

# Einbindung von Simulation in den Konstruktionszyklus

**SIEMENS**

## White Paper

Verbesserung gefertigter Produkte durch umfangreichere Nutzung digitaler Simulation und ihre Einbindung in den Konstruktionsprozess.

## Inhalt

Kurzdarstellung .....	3
Einführung .....	4
Herausforderungen bei der Einbindung von Simulation in die Konstruktion.....	5
Der Wert der Simulation in der Konstruktion.....	6
Die Rolle von NX.....	6
Messbare Vorteile .....	6
Fazit .....	9
Referenzen .....	10

## Kurzdarstellung

Alle Unternehmen suchen unablässig nach Möglichkeiten, um Prozessfehler zu minimieren und die Produktivität zu steigern. Digitale Simulation hat sich als eine zeit- und kosteneffektive Alternative zu physikalischen Tests erwiesen, da sie die Einbeziehung einer größeren Anzahl von Konstruktionsoptionen in kürzeren Zeitrahmen ermöglicht. Heute sind Unternehmen bestrebt, die Nutzung von Simulation weiter auszudehnen, indem sie sie zu einem noch früheren Zeitpunkt in den Konstruktionsprozess einbeziehen. Eine der Herausforderungen im Zusammenhang mit der Implementierung von Simulation in die Konstruktionsstrategie besteht jedoch darin, dass keine Entwicklungsumgebung und keine Entwicklungsprozesse vorhanden sind, die mit dem Konstruktionsteam Schritt halten können. Verschärft werden diese Probleme durch eine Reihe von unterschiedlichen, spezialisierten CAE-Tools,

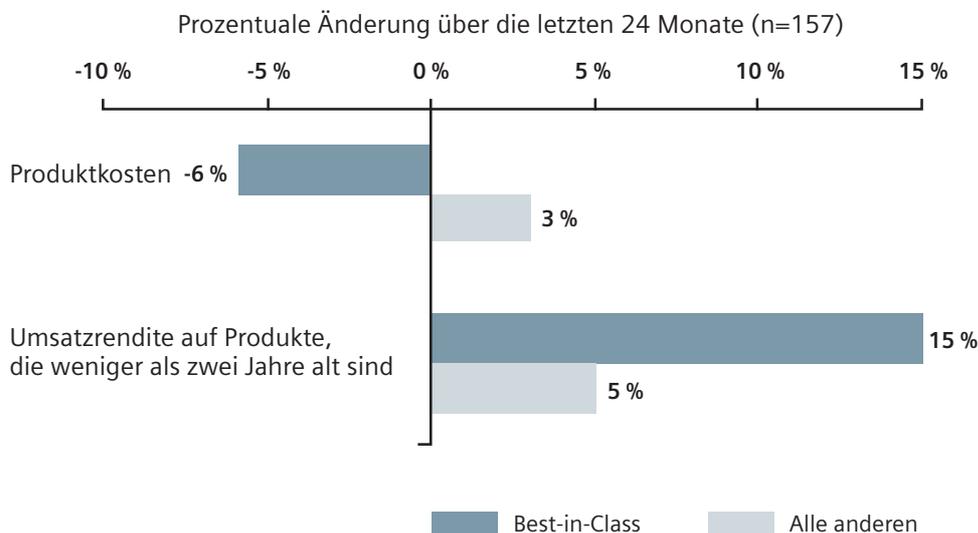
die nicht miteinander verbunden sind, sodass redundante Daten und Arbeitsabläufe entstehen, was der Geschwindigkeit der Simulation hinderlich ist. Die NX™ Suite für digitale Produktentwicklung von Siemens PLM Software hilft Unternehmen dabei, diese Schwierigkeiten durch die frühere Einbeziehung von Simulation in den Konstruktionszyklus zu überwinden. NX für Simulation bietet ein breites Spektrum an Analysetechnologie, die in eine einzige Produktentwicklungsumgebung eingebettet ist und sowohl von Konstrukteuren als auch von Ingenieuren genutzt wird. Das folgende White Paper beschäftigt sich mit verschiedenen Beispielunternehmen, die NX einsetzen, um die Nutzung von Simulation im Konstruktionsbereich auszudehnen, und schildert, wie sie dadurch positive Ergebnisse schaffen.

## Einführung

Seit den frühen Tagen der Konstruktion haben Ingenieure ihre produktbezogenen Entscheidungen auf Basis von Erfahrung und physikalischen Tests getroffen. Da die Konstruktionsarbeit immer komplexer und die Zeitpläne immer straffer werden, betrachtet man physikalische Tests zunehmend als kostspieligen Flaschenhals. Digitale Simulation ist eine zeit- und kosteneffektive Alternative für physikalische Tests. In der Zeit, die für einen Test nötig ist, können viele digitale Simulationen durchgeführt werden. Auf diese Weise können mehr Konstruktionsoptionen in kürzerer Zeit berücksichtigt werden, was zu besseren und schnelleren Konstruktionsentscheidungen und letzten Endes zu besseren Produkten führt.

Aberdeen Research<sup>1</sup> berichtet, dass „erstklassige Unternehmen durch die Integration von Simulationen und Analysen ab den frühesten Konstruktionsphasen in der Lage sind, im Laufe des gesamten Prozesses bessere Entscheidungen zu treffen. Dies versetzt sie in die Lage, Produkte von höherer Qualität zu niedrigeren Kosten zu realisieren und die Innovationen sowie den Funktionsumfang zu bieten, die ihre Produkte von der Konkurrenz abheben. Unterm Strich bringt dies eine Steigerung der Gewinnmargen neuer Produkte um 15 %, was dem Dreifachen der Ergebnisse ihrer Mitwettbewerber entspricht.“

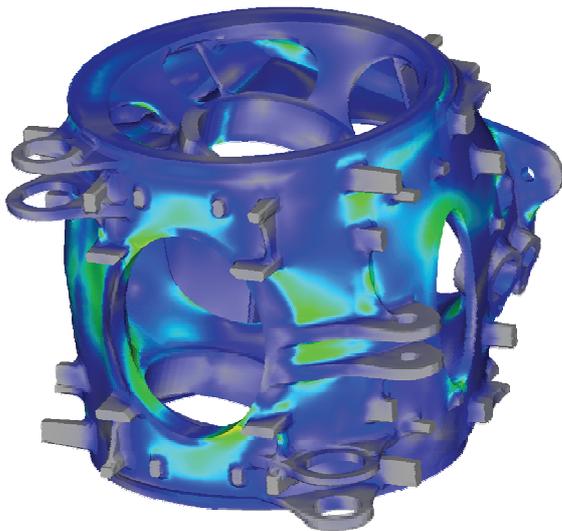
### Realisierung von Performance-Steigerungen durch Einbindung von Simulation in die Konstruktion



Quelle: Aberdeen Group, April 2010.

## Herausforderungen bei der Einbindung von Simulation in die Konstruktion

Die Implementierung einer Strategie für digitale Simulation wurde mit unterschiedlichem Erfolg realisiert, was sich durch die Tatsache erklärt, dass integrierte Konstruktion und Simulation nur dann möglich ist, wenn Unternehmen Konstruktionsumgebungen und -prozesse einsetzen, die mit dem Entwicklungsteam Schritt halten können. Die Umgebung muss schnell genug sein, um Ingenieuren die Beantwortung von Konstruktionsfragen zu erlauben, und so robust, dass die vorhandenen Prozesse (einschließlich physikalischer Tests) guten Gewissens durch sie ersetzt werden können. Außerdem muss die Umgebung eine außerordentlich diverse Anwenderschaft unterstützen: von Berechnungsingenieuren, die nahtlosen Zugriff auf Konstruktionsgeometrie benötigen, um anspruchsvolle Analysen durchzuführen, bis hin zu Entwicklern, die eigene frühe Analysen durchführen und erwarten, dass diese die Richtung vorgeben.



Windmühlengeräte-Bild mit freundlicher Genehmigung von Nesys Engineering und Vergnet S.A.

Da frühe Konstruktionssysteme nicht über die robusten Tools verfügten, die für die Erstellung von Analysemodellen nötig sind, füllten CAE-Nischenanbieter diese Lücke aus, indem sie Umgebungen entwickelten, die ihre eigenen Solver unterstützten. Die Tatsache, dass Konstruktionsteams häufig mehr als einen Solver einsetzen, führt zu weiteren Komplikationen. Daher benötigen Konstruktionsgruppen eine Vielzahl von verschiedenen, getrennten Analyse-Tools für jede Art von Analyse. Die meisten dieser Tools verfügen nicht über die Geometriefunktionen, die für eine nahtlose Integration von Ingenieuren in den Produktentwicklungsprozess benötigt werden.

Dies führt dazu, dass Zeit damit verschwendet wird, spezifische Daten von Konstruktionsteams anzufordern und sie – falls die Geometriedefinitionen auf unterschiedlichen Mathematiken aufbauen – aus Systemen zu exportieren oder in Systeme zu importieren. Da sich Konstruktionsmodelle außerdem abhängig von der jeweiligen Konstruktionsphysik voneinander unterscheiden, passen Ingenieure häufig die Topologie der Struktur an, damit sie der ihres Konstruktionsmodells entspricht; das bedeutet, dass diese Anwender für jede Konstruktionsdisziplin eine Reihe von unterschiedlichen geometrischen Darstellungen manuell handhaben müssen.

Aus einem Bericht von Autosim, einem europäischen Konsortium für den Einsatz von Simulation in der Automobilindustrie, geht hervor, dass „80 % der Gesamtzeit, die Ingenieure für die Erstellung einer Simulation eines Systems oder Subsystems benötigen, auf die Erzeugung eines Modells verwendet wird.“<sup>2</sup> Als CPD Associates<sup>3</sup> die Hindernisse im Konstruktions- und Simulationszyklus untersuchten, stellten sie fest, dass 51 % der Unternehmen, die an ihrer Befragung teilgenommen hatten, Modellbereinigung entweder als „kritisches“ oder als „bedeutendes“ Problem innerhalb ihres Betriebs ansahen. „Die Modellbereinigung vor der Vernetzung steht der Fähigkeit von CAE-Berechnungsingenieuren zur Verkürzung von Zykluszeiten im Wege.“

Selbst die besten Nischenlösungen scheinen Probleme zu haben, mit Konstruktionsänderungen Schritt zu halten: Anwender berichten,<sup>4</sup> dass schon geringfügige Änderungen zur Lösung der Verknüpfungen führen können, die verwendet werden, um Analysemodelle mit der Konstruktionsgeometrie zu synchronisieren. Dies führt häufig dazu, dass Berechnungsingenieure ihre Analysemodelle nach einer Konstruktionsänderung von Grund auf neu erstellen müssen.

CAE-Nischenanbietern mangelt es oft an einer geschäftlichen Begründung oder an den nötigen Ressourcen, um umgehende Unterstützung für spezifische Versionen der Konstruktions-Tools von Partnern garantieren zu können. Darüber hinaus bieten sie in den seltensten Fällen eine Integration in kritische Infrastrukturen wie Product Lifecycle Management- (PLM-) oder Product Data Management- (PDM-) Systeme. Diese Einschränkungen führen sowohl zu Unsicherheit als auch zu höherer Komplexität in Bezug auf die Projektplanung und hindern Unternehmen am einheitlichen, pünktlichen Erreichen von zuverlässigen Ergebnissen.

# Der Wert der Simulation in der Konstruktion

## Die Rolle von NX

NX ist eine leistungsstarke Suite von verwalteten und integrierten Konstruktions-, Simulations- und Fertigungslösungen, die Unternehmen dabei helfen, die Produktivität im Rahmen ihrer gesamten Produktlebenszyklen zu steigern.

Als einzige Lösung ihrer Art bietet NX für Simulation ein breites Spektrum an hochrobuster Analysetechnologie, die in eine einzige Produktentwicklungsumgebung eingebettet ist. Die Nutzung von NX sowohl für Simulation als auch für Konstruktion bietet Produktteams von heute klar erkennbare Produktivitätsvorteile.

## Messbare Vorteile

Wirth Research spezialisiert sich auf Forschung, Entwicklung, Konstruktion und Fertigung für die Autorennsportindustrie und andere Hochtechnologiebereiche. Darren Davies, Engineering Manager, erklärt, dass eine einzige integrierte Konstruktionsinfrastruktur für den Erfolg von Projekten von großer Bedeutung ist. „Ebenso wie 90 % der weltweiten Unternehmen sind wir ein KMU; wir beschäftigen etwa 50 Mitarbeiter und handhaben Entwicklung und CAE – Konstruktion und Simulation – an einem Ort.“

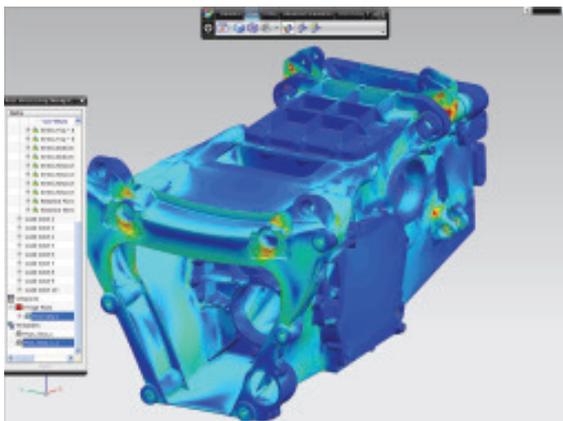


Abbildung mit freundlicher Genehmigung von Wirth Research

Paul Crooks, Leiter des Konstruktionsteams, nennt ein Beispiel für den Ansatz des Unternehmens (in diesem Fall in Bezug auf einen Rennwagen): „Eines der wichtigsten Konstruktionsziele bestand darin, das Heck des Wagens möglichst leicht zu halten. Dazu war eine Änderung des gesamten Getriebekonzepts nötig. Wir mussten von einer Magnesiumkonstruktion zu einem dünnwandigen Aluminiumgehäuse übergehen.“ Dank NX war das Konstruktionsteam in der Lage, die Wandstärke des Gehäuses anhand eines einzigen

Parameters (über 4.000 Formelemente, unterschiedliche Verrundungen, Bohrungen, Befestigungsdomen usw.) zu ändern. Das Konstruktionsmodell konnte in weniger als 30 Minuten erneut erzeugt werden, was zu einer automatischen Aktualisierung des Analysemodells führte, sodass die Ingenieure nur drei Stunden später die Ergebnisse prüfen konnten. Dieser schnelle, NX-basierte Prozess steht in klarem Kontrast zu früheren Analyseprozessen, die 10 Tage Zeit und die Beteiligung von externen Beratern erforderten. „Ohne NX und die integrierten CAE-Tools hätte dieser Prozess zwei Wochen gedauert, und wären wir nicht in der Lage gewesen, die besten und schlechtesten Fälle zu jedem Zeitpunkt des Konstruktionsprozesses schnell zu prüfen, hätten wir nicht genügend verlässliche Daten gehabt, um guten Gewissens einen Dünnwandguss zu verwenden.“

In vielen Unternehmen müssen CAE-Spezialisten auf fortschrittliche Geometrie-Tools zugreifen, um frühere und schnellere Analysen durchzuführen. Die einzigartigen NX-Funktionen für Direktbearbeitung, die Teil der Synchronous Technology-Funktionalität sind, vereinfachen die Arbeit von Ingenieuren mit Konstruktionsgeometrie. Da sie weder den Umgang mit dem CAD-System lernen noch die mit dem Bau eines Teils verbundene Feature-Historie kennen müssen, können sie die Geometrie anhand von wenigen Symbolen intuitiv kontrollieren und ändern. Synchronous Technology ermöglicht der Entwicklungsgemeinschaft und insbesondere CAE-Spezialisten eine völlig neue Perspektive.

Vor Kurzem erklärte Emmanuelle Crespin von Nesys, einem französischen Konstruktionsberatungsunternehmen, bei einer von Siemens PLM Software geförderten Konferenz, wie es seinem Unternehmen gelang, einen viertägigen Modellierungsprozess um 70 % zu verkürzen. Das Unternehmen war damit beauftragt worden, ein Getriebegehäuse zu analysieren, das in der Spitze einer großen Windturbine eingesetzt werden sollte. Die Geometrie des Gehäuses war äußerst komplex und bedurfte erheblicher Vereinfachungen, bevor sie vernetzt werden konnte. Unter Einsatz traditioneller CAE-Tools und -Prozesse benötigten die Ingenieure von Nesys vier Tage allein für die Ausblendung von Features und die Vorbereitung der Geometrie, bevor eine Vernetzung überhaupt möglich war. Nesys beschloss, es mit NX zu versuchen, und erkannte, dass Synchronous Technology die Vereinfachung des Modells in einem Bruchteil der Zeit ermöglichte, die beim Einsatz von individuellen CAE-Tools nötig gewesen wäre.

Jerry Baffa von Damen Shipyards stimmt zu: „Wenn Analysen ergeben, dass Konstruktionsänderungen erforderlich sind, können wir diese anhand von (NX) Synchronous Technology auf effiziente Art und Weise durchführen. Die erneute Vernetzung ist ein Kinderspiel und ermöglicht extrem kurze Konstruktionszyklen.“

Aber die Geometriebearbeitung ist nur ein Teil der Lösung. Ingenieure müssen außerdem in der Lage sein, Geometrieartefakte schnell zu reparieren und zu entfernen. Ein NX-Kunde aus der Luft- und Raumfahrtindustrie stellte beispielsweise fest, dass er beim Wechsel auf ein externes Analyse-System (ANSYS) außerordentlich viel Zeit durch Geometrie-Probleme verlor. 56 Tage waren allein für die Entfernung der kleinen Kanten nötig. Durch den Austausch der ANSYS Prä- und Postumgebung gegen NX konnte das Unternehmen bei einem Test den Zeitaufwand von einer Woche auf einen halben Tag reduzieren (und somit eine Prozessoptimierung von 10:1 realisieren). Schätzungen der Auswirkungen auf einen vollständigeren Arbeitsablauf ergeben, dass bei der Reparatur der Geometrie zwei Wochen gespart werden können. Darüber hinaus können durch den Wegfall des Konvertierungsbedarfs zwei weitere Wochen gespart werden, während die assoziative Verbindung zwischen Konstruktion und FEM noch einmal zwei Wochen spart. Alles in allem betrachtet ist eine Einsparung von sechs Wochen äußerst beeindruckend, insbesondere wenn man bedenkt, dass das Unternehmen in jedem Zyklus 26 Modelle von der Konstruktion zur Analyse bringt.

Berechnungsingenieure können durch die Nutzung einer breiten Auswahl von CAE-Funktionen im Zusammenspiel mit der fortschrittlichen Geometrieumgebung von NX erhebliche Vorteile realisieren. Ingenieure können Modelle auf verschiedene Arten und Weisen erstellen. Sie können CAE-Elemente mit oder ohne Geometrie verwenden, etwa einen Massepunkt, um ein Gebläse zu ersetzen. Das Gebläse kann beispielsweise anhand von steifen Elementen, die zur Lastverteilung an Bolzenstellen verwendet werden, mit CAE-Elementen oder Konstruktionsgeometrie verbunden werden. Lasten und Einschränkungen können außerdem auf Geometrie- bzw. CAE-Elemente angewendet werden.

Der Nutzen von NX zeigt sich bei der Konvertierung der Topologie der Konstruktion für die Analyse. Konstruktions- und Analysemodelle sind vollständig verbunden, was bedeutet, dass NX die Analysetopologie bei Änderungen der Konstruktion aktualisieren kann. Querschnitte, die Stäbe oder Balken darstellen, können problemlos durch vereinfachte Analysetopologie ersetzt werden, während Lasten und Beschränkungen entweder auf die ursprüngliche Geometrie oder auf die entsprechenden FEA-Einheiten angewendet werden können. Bei der Untersuchung des Luftstroms in einem Gebäude oder einem Computergehäuse kann der Luftstrom problemlos mit den Gebläse- oder Abluftstellen verbunden werden, was die Modellierung äußerst intuitiv macht. Davies erklärt: „Der Vorteil von NX besteht darin, dass es nicht nur ein CAD-Paket ist. Wir verwenden dasselbe Paket und die FE-Tools der Suite, um die von uns entwickelten Teile zu analysieren. Da wir alles aus einer Hand nutzen können, sind beim Wechsel von der Entwicklung zur Simulation und zur virtuellen Konstruktion keine Vorlaufzeiten nötig. Es ist ein absolut nahtloser Arbeitsablauf.“

Ingenieure und Entwickler, die Simulation einsetzen, stammen aus den unterschiedlichsten Bereichen und haben unterschiedlich viel Erfahrung. Diese Unterschiede können sich auf die Simulationsgenauigkeit und damit auch auf das Vertrauen in die Ergebnisse auswirken. Die NX CAE-Tools ermöglichen es Unternehmen, Vorlagen für bewährte Analysemethoden zu erstellen, die von Ingenieuren und Entwicklern mit unterschiedlicher Expertise verwendet werden können. Wenn ein Unternehmen, das Befestigungswinkel herstellt, einen wiederholbaren Prozess einsetzt, der aus einer bestimmten Reihe von Analyseschritten besteht, kann es diesen Prozess festhalten und wiederverwenden, ohne dass dafür individueller Code geschrieben werden muss.

Die Erstellung von wiederverwendbaren Analysevorlagen ermöglicht es Entwicklern, bestimmte grundlegende Analysen selbst durchzuführen, sodass sie ihre Konstruktionen schneller iterieren können, da sie nicht auf Feedback vom CAE-Team warten müssen. Auf diese Weise können sich die spezialisierten Ingenieure auf komplexere Probleme konzentrieren. „Da wir Vorlagen verteilen, aus denen die von uns gewünschte Analyseverfahren der FE-Struktur hervorgeht, können die Konstruktionsingenieure ihre eigenen Konstruktionen analysieren“, erklärt Davies. „Die integrierten Belastungsanalysefunktionen von NX ermöglichen all unseren Konstrukteuren die unabhängige Durchführung schneller Komponentenanalysen, wobei zuvor festgelegte Einschränkungen und Lastentechniken zum Einsatz kommen, die von der Analysegruppe zusammengestellt werden.“

Der Einsatz der integrierten CFD-Lösung von NX, NX Flow, hilft dem Konstruktionsteam von Adams Golf dabei, zu verstehen, wie sich Änderungen und bestimmte geometrische Eigenschaften auf den Luftwiderstand des Drivers und auf die Ballgeschwindigkeit auswirken. Scott Burnett, Director of Advanced Product Development, erklärt: „Die letzten Produkte haben wir mit NX Flow entwickelt. Es ist bereits ein integraler Bestandteil bei der Konstruktion von Driverköpfen.“

„Die Geschichte des Speedline-Driver ist ein gutes Beispiel für die Einbindung von NX in einen Prozess“, erklärt Burnett. „Der erste Speedline-Driver wurde anhand von Methoden entwickelt, die ich als den „alten Prozess“ bezeichnen würde. Wir fertigten einen Prototyp an. Wir machten zahlreiche Schätzungen hinsichtlich der Aerodynamik. Und wir machten viele Kompromisse. Bei der darauf folgenden Driver-Generation war es uns dank NX möglich, die Schlagfläche wieder zu vergrößern. Dies gelang uns, indem wir die Fläche ausdehnten und dann zahlreiche CFD-Iterationen mit NX Flow durchführten, um den Widerstand zurück auf das Niveau des ursprünglichen Speedline-Driver zu bringen.“

Adams Golf ließ dieses Wissen in die Produktentwicklung einfließen; Ergebnis war der 2009 eingeführte Speedline-Driver. Seit seiner Markteinführung war der Driver an zahlreichen Toursiegen beteiligt. *Golf Digest* zeichnete den Adams Speedline-Driver als 2009 Gold Winner aus und schrieb: „Man hat den Eindruck, dass Adams etwas entdeckt hat, das anderen entgangen ist.“

## Fazit

Alle Unternehmen suchen heute unablässig nach Möglichkeiten, um Prozessfehler zu minimieren und die Produktivität zu steigern. Um es mit den Worten von Darren Davies (Wirth) zu sagen: „Der Business Case für die Nutzung von CAE ist gewaltig und unbestreitbar. Wir konnten unsere Produktivität und unsere Konstruktionseffizienz erheblich steigern und unsere Entwicklungskosten senken. Wir setzen weniger Schritte ein, aber jeder von ihnen erzielt bessere Ergebnisse und kostet uns weniger.“

## Referenzen

1. „The Impact of Strategic Simulation on Product Profitability“, Aberdeen Research, Juni 2010.
2. „Current and Future Technologies in Automotive Engineering Simulation (CAE)“, NAFEMS, ISBN 978-1-874376-41-5.
3. „The CAD/CAE Iterative Cycle: Model Clean Up“, Ken Versprille, PLM Research Director, CPD Associates, Mai 2008.
4. Zahlreiche Referenzen aus Anwenderforen und Online-Diskussionsgruppen.

## Über Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, eine Business Unit der Siemens-Division Industry Automation, ist ein führender, weltweit tätiger Anbieter von Product Lifecycle Management- (PLM-) Software und zugehörigen Dienstleistungen mit 6,7 Millionen lizenzierten Anwendern und mehr als 69.500 Kunden in aller Welt. Siemens PLM Software mit Sitz in Plano, Texas, arbeitet eng mit Unternehmen zusammen, um offene Lösungen zu entwickeln, mit denen diese mehr Ideen in erfolgreiche Produkte umsetzen können. Weitere Informationen über die Produkte und Leistungen von Siemens PLM Software erhalten Sie unter [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm).

### Siemens PLM Software

#### Deutschland

Siemens Industry Software  
GmbH & Co. KG  
Franz-Geuer-Str. 10  
50823 Köln  
+49 221 20802-0  
Fax +49 221 248928

#### Österreich

Siemens Industry Software GmbH  
Wolfgang-Pauli-Strasse 2  
A-4020 Linz  
+43 732 37755-0  
Fax +43 732 37755-050

#### Schweiz

Siemens Industry Software AG  
Grossmattstrasse 9  
CH-8902 Urdorf  
+41 44 75572-72  
Fax +41 44 75572-70

[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

© 2011. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Alle Rechte vorbehalten. Siemens und das Siemens-Logo sind eingetragene Warenzeichen der Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix und Velocity Series sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. oder ihrer Niederlassungen in den USA und in anderen Ländern. Alle anderen Logos, Warenzeichen, eingetragenen Warenzeichen oder Dienstleistungsmarken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.