifische Mess- und Auswertestrategien hinterlegt werden. Mess- und Auswertestrategien können dazu in Abhängigkeit vorgegebener Parameter automatisch gewechselt werden, z. B. wenn das Längen/Durchmesserverhältnis von Zylindern einen Grenzwert überschreitet und deshalb ein anderes Messverfahren zweckmäßig ist. Der Vorteil standardisiert erzeugter Prüfpläne ist, dass Messergebnisse für die Merkmale gleicher Konstruktionselemente immer gleich erzeugt werden. Diese sind somit besser vergleichbar als Messergebnisse, die individuell von einem oder mehreren Bedienern erzeugt werden.

Für die Erstellung von Prüfplänen und CNC-Programmen werden im QPW die verwendeten UDFs einmalig die erforderlichen Maschinen und Werkzeuge zugeordnet. Hierdurch ist der QPW in der Lage für die importierten UDF-Informationen die erforderlichen Maschinen und Werkzeuge insbesondere für alle Zwischenbearbeitungsoperationen zuzuordnen. Der QPW liefert Planungsvorschläge, die bei Bedarf einfach angepasst werden können. Als Ergebnis verknüpft der QPW die UDF-Informationen mit den hinterlegten Strategien und erzeugt vollautomatisch fahwegoptimierte CNC-Programme für Koordinaten-Messgeräte.

Änderungen am CAD-Modell werden durch erneutes Einlesen der aktualisierten

XML-Daten im QPW erkannt. In bestehende CNC-Programme fließen nur die Änderungen ein.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Nutzung von UDFs zusammen mit einer standardisierten XML-Schnittstelle zeigt die Möglichkeiten der bereichsübergreifenden Prozessoptimierung wie beispielsweise die Automatisierung der Planungsprozesse und die automatisierte Erstellung von CNC-Programmen für Werkzeugmaschinen und Koordinatenmessgeräte.

Verfolgt man diesen Ansatz weiter, so zeigt sich, dass die Ableitung von vollständigen 2D Zeichnungen aus dem Volumenmodell bei einer solchen Vorgehensweise nicht mehr zwingend erforderlich ist, da bereits im Volumenmodell sämtliche produktrelevanten Informationen enthalten sind. Für viele Anwendungen ist deshalb eine vereinfachte Zeichnung in Verbindung mit einer Merkmalsliste ausreichend. Die vollständigen Informationen für die Einzelmerkmale innerhalb der UDF stehen dann über Tabellen zur Verfügung, die aus der exportierten XML-Datei generiert werden. Für die eindeutige Identifizierung von Konstruktionsmerkmalen ist somit eine graphische Ansicht des Werkstücks mit den gestempelten Konstruktionselementen ausreichend. ■

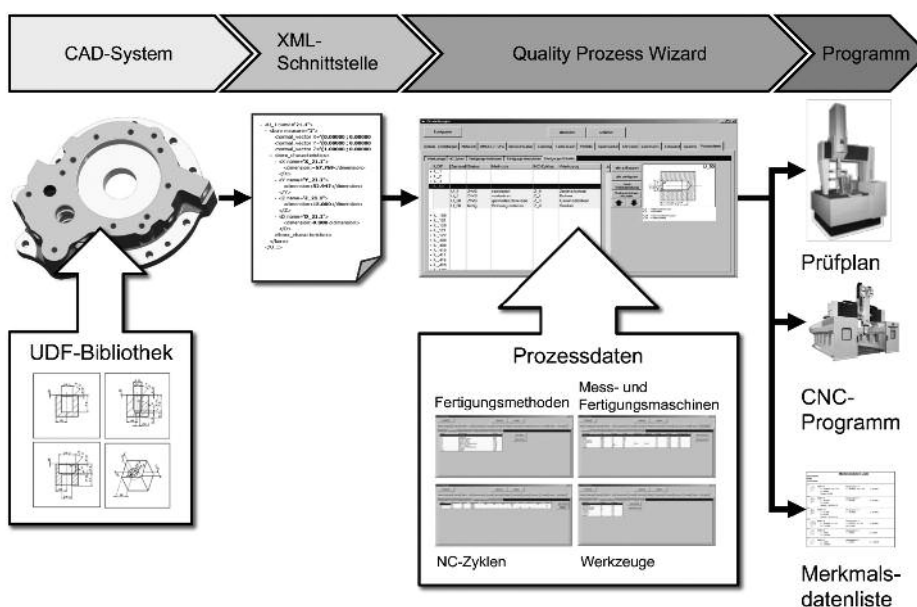


Bild 4: Bereichsübergreifende Prozessoptimierung

Kontakt

Dr. Erik Claassen
 :em engineering methods AG
 Tel.: +49 6151 95054 -20
 E-Mail: erik.claassen@em.ag

Klaus Banzhaf
 AfM Technology GmbH
 Tel.: +49 7361 889608-11
 E-Mail: k.banzhaf@afm-tec.de