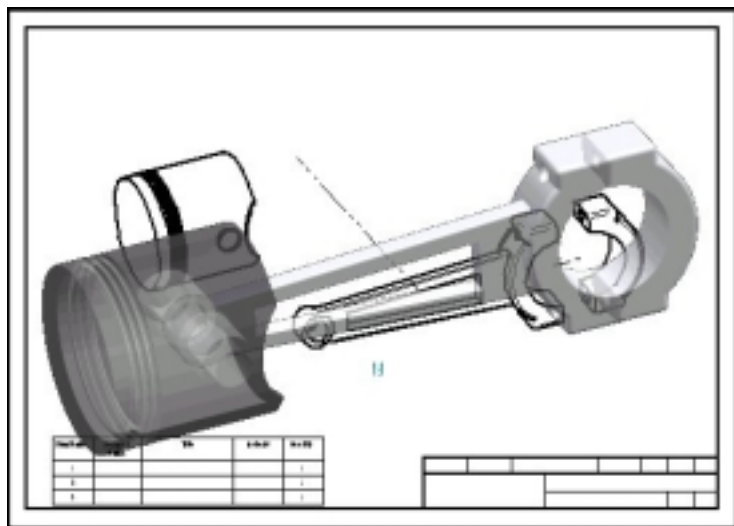


Umstieg von 2D nach 3D CAD

Vorteile durch Produktivitätssteigerung



Allgemeine Informationen

***Unigraphics
Solutions®***



Umstieg von 2D zu 3D CAD **Die Geschäfts- und Produktivitätsvorteile**

Die größte Herausforderung von Fertigungsunternehmen ist die Herstellung von besseren Produkten in kürzerer Zeit bei niedrigeren Kosten. Der Wert, den die Hersteller ihren Kunden bieten, wird immer bedroht von Wettbewerbern die sich anstrengen, qualitativ hochwertigere Produkte mit noch mehr Funktionalität zu einem niedrigeren Preis anzubieten.

Um besser auf Markterfordernisse eingehen und um ihre geschäftlichen Ziele erreichen zu können sind die Hersteller dabei, ihre eingesetzten CAD-Technologien zu überdenken. Der deutlichste Trend in diesem Prozess ist der Umstieg von 2D CAD-Zeichenprozessen hin zu Prozessen, die die Vorteile der 3D Volumenmodellierung nutzen.

Warum dieser starke Schwenk von 2D zu 3D? Dieses Papier untersucht die Limitierungen von 2D Konstruktionsprozessen und verdeutlicht die Produktivität und die Geschäftsvorteile in der Produktentwicklung bei der Verwendung von 3D Modelliertechnologien.

Einführung

Zweidimensionale technische Zeichnungen sind ein wichtiger Bestandteil des Konstruktionsprozesses, seit gegen Ende des 18. Jahrhunderts die Prinzipien der orthographischen Projektion und der beschreibenden Geometrie entwickelt und angewendet wurden. Während der explosiven Wachstumsperiode der Industrie gegen Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts wurden Standards für Zeichnungen festgelegt und technische Zeichnungen wurden zu wichtigen Dokumenten für Produktionsfirmen.

Selbst zu Anfang des 21. Jahrhunderts spielen 2D-Zeichnungen eine wichtige Rolle in den Entwicklungsabteilungen und in vielen Fällen sind sie endgültige Dokumentationen für die Fertigung und die Montage komplexer Produkte. Die Fähigkeit,

technische Zeichnungen zu lesen und zu interpretieren, bleibt ein wichtiger Bestandteil der Ausbildung von Ingenieuren und Technikern.

In den letzten drei Jahrzehnten haben computerunterstützte Technologien (CAD) die traditionellen Zeichenwerkzeuge praktisch ersetzt und den Herstellern zu erheblichen Produktivitätszuwächsen bei der Erstellung von technischen Zeichnungen verholfen. Mit geringeren Kosten und besserer Verfügbarkeit von computerunterstützten Werkzeugen haben heute beinahe alle Produktionsfirmen irgendein CAD-System installiert. Eine Untersuchung, die 1998 vom *Mechanical Engineering* Magazin durchgeführt wurde, hat ergeben, dass 96% der Maschinenbauingenieure zur Zeit ein CAD-System einsetzen.

Obwohl aber preisgünstige und leicht zu bedienende 3D-Modelliersysteme verfügbar sind, benutzt die Mehrheit der Produktionsfirmen immer noch 2D-CAD Techniken und Zeichnungen. Eine Untersuchung des Magazins *Computer Aided Engineering*, die ebenfalls 1998 durchgeführt wurde, hat ergeben, dass mehr als 60% der CAD-Arbeit in 2D durchgeführt wird. Allerdings sind Konstruktions- und Herstellerfirmen, die erhebliche Verkürzungen der Entwicklungszeiten erreichen wollen dabei, auf 3D CAD-Lösungen umzusteigen. Dieselbe Untersuchung hat ergeben, dass die Absicht, ein 3D System statt einer 2D Lösung anzuschaffen, im Verhältnis von 3:1 steht.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt eine Studie die 1999 von Dataquest¹ durchgeführt wurde. Mehr als die Hälfte der befragten Firmen nutzen hauptsächlich 2D Techniken, aber 75% sind der Ansicht, dass sie in 2 Jahren hauptsächlich in 3D arbeiten würden.

¹ Dataquest, *End-User Analysis: Mechanical CAD/CAM/CAE From the User Viewpoint*, 1999

Die Grenzen der 2D-Konstruktion

Wenn so viele Entwicklungsfirmen in die 3D-Welt umsteigen, warum benutzen dann noch so viele 2D für die Produktentwicklung? In der Studie von Dataquest wurde als Hauptgrund für den Verbleib bei 2D von mehr als 2 Drittel der Befragten genannt, dass 2D ganz einfach ausreicht, die Bedürfnisse der Entwicklungsabteilungen zu decken.

Während die meisten Firmen mit der gewohnten und erprobten 2D Methode zufrieden sind, unterliegen Produktentwicklungszyklen, die hauptsächlich auf 2D Technologien basieren, verschiedenen Einschränkungen die die Entwicklungszeiten verlängern, Kompromisse fordern und die Kosten für Entwicklung und Fertigung erhöhen können. Diese Einschränkungen entstehen direkt aus der Verwendung von 2D-Daten und 2D-CAD Werkzeugen.

2D ist nicht in der Lage, Toleranz- und Einbauprobleme einfach zu erkennen

Der typische Konstruktionsprozess beginnt mit einem Konzeptlayout welches Komponenten, Baugruppen und Arbeitsbereiche beschreibt. Wird dieses Konzept in 2D erstellt, können auftretende Probleme nur schwer erkannt und behoben werden, obwohl es in diesem frühen Stadium am leichtesten und am billigsten wäre. Ist das 2D Layout noch hilfreich zur Ermittlung von benötigten Komponenten und der Anordnung von Baugruppen, kann der Konstrukteur nicht erkennen, ob seine Bauteile im 3D-Raum passen und Baugruppen funktionieren. Die Unzulänglichkeit von 2D bei der Behebung von Baugruppenproblemen ist besonders akut, wenn in Baugruppen viele bewegliche Teile vorkommen und die Abhängigkeit von 2D Daten zu einer erheblichen Anzahl von Konstruktionsfehlern führen kann.

2D Konstruktion kompliziert den Prüfprozess

Wegen der Unzulänglichkeit von 2D bei der Erkennung und Behebung von

Passproblemen in Baugruppen erfordern die meisten Baugruppenkonstruktionen, die in 2D durchgeführt werden, einen sehr aufwendigen und langen Prüfprozess für die fertigen Zeichnungen. Die Prüfer verbringen oft Tage damit herauszufinden, ob Teile passen und Toleranzen eingehalten werden, auch wenn die Baugruppe nur wenige Teile besitzt. Dieser Prozess wird noch aufwendiger, wenn verschiedene Konstrukteure ihre Zeichnungen abliefern und dafür unterschiedliche Parameter für Bemaßung und Bezüge verwendet haben. Die Zeichnungen gehen dann zur Korrektur zurück an die Konstrukteure oder Zeichner und anschließend wieder zur Prüfung und Freigabe, wodurch der Konstruktionsprozess erheblich verlängert werden kann, erst recht, wenn Baugruppen mit mehreren hundert und tausend Bauteilen erzeugt wurden.

2D Konstruktion erfordert physikalische Prototypen

Da 2D Zeichnungen nicht alle Details einer 3-dimensionalen Baugruppe abdecken und aufzeigen können, sind die Entwicklungsabteilungen gezwungen, Prototypen herzustellen, damit Pass- und Kollisionsprobleme aufgedeckt werden. Wird die Konstruktion unter Verwendung von 2D-Techniken durchgeführt, ist die Baugruppenerstellung oft ein dauernder Auf- und Abbau von physikalischen Prototypen – der einzige Weg, die meisten Pass- und Kollisionsprobleme zu erkennen. Die Abhängigkeit vom physikalischen Prototypen verlängert allerdings den Entwicklungsprozess. Es werden ja nicht nur Produktionszeiten für den Prototypen notwendig, sondern es kommt der Aufbau der Baugruppen hinzu und notwendige Änderungen benötigen ebenfalls Zeit. Sind Änderungen durchgeführt worden, beginnt der Kreislauf erneut.

Zeichnungserstellung mit 2D CAD-Systemen ist nicht effizient

In einem typischen 2D Konstruktionsprozess werden Einzelteil- und Baugruppendaten formal in technischen Zeichnungen abgebildet. Der Konstrukteur oder Zeichner erzeugt und detailliert eine Reihe von

Ansichten jedes Teils und arbeitet dabei mit Befehlen, die Linien, Kreisbögen, Bemaßungen und andere Elemente der Zeichnung erstellen und kontrollieren. Solche „primitiven“ Elemente sind plump, weil Sie den Konstrukteur dazu zwingen nachzudenken, wie er seine Konstruktion in Bezug zu Zeichnungselementen erstellt, statt in Bezug zu Konstruktions- und Entwicklungskomponenten. Eine Senkbohrung muß zum Beispiel in seine entsprechenden Linien und Kreise heruntergebrochen werden, damit sie in den verschiedenen Ansichten der 2D-Zeichnung korrekt dargestellt wird.

Zusätzlich sind 2D CAD-Systeme absolut nicht effizient wenn es darum geht, isometrische Ansichten oder Explosionsdarstellungen zu erzeugen, wobei die tatsächlichen Abmessungen der Teile wegen der Perspektive nicht mit den orthogonalen Ansichten übereinstimmen. Die Schwierigkeiten und der Zeitaufwand für die Erstellung isometrischer Ansichten hat viele Firmen dazu gebracht, auf diese Darstellungsform zu verzichten, auch wenn diese Ansichten wertvolle Hilfen für die Visualisierung und Verständnis sind. Das gleiche Problem besteht bei Detail- oder Schnittansichten bei denen der Konstrukteur oder Zeichner viel Zeit damit verbringen muß, die Einzelheiten oder die Skalierung der Ansichten zu ermitteln und anschließend die einzelnen grafischen Elemente dafür zu erzeugen. Die Element-nach-Element oder Ansicht-nach-Ansicht Methode kann zu erheblichen Zeit- und Kostensteigerungen in der Entwicklung von komplizierten Einzelteilen oder komplexen Baugruppen führen.

Langwierige Änderungen in 2D

Da normalerweise jede Konstruktion mehr als eine orthogonale 2D-Ansicht benötigt und sehr oft eine Reihe von gedrehten Ansichten, Einzelheiten oder Schnittansichten notwendig sind, kann es passieren, dass der Konstrukteur während des Konstruktionsprozesses mehrfach viele Ansichten verändern und anpassen muss. Diese Mehrfacherstellung von Konstruktionsdaten für jede Ansicht ist nicht nur doppelte Arbeit, sondern sie werden auch ineffizient, wenn Konstruktionsänderungen vorgenommen

werden müssen. Jede Modifikation der Konstruktion muss in jeder betroffenen Ansicht eingefügt werden, ein Prozess, der langwierig, lästig und zeitaufwendig ist. Konstrukteure müssen jede betroffene 2D CAD-Datei, jede Ansicht und jede Einzelheit überprüfen und jede Zeichnung einzeln ändern.

Viele "neue" Produkte sind eigentlich Abwandlungen existierender Konstruktionen, die viele Details gemeinsam haben und nur in kleinen Bereichen modifiziert werden müssen. Aber wie bei normalen Konstruktionsänderungen ist auch die Erstellung einer abgewandelten Variante von 2D-Konstruktionen eine Arbeit durch viele einzelne Ansichten, wo die Änderungen vorgenommen werden, damit das neue Produkt entstehen kann.

2D-Daten können nicht direkt in Folgeprozesse übernommen werden

Zweidimensionale Konstruktionsdaten sind in einer Welt von ineinandergreifenden Entwicklungs- und Fertigungsprozessen von sehr begrenztem Wert. Wenn die Konstruktion auch nur eine einfache Analyse der Masseigenschaften erfordert oder eine komplette Analyse von Bewegung und Belastung, ist es schwierig oder unmöglich diese Analysen mit 2D-Daten durchzuführen. Vielmehr muss die Konstruktion noch einmal in 3 Dimensionen gemacht werden. Darüber hinaus beinhalten viele Produktionsabläufe auch Prozesse, die 3D-Daten erforderlich machen, z.B. für den Werkzeugbau oder die NC-Programmierung. Wenn die technischen Zeichnungen einer Konstruktion die Basis für alle Folgeprozesse darstellen, wird der Zeitaufwand für Analyse- und Fertigungsprozesse unvermeidlich größer, da bereits vorhandene Konstruktionsdaten noch einmal in 3 Dimensionen nachgebildet werden müssen.

Großer Zeitaufwand für die Analyse

2D-basierte Konstruktionen leben oft von Faustregeln oder Erfahrungswerten, die den Konstrukteur in die Lage versetzen, viele Probleme zu meistern. Sie werden aber wertlos, wenn eine genaue Analyse möglicher Fehler notwendig wird. Viele

Konstrukteure übergehen eine genaue Analyse wegen des zusätzlichen Zeitaufwands, statt dessen werden Bauteile überdimensioniert. Genaue Analysen und Optimierungen der Konstruktion erfordern aber ausgefeilte Analysen von Spannungen, Bewegungen und Kräften mit computerunterstützten Werkzeugen (CAE), die nicht direkt auf 2D-Daten zugreifen können. Ob Firmen nun die CAE-Analysen selbst durchführen oder die Arbeit an Dritte vergeben, die Konstruktionszeiten verlängern sich um den Betrag, den die Neukonstruktion von Bauteilen in 3D erfordert.

Verlängerung der Fertigungszyklen

Produktentwicklungen, die auf 2D CAD basieren benötigen zusätzliche Zeiten für die Fertigung, die Montage und den Zusammenbau, weil 2D-Zeichnungen für diese Folgeprozesse in der Regel zu wenig Informationen bereithalten. Ob das Produkt und seine Komponenten ganz einfache Spann- und Fertigungsvorrichtungen oder aufwendige Werkzeuge wie Spritzformen erfordern, Werkzeugmacher und Techniker benötigen einfach Zeit, die Zeichnungen zu interpretieren und zu verstehen und es muß immer noch Extrazeit reserviert werden, um mögliche Fehler durch ausgelassene Details oder übersehene Bemaßungen zu korrigieren.

Für die NC-Fertigung können nur die einfachsten Teile direkt von der 2D Zeichnung programmiert werden. Die Verfügbarkeit von Flächeninformationen ist eine Grundvoraussetzung für praktisch alle Komponenten, die mit 3 bis 5 Achsen-Maschinen gefertigt werden sollen. Steht als Information nur 2D-Geometrie zur Verfügung, muß die Fertigung solange verschoben werden, bis 3D-Daten erzeugt worden sind.

Fertigungsunternehmen, die 2D-Techniken einsetzen, können nicht direkt die Vorteile des Rapid Prototyping nutzen (wie Stereolithographie oder Lasersintern) um Herstellungszeiten für Prototypen zu verringern. Diese Technologien benötigen 3D-Volumengeometrie als Basis, die aber zuerst von den 2D-Daten erzeugt werden muß, bevor Prototypen überhaupt angefertigt werden können. Dieser

zusätzliche Arbeitsschritt addiert Zeit und Kosten zum Herstellungsprozess und hebt den Vorteil der Rapid Prototyping-Technik damit wieder auf.

Überarbeitung für Publikationen und Dokumentationen

Zweidimensionale Konstruktionszeichnungen können manchmal als Basis für grafische Darstellungen in technischen Publikationen und Dokumentationen dienen und können dann direkt für diese Zwecke verwendet werden. Für Zusammenbau- und Installationsanweisungen werden in den meisten Fällen aber isometrische oder Explosionsdarstellungen verlangt. Diese Darstellungen können mit erheblichem Aufwand in einem 2D-System oder einem System für technische Illustrationen erstellt werden. Für Wartungshandbücher, Marketingbroschüren und Verpackungsanweisungen können typischerweise keine 2D-Daten direkt aus der Zeichnung verwendet werden. Dadurch kann die Lieferung von Produktinformationen für eine Firma, die 2D-CAD einsetzt, erweitert werden, wenn sie 3D-Daten verfügbar hat.

Zusammenfassung: Mit 2D-CAD zum Markt „schleichen“

Obwohl sich technische Zeichnungen über Jahrzehnte erfolgreich für die Produktentwicklung und -fertigung bewährt haben, sind Fertigungsunternehmen, die in der heutigen Zeit einzig von 2D-Daten abhängig sind, nicht in der Lage, den Marktanforderungen schnell genug nachzukommen. Technische Zeichnungen werden auch in der absehbaren Zukunft ein wichtiger Bestandteil der Produktdokumentation bleiben, aber 2D-Konstruktionstechniken werden im Vergleich zu verfügbaren Alternativen immer weniger produktiv sein. Neue, produktivere 3D-Technologien haben die Unzulänglichkeiten der 2D-basierten Prozesse ausgemerzt und setzen neue Richtlinien für kürzere Entwicklungszeiten, bessere Produktqualität und geringere Entwicklungskosten.

Das Hindernis zur 3D-Konstruktion entfernen

Wie schon erwähnt könnte der Hauptgrund, kein 3D einzusetzen, nämlich dass „2D ausreichend ist“, für Fertigungsfirmen eine sehr gefährliche Aussage sein. Tatsächlich sind die anderen Gründe, kein 3D-System zu nutzen, nämlich die schwierige Bedienung, die zu hohen Kosten und dass die Daten nicht kompatibel zur momentan eingesetzten Lösung sind, eigentlich nur schwache Entschuldigungen, betrachtet man, welche Akzeptanz 3D-Werkzeuge und -Techniken heute im Markt erreicht haben.

Solid Edge von Unigraphics Solution führt in der Klasse der neuen Volumenmodellierer, die erhöhte Produktivität an ehemalige 2D-Konstrukteure und Firmen, die bisher nur 2D-Prozesse nutzen, liefern. Solid Edge wurde speziell dafür entwickelt, die Einschränkungen der 2D-Techniken aufzuheben sowie die traditionellen Schranken für die Einführung eines 3D-Modelliersystems aufzuheben.

Leicht zu lernende und leicht zu benutzende 3D-Volumenmodellierung

Schon mit der ersten Version von Solid Edge im Jahr 1995 wurden revolutionäre Entwicklungen für die Benutzerschnittstelle und die Anwenderinteraktion vorgestellt, die den Begriff der leichten Bedienbarkeit für 3D Systeme für immer veränderten. Jede weitere Version der Software beinhaltet erhebliche Verbesserungen im Hinblick darauf, 3D-Volumenmodellierung leichter erlernbar, anwendbar und effizienter im Konstruktionsprozess zu machen. Unabhängige Untersuchungen haben bestätigt, dass Solid Edge ist tatsächlich das anwenderfreundlichste und produktivste Volumenmodellierwerkzeug

Geringe Einstiegskosten in die 3D-Konstruktion

Darüber hinaus wurde Solid Edge von Anfang an als Windows-basierte Anwendung entwickelt, die auf preisgünstigen Intel-Rechnern läuft und so von Fertigungsunternehmen keine erschütternd hohen Investitionen für den Einstieg in die 3D-Konstruktion verlangen.



©TechniCom Kostenstudie 1999. Preise beinhalten nur Software und Wartung.

In einer Kostenstudie über den CAD-Einsatz, die kürzlich von TechniCom, einem Wirtschaftsforschungs-Unternehmen, durchgeführt wurde, hat sich Solid Edge unter den 3D-Systemen als günstigstes System über einen Zeitraum von 5 Jahren bei einer Konfiguration von mehreren Arbeitsplätzen platziert.²

Kompatibilität zur 2D-Konstruktion

Solid Edge widerlegt auch den Einwand, dass 3D-Systeme nicht kompatibel zu momentan eingesetzten 2D CAD-Lösungen sind. Es verfügt über speziell für Anwender von 2D-Lösungen entwickelte Werkzeuge. Solid Edge kann Daten in allen gebräuchlichen 2D-CAD Formaten lesen und schreiben und sogar existierende 2D-Daten direkt in den Volumen-Modellierprozess übernehmen. Die Software verfügt über automatische Vorführungen, Lernprogramme und Online-Hilfen, die gezielt für den Umstieg von 2D nach 3D ausgelegt sind und bietet daneben ein komplettes 2D-Zeichensystem. Dadurch können Firmen, die den Umstieg angehen, gewohnte 2D-Techniken weiter nutzen. Mit Solid Edge brauchen Firmen ihre vorhandenen Daten nicht wegzuschmeissen oder existierende Prozesse total umzustellen und ganz von vorn anzufangen – sie können statt dessen wachsen und die vorhandenen Konstruktionsabläufe an die Anforderungen der Zukunft anpassen.

Tausende Firmen haben bereits erkannt, dass es mit Solid Edge keine Entschuldigung mehr gibt, den Umstieg von 2D nach 3D nicht zu machen. Firmen, die den Umstieg gemacht haben, erkennen erhebliche Vorteile in den Entwicklungszeiten und der Produktivität. Viele dieser Erfahrungen beziehen sich auf die Vorteile der 3D-Modellierung, über die im Folgenden geschrieben wird.

Die Vorteile des 3D CAD

Dreidimensionale Volumenmodellierung ist kein heiliger Gral für Fertigungsfirmen – es ist vielmehr eine ausgereifte Technologie die praktisch in allen Phasen des Entwicklungsprozesses nur Vorteile bietet. Produktbeschreibungen mit 3D-Geometrie bieten eine ausgezeichnete Möglichkeiten, die Absicht des Konstrukteurs zu vermitteln, nicht nur innerhalb eines Entwicklungsteams, sondern quer durch Entwicklungs- und Fertigungsorganisationen bis hin zu Zulieferern.

Schnellere Umsetzung durch Volumenmodellierung

Parametrisches, Formelement-basiertes Modellieren mit Solid Edge ist eine sehr intuitive Methode der Konstruktion, da Ausdrücke, Konzepte und Befehle verwendet werden, die für Konstrukteure nicht fremd sind. Dagegen steht die Erzeugung von primitiven Geometrie-elementen, wie es in 2D CAD-Systemen der Fall ist. Mit Hilfen zur einfachen Bedienung, wie der STREAM-Technologie, die dem Anwender durch eine Entscheidungslogik zu mehr Effizienz verhilft und gleichzeitig die Geschwindigkeit und Effizienz der Interaktion des Anwenders mit dem System verbessert, ist Solid Edge ein System, mit dem Konstrukteure und Zeichner bequem und sicher arbeiten können. Das Ergebnis sind schnellere Konstruktionsergebnisse – in kompletten, präzisen 3D Volumenmodellen – als mit 2D-Techniken erzielt werden können.

Fallstudie: „Die Arbeit in 2D erfordert vom Anwender die Platzierung und das Trimmen einer Serie von Elementen, bis das gewünschte Netzwerk erstellt ist“ sagt Howell N. Cornell, Direktor der Entwicklung und Forschung bei TRACO, einem führenden Herstellers für Fenster. „Das ist oft sehr zeitaufwendig, speziell wenn später Überarbeitungen notwendig werden, was in der Neuentwicklung sehr häufig vorkommt.“ Als Beispiel nennt er eine einfache Ausprägung, die in AutoCAD mit 25 Befehlen und 45 Selektionen erstellt wurde. Für die Bemaßung waren 10 Befehle und 20 Selektionen notwendig, was in der Summe mehr als 100 Operationen ergab.

² TechniCom, Inc., *An Analysis of Pricing and Offering Conditions of Principal Participants in the Mechanical CAD/CAM Industry*, 8th Edition, published September 1999.

Mit Solid Edge wurden neue Entwicklungen sehr viel einfacher. Dieselbe Ausprägung, die in AutoCAD über 100 Operationen verlangte, wurde mit 3 Befehlen und 25 Selektionen in Solid Edge modelliert, für die Bemaßung wurden 2 Befehle und 12 Selektionen benötigt – eine Reduzierung der Operationen um insgesamt 51 Prozent.

Schnellere Zeichnungserstellung mit Volumenmodellen

3D-Volumenmodellierung kann den Bedarf, Zeichnungen Ansicht für Ansicht zu erzeugen, eliminieren. Mit einem Volumenmodell können Firmen Zeichnungen einfach dadurch erzeugen, dass die Ansichten des Modells für die Darstellung in der Zeichnung definiert werden, die Grafik der planaren Ansichten wird automatisch erzeugt, von Einzelteilen oder ganzen Baugruppen.

Die Automatisierung des Zeichnungs-layouts vereinfacht die Erzeugung von orthogonalen oder gedrehten Ansichten, von Einzelheiten, Schnitten oder isometrischen Ansichten weiter. Da es sich bei den Zeichnungen immer um Referenzen zum Originalmodell handelt, fällt bei Modifikationen die Änderung einzelner Ansichten weg, die abgeleiteten Ansichten werden automatisch aktualisiert wenn Änderungen an der Geometrie des Volumenmodells vorgenommen werden.

Fallstudie: Die Effizienz, die Solid Edge zum Beispiel bei der Erzeugung von Zeichnungen bietet, haben bei Kaiser Optical Systems, die Entwicklungszyklen um 20 bis 30 % im Vergleich zum bisher eingesetzten 2D-System verkürzt. Die Erfahrungen der Firma bisher zeigen eine 20 bis 30%ige Verkürzung der Zeit die benötigt wird, ein Modell zu erzeugen und Zeichnungen davon zu generieren im Vergleich zu der gewohnten Zeichnungserzeugung mit AutoCAD oder CADKEY. „Die Zeichnungsproduktivität ist erheblich gestiegen,“ sagt der Manager der Neuentwicklung, Joe Slater. „Wenn ein Modell erstellt ist, kommen wir fast doppelt so schnell an die Zeichnungen.“ Auch, wenn Änderungen notwendig werden, werden nur noch 2 Drittel der vorher benötigten Zeit aufgewendet, weil in Solid Edge

Modifikationen am Modell sehr einfach durchgeführt werden können.

Bessere Visualisierung mit 3D-Modellen

Viele Firmen hören auf, über 2D Papierzeichnungen Informationen über Konstruktionen zu verteilen. Mit 3D-Volumenmodellen von Einzelteilen und Baugruppen können die Entwicklungsmannschaft und Mitarbeiter in Folgeanwendungen ganz genau erkennen, um welches Teil es sich handelt und wie es in eine Baugruppe passt, bevor es überhaupt angefertigt wird – womit die Fertigbarkeit schon im ersten Anlauf sichergestellt wird. Die Visualisierungsmöglichkeiten von Volumenmodellen erlauben Ingenieuren schnell und genau die Passgenauigkeit, mögliche Kollisionen und Platzbedarf zu untersuchen.

Fallstudie: W. F. Mickey Body Company, Inc., hat den Umstieg zur Volumenmodellierung lange hinausgezögert. Das Management der Firma, die Lastwagenaufbauten aus Aluminium herstellt, wollte einem Umstieg zu Volumenmodellen nur zustimmen, wenn er kostengünstiger und erheblich effektiver als der 2D Prozess wäre. Der erste große Vorteil der Volumenmodelle, den die Konstrukteure schnell erkannten, war die Möglichkeit, die Integrität der Baugruppen zu untersuchen. Vor dem Einsatz von 3D mussten die Ingenieure mit einer Vielzahl von 2D-Ansichten arbeiten, ohne tatsächlich zu erkennen, wie die Teile zueinander passten. Mit einer Darstellung der 3D-Baugruppe am Bildschirm werden Probleme aber schon erkannt, bevor die Produktion beginnt. Die Konstrukteure fanden auch Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung, die vorher nicht erkennbar waren. „Die Möglichkeit, jetzt alle Teile gleichzeitig zu sehen und nicht nur verschiedene 2D-Ansichten erlaubt es sogar, durch eine Modifikation an einem Bauteil, ein anderes komplett einzusparen.“ sagt John Hargett, Manager der Forschungs- und Entwicklungsabteilung. „Diese Dinge waren niemals so offensichtlich, als wir noch mit 2D-Zeichnungen gearbeitet haben.“

3D-Modellierung reduziert Fehler in der Konstruktion

Durch die umfangreichen Visualisierungsmöglichkeiten und Geometriedefinitionen, die 3D Volumenmodelle bieten, können Firmen die Fehler in der Konstruktion im Vergleich zu 2D-Techniken erheblich reduzieren. Diese Fehlerreduzierung führt zu Zeit- und Kosteneinsparungen in den Bereichen der Nacharbeit, der Neukonstruktion, der Analyse, Prototypenerstellung, Werkzeugbau und Fertigung.

Fallstudie: Dayton Systems Group, Inc., ein Zulieferunternehmen der Dosenindustrie in Dayton, Ohio, konstruierte eine neue Maschine in der Hälfte der Zeit, die mit einem 2D CAD-System notwendig gewesen wäre. Die Möglichkeit, digitale Baugruppen einer Maschine zu erzeugen, die Dosen einpackt und auf Paletten stellt, stellte sicher, dass alle 4000 Komponenten der Maschine perfekt zusammen passten, als der erste Prototyp gebaut wurde. Vizepräsident Steve Cook sagt „Wir hätten die Maschine vielleicht in derselben Zeit mit 2D-CAD entwickeln können, aber bei den vielen beweglichen Teilen wäre es unweigerlich zu Fehlern gekommen. Die Behebung der Fehler hätte sicher mindestens ein weiteres Jahr gedauert. Durch den digitalen Zusammenbau wussten wir aber, dass alles passen würde. Das ist sehr viel effizienter, als einen Prototypen auseinanderzunehmen und so zu ändern, dass er funktioniert.“

3D Modelle reduzieren die Notwendigkeit physikalischer Prototypen.

Die 3D-Modellierfunktionen für Einzelteile und Baugruppen in Solid Edge ermöglichen den Konstrukteuren in virtuellen Zusammenbauten beinahe alle Form-, Pass- und Funktionsprobleme zu erkennen und zu beheben, bevor überhaupt Prototypen gebaut werden. Mit 3D-Bauteilmodellen können Ingenieure automatisch physikalische und Masseneigenschaften ihrer Bauteile wie das Gewicht, den Schwerpunkt und Drehmomente ermitteln. Bei Baugruppenkonstruktionen ermöglicht Solid Edge den Konstrukteuren, im Bezug

zur Baugruppe zu konstruieren und die Geometrie benachbarter Teile zu nutzen und so sicherzustellen, dass die Teile in die Baugruppe passen. Dieser virtuelle Zusammenbau ist eine genaue und vollständige geometrische Darstellung die alle Vorteile eines physikalischen Prototypen zur Behebung von Zusammenbauproblemen bietet. Firmen, die Volumenmodelle für Zusammenbaukonstruktionen verwenden, können Kosten und Zeiten für physikalische Prototypen erheblich verringern, wenn nicht sogar ganz darauf verzichten.

Fallstudie: Value Plastics, ein in Colorado angesiedelter Hersteller von Präzisionskunststoffschläuchen, war in Eile, eine Maschine als funktionstüchtigen Prototypen für eine Messe herzustellen. Die Möglichkeit, 50 Komponenten der Maschine als Volumenkörper zu visualisieren, gestattete den Konstrukteuren, die einzelnen Komponenten bereits als CAD-Modell zu optimieren. Als die Einzelteile dann am Bildschirm zusammengebaut wurden, konnten potentielle Problemstellen und Kollisionen schnell erkannt und behoben werden. Das Ergebnis war ein Prototyp, der sich wie ein bereits fertiges Produkt verhielt.

„Wenn wir das mit 2D-CAD versucht hätten, hätten wir entweder den Zeitrahmen nicht halten können oder wir hätten sehr viel mehr Zeit mit Tests und Anpassungen zubringen müssen“ sagt Bruce Williams, Chefsingenieur bei Value Plastics. „In jedem Fall hätte unser Prototyp ohne die Volumenmodelle nicht so gut funktioniert, wie er es letztlich tat. Durch die Visualisierung der 3D-Modelle konnten wir Sachen erkennen, die wir in 2D nicht bemerkt hätten. Auch die Möglichkeit, Komponenten miteinander zu verbauen und zu sehen, wie alles zusammenpasst, hat uns eine Menge Zeit erspart. Ohne Solid Edge hätten wir sehr lange am Prototypen testen müssen, aber so haben wir die Probleme schon am Bildschirm erkannt und behoben, was uns mindestens 6 Wochen Arbeit gespart hat.“



Einfache Konstruktionsänderungen in 3D sparen Zeit und erhöhen die Qualität

Einer der Hauptvorteile der parametrischen Volumenmodellierung ist, dass schnell und einfach Konstruktionsänderungen durchzuführen oder Varianten zu erstellen sind. Da in Solid Edge die Bauteile mit parametrischen Formelementen und die Baugruppen mit assoziativen Beziehungen erzeugt werden, kann der Konstrukteur etwaige Änderungen schnell durchführen. Statt neue Geometrie auf einem leeren Blatt zu erzeugen und so eine Änderung abzubilden, ändert der Konstrukteur lediglich eine Bemaßung, das Aussehen einer Kontur oder er verändert eine Einbaubedingung und kann so neue Variationen seiner Konstruktion erzeugen. Die Volumengeometrie der Einzelteile oder Baugruppen wird automatisch angepasst, verhält sich dabei vorhersehbar und behält die bereits vergebene Intelligenz bei. Diese Möglichkeit spart nicht nur Zeit und Geld, sie hilft den Konstrukteuren auch, die Qualität der Produkte zu verbessern, da in einem gegebenen Zeitrahmen mehr Iterationen durchgerechnet werden können.

Fallstudie: MPB Technologies, Inc., eine kanadische Hightech-Firma, benutzte die Teilefamilien-Funktionalität in Solid Edge um schnell 60 verschiedene Produktkonfigurationen eines Verstärkers zu erstellen. Scott Sumner, Manager der Entwicklungsabteilung, erzeugte eine Baugruppe mit 25 Komponenten, deren treibende Abmessungen mit einer Microsoft Excel-Datei verknüpft waren. Wenn Sumner nun die Excel-Datei modifizierte hat Solid Edge automatisch neue Modelle generiert, die 2D-Zeichnungen aktualisiert, neue Baugruppenzeichnung erzeugt und neue Stücklisten ausgegeben. In wenigen Minuten kann Sumner eine neue Konfiguration erzeugen und einen Katalog von mehr als 100 Teilen ausgeben. Aus ganzem Herzen empfiehlt Sumner deshalb die Teilefamilien-Funktionalitäten in Solid Edge. „Jeder, der mehr als 3 Konfigurationen ohne diese Funktionen erstellt, schmeißt Zeit und Geld zum Fenster raus“.

3D CAD beschleunigt andere Konstruktionsprozesse

Da Volumenmodelle präzise und komplette geometrische Darstellungen von Konstruktionen sind, sind sie den 2D-Zeichnungen weit überlegen wenn es darum geht, Konstruktionsdaten für die Fertigung und Analyse verfügbar zu machen. Volumenmodelle beinhalten all die Flächen- und Körperinformationen, die für eine Analyse oder die Fertigung notwendig sind. Es gibt keinen Grund, irgendwelche Daten neu zu erzeugen und die Vorteile von automatischer Werkzeugweggenerierung, CAE-Analysen oder Rapid Prototyping nicht zu nutzen. Darüber hinaus bieten Volumenmodelle eine detaillierte, eindeutige Visualisierung, die bei der Vermeidung von Fehlern sehr hilfreich sein kann und in Folgeprozessen ebenfalls zu Zeitersparnis führt.

Fallstudie: Subsea Ventures, ein führender Anbieter von Ölbohrgeräten, ging mit dem Ziel der Zeitersparnis und dem geplanten Einsatz von Strukturanalysen im Konstruktionsprozess zur Volumenmodellierung über. Als Subsea 2D-CAD benutzte, wurden Volumenmodelle für Strukturanalysen von einem externen Analytisten anhand der Zeichnungen erzeugt. Volumenmodelle haben diesen Arbeitsschritt abgeschafft, weil sie direkt für die Analyse übernommen werden können. Um Analysen im Haus durchführen zu können, erwarb Subsea Cosmos/Edge, ein Analyseprogramm, das direkt in der Solid Edge-Umgebung arbeitet. „Der Hauptgrund für den Umstieg auf 3D war, Durchlaufzeiten zu verkürzen,“ sagt Frank Mooney, Chefentwickler bei Subsea Ventures. „Aber als wir erkannten, wie leicht die Analyse in den Konstruktionsprozess integriert werden kann, haben wir auch angefangen, unsere Produkte gleich zu optimieren.“

Fallstudie: CTS, ein großer Zulieferer in der Automobilindustrie für elektronische und elektrische Komponenten, produziert viele Spritzgießteile. Um die Produktion einer neuen Konstruktion zu beschleunigen ist deshalb die Herstellung guter Formen eine große Herausforderung. Der Konstrukteur Warren Williams sagt, dass CTS nach dem Umstieg von 2D-CAD zu Solid Edge nun

Konstruktionen an Formenbauer liefert, die in Parasolid-Format abgespeichert sind. Damit werden absolut keine Daten verloren und es müssen keine Zeichnungen besprochen werden. Williams schätzt, dass Formen dank Solid Edge um etwa 50% schneller gefertigt werden können.

3D-Daten können in der gesamten Firma genutzt werden

3D-Daten, die als Volumenmodelle in der Produktentwicklung erzeugt wurden, können neben der Fertigung und der Analyse noch vielen anderen Abteilungen einer Firma von Nutzen sein. Im Gegensatz zu 2D-Zeichnungen können Volumenmodelle überall dort verwendet werden, wo das Produkt visualisiert werden soll. Serviceorganisationen können die Kommunikation mit Kunden verbessern, Techniker im Feld können Volumenmodelle bei der Fehlersuche und -behebung verwenden, Der Einkauf kann die Modelle zur besseren Kommunikation mit Zulieferern nutzen und so Fehleinkäufe vermeiden. Marketing kann die Modelle für Werbezwecke verwenden. Mit einem breiten Spektrum möglicher Anwendungen hat die 3D-Volumenmodellierung einen viel höheren Nutzen, als technische 2D-Zeichnungen.

Fallstudie: Med-Eng Systems, der führende Entwickler von Schutzsystemen für Bombenentschärfungen und Minenräumer, stieg kürzlich von 2D AutoCAD auf Solid Edge um. Der Umstieg zu 3D hat in der ganzen Firma für Aufregung gesorgt. Marketing Koordinator John Carson nennt Solid Edge „ein sehr nützliches Marketing-Werkzeug“. Farbige 3D-Modelle helfen dabei, den hochtechnischen Ansatz der Entwicklungen von Med-Eng Systems auch für nicht-technische Kunden transparent zu machen. Freudig erwartet Carson nun eine Multimedia-CD mit Solid Edge-Modellen. Sie soll den Kunden die Produkte von Med-Eng von allen möglichen Seiten sichtbar machen, eine wichtige Verkaufshilfe an Leute, die ihr Leben von einem 360°-Schutz abhängig machen. In der Zukunft plant die Marketingabteilung auch, 3D-Modelle auf der Webseite zu verwenden und potentiellen Kunden die Möglichkeit zu eröffnen, Verbesserungen der neuen Ausrüstungen vorzuschlagen, bevor die Entwicklung

abgeschlossen und die Entwürfe in die Produktion gehen.

Rechtfertigung der Kosten für den Umstieg nach 3D

Auch wenn die Vorteile eines Umstiegs von 2D nach 3D gut dokumentiert sind, benötigen die meisten Firmen eine formelle Analyse der Kostenvorteile, um die Investition in ein 3D-Werkzeug zu rechtfertigen. Weiter unten finden Sie einige ROI (Return of Investment)-Beispiele, die für die Begründung der 3D CAD-Aufwendungen hilfreich sein können.

Arbeitskosten reduzieren: Produktivität der Konstruktion steigern

Mit den 3D-Modellertechniken in Solid Edge erfahren Fertigungsunternehmen in der Regel Wachstum der Produktivität von 4:1 in der Konstruktion, verglichen mit dem 2D-Einsatz für dieselbe Aufgabe. Firmen können anhand der folgenden Formel die Einsparungen direkt ausrechnen:

Stundenlohn x Anzahl der Stunden pro Jahr x Prozentsatz der Jahresarbeitszeit, die der Konstrukteur am CAD-System arbeitet x typische Einsparung durch 3D-Einsatz = Arbeitskosteneinsparung pro Jahr.

Beispiel:

- 4 Leute á 30 \$ pro Stunde
- 7680 Mannstunden pro Jahr
- 85% am CAD-System
- 4:1 Produktivitätssteigerung = 75% Einsparung

$30 \$ \times 7680 \times 85\% \times 75\% = 146,880 \$$
Arbeitskostenreduzierung

Qualitätskosten reduzieren: weniger Fehler

3D-Volumenmodellierung und automatisierte assoziative Zeichnungserstellung in Solid Edge beseitigen einen Großteil der Konstruktions- und Zeichnungsfehler. Damit wird direkt die Zahl der Änderungsanforderungen im Entwicklungsprozess reduziert. Mit genauen virtuellen Modellen

von Baugruppen können Konstrukteure die meisten Pass- und Kollisionsprobleme in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung erkennen und beseitigen. Gleichzeitig können viele Zeichnungsfehler verhindert werden, da die Zeichnungen direkt die 3D-Geometrie von Einzelteilen und Baugruppen referenzieren und bei Änderungen müssen nicht einzelne Ansichten nachgeführt werden. Typischerweise können Firmen 90% der Änderungsanforderungen, die auf Konstruktions- und Zeichnungsfehlern basieren, beseitigen.

Eine Firma kann die jährlichen Kosteneinsparungen durch reduzierte Änderungsanforderungen anhand der folgenden Formel berechnen:

Anzahl der Änderungsanforderung basierend auf Konstruktions- und Zeichnungsfehlern pro Jahr x durchschnittliche Arbeitsstunden pro Änderungsanforderung x Stundenlohn x Prozentsatz der Reduzierung von Änderungsanforderungen = Kosteneinsparung durch weniger Änderungsanforderungen pro Jahr.

Beispiel:

- Änderungsanforderungen durch Konstruktionsfehler (25) + Änderungsanforderungen durch Zeichnungsfehler (30)
- 30 Stunden pro Änderungsanforderung
- 30 \$ pro Stunde
- typische Reduzierung 90%

$55 \times 30 \times 30 \times 90\% = 44550$ \$ jährliche Kosteneinsparung durch reduzierte Änderungsanforderungen

Weitere Einsparungen

Viele weitere Einsparungen im Produktionsprozess können der verbesserten Qualität zugeordnet werden, die die 3D-Konstruktion den Herstellern bietet. Diese können in die Kostenrechnung einbezogen werden, wenn sie messbar sind, und umfassen:

- reduzierte Werkzeugkosten durch genauere und komplettere Information
- weniger Ausschuss
- weniger Inspektionsaufwand

- weniger Testläufe in der Entwicklung

Nacharbeit- und Garantieeinsparungen: Reduzierung der Überarbeitungen, Reduzierung der Abhängigkeit von physikalischen Prototypen

Unigraphics Solutions hat herausgefunden, dass fast alle Form-, Pass- und Funktionsprobleme durch die Verwendung eines virtuellen Zusammenbaus bereits vor der Herstellung eines physikalischen Prototyps erkannt werden können. Die Möglichkeit, in diesem frühen Stadium des Entwicklungsprozesses Probleme zu beheben führt direkt zu Kosteneinsparungen durch weniger Fehler und Nacharbeiten und durch weniger Prototypen.

Zur Berechnung der Kosteneinsparungen können die meisten Firmen annehmen, dass die 3D-Konstruktion zu 50% weniger Kosten für Nacharbeiten und Kosten im Zusammenhang mit physikalischen Prototypen führt.

Einsparungen bei technischen Publikationen: Verkürzung der Produktionszeiten

Firmen, die technische Publikationen mit vielen Produktillustrationen wie isometrischen Ansichten oder Explosionsdarstellungen produzieren, realisieren erhebliche Einsparungen durch die Nutzung der 3D-Modelle aus Solid Edge für die automatische Erzeugung der Grafiken. Einsparungen hängen von der Anzahl solcher Publikationen, der Anzahl der Illustrationen und den gegenwärtigen Kosten für die Erzeugung ab.

Beispiel:

- Anzahl technischer Publikationen pro Jahr = 20
- Durchschnittliche Zeit zur Erzeugung von Illustrationen pro Publikation = 40 Stunden
- Arbeitskosten pro Stunde = 30 \$
- Typische Zeitersparnis = 50%

$20 \times 40 \times 30 \$ \times 50\% = 12000$ \$ jährliche Einsparung.

Time-to-Market Vorteile der 3D-Konstruktion

Time-to-Market ist ein kritischer Faktor für den geschäftlichen Erfolg aller Fertigungsunternehmen. Marktanteile, Umsätze und Gewinne steigen, weil der Erste, der ein neues Produkt auf den Markt bringt, auch den größten Teil des Geschäftes machen wird. Obwohl der konkrete Umfang schwer zu erfassen ist, kann man doch etwas vom Time-to-Market Wert auf die 3D Technologie rechnen. Produktentwicklungszeiten werden durch schnellere Konstruktion und Zeichnungserstellung ebenso reduziert, Folgeprozesse durch weniger Fehler und weniger Prototypen kostengünstiger und schneller. Der erste am Markt mit einem neuen Produkt kann auch mit größeren Gewinnspannen rechnen, da noch keine Konkurrenz ihn zu einem Preiskampf zwingt.

Innovationsvorteile

Dreidimensionale CAD-Technologien erlauben es Konstrukteuren, mehr Möglichkeiten in der Produktentwicklung zu betrachten, was zu neuen, innovativen Ergebnissen führt. Um dies bei der Positionierung von 3D CAD zu berücksichtigen, können Firmen die Anzahl neuer Produkte oder Konstruktionsprojekte pro Jahr ermitteln, das Ergebnis kann zu mehr neuen Produktlinien führen und kann in die Abschätzung der Time-to-Market Vorteile einbezogen werden.

**For More Information, Call
Your Solid Edge Reseller:**

Unigraphics Solutions International Headquarters

Americas

13736 Riverport Drive
Maryland Heights, MO 63043
USA
(800) 498-5351

Europe

Centrum House
101-103 Fleet Road
GU13 8NZ
UK
+31 (0) 79363 5515

Asia Pacific

Suite 1701
Cheung Kong Center
2 QueenTMs Road Central
HONG KONG
(852) 2230-3333

Other Areas

(256) 705-2600

800-807-2200

www.solid-edge.com

solidedge@ugsolutions.com



SOLID EDGE