

# TABELLENKALKULATION ÜBER-DECKT KONSTRUKTIONSFEHLER

Automobilentwickler und Maschinenbauer nutzen bei der Berechnung von Fahrzeugteilen oder der Parametrierung von Steuergeräten gern das Microsoft-Programm Excel. Rolls-Royce und Mathsoft zeigen hier auf, wie komplexe mathematische Gleichungen besser und benutzerfreundlicher gelöst werden können.

Wie würde Rembrandts „Nachtwache“ aussehen, wenn seine Pinsel beim Malen ständig abgebrochen wären? Mit demselben heimtückischen Problem müssen Ingenieure auf der ganzen Welt rechnen, wenn sie ihre Konstruktionsberechnungen in Microsoft Excel ausführen – ob sie sich dessen nun bewusst sind oder nicht. Obwohl man überall auf dieses PC-Tool trifft, liegt der Knackpunkt darin, dass Excel einfach nicht für Konstruktionsberechnungen konzipiert ist. Die Folge sind katastrophale Fehler, die oft von der Oberfläche vertuscht werden. Wie Künstler ihre kaputten Pinseln, so sind kompetente Ingenieure weltweit diesem Tool ausgeliefert – und die Welt muss wohl oder übel mit den Ergebnissen leben.

## Excel und Mathcad im Vergleich

Ein altgedienter Ingenieur bei Rolls-Roy-

ce schlägt Alarm: Dr. Alan Stevens, der in theoretischer Physik promoviert hat, kam 1973 zu Rolls-Royce und war im heutigen U-Boot-Bereich tätig, wo er thermische und Hydraulikberechnungen zu Konstruktions-, Sicherheits- und Leistungsdaten von Reaktorkernen durchführte, welche die U-Boote der Royal Navy antreiben. Heute ist er Spezialist für mathematische Modellierung und Simulation. Sein besonderes Interesse gilt jedoch der Verwendung universell einsetzbarer mathematischer Werkzeuge im Automobil- und Maschinenbau.

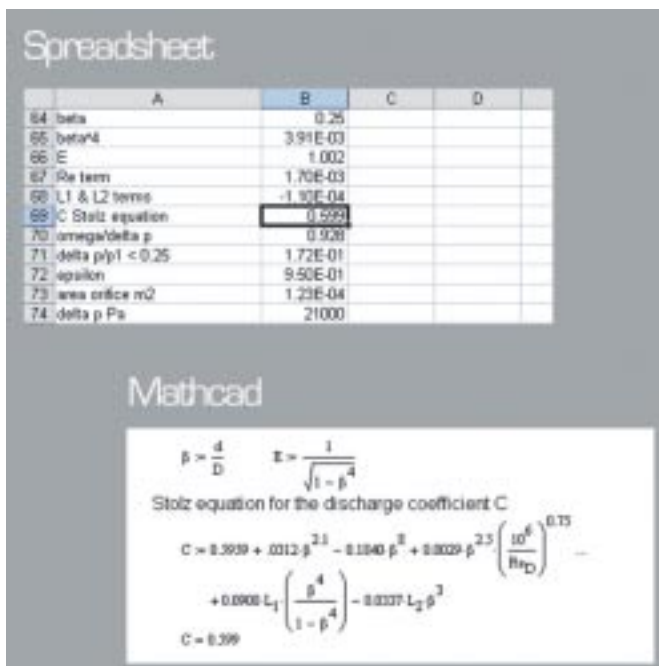
Wie andere auch bemängelt Stevens das Programm Excel wegen seiner fehlenden Transparenz, wie beispielsweise bei der Darstellung einer relativ eindeutigen Formel, wie es die folgende sein könnte:

$$U_{15} + \frac{1}{(1 - C_8)} \cdot \left[ \frac{(1 + C_8) \cdot H_{15} \cdot 1000}{2 \cdot (AF_{15} + AG_{15}) \cdot CA_{15} - \frac{C_8 \cdot J_{15} \cdot 1000}{AG_{15} \cdot BZ_{15}}} \right] \quad \text{Gl. (1)}$$

Denn im Microsoft-Tool Excel wird diese Gleichung zu einem unverständlichen Durcheinander:

$$U15 + 1 / (1 - C\$8) * ((1 + C\$8) * H15 * 1000 / (2 * (AF15 + AG15) * CA15) - C\$8 * J15 * 1000 / (AG15 * BZ15)) \quad \text{Gl. (2)}$$

Dr. Stevens ging aber noch weiter als die meisten anderen Excel-Kritiker und hat verschiedene Beispiele dokumentiert, wo Excel nicht nur Transparenz und Eindeutigkeit vermissen lässt, sondern schlicht falsche Ergebnisse liefert. Bei einem Experiment, an dem verschiedene Rolls-Royce-Ingenieure beteiligt waren, ist Excel daran gescheitert, den Mittelpunkt und Radius eines Kreises korrekt zu berechnen, weil das Programm nicht in



Mathsoft Engineering & Education Inc. ist ein Pionier auf dem Gebiet der Calculation-Management-Lösungen, mit denen technische Innovationen, Investitionen und geistiges Kapital geschützt und gleichzeitig die Effizienz und Produktivität im gesamten Unternehmen gesteigert werden können. Mathcad, die Software von Mathsoft, wird von über 1,5 Millionen Anwendern weltweit genutzt und ist der international anerkannte Standard für technische Berechnungen und angewandte Mathematik. Das in Cambridge, USA, ansässige Unternehmen besitzt Niederlassungen in Deutschland (München), Großbritannien, den Niederlanden, Dänemark, Italien und Japan mit zusammen rund 100 Mitarbeitern und ist in mehr als 50 Ländern durch Vertriebshändler vertreten.

Weitere Informationen: [www.mathsoft.com](http://www.mathsoft.com)

der Lage war, die Daten richtig aufzubereiten – ein Problem, das sich mit zunehmender Größe des Datensatzes noch verschlimmert. Bei einem klassischen Versuch mit einem Pendel und einem Stift hat es Excel einfach nicht geschafft, den vierten und letzten Anschlag am Stift zu berechnen, während richtig implementierte mathematische Tools ihn mit Leichtigkeit erkannten.

Schwierigkeiten gab es auch bei einer anderen Aufgabe. Bei der Auflösung der impliziten Mehrdeutigkeit  $-x^2$ , also:

$$\begin{array}{ccc} & -x^2 & \\ \swarrow & & \searrow \\ (-x)^2 & & -(x^2) \end{array} \quad \text{Gl. (3)}$$

Positiv      Negativ

wählte Excel die positive Darstellung, im Gegensatz zu allen anderen richtig implementierten Kalkulationssoftware-Tools, welche sich für die negative Darstellung entschieden. Die positive Darstellung führt bedauerlicherweise dazu, dass  $(-x^2 + 1)$  im Ergebnis nicht gleich  $(1 - x^2)$  ist.

Selbst qualifizierte Ingenieure arbeiten oft mit Excel. Sie erhalten gravierende Fehler, deren sie sich einfach nicht bewusst sind, entstehen Fehler doch schneller, als man denkt. Besser nutzt man die Berechnungssoftware Mathcad von Mathsoft Engineering & Education Inc. wie Stevens für einen Großteil seiner Konstruktionsberechnungen. Mathcad er-

hielt die beste Bewertung von insgesamt vier Tools für Konstruktionsberechnungen, die von einer Sondergruppe für mathematische Werkzeuge im Maschinenbau bei Rolls-Royce untersucht wurden. Die teilnehmenden Ingenieure hoben die Benutzerfreundlichkeit, die intuitive Oberfläche und die Fähigkeit zur Auflösung komplexer Gleichungen von Mathcad positiv hervor.

Was auf den ersten Blick wie theoretische mathematische Probleme aussieht, hat jedoch einen sehr konkreten und bedeutenden Einfluss auf die reale Welt des Ingenieurs, angefangen bei fehlerhaften Prototypen, über hohe Fertigungskosten und schlechte Produktqualität bis hin zu Personenschäden und Katastrophen. Das alles kann durch den Einsatz von geeigneten Tools wie Mathcad vermieden werden. ■

**Mit der Excel-Komponente im Werkzeug Mathcad lassen sich Berechnungen einfach bearbeiten**

**AUTOREN**

Dr. Alan Stevens ist Spezialist für mathematische Modellierung und Simulation bei Rolls-Royce plc in Derby (Großbritannien).



Dipl.-Ing. Detlev Mohr ist Vertriebsingenieur für Deutschland, Österreich und die Schweiz bei der Mathsoft GmbH in München.



Using Mathcad's Excel Component, we can in-place activate Microsoft Excel, run macros, pivot tables and data validation to manipulate the data. This data is then exported to Mathcad as a Mathcad matrix:

my\_matrix =

	1	2	3	4	5	6	7	8
0	37776.269	37776.269	37776.269	37776.269	37776.269	37776.269	37776.269	37776.269
1	97	112	103	129	133	234	168	1
2	1305	1493	1378	1724	1771	2032	1771	17
3	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	29