

# Die Rechnung geht auf:

Konstruktionsberechnungs-Software ist für „Predictive Engineering“ unentbehrlich



**MACHEN SIE  
IHR UNTERNEHMEN FIT**



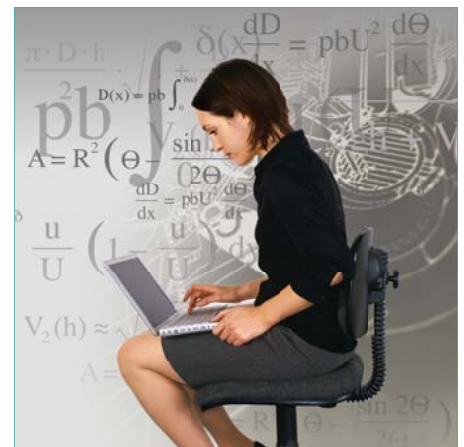
## Optimieren Sie durch „Predictive Engineering“ die Geschwindigkeit, Effizienz und Qualität in der Produktentwicklung.

Egal, ob bei Aktiengeschäften, Wettervorhersagen oder dem bekanntermaßen nur schwer fassbaren Kundenverhalten – eine Möglichkeit zur genauen Vorhersage der Zukunft begünstigt bei nahezu jedem Unternehmen den Erfolg. Dies gilt ganz besonders für CAD-Ingenieure und Produktentwicklungsunternehmen.

Zahlreiche CAD-Tools zielen genau darauf ab: Die Vorhersage des Produktergebnisses, noch bevor es die Entwicklung und Fertigung durchlaufen hat und dem Kunden übergeben wurde. Softwareanwendungen für Strukturanalyse, dynamische Kräfte und virtuelle Prototypen sind nur einige wenige Beispiele.

Selbst die Möglichkeit, vorhandene CAD-Modelle für die Entwicklung neuer Produkte wiederzuverwenden, kann für „Predictive Engineering“ nützlich sein, da die Verwendung eines bereits fertig auskonstruierten Teils bzw. einer Plattform dazu beiträgt, das Verhalten einiger Aspekte des neuen Produkts vorherzusagen.

Ohne Zweifel sind die Chancen, ein wettbewerbsfähiges Produkt zeit- und budgetgerecht auf den Markt bringen zu können, umso besser, je genauer der CAD-Konstrukteur die Passform, das Verhalten, die Funktion, die Kosten und die Zuverlässigkeit des fertigen Produkts vorhersagen kann. CAD-Ingenieuren und Produktentwicklungsunternehmen ist das bewusst. Was sie allerdings möglicherweise nicht wissen, ist, dass ein häufig übersehener Prozess – die Automatisierung von Konstruktionsberechnungen – genauso bedeutsam sein kann wie der Einsatz von Analyse-Tools, virtuellen Prototypen und anderen „Predictive Engineering“-Ressourcen. Dafür gibt es folgende Gründe.



Produktentwickler können die Gestaltung, Passform und Funktion ihrer 3D-CAD-Modelle mit Hilfe von leistungsstarker Konstruktionsberechnungs-Software vorhersagen, z. B. mit Mathcad® von PTC.

## Alte Gewohnheiten lassen sich nur schwer überwinden

Moderne CAD-Software macht mittlerweile die grundlegenden Berechnungen der Produktkonstruktion für Konstruktionsingenieure transparent. Die CAD-Konstruktion erfordert jedoch auch häufig Adhoc-Berechnungen für verschiedenste Aufgaben, von der Umrechnung von Einheiten bis hin zum Testen von Wahrscheinlichkeitsmodellen. Diese wichtigen Berechnungen wurden – und werden oft auch heute noch – manuell mit Hilfe von Rechenschiebern oder Taschenrechnern durchgeführt.

In Organisationen mit einfachen und überschaubaren Produktentwicklungsprozessen und relativ eindeutigen Marktanforderungen sind manuelle Berechnungen möglicherweise auch heute noch ausreichend. Typische Produktentwicklungsunternehmen müssen heutzutage allerdings mit immer komplexeren Märkten, härteren und agileren Konkurrenten und anspruchsvolleren Lieferketten, Vertriebskanälen und Kundensupport-Aufgaben zurecht kommen. Die Entwicklungszyklen für neue Produkte haben sich von sechs auf drei Monate reduziert. Neue Mitbewerber tauchen an immer weiter entfernten Orten auf. Die Produktionskosten steigen, die Budgets hingegen werden immer enger. Manuelle Konstruktionsberechnungen und selbst Kalkulationstabellen sind diesen Anforderungen einfach nicht mehr gewachsen.

Für CAD-Konstrukteure ist die Automatisierung von Adhoc-Berechnungen unverzichtbar, weil sie ihnen die automatische Dokumentation der Absicht des ursprünglichen Konstrukteurs in einer Form erlaubt, die nachverfolgbar, überprüfbar und – am wichtigsten – wiederverwendbar ist. Darüber hinaus können mit Konstruktionsberechnungs-Software komplexe Berechnungen in einem Bruchteil der Zeit durchgeführt werden, die mit herkömmlichen Methoden erforderlich ist. Konstruktionsberechnungs-Software kann Zeit sparen, Fehler des CAD-Konstrukteurs reduzieren oder vermeiden und dazu beitragen, in kürzerer Zeit bessere Produkte zu liefern.

## Die Anwendung

Ein Beispiel: Stellen Sie sich einen CAD-Konstrukteur vor, der einen Stoßdämpfer entwickeln soll und dazu das Modell des aktuellen Produkts in der CAD-Bibliothek aufruft. Weil Konstruktionsberechnungs-Software verwendet wurde, kann der neue Konstrukteur die Annahmen und Entscheidungen des ursprünglichen Konstrukteurs in allen Details nachvollziehen. Aus den Berechnungen könnte beispielsweise hervorgehen, dass der Stoßdämpfer ursprünglich für eine bestimmte Achsgröße entwickelt wurde, dann aber an eine andere Achsgröße angepasst wurde. Dank dieses Wissens kann der Konstrukteur speziell auf Bereiche achten, die in der neuen Konstruktion aufgrund von Kompromissen (z. B. bei Achsspiel oder Vibrationsschwellenwert) des ursprünglichen Konstrukteurs möglicherweise problematisch sein könnten.

Der neue Konstrukteur kann durch die Wiederverwendung der älteren Konstruktion viel Zeit und Geld sparen und gleichzeitig eine gleichbleibend hohe Produktqualität liefern.

Die automatisierte Erfassung von Konstruktionsberechnungen bietet noch andere Vorteile. So kann der CAD-Konstrukteur eine vorläufige Analyse durchführen – für die Berechnungen erforderlich sind, die manuell zu schwierig oder zeitaufwändig wären –, um das Verhalten einer Komponente oder eines Materials vorherzusagen, noch bevor eine vollständige Analyse erfolgt. Anhand dieser Analyseergebnisse kann der Konstrukteur die Annahmen festigen, die an die Analysesoftware übergeben werden. Dies kann Zeit und Kosten für unnötige Tests sparen.

## Einsatzbereiche

Konstruktionsberechnungen bewähren sich immer wieder – und sind oft sogar unverzichtbar – an allen Punkten des Konstruktionszyklus, vom Konzept bis zur Fertigung. Einige Beispiele:

### Konzeptplanung

In dieser Phase lässt sich durch frühzeitige Dimensionierung oder Validierung Zeit sparen, indem grundsätzliche Fragen zu Form und Passform beantwortet werden. Beim Entwurf eines Kühlaggregats könnte der CAD-Konstrukteur beispielsweise Konstruktionsberechnungs-Software einsetzen, um zu überprüfen, ob die Leitungen in das Kühlschranksgehäuse passen. Ebenso könnte der Entwickler eines Mobiltelefons die Passform der Leiterplatte, des Empfängers oder des Mikrofons überprüfen.

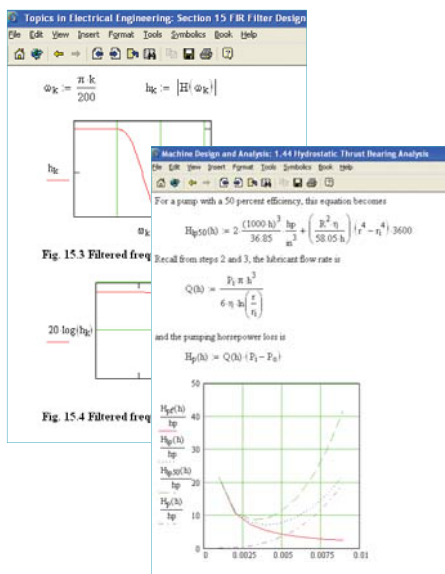
### Definition der Anforderungen

Hierfür ist häufig eine Besprechung des Projektteams erforderlich, bestehend aus dem Konstruktionsingenieur, Mitarbeitern aus Marketing oder Geschäftsentwicklung, dem Projektmanager und anderen. Häufig wird sogar der Kunde per Videokonferenz zugeschaltet. Bei einem solchen Meeting kann der Ingenieur in der Konstruktionsberechnungs-Software die angesprochenen Alternativen wie in einem Notizbuch durchrechnen.

Dank der dynamischen Berechnungen kann der Ingenieur ganz spontan mit den anderen Besprechungsteilnehmern wichtige Probleme ansprechen und gleich lösen. Und da diese wichtigen Berechnungen gespeichert werden und jederzeit wieder aufgerufen werden können, kann der Konstrukteur seine Arbeit mit der Gewissheit fortsetzen, dass alle Beteiligten sowohl die Probleme als auch die vereinbarten Lösungen vollkommen verstanden haben.

### Konstruktionsmodelle

Zu Beginn dieser Phase sucht der Konstruktionsingenieur nach vorhandenen Teilen oder Baugruppen, die wiederverwendet werden können. Bei der Entwicklung des Stoßdämpfers aus unserem Beispiel könnte der Konstrukteur auch hier das aktuelle Modell aus der CAD-Bibliothek abrufen, zusammen mit allen Achsen oder anderen Baugruppen, in denen dieser Stoßdämpfer genutzt wird. Falls die Dateien Konstruktionsberechnungen enthalten, kann sich der Ingenieur mit großer Wahrscheinlichkeit Zeit sparen, indem er sich einen genauen Überblick über die Bedingungen und Kompromisse verschafft, unter denen der ursprüngliche Konstrukteur gearbeitet hat.



Die Arbeitsblätter in Mathcad, der Konstruktionsberechnungs-Software von PTC, verbinden natürliche mathematische Schreibweise mit Diagrammen und ermöglichen Konstrukteuren damit die vollständige Dokumentation ihrer Berechnungen.

### Analyse

Konstruktionsberechnungs-Software kann äußerst nützlich sein bei der Vorbereitung und dem Postprocessing für branchenübliche Finite-Elemente-Analyseprogramme (FEA) und andere Tools. Bei der Vorbereitung erleichtert Konstruktionsberechnungs-Software die grundlegende Dimensionierung und das Testen grundsätzlicher Annahmen. So kann das Problem, das in der Analyseanwendung verarbeitet werden soll, noch schärfer abgegrenzt werden. Durch diese Transparenz vermeidet der Ingenieur unnötigen Zeitaufwand für falsch aufgesetzte Analyseprojekte. Eine vollständige FEA-Simulation kann mehrere Stunden dauern. Es ist daher sinnvoll, aus der Analyse einen möglichst großen Nutzen zu ziehen.

Als Tool für das Postprocessing unterstützt Konstruktionsberechnungs-Software den Konstrukteur bei der Validierung der Analyseergebnisse. Hierzu werden vereinfachte Tests ausgeführt, die Zahlen im selben Bereich wie die FEA-Ergebnisse zurückgeben. Zur Validierung des Belastungstests für den Stoßdämpfer kann der Konstrukteur beispielsweise mit Hilfe von Konstruktionsberechnungs-Software virtuell ein Feld um den Stoß ziehen und unter Last setzen. Natürlich können mit Konstruktionsberechnungs-Software nicht dieselben Deformationstests durchgeführt werden wie mit einem FEA-Tool. Die Ergebnisse lassen sich jedoch anhand des Feldes ablesen, das innerhalb des Bereichs der FEA-Tests liegen sollte.

### Qualitätssicherung und -kontrolle

Vor der Übergabe des Modells an die Fertigung kann der Konstrukteur mit Hilfe von Konstruktionsberechnungs-Software überprüfen, ob das Produkt die Fertigungsspezifikationen erfüllt. Diese können von Toleranzvorgaben, über Sicherheitsanforderungen bis hin zu Six Sigma-Parametern reichen.

Selbstverständlich erfolgen auch hier keine umfangreichen Tests, aber die Software kann innerhalb weniger Sekunden einige einfache bedingte Aussagen beantworten: Erfüllt das Modell diese Sicherheitsanforderung? Wird eine bestimmte Six Sigma-Anforderung erfüllt? Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden diese einfachen Tests erfolgreich bestanden. Kommt es jedoch zu einer Auffälligkeit, ist das für den Konstrukteur und die gesamte Organisation viel besser, als wenn das Modell direkt an die Fertigung übergeben worden wäre, wo die Behebung selbst kleiner Probleme schnell äußerst teuer werden und sogar die Planung gefährden kann.

## PTC: Aus der Sicht des Herstellers

Mathcad®, die Konstruktionsberechnungs-Software von PTC, ist bei Produktentwicklungsunternehmen jeglicher Größe und Branche so beliebt, weil sie zuverlässige Funktionen mit einer einzigartigen, benutzerfreundlichen Whiteboard-Oberfläche verbindet. Darüber hinaus unterstützt sie die natürliche mathematische Schreibweise.

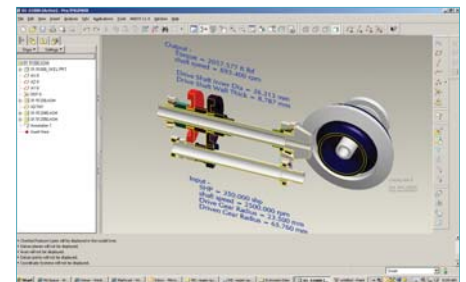
Konstruktionsingenieure verwenden Mathcad wie ein elektronisches Whiteboard, indem sie Formeln und Text überall auf dem Bildschirm eingeben. Mathcad überprüft die Eingaben auf Rechenfehler, konvertiert Einheiten und liefert auf Abruf leistungsstarke Berechnungen, von anspruchsvollen numerischen Berechnungen, über die Live-Bearbeitung von Symbolen, bis hin zu Vektoren und Matrizen und zur Auflösung von Differentialgleichungen.

Mathcad bietet noch viele weitere äußerst nützliche Funktionen für Konstrukteure und Ingenieure. Die Darstellung ist in einer Vielzahl von mathematischen Formaten möglich, die Software bietet eine Reihe von integrierten Operatoren, führt IEEE-konforme Berechnungen durch und verfügt über zahlreiche Diagrammerstellungs- und Visualisierungsfunktionen. Darüber hinaus umfasst sie umfangreiche Spezialbibliotheken für Maschinenbau, Elektrotechnik und Bauingenieurwesen und bietet Erweiterungen für Datenanalyse, Signalverarbeitung und andere Bereiche.

Das Dateiformat von Mathcad basiert auf XML-Standards. Somit ist das Programm kompatibel mit einer Reihe von CAD- und CAE-Anwendungen sowie anderer Konstruktionsberechnungs-Software und ODBC-kompatiblen (Open Database Connectivity) Datenbanken.

In Verbindung mit 3D-CAD-Tools unterstützt Mathcad durch bidirektionale Integration die Zuordnung von Mathcad Werten zu Parametern im CAD-Modell. Bei Änderungen an den Parametern können die Berechnungen automatisch aktualisiert werden.

Was jedoch am wichtigsten ist: Mathcad ist einfach in der Bedienung und verbirgt die Berechnungen nicht vor dem Konstrukteur, wie es in anderen Kalkulationsanwendungen der Fall ist, die auf Kalkulationstabellen oder so genannten Black-Box-Prozessoren basieren. Kalkulationstabellen sind u. U. schwer zu lesen, insbesondere bei komplexen Gleichungen. Und Black-Box-Software liefert zwar Ergebnisse, ermöglicht es dem Konstrukteur aber oft nicht, die Berechnungen selbst zu überprüfen. Die Folgen sind fehlende Transparenz und möglicherweise ungenügendes Vertrauen in den Prozess.



Die bidirektionale Integration ermöglicht die Steuerung der Mathcad Analyse durch Bemaßungen und Parameter aus dem Pro/ENGINEER® Modell. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden wieder nach Pro/ENGINEER übernommen, um die Modellgeometrie zu aktualisieren.

## „Predictive Engineering“ optimal nutzen

Mathcad unterstützt alle Produktbeteiligten – den Konstrukteur, das Produktentwicklungsteam, Testingenieure und Fertigungspersonal – bei jedem Schritt des Produktentwicklungsprozesses dabei, frühzeitig einen Einblick in das letztendliche Verhalten des Modells zu gewinnen, also in die Passform und den Betrieb des gefertigten und ausgelieferten Produkts.

Dies bietet vielfältige Vorteile: Die Wiederverwendung von Konstruktionen wird gefördert, und Ausschuss wird reduziert, da die produzierten Produkte genau der Konstruktionsabsicht entsprechen und exakt auf die Zielmärkte zugeschnitten sind. Die Produktentwicklungszeit wird durch den Wegfall überflüssiger Konstruktionen, redundanter Tests oder anderer Prozesse verkürzt. Probleme können früh im Produktentwicklungszyklus erkannt und behoben werden, so dass sie nicht später im Zyklus zu einer teuren Last werden. Und schließlich kann eine kontinuierliche Feedbackschleife für Konstruktionsabsicht und Wissenstransfer aufgebaut werden, von der sowohl zukünftige Konstrukteure als auch künftige Konstruktionsprojekte profitieren.

<b>INNEO</b>		Händlerinformation
<b>That's IT.</b>		
INNEO Solutions GmbH · inneo@inneo.com · www.inneo.com		
Deutschland: Rindelbacher Straße 42 73479 Eilwangen Telefon: +49 (0) 7961 890-0 Fax: +49 (0) 7961 890-177	Schweiz: Ruchstuckstrasse 21 CH-8306 Brüttisellen Telefon: +41 (0) 44 805 1010 Fax: +41 (0) 44 805 1011	