

# Die Bedeutung der Dokumentation von Ingenieurwissen in der Produktentwicklung

**Warum Ingenieurwissen, das elektronisch in die digitale Produktmodelldatei eingebettet ist, schlagartig an Wert gewinnt**

Jeder, der schon einmal mit CAD-Software ein Produkt entwickelt hat, wird zustimmen, dass der Wert eines 3D-Modells in der Regel weitaus höher ist als die Summe der einzelnen Bestandteile.

Die Geometrie des Modells, die voraussichtlich verwendeten Materialien, die erforderliche Festigkeit, die Wartungsanforderungen und andere relevante Eigenschaften sind häufig schon anhand der Abbildung am Bildschirm zu erkennen – dank des Wissens und der Voraussicht des Konstrukteurs. Wenn das Produkt beispielsweise in einer Umgebung mit besonderen Anforderungen eingesetzt werden soll, wird der Ingenieur es vermutlich mit zusätzlichen Verstrebungen versehen oder ein besonders robustes Oberflächenmaterial für die Fertigung angeben. Sollen an einem Produkt hingegen grundlegende Wartungsarbeiten vom Anwender selbst durchgeführt werden können, wurden bestimmte vereinfachte Wartungs- und Montageverfahren wahrscheinlich vom Ingenieur bereits bei der Konstruktion berücksichtigt.

Häufig muss der Ingenieur aufgrund von Rückmeldungen aus der Fertigung das Gewicht eines Produkts reduzieren, oder die technische Entwicklung möchte eine Korrektur, die aufgrund eines Änderungsauftrags an einem ähnlichen Produkt vorgenommen wurde, von vornherein in ein Design integrieren.

In jedem dieser Fälle sind die Gedankengänge hinter der Entscheidung des Konstrukteurs ein wichtiger Bestandteil der Produktinformationen. Sie sollten daher so erfasst werden, dass sie anderen, die mit diesem Produkt arbeiten, einfach zugänglich sind. Hierbei könnte es sich um einen neuen Ingenieur handeln, der an einem Nachfolgeprodukt arbeitet, oder um den Fertigungsingenieur, der ein anderes Oberflächenmaterial verwenden möchte.

Bisher führten Konstrukteure zur Erfassung ihres Wissens handschriftliche Notizen oder Notizbücher, in denen sie die Gründe für ihre Konstruktionsentscheidungen aufzeichneten. Moderne Konstrukteure, Konstruktionsteams und Entwicklungsunternehmen müssen jedoch häufig auf den Luxus einer engen persönlichen Kommunikation und Interaktion verzichten.

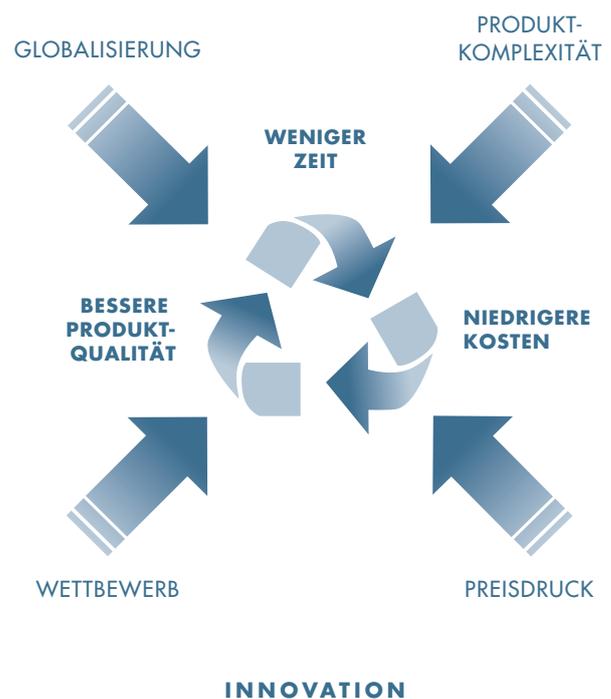
In der heutigen globalen Produktentwicklung sind Konstruktionsteams häufig weltweit verteilt. Die Teams werden oft mitten in der Konstruktionsphase ausgetauscht, und die Entwicklung und das Testen eines Produkts erfolgen durch Konstrukteure in drei verschiedenen Ländern, während die Fertigung dann in einem vierten Land stattfindet.

Dies hat zur Folge, dass in vielen Bereichen der Produktentwicklung das gesamte Ingenieurwissen, das mit dem CAD-Modell verbunden ist, automatisch erfasst und digital gespeichert werden muss. Diese Vorgehensweise ist mittlerweile unverzichtbar und ein integraler Bestandteil der Produktentwicklung.

## Veränderte Geschäftsmodelle, andere Produkte

Die Unternehmen, Produkte und auch die Prozesse in der Produktentwicklung sind im 21. Jahrhundert einem ständigen Wandel unterzogen. Laut John MacKrell, Senior Consultant beim Branchenanalysten CIMdata, lässt sich der Erfolg von Produkten nicht länger nach der traditionellen Gleichung „Zeit, Kosten und Qualität“ messen. Heutzutage sind für erfolgreiche Produkte zusätzlich die folgenden Faktoren maßgeblich:

### Betriebswirtschaftliche Faktoren für Innovation



(Mit freundlicher Genehmigung von CIMdata)

- **Globalisierung** – Produkte werden heutzutage in verschiedenen Teilen der Welt entwickelt, gebaut, vermarktet und gewartet.
- **Produktkomplexität** – Mehr Teile und die wachsende Beliebtheit von Build-to-Order und Massen Anpassung machen Konstruktionen zunehmend komplexer.

- **Preisdruck** – Preise können nicht länger nur willkürlich festgelegt werden, denn durch den Preis verspielen sich Unternehmen oft die Chance für eine erfolgreiche Produkteinführung, und nachträgliche Preiskorrekturen kommen dann meist zu spät. Genaue Preise bedeuten, dass Unternehmen ihre Kosten genau im Voraus kennen müssen, damit sie die Margen möglichst frühzeitig vor der Festlegung der Produktpreise entsprechend beeinflussen können.
- **Wettbewerb** – Auch die Produktdifferenzierung muss genauer sein und sich aus den Produktentwicklungsprozessen, engeren Lieferketten und den Produkten selbst ergeben.

Angesichts all dieser Herausforderungen ist es für Produktentwicklungsunternehmen wichtiger denn je, ihren Wettbewerbsvorteil auszubauen. Nach Ansicht von MacKrell von CIMdata müssen Unternehmen die Innovation als wichtigstes Instrument zur Differenzierung vom Wettbewerb fördern. Ohne ein nachhaltiges Innovationsprogramm werden agilere Konkurrenten schnell zur Bedrohung.

**„Angesichts des immer schnelleren Innovations-tempos muss jedes Unternehmen, das nicht jährlich mindestens zehn Prozent seiner Umsätze in die weitere Entwicklung investiert, damit rechnen, in fünf Jahren nicht mehr im Geschäft zu sein.“**

- Zeitschrift *The Economist*

## Die Suche nach Innovation – und die Rolle von Wissen

„Die Innovationsfähigkeit einer Organisation ist ein klarer Wettbewerbsvorteil“, erklärt MacKrell. „Und die Grundlage für Innovation ist nun einmal das Know-how einer Organisation.“

MacKrell weist darauf hin, dass Innovation ein wesentlicher Faktor ist, um zahlreiche wichtige Unternehmenskennzahlen wie Rentabilität, Shareholder Value und Marktkapitalisierung in Produktentwicklungsunternehmen zu stärken. Ein Schlüssel zu nachhaltiger Innovation liegt darin, das Know-how – also das Wissen – der Ingenieure im Unternehmen nutzbar zu machen.

Hierfür gehen Produktentwicklungsunternehmen nach den folgenden Grundprinzipien vor:

### Institutionalisierung der Wissensdokumentation

Unternehmen sollten die Dokumentation von Ingenieurwissen umfassend in den Produktentwicklungsprozess integrieren und es nicht den Ingenieuren überlassen, ihre Arbeit nachträglich zu dokumentieren – eine gängige Praxis, die oft fehlerbehaftet, ungenau und unvollständig ist. Bei kurzfristigen Projekten fehlt Ingenieuren oft die Zeit für eine schriftliche Dokumentation, da sie bereits mit dem nächsten Projekt beschäftigt sind. Bei Projekten mit längeren Laufzeiten, z. B. im Schiffbau, kann sich bis zum Ende der Projektlaufzeit von üblicherweise 10 bis 12 Jahren die Zusammenstellung des Konstruktionsteams grundlegend verändert haben. Wenn das Wissen also nicht direkt im Rahmen des Entwicklungsprozesses dokumentiert wird, besteht die Gefahr, dass ein Großteil davon verloren geht.

### Schaffung einer Bibliothek aus dem PDM- oder PLM-Repository

Ein ausgereiftes PDM- oder PLM-System für das Produktdatenmanagement bzw. Produktlebenszyklus-Management sorgt nicht automatisch für eine Wissensspeicherung in Bibliotheksqualität: Die Qualität der Informationen ist nur so gut wie die in den Konstruktionsdateien gespeicherte Dokumentation. In einer wissenschaftlichen Bibliothek werden die Informationen in der Regel sorgfältig auf ihre Genauigkeit und Vollständigkeit überprüft. Produktentwicklungsunternehmen müssen mit der Dokumentation in ihren PDM-/PLM-Repositorys ebenso verfahren. Beispielsweise sollten Ingenieure in der Dokumentation wo möglich stets Drittanbieterattribute einbinden oder Verweise auf Ressourcen hinzufügen, in denen eine bestimmte Formel gefunden wurde. Für derartige Aufzeichnungen sind sowohl gemeinschaftliche Anstrengungen als auch klare Vorgaben von der Geschäftsführung erforderlich.

### Dokumentation von Erfolgen und Fehlern in der Konstruktion

Für vollständige Informationen muss jeder Aspekt des Entwicklungsprojekts – ob positiv oder negativ – dokumentiert werden, da die Dokumentation heute für die teamübergreifende Zusammenarbeit wichtiger ist denn je. Bei zeitkritischen oder teuren Produktentwicklungsprojekten ist es beispielsweise wichtig, frühzeitig vor der Fertigung und dem Testen Qualitätssicherungsteams einzubeziehen. Hierfür muss die Dokumentation vollständig und zuverlässig sein.

### Einsatz von Technologie-Tools

Da digitale Daten mittlerweile in fast allen Bereichen verfügbar sind, wird die Wissensdokumentation nach Best Practices für Produktentwicklungsunternehmen aller Größen immer besser umsetzbar. PLM- und PDM-Systeme sind nur ein Beispiel dafür: Sobald digitale Informationen in eine Teiledatensatzdatei eingefügt wurden, bleiben sie darin für die gesamte Lebensdauer der Datei gespeichert. Automatisierte Workflows sind ein weiteres Beispiel dafür, da sie einen klaren Trail der Prüfungen und Genehmigungen, Benachrichtigungen und anderen Elemente der Produktentwicklung erzeugen, anhand dessen später Einblicke in Entscheidungen und Aktionen bei der Produktentwicklung gewonnen werden können.

Für Ingenieure ist zur elektronischen Erfassung von Ingenieurwissen eine Konstruktionsberechnungs-Software wie PTC Mathcad® besonders nützlich. Tausende von Unternehmen weltweit nutzen mittlerweile Konstruktionsberechnungs-Software, da diese Tools die Erfassung von Informationen während – und nicht nach – der Konstruktionsphase und die Durchführung von Berechnungen ermöglichen, auf die später zu Verifizierungszwecken verwiesen werden kann. Mit Hilfe von Konstruktionsberechnungs-Software können Unternehmen zudem Normen und Verfahren etablieren, die zur Institutionalisierung der Wissensdokumentation beitragen. Einige Beispiele:

- **Dokumentation von Namen und Konstantenwerten** – Durch Konstruktionsberechnungs-Software werden Berechnungen verständlich dargestellt. Beispielsweise können Konstanten wie Materialeigenschaften oder das Elastizitätsmodul hervorgehoben werden. Berechnungs-Software kann darüber hinaus zur Erfassung von Notizen, Prozedurnamen oder sogar zur Begründung von Operationen verwendet werden.

- Verwendung von Computergrafiken – Dank vielfältiger Grafikoptionen können die Ergebnisse zahlreicher Berechnungstypen visuell dargestellt werden. Je ausgereifter die Berechnungs-Software ist, umso mehr Grafiktypen sind verfügbar. Beispielsweise werden in Mathcad alle technischen Standarddiagrammtypen sowie 3D-Plots mit Zoom, Winkelanpassung und anderen Funktionen unterstützt.

## Aus der Sicht des Herstellers: Mathcad zur Dokumentation von Ingenieurwissen

Konstruktionsberechnungs-Software ist ein wertvolles Werkzeug, wenn es darum geht, Ingenieurwissen in Produktentwicklungsunternehmen zu dokumentieren. Die ideale Lösung ist leistungsstark und intuitiv zugleich: leistungsstark genug, um auch hoch komplexe Konstruktionsformeln und Symbole zu unterstützen, und doch so intuitiv, dass der Konstruktionsingenieur seine Arbeit nicht unterbrechen muss, um sich über die Eingabe und Bearbeitung der Daten Gedanken zu machen.

Auf Mathcad treffen beide Kriterien zu.

Mathcad ist benutzerfreundlich und doch leistungsstark genug, um auch anspruchsvolle numerische Berechnungen, die Auflösung von Differentialgleichungen und andere Aufgaben bewältigen zu können. Die Live-Bearbeitung von Symbolen, die Verarbeitung von Vektoren und Matrizen und umfangreiche Datenanalysen werden problemlos unterstützt. Zudem stehen zahlreiche Anzeige- und Grafikoptionen zur Verfügung.

Zugleich ist Mathcad äußerst intuitiv und ermöglicht Ingenieuren die Eingabe von Gleichungen und Text nahezu ohne Einschränkungen – Daten können einfach an beliebiger Stelle auf dem Arbeitsblatt eingegeben werden. Im Gegensatz zu anderen Computeran-

wendungen, die spezielle Programmiersprachen für Berechnungen nutzen, verwendet Mathcad die natürliche mathematische Schreibweise. So ist der Inhalt für andere leicht lesbar und verständlich. Ingenieure können verschiedene Einheiten kombinieren und diese automatisch prüfen und ggf. korrigieren. Der Dokumentationsprozess wird unterstützt, indem Gleichungen, Texte und Grafiken auf demselben Arbeitsblatt eingegeben werden können.

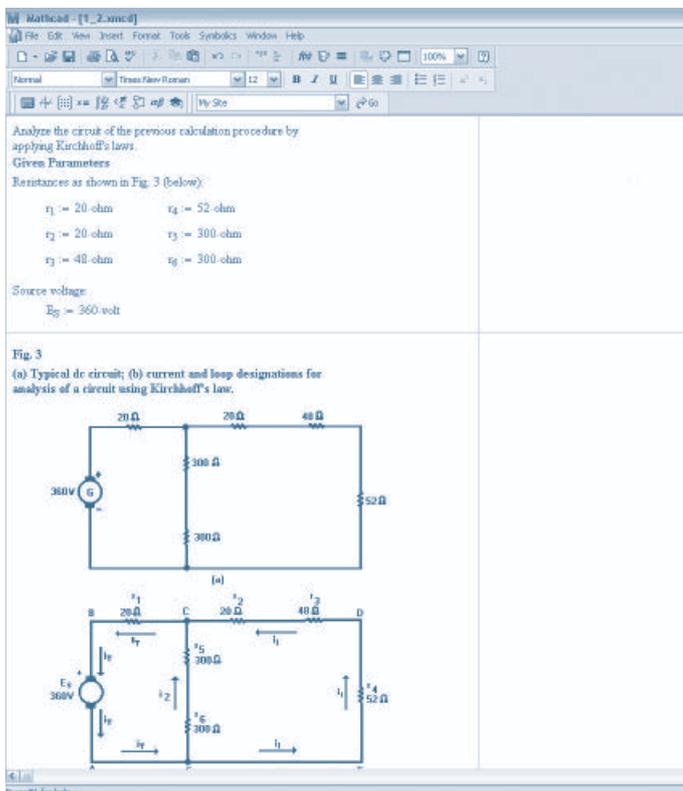
## Die Vorteile der Dokumentation von Ingenieurwissen

Die Produktentwicklungsumgebung hat sich in den letzten 20 Jahren radikal verändert. Heutzutage sind die Produktkonstruktionsteams und die Lieferkette Ihres Unternehmens möglicherweise über den Globus verteilt. Und Mitbewerber können dank der pausenlosen Aktivität im modernen Geschäftsleben jederzeit und überall auftauchen.

Mit der Dokumentation des gesamten Ingenieurwissens, das mit einer Produktkonstruktion einhergeht, können moderne Entwicklungsunternehmen einen wichtigen Schritt unternehmen, um trotz aller Herausforderungen ihr Fortbestehen – und ihren Erfolg – zu sichern.

Durch umfassende Wissenserfassung können Unternehmen zudem einerseits durch die Wiederverwendung von Konstruktionen ihre Budgets schonen und andererseits die Time-to-Market durch eine schnellere Produktentwicklung verkürzen. Die Produktqualität und -ergonomie werden durch die Wissensdokumentation ebenfalls kontinuierlich verbessert, da das Rad nicht immer wieder in Form von neuen Produktkonstruktionen neu erfunden werden muss. Darüber hinaus kann das unbezahlbare Wissen erfahrener Experten einfacher an junge Ingenieure übertragen werden. Wichtige Konzepte und diffizile Techniken können so bewahrt werden und gehen nicht aufgrund von Arbeitsplatzwechsel oder dem Übertritt in den Ruhestand verloren.

Was vielleicht am wichtigsten ist: Durch die Dokumentation des gesamten Ingenieurwissens steigt der Unternehmenswert. Dadurch kann sich das Unternehmen durch bessere Produkte und Geschäftsprozesse immer stärker von seinen Mitbewerbern differenzieren.



Oben: Vollständig dokumentierte Berechnung in einem Mathcad Arbeitsblatt.

Copyright © 2008, Parametric Technology Corporation (PTC). Alle Rechte vorbehalten. Die Inhalte dieser Seiten werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt und beinhalten keinerlei Gewährleistung, Verpflichtung, Bedingung oder Angebot seitens PTC. Änderungen der Informationen vorbehalten. PTC, das PTC Logo, Mathcad 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.

3604-IP Capture-WP-0608-de