

## WISSENSBASIERTES ÄNDERUNGSMANAGEMENT

# Streng nach Regel

Eine Änderung am Werkzeug zieht immer auch eine Aktualisierung aller folgenden Prozesse nach sich. VSG in Gröbenzell entwickelt hierfür maßgeschneiderte PLM-Lösungen auf Basis von NX Unigraphics an, die regelbasierte und damit schnelle Änderungen ermöglichen.

**WERKZEUGBAUER** stehen bei der Produktentstehungsphase sozusagen am Ende der Prozesskette. Knappe Budgets und überschrittene Termine stehen ebenso auf der Tagesordnung wie stark geschrumpfte Herstellungszeiten, die auch bei komplexesten Werkzeugen oft nur noch wenige Wochen betragen. Hinzu kommt das Thema Änderungen, das viel Zeit in Anspruch nimmt und Kosten in die Höhe treibt, die an den Auftraggeber oft nicht weitergegeben werden können.

Nun sind Änderungen inzwischen Standard. Um diese in der eigenen Form- und Werkzeugkonstruktion umzusetzen, gibt es in allen CAD/CAM-Werkzeugen Schnittstellen und Vorgehensweisen. Aber nicht die Quantität der verfügbaren Schnittstellen, sondern die Qualität und Flexibilität nachfolgender Prozesse sollte gesichert sein. Qualität bedeutet hier, ein intelligenter Modellbauaufbau zum schnellen Nachziehen von Änderungen.

Einfache ›Stammwerkzeuge‹, die Assoziativitäten und Parametrik konsequent nutzen, decken nach Untersuchungen mehr als 75 Prozent von Änderungen ab. Der intelligente Aufbau eines Modells in einer geeigneten CAD/CAM-Software ist damit entscheidend für die Prozessdauer und die Flexibilität und damit entscheidender Wettbewerbsvorteil. Die Möglichkeit und Methodik, flexible und variable Konstruktionsregeln frei zu definieren und wieder zu verwenden, ist allerdings nur in wenigen CAD/CAM-Systemen tief verankert. Denn die Software muss dies nicht nur sinnvoll unterstützen, sie muss es sogar fördern.

Eine Änderung des Produkts – und damit des Werkzeugaufbaus – zieht immer auch eine Aktualisierung aller folgenden Prozesse nach sich. Wünschenswert wäre es also, dass die Software automatisch Änderungen erkennt und damit zusammenhängende Prozesse in die Aktualisierung mit einbezieht.

## Entwicklung im CAD/CAM-Bereich

Noch in den 80er Jahren standen bei CAD/CAM-Systemen hauptsächlich Basisfunktionen zur Modellierung von Einzelbauteilen und Baugruppen im Vordergrund. Die Differenzierung im Wettbewerb kann hier bestenfalls durch sehr gute Mitarbeiter erzielt werden. Einen Marktvorsprung sichert dieses Vorgehen allerdings nur bedingt. Anfang der 90er Jahre hielt dann das systembasierende Modellieren auf Basis robuster Volumenmodelle mit angereichertem Produktwissen, wie Features, Produkthistorie und Strukturinformationen, Einzug. So hat beispielsweise der Hersteller UGS Unigraphics Solutions Inc. mit seinem Produkt NX Unigraphics durch Entwicklung eines soliden IT-Grundgerüsts und Einbettung der Automatisierungsumgebung (Knowledge Based Engineering und Manufacturing) tief im Parasolid-Kern eine gute Ausgangsbasis geschaffen, komplette Anwendungsprozesse in der CAD/CAM-Software abzubilden. Die Erfahrung der Anwender ›einzufangen‹ und in vorgefertigte Anwendungen einzubringen ist die schwierigste Aufgabe, die bis heute in den meisten CAx-Systemen nur bedingt möglich ist.

Mit den Wizard-Funktionen ›Mold‹, ›Progressive Die‹ und ›Die‹ wurden inzwischen anwendungsfertige Automatisierungspakete für den Formen- und Werkzeugbau eingeführt. Bereits einfaches Assoziativ-parametrisches Arbeiten ermöglichen Funktionen wie beispielsweise das Verschneiden vom Formeinsatz mit einem durch Formtrennung erzeugten Flächenverbund. Werden die so erzeugten Formeinsätze assoziativ in der Form verbaut, wird bei späterer Artikeländerung der gesamte Formaufbau (Baugruppe), sofern technologisch möglich, nachgezogen. Anhand dieser Anwendung lässt sich schnell erkennen, dass der eigentliche CAD-Nutzen im automatisierten Umsetzen von Änderungen im Prozess entsteht.

Ermutigt durch Anwendererfolge ist seit Ende der 90er Jahre vermehrt Wissensbasierende Technologie mit NX Unigraphics im Einsatz. Neben den Wizards stellen so ge-

nannte Checker während der CAD/CAM-Anwendung beispielsweise das Einhalten unternehmensspezifischer Vorgaben automatisch sicher. Durch die heute verfügbare Automatisierungsumgebung lassen sich eigene Software-Erweiterungen zur Unterstützung schneller Änderungen mit erheblichem wirtschaftlichen Potenzial schaffen.

### Änderungen am Beispiel Schmiedeprozess

Eine Schmiedeform besteht zunächst im wesentlichen aus zwei Formhälften, dem Ober- und dem Untergesenk. Je nach Verfahren kommt ein Standardwerkzeugaufbau mit Normalien in Frage. Die formgebenden Konturen in den Gesenken nennt man Gravur.

Je nach Komplexität des herzustellenden Bauteils, ist der Vorgang mehrstufig. Zuletzt wird das Werkstück mit Hilfe eines Abkratwerkzeugs (ähnlich Stanzwerkzeug) vom Grat getrennt und gegebenenfalls Teile mit Funktionsflächen nachkalibriert. Dies geschieht so ähnlich wie bei einem Presswerkzeug, allerdings mit Freimachungen an den nicht betroffenen Geometrien und mit Fixierpunkten für die eingelegten Teile.

Der Schmiedeprozess läuft dann meist wie folgt ab:

- 1 Trennen: Das Vormaterial wird meist in Form von langen Stahlknüppeln und Stäben vom Stahlwerk geliefert und wird dann in handliche Stücke zerteilt.
- 2 Erwärmen: Die Werkstücktemperatur vor der Umformung entscheidet über Formgebungsmöglichkeit, Genauigkeit und Oberflächengüte.
- 3 Massenverteilung und Vorformung: Das Vorformen ist abgestimmt auf das Umformvermögen und Fließverhalten des Werkstoffes abgestimmt.
- 4 Fertigschmieden: Umformmaschinen in Form von automatischen Pressen oder Hämmern geben dem Werkstück seine Endform.
- 5 Abgraten und Lochen: Mit einem Abkratstempel wird das Werkstück durch eine Art Schablone gepresst, die überschüssiges Material (Grat) mit ihrer Schneidkante entfernt.
- 6 Nachformen: Je nach gewünschter Form werden die umgeformten Teile jetzt individuell nachgeformt. Prägen, Biegen, Nachpressen, Richten und Verdrehen sind hierfür gängige Nachformverfahren.
- 7 Wärmebehandlung: Während des Umformens entstandene unregelmäßige Spannungen werden durch Erwärmen beseitigt.
- 8 Entzundern: Durch das Umformen entsteht auf der Oberfläche des Werkstückes eine Eisenoxidschicht, der so genannte Zunder, der durch Sandstrahlen oder Beizen entfernt wird.
- 9 Fertigbearbeitung: die Fertigbearbeitung im Schmiedebetriebe wird im Sinnen kürzerer Lieferzeiten häufig im Schmiedebetriebe mit realisiert. Dabei werden Bauteile beispielsweise durch mechanische Bearbeitung, wie Fräsen, Drehen, Bohren oder Schleifen zum einbaufertigen Produkt veredelt.

### Konstruktion einer Schmiedeform

Die Konstruktion der Formwerkzeuge lässt sich zwar durch Simulationssoftware unterstützen. Jedoch in der Pra-

xis ist nach wie vor das Know-how des Werkzeugkonstruktors und seine langjährigen Erfahrung gefragt. Zunächst wird aus der Konstruktion des Produktes die Rohteilgeometrie abgeleitet. Gedanklich erfolgt dann die schrittweise Rückführung auf das Rohteil bis zur Vorform (1. Stadiengang). Hieraus können dann die einzelnen Formnester der Stadiengänge abgeleitet werden. Seht eine Simulationssoftware zur Verfügung, kann zur Konstruktion der Formnester die Ergebnisse der Simulation als Basisgeometrie zur Auslegung der Dimension des Formnestes Verwendung finden.

Am Beispiel einer Schutzgitterklammer soll der Vorgang der assoziativ parametrischen Arbeit an einer vereinfachten Schmiedeform kurz dargestellt werden. Zunächst leitet man durch entsprechende Bearbeitungszugaben den Schmiederohling vom importierten Fremddatensatz der Produktgeometrie ab. Das daraus entwickelte parametrische Grundmodell wird über die DMX-Funktion von NX Unigraphics mit Features versehen, die sozusagen einen intelligenten Folgeprozess zur Generierung der Form ermöglichen. Nachdem die Teilegeometrie steht, wird mit der Gratbahnfunktion die teilautomatische Erzeugung der Gratbahn des Schmiedeteils abgeleitet.

Nach der Ermittlung der Gratbahn durch die Formtrennung (siehe Screenshot auf Seite ??) kann nun die Auslegung der beiden Formhälften (Ober- und Untergesenk) erfolgen. Für die optimale Auslegung der Stadiengänge ist umfangreiches schmiedespezifisches Wissen erforderlich, dass inzwischen mit verschiedenen Simulations- und Analyse- Werkzeugen verfügbar ist. In Verbindung mit CAD ist so – bevor ein erstes Versuchswerkzeug gebaut wird – eine schnelle Optimierung der Formwerkzeugstufen möglich. Auf Basis der jahrelangen Erfahrung des Formenkonstruktors kann in Abhängigkeit von der Vorform, dem ersten Formschrift, gegebenenfalls die Zwischen-, und zuletzt die Fertigform erstellt werden. Hierbei können die Formstufen, je nach Anforderung des Produktionsprozesses, als Mehrfach- beziehungsweise Mehrstufenwerkzeug ausgelegt werden. Auch deren Umsetzung als mehrere im Prozess aufeinander folgende Werkzeuge ist möglich. Abkrat- und Kalibrierwerkzeug lassen sich entsprechend assoziativ von der Geometrie des Fertigteils mit Grat ableiten. Die assoziative Verknüpfung von Produkt, Schmiedeteil, Vor-, Zwischen- und Fertigform, Abkrat- und Kalibrierwerkzeug lässt bei späterer Änderung am Produkt eine automatische nachgezogene Änderung aller Konstruktionsschritte und zugehöriger NC-Programme zu. Mit Hilfe von einmal erstellten Stammwerkzeugen kann die Prozesslogik abgelegt und für neue Anwendungen bereitgestellt werden. Eine neue Schmiedeformen entsteht so wesentlich schneller.

### Regelbasiert vorgehen

Welche Rolle spielen bei der CAD/CAM-Software NX nun die Wizards? So lässt sich beispielsweise mit dem NX Mold Wizard auf Basis der Produktgeometrie gezielt der komplette Prozess der Konstruktion einer Spritzgussform abbilden. Dieser Prozess schließt Formtrennung, Erzeugung der Tuscherflächen und Formnester sowie den Formaufbau auf Basis von Lieferanten-Standartteile-Katalogen

## MANAGEMENT Strategien

mit ein und läuft deutlich schneller ab. Änderungen sind im Bruchteil der früher notwendigen Zeit möglich. Andere Wizard-Funktionen (Progressive NX Die, Die Design Engineering) steuern die schnelle Erstellung aufwendiger Blech-Folge-Werkzeuge. Und spezielle Wizards verkürzen die Prozesse bei Bodengruppen oder Türen von Autos. Die Wizard-Erstellung ist letztlich nur durch die Verfügbarkeit der zugrunde liegenden CAD/CAM-Basisfunktionen begrenzt, die von dem »Zauberer« (Wizard), basierend auf den Regelwerken und Erfahrungen des Kunden, automatisiert ausgeführt werden. Und die Möglichkeiten sind noch längst nicht erschöpft. ■

### Fazit

Mit heutiger 3D-Konstruktionssoftware bieten sich, bei Ausnutzung aller Features zum assoziativ-parametrischen Produktaufbau, Möglichkeiten zur erheblichen Steigerung der Produktivität. Assoziativ-parametrische Produktmodelle gibt es bereits seit über 15 Jahren. Die erfolgreiche Nutzung dieser Modelle scheiterte oft an der Beherrschbarkeit. Durch die Integration umfassender Regelwerke aus Expertenwissen, sowie Normen und Standards ist es nun möglich geworden, komplexe assoziativ-parametrische Produktstrukturen einer breiten Schicht von Anwendern zugänglich zu machen.

MATTHIAS SCHNEIDER UND MARCEL SCHMID, VSG SOFTWARE & SERVICE GMBH, GRÖBENZELL

**Die Erfahrung der Anwender »einzufangen« und in vorgefertigte Anwendungen einzubringen ist die schwierigste Aufgabe, die bis heute in den meisten CAX-Systemen nur bedingt möglich ist.**

((Bilder FW100714\_Bild1a und 1b bitte zusammen mit gemeinsamer Bildunterschrift layouten))

**Intelligenter Prozess:** Eine Änderung des Produkts – und damit des Werkzeugaufbaus – zieht immer auch eine Aktualisierung aller folgenden Prozesse nach sich. Wünschenswert wäre es also, dass die Software automatisch Änderungen erkennt und damit zusammen hängende Prozesse in die Aktualisierung mit einbezieht.

((FW100714\_Bild2))

**Zeitvorteil:** Im Gegensatz zur traditionellen sequenziellen Vorgehensweise kommt man bei einem Produktentstehungs-Prozess der »concurrent« organisiert ist, schneller zum Ergebnis. Nur noch die halbe Zeit wird benötigt, wenn man »knowledge driven« vorgeht. Eventuelle Einschränkungen der

»kreativen Freiheiten« des einzelnen Konstrukteurs werden durch die Wettbewerbsvorteile, die sich aus dem Zeitvorteil ergeben, mehr als ausgeglichen.

((Bilder FW100714\_Bild3a und 3d bitte zusammen mit gemeinsamer Bildunterschrift layouten))

**Wissensbasiert:** Das Bild links(?) zeigt den Schmiederohling einer Schutzgitterklammer. Das daraus entwickelte parametrische Grundmodell wird über die DMX-Funktion von NX Unigraphics mit Features versehen, die sozusagen einen intelligenten Folgeprozess zur Generierung der Form ermöglichen. Die beiden anderen Bilder zeigen die 3D-Darstellung des Untergesenks mit Vor- und Fertiggravur, Bauteilen und Grat sowie die Simulation des erzeugten NC-Programms.

((FW100714\_Bild4))

**Halbautomatisch:** Hier ein Beispiel für die teilautomatisierte Trennflächenerzeugung einer Schmiedeform an komplex versprungenen Bauteilen. In der Tagesarbeit entstehen häufig komplexe Flächenverwindungen, Überschlagungen oder starke Richtungswechsel. Für die Produktion allerdings ist ein harmonischer Übergang ohne größere Richtungswechsel unter Beachtung der Entformbarkeit unabdingbar.

### Schneller zum Werkzeug

Eine wichtige Rolle bei der von VSG Software & Service ([www.vsg.de](http://www.vsg.de)) in Gröbenzell bei München entwickelten Lösung spielt das 3D-CAD/CAM-System NX Unigraphics mit seinem Software-Kern Parasolid und des neuen »Light-Weight« CAD-Datenstandards JT. Von VSG entwickelte Productivity Plug In's auf Basis von NX ermöglichen teil- oder vollautomatisierte Konstruktions- und NC-Programmierprozesse. Über regelbasierte Anwendungen lassen sich dabei Eigenschaften im Prozess vererben. Die Geometrie ist dabei nur noch der »kleinste gemeinsame Nenner«. Auch der nachfolgende NC-Prozess entnimmt der Topologie die passenden Bearbeitungsstrategien. Die Übertragung des gesamten Prozesses auf ähnliche Bauteile mit ähnlichen Arbeitsschritten ist dabei entsprechend möglich. Mit Hilfe von Templates, beispielsweise für assoziativ abgeleitete Elektroden oder Formeinsätze von Mehrfachwerkzeugen, lassen sich auch neue Projekte extrem schnell umsetzen. Das neue Projekt ist dabei vorrangig als Änderung des früher erstellten Prozesses zu verstehen und weniger als die wiederholte manuelle Fleißarbeit in Form von Konstruktion und NC-Programmierung. Die hinterlegten Methoden und Erfahrungen, überträgt man als Kunde gemeinsam mit einem branchenerfahrenen Berater des Softwareanbieters auf das CAD/CAM-System. Wer will, kann sich dabei gleichzeitig das notwendige Wissen aneignen, die regelbasierten Templates selbst zu warten und weiter zu entwickeln. Wenige Stammwerkzeuge können so als Vorlage für die meisten Produktionssituationen vorgehalten werden.