

1 X 1 DER SIMULATION FÜR NICHT-CAE-EXPERTEN

65 77 50 78
20 74 65 78
65 72 65 20
62 65 20 63
65 72 74 65
67 20 60 65
65 63 69 64

C0 00 Arc Draw
49 38 Idx #000
05 2F ssa RefObjectNumber
42 82 Idx #002
20 93 Cl Jar SetObjects
42 85 Idx #000
95 85 ssa 000
CA dex
78 88 ssa -

R5_CORE_SMP
1374.84DRX

THROUGH : A13

3.21x

SSP PROCESSING INPUT
MODEL AUTO
CPU 12871 Mhz



X POSITION : 24.87
Y POSITION : 36.21
Z POSITION : 19.85



0.5% AUTOMATIC
2.4% CALCULATOR MEMORY LOAD

MODEL 0042

ASSEMBLY AUTO
MODEL 12184 M

VIEW DATA INFORMATION



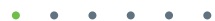


Maschinenbau für die Produktentwicklung gliedert sich in drei Hauptbereiche: Konstruktion, Simulation und Analyse. Für Nicht-CAE-Experten, einschließlich Führungskräfte und Ingenieure, kann die Simulation schwer zu verstehen sein, da sie komplexe Themen, spezielle Gleichungen und fortgeschrittene Matrixmathematik beinhaltet.

Simulation ist die Verwendung von Computermodellen zur Vorhersage der Reaktion von Teilen, Baugruppen und Zeichnungen, um deren Leistung in ihrer Betriebsumgebung zu validieren und diese Objekte dann für die bestmögliche Lösung zu optimieren.

Analyse- und Simulationstools sind für Produktentwicklungsunternehmen von entscheidender Bedeutung, da sie zur Reduzierung von Kosten, Gewicht und Markteinführungszeit beitragen. Ohne Simulation und Analyse müssen die Teams teure Prototypen bauen und testen – und das möglicherweise mehrmals.

Dieses E-Book vermittelt Nicht-Analysten ein genaueres Verständnis der Aufgaben und Ergebnisse des Simulationsprozesses, einschließlich der Bedeutung von Simulationen in der Produktentwicklung. Lesen Sie weiter, um mehr über diese Themen zu erfahren:



- > **Einfache Simulationen: Strukturmechanische, modale und thermische Analysen**
- > **Erweiterte Analysen: Dynamische Analysen, Mechanismen und Beulen**
- > **Demokratisierung der Finite-Elemente-Analyse (FEA) für Konstrukteure**
- > **Multiphysik und numerische Strömungsmechanik (CFD)**

Sind Sie bereit für Ihre ersten Schritte in eine größere Welt? Los geht's!

Teil 1: Arten von Simulationen für Führungskräfte

Es ist nicht ungewöhnlich, dass Führungskräfte in der Produktentwicklung kein Hintergrundwissen im Bereich Simulation und Analyse haben. Eventuell kommen sie aus einem anderen technischen Bereich wie Elektrotechnik oder Informatik oder sie sind Programmmanager mit einem nichttechnischen Hintergrund. Und das ist in Ordnung. Von niemandem werden Kenntnisse oder gar Expertenwissen in den Fachgebieten der Personen erwartet, mit denen man arbeitet. Der nachfolgende Leitfaden soll Führungskräften, die mit der Simulation für die Produktentwicklung nicht vertraut sind, beim Verständnis der Grundlagen dieses Themas helfen. Werfen wir einen Blick auf die drei wichtigsten Analysearten: strukturmechanische, modale und thermische Analysen.



Würden Sie gerne mehr erfahren?

KONTAKT →

Strukturmechanische Analyse

Ein Professor am MIT sagte: „Maschinenbau ist die Lehre vom Scheitern. Und einige von Ihnen werden damit sehr vertraut werden.“ Das stimmt. Produktkonstrukteure entwickeln Konzepte für Produkte und analysieren und testen sie dann, um festzustellen, ob sie in ihrem Einsatzumfeld bestehen oder versagen werden.

Um diese Bedingungen zu simulieren, untersuchen Techniker etwas, das als Belastung bezeichnet wird. Bei der strukturmechanischen Analyse wird die Belastung berechnet. In schwierigen Zeiten sagen die Menschen häufig „Ich spüre eine starke Belastung“ oder „Ich stehe unter großem Druck“. In der Mechanik sind Belastung und Druck eng miteinander verbunden. Beide beziehen sich auf die Kraft pro Flächeneinheit. Sie werden in denselben Einheiten gemessen, z. B. Pfund pro Quadratzoll oder Newton pro Quadratmillimeter.

Wenn ein Produkt in seiner Betriebsumgebung eingesetzt wird, ist es häufig Kräften ausgesetzt, die als Lasten bezeichnet werden. Diese Lasten wirken entweder auf Zug (ziehend), Druck (drückend) oder beides gleichzeitig. Objekte, die unter Zug stehen, werden länger, Objekte, die unter Druck stehen, werden kürzer. Diese Längenveränderung wird als Verschiebung bezeichnet.

Diese Lasten und Verschiebungen führen zu Belastungen. Wenn die Belastung unter der Streckfestigkeit liegt, nimmt das Objekt seine ursprüngliche Form wieder an, wenn die Last entfernt wird. Wenn die Belastung die Streckfestigkeit erreicht oder überschreitet, bleibt das Objekt dauerhaft verformt, wenn die Last entfernt wird. Wenn die Belastung die Bruchfestigkeit bei Zug oder die Druckfestigkeit übersteigt, bricht das Objekt.

Liegt die Belastung des Produkts unterhalb der Versagensgrenze, kann man den Sicherheitsspielraum bzw. Sicherheitsfaktor berechnen. Wenn das Produkt überdimensioniert ist, können wir es leichter und dünner machen, so dass es gerade noch den Anforderungen entspricht. Das nennt man Optimierung.

Modalanalyse

Die Modalanalyse ist die Untersuchung der Frequenzen und Formen, bei denen ein Objekt schwingt. Wenn jemand an einer Gitarrensaite oder einer Wäscheleine im Garten zupft, schwingt sie. Man kann sogar stehende Wellen in der Saite oder Leine sehen. Dies ist ein Beispiel für die Eigenfrequenz und die Eigenmodenformen des Objekts.

Physische Objekte haben nicht nur eine Eigenfrequenz, sondern auch weitere höhere Frequenzen, bei denen sie schwingen. Die Eigenfrequenz und die weiteren Frequenzen sind die Eigenmoden des Objekts. Produktkonstrukteure müssen die Eigenmoden eines Produkts kennen, um es nicht zu überfordern. Wird einem Objekt Energie zugeführt, die seinen Eigenmoden entspricht oder ähnlich ist, schwingt es immer stärker (Resonanz), bis es sich buchstäblich selbst zerreißen kann. Wenn beispielsweise eine Pumpe mit einer bestimmten Frequenz rotiert, sollten Sie an ihr keine Komponenten anbringen, die ähnlich dieser Frequenz schwingen.

Je höher die Eigenfrequenz eines Objekts ist, desto steifer ist das Objekt. Modalfrequenzen können Produktkonstrukteuren helfen, zwischen unterschiedlichen Konstruktionsalternativen zu wählen. Modalanalysen können auch als Eingaben für fortgeschrittenere Analysen verwendet werden, z. B. für dynamische Analysen, die im nächsten Abschnitt behandelt werden.



Thermische Analyse

Es ist wohl offensichtlich, dass sich „thermisch“ auf die Temperatur bezieht. Die thermische Analyse untersucht die Folgen von Lasten oder Randbedingungen, die sich auf die Übertragung von Wärme auf oder von einem Objekt auswirken. Wenn Wärme zugeführt wird, dehnt sich ein Objekt aus. Wenn etwas abkühlt, zieht es sich zusammen. Wie bereits erwähnt, führt eine Längenänderung („Verschiebung“) zu Spannungen im Objekt.

Es gibt drei unterschiedliche Möglichkeiten, wie die Temperatur auf ein Objekt oder von einem Objekt übertragen werden kann:

- > **Wärmeleitung:** Dies ist der direkte Kontakt. Wenn Sie jemals eine heiße Herdplatte, ein Laptop-Gehäuse in der Nähe des Akkus oder die Motorhaube eines Autos nach einer langen Fahrt berührt haben, dann ist das Wärmeleitung.
- > **Konvektion:** Dabei handelt es sich um eine Wärmeübertragung über ein Fluid, wie Luft oder Wasser. Wenn Sie sich schon einmal vor einem Ventilator sitzend abgekühlt haben, haben Sie von der Konvektion profitiert.
- > **Strahlung:** Das ist die Erwärmung eines Objekts durch elektromagnetische Wellen. Sie nutzen die Strahlung, um im Mikrowellenherd die Reste einer Mahlzeit aufzuwärmen oder Popcorn zuzubereiten.

Techniker führen thermische Analysen durch, um die Endtemperatur (auch als „stabiler Zustand“ bezeichnet), die Temperatur im Zeitverlauf („transiente Temperatur“) oder die Geschwindigkeit, mit der Wärme in ein Objekt ein- oder aus ihm austritt („Wärmestrom“), zu berechnen.



Teil 2: Erweiterte Simulationsanalysen

Schauen wir uns drei weitere Klassen von Analysen an. Diese sind etwas fortgeschrittener als die im vorigen Abschnitt behandelten, werden aber dennoch häufig verwendet. Dazu gehören:

- > **Dynamische Analysen für Lasten, die sich als Funktion der Zeit oder der Frequenz ändern**
- > **Mechanismusanalysen für Maschinen mit beweglichen Komponenten**
- > **Beulanalysen für dünne Profile unter Komprimierung**

Dynamische Analyse

Dynamische Analysen untersuchen die Effekte von Lasten, die sich in der Betriebsumgebung als Funktion der Zeit oder der Frequenz ändern können. Dies steht im Gegensatz zu statischen Analysen, bei denen die Lasten konstant sind und wir die Belastung oder Verschiebung im Gleichgewicht (wenn sich alles eingependelt hat) wissen wollen. Bei einer statischen Analyse wird beispielsweise untersucht, wie stark sich das Dach eines geparkten Autos verformt, wenn ein Fahrradträger und zwei Fahrräder darauf montiert werden.

Zu den gängigen Arten von dynamischen Analysen gehören:

- > **Dynamische Zeitanalyse:** Bei diesen Untersuchungen ändert sich die Last im Laufe der Zeit, und das Ziel ist es, Ergebnisse darüber zu erhalten, wie sich die Belastung, die Verschiebung oder andere Messgrößen im Laufe der Zeit ändern. Wenn zum Beispiel ein Tauchfahrzeug innerhalb von 5 Minuten auf 1000 Meter abtaucht, ändert sich der hydrostatische Druck mit der Zeit. Um die Auswirkungen auf die Struktur im Laufe dieser Zeit zu sehen, führt man eine dynamische Zeitanalyse durch.
- > **Dynamische Frequenzanalyse:** Bei vielen Maschinen mit rotierenden oder oszillierenden Bauteilen werden über eine bestimmte Zeit (die so genannte Periode) Lasten angelegt und weggenommen. Die Frequenz ist eins geteilt durch die Periode. Wenn der Drehzahlmesser eines Autos beispielsweise 3000 U/min (Umdrehungen pro Minute) anzeigt, dreht sich die Kurbelwelle des Motors 50 Mal pro Sekunde. Das ist eine Frequenz von 50 Hz (Hertz); die Periode beträgt 0,02 Sekunden. Um die Belastung der Kurbelwelle durch Pleuelstange und Kolben zu untersuchen, ist eine dynamische Frequenzanalyse durchzuführen.
- > **Stochastische Schwingungsanalyse:** Das Fahren auf einer unebenen Landstraße oder das Fliegen in einem Flugzeug kann holprig sein. Wie unruhig oder turbulent es sein wird, oder wie lange und mit welcher Frequenz das Rütteln anhält, ist unbekannt. In bestimmten Betriebsumgebungen ist es jedoch möglich zu messen, wie stark das Rütteln wahrscheinlich sein wird. Analysten können einen Graphen generieren, der die Wahrscheinlichkeit der auftretenden Erschütterungen (Beschleunigungen) als Funktion der Frequenz darstellt. Dies wird als Leistungsspektraldichte (Power Spectral Density, PSD) oder, genauer gesagt, als Beschleunigungsspektraldichte (Acceleration Spectral Density, ASD) bezeichnet. Diese Wahrscheinlichkeiten können als Eingaben in die stochastische Schwingungsanalyse verwendet werden, um ein Verständnis für die Wahrscheinlichkeit zu bekommen, dass ein Produkt in dieser Umgebung bestehen kann.





Mechanismusanalyse

Bei der Mechanismusanalyse wird das Verhalten von Maschinen untersucht, d. h. von Baugruppen, bei denen einige Teile beweglich sind. In Maschinen können bewegliche Teile sich verschieben, rotieren oder eine komplexe Kombination aus Verschiebung und Rotation ausführen. Auch komplexe Verbindungen zwischen Komponenten, wie Nocken, Zahnrädern, Riemen und Riemenscheiben, können simuliert werden.

Mechanismusanalysen können in zwei Hauptkategorien unterteilt werden: Kinematik und Dynamik. Kinematik ist die Lehre von der Bewegung. Bei einer Kinematikanalyse sind Techniker in der Regel an der Position, Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der sich bewegenden Komponenten interessiert.

Dynamik ist die Lehre von Kräften. Bei einer Dynamikanalyse eines Mechanismus können reale Elemente wie Federn, Dämpfer, Gravitation und externe Kräfte einbezogen werden. Neben der Position, der Geschwindigkeit und der Beschleunigung können auch die Kräfte und Reaktionen in den Komponenten des Mechanismus gemessen werden. Diese Ergebnisse können auch als Eingaben (d. h. Lastfälle) für strukturmehchanische Analysen verwendet werden. Mechanismusanalysen können auf Kollision zwischen Teilen prüfen.

In einigen Fällen muss sichergestellt werden, dass die Teile nicht miteinander kollidieren, z. B. die sich drehenden Klingen im Gehäuse eines Rasenmähers. Bei anderen Mechanismen besteht das beabsichtigte Ergebnis darin, dass eine Komponente eine andere in den nächsten Teil einer Sequenz schiebt. So bewegt beispielsweise das Bremssystem eines Autos die Bremsbeläge oder -backen, um die Räder durch Reibung abzubremesen.

Es können auch Bewegungsarbeitsräume generiert werden, die den Raum darstellen, durch den sich die Komponenten während der Analyse bewegen.

Beulanalyse

Wenn ein dünnes Profil unter Komprimierung steht, kann es aufgrund eines speziellen Fehlermodus, der als Beulen bezeichnet wird, unterhalb der Streckfestigkeit oder der Druckfestigkeit des Materials nachgeben oder versagen. Eine Beulanalyse ermöglicht es, diesen speziellen Fall zu untersuchen.

Nehmen Sie zum Beispiel einen Trinkhalm und stellen Sie ihn senkrecht auf eine Tischplatte. Drücken Sie dann von oben auf den Strohhalm. Der Strohhalm ist ein Beispiel für ein dünnes Profil; seine Dicke ist im Vergleich zu seiner Länge gering. Wenn man auf ihn drückt, wird er komprimiert. Irgendwann knickt er für gewöhnlich irgendwo in der Mitte scharf und schnell ein. Das nennt man Beulen.

Die wichtigsten Ergebnisse der Beulanalyse sind:

- > **Der Beullastfaktor:** Multipliziert man die statische Last mit diesem Faktor, erhält man die kritische Last, bei der das Objekt instabil werden kann.
- > **Die Beulform,** die angibt, wie und wohin sich das Objekt bei der kritischen Last wahrscheinlich bewegt.

Beulanalysen werden häufig für strukturelle Gehäuse und Blechkomponenten durchgeführt.

Nachdem wir uns nun mit einfachen und erweiterten Analysen befasst haben, werden wir nun die mathematischen und wissenschaftlichen Grundlagen der Finite-Elemente-Analyse für eine Simulation untersuchen.

Teil 3: Demokratisierung der FEA für Konstrukteure

Bisher haben wir einige der wichtigsten Analysearten besprochen. In diesem Abschnitt erläutern wir die grundlegende Funktionsweise der Finite-Elemente-Analyse (FEA).

Klassische Analyse und FEA im Vergleich

Die so genannte „klassische Mechanik“ verwendet „geschlossene Gleichungen“ zur Berechnung von Verschiebungen, Reaktionskräften, Spannungen und mehr. „Geschlossen“ bedeutet, dass eine Person verschiedene Größen in Bezug auf die Form des Objekts, Materialeigenschaften, Lasten usw. einträgt, um die Antwort zu erhalten. Diese geschlossenen Gleichungen sind in Handbüchern wie „Roark's Formeln für das Spannungs- und Verformungsverhalten“ zu finden.

Leider funktionieren diese geschlossenen Gleichungen nur für bestimmte Situationen, wie Balken, Stäbe, flache Platten, Rohre

für Produkte mit komplizierter Geometrie (wie z. B. einen Motorblock, ein Gehäuse für Geräte der Unterhaltungselektronik, medizinische Ausrüstung usw.) durchführen möchte, gibt es keine Gleichungen in geschlossener Form.

Es gibt eine Gleichung, die zum Verständnis der Finite-Elemente-Analyse (FEA) notwendig ist, und das ist die Federkraftgleichung:

$$F=k \times x$$

und Druckbehälter. Wenn jemand eine moderne Analyse Sie besagt, dass die Kraft (F) in einer Feder gleich der Federkonstante (k) mal der Verschiebung (x) der Feder (wie stark sie komprimiert oder verlängert wird) ist.

Die Finite-Elemente-Analyse verfolgt den Ansatz „Teile und Herrsche“. Sie zerlegt Modelle mit komplexen Formen in viel kleinere Teile. Dies können Tetraeder (Pyramiden), Keile (Prismen) und Quader (Blöcke) sein. Diese kleinen Teile sind der Finite-Elemente-Teil der FEA. Es gibt Gleichungen für die Federkonstanten bzw. die Steifigkeit dieser Elemente.

Der Prozess des Zerlegens einer komplexen Form in all diese kleineren Elemente wird als „Netzgenerierung“ bezeichnet. Die Analysesoftware fügt die Elemente zu einer so genannten „Steifigkeitsmatrix“ zusammen.

Klassische Analyse und FEA im Vergleich

Beim Einrichten einer Simulation werden die auf das Modell wirkenden Kräfte definiert. Da die Steifigkeitsmatrix und die Kräfte bekannt sind, sollte man in der obigen Federgleichung in der Lage sein, nach den Verschiebungen aufzulösen.



Das Problem bei diesen Matrizen ist, dass sie zu komplex sind, um sie zu lösen; es gibt mehr Variablen als die Anzahl der Gleichungen. Bei der Einrichtung einer Simulation werden jedoch Randbedingungen festgelegt. Diese geben an, wo das Modell festgehalten, damit es sich nicht bewegen kann. An diesen Stellen ist die Verschiebung gleich Null. Diese Randbedingungen verringern die Gleichungen auf eine lösbare Anzahl. Auf diese Weise löst die FEA die Verschiebungen der Elemente.

Spannungen berechnen

Da wir nun die Verschiebungen kennen, können wir die Änderung der Länge jedes Elements im Vergleich zur ursprünglichen Länge berechnen. Dieses Verhältnis ist die Dehnung.

Diese Größe ist nützlich, weil bei vielen Materialien, insbesondere Metallen, eine lineare Beziehung zwischen Dehnung und Spannung besteht. Multipliziert man diese Dehnung mit einer Materialeigenschaft namens Elastizitätsmodul, erhält man die Spannung.

Materialien haben einen Wert, der als Streckfestigkeit bezeichnet wird. Wenn Objekte mit Lasten unterhalb ihrer Streckfestigkeit beaufschlagt werden, verformt sich das Objekt; wird die Last entfernt, kehrt das Objekt in seine ursprüngliche Form zurück. Wenn Lasten oberhalb der Streckgrenze beaufschlagt werden, wird das Objekt dauerhaft verformt. Die meisten strukturmechanischen Analysen sind nur bis zur Streckfestigkeit gültig.

Das Ganze zusammenfügen

- > **Materialeigenschaften auf Teile anwenden**
- > **Randbedingungen für die Stellen definieren, an denen sich die Modelle festgehalten werden**
- > **Lasten definieren, die die realen Bedingungen der Betriebsumgebung nachahmen**

> **Das Modell vernetzen**

> **Die Analyse einrichten und die Simulation durchführen**

> **Die Ergebnisse analysieren**

Die Mathematik hinter der FEA ist sehr kompliziert. Simulation ist sowohl eine Kunst als auch eine Fähigkeit. Damit Analysten gute Ergebnisse generieren können, werden Wissen, Schulung und Erfahrung benötigt. Im vorliegenden E-Book möchten wir jedoch einen grundlegenden Überblick über den Prozess geben. Herauszufinden, was Ihre Produkte in ihrer Umgebung erfahren, wird als Konstruktionsvalidierung bezeichnet. Wenn Sie diese Validierung durchgeführt haben, können Sie Ihre Modelle optimieren, um die bestmögliche Lösung zu finden.

Wenn Ihnen die Durchführung von Simulationsanalysen und die Validierung von Konstruktionen auf eigene Faust als zu schwierig erscheint, gibt es Software-Tools, die Ihnen dabei helfen können. Das Portfolio von PTC Creo umfasst zwei wichtige Simulationswerkzeuge – Creo Ansys Simulation und Creo Simulation Live –, die während des gesamten Entwicklungsprozesses eingesetzt werden können, um die Kosten für die Herstellung physischer Prototypen, die Konstruktionszykluszeiten und den Rückstand in der Analyseabteilung zu reduzieren.

Creo Ansys Simulation (CAS) integriert die leistungsstarke Ansys-Technologie direkt in Creo. Ansys ist ein führender Anbieter technischer Simulationen. Das speziell für Konstrukteure und Ingenieure entwickelte Simulations-Tool ist benutzerfreundlich. Es nutzt Ansys-Technologie und bietet ein breites Funktionsspektrum für thermische, strukturmechanische und modale Analysen.

Mit Creo Simulation Live (CSL) erhalten Sie während der Arbeit in Ihrer CAD-Umgebung umgehend Feedback zu Ihren Konstruktionsentscheidungen. Diese bahnbrechende, benutzerfreundliche Technologie ermöglicht sekundenschnelle strukturmechanische, thermische und modale Analysen beim 3D-CAD-Design. Die speziell für Konstruktionsingenieure entwickelte Analyse wird dynamisch in Echtzeit aktualisiert, wenn Sie Funktionen bearbeiten oder erstellen oder Eigenschaften ändern. Sie können schnell neue Iterationen entwickeln, beliebig viele Konstruktionsänderungen einarbeiten und sicher sein, dass Sie äußerst fundierte Entscheidungen treffen.

In diesem kurzen Video erfahren Sie mehr über CAS, CSL und die Unterschiede zwischen beiden.

>>> DER CREO VORTEIL:

Creo ist die 3D-CAD-Lösung, die schnelle Produktinnovationen ermöglicht. So lassen sich bessere Produkte schneller realisieren. Creo ist leicht zu erlernen und verwendet einen modellbasierten Ansatz, der Sie nahtlos von den ersten Phasen der Produktkonstruktion bis zur Fertigung und darüber hinaus führt. Creo kombiniert leistungsstarke, bewährte Funktionalität mit neuen Technologien wie generatives Design, Echtzeitsimulation, erweiterte Fertigung, IIoT und erweiterte Realität (Augmented Reality, AR) und hilft Ihnen, schneller zu iterieren, Kosten zu senken und die Produktqualität zu verbessern. Creo ist auch als SaaS-Produkt erhältlich und bietet innovative Cloud-basierte Tools für die Zusammenarbeit in Echtzeit sowie eine optimierte Lizenzverwaltung und -bereitstellung. Die Welt der Produktentwicklung wandelt sich rasant und Creo stellt wie kein anderes Produkt transformative Tools bereit, um Wettbewerbsvorteile zu erzielen und Marktanteile zu gewinnen.

Wenn Sie mehr erfahren möchten, [kontaktieren Sie uns](#), um eine Follow-up-Demo zu erhalten.



Unterstützte Sprachen: Brasilianisches Portugiesisch, Französisch, Deutsch, Vereinfachtes Chinesisch, Italienisch, Traditionelles Chinesisch, Koreanisch, Spanisch, Japanisch.



© 2023, PTC Inc. (PTC) Alle Rechte vorbehalten. Die Inhalte dieser Seiten werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt und beinhalten keinerlei Gewährleistung, Verpflichtung oder Angebot seitens PTC. Änderungen der Informationen vorbehalten. PTC, das PTC Logo und alle PTC Produktnamen und Logos sind Marken oder eingetragene Marken von PTC und/oder Tochterunternehmen in den USA und anderen Ländern. Alle anderen Produkt- oder Firmennamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer. PTC kann Termine für Produktveröffentlichungen, einschließlich des jeweiligen Funktions- oder Leistungsumfangs, nach eigenem Ermessen ändern.