

JE KLEINER, DESTO FEINER

Bei MinebeaMitsumi entstehen elektromechanische Komponenten und Aktuatoren. Das Unternehmen nutzt seit einiger Zeit Cetol 6 Sigma zur Analyse der Toleranzen in seinen teils sehr komplexen Produkten. Inneo unterstützte die Entwickler bei der Einführung und der wachsenden Nutzung der Software. » VON RALF STECK

Die MinebeaMitsumi Inc. ist der weltgrößte Hersteller von Miniaturkugellagern. Auf Basis der selbst entwickelten Präzisionstechnologien entstehen komplexere Komponenten, beispielsweise Aktuatoren und Antriebssysteme für die Automobilindustrie. MinebeaMitsumi beschäftigt weltweit über 100.000 Mitarbeiter an 93 Standorten in 22 Ländern.

Die MinebeaMitsumi Technology Center Europe GmbH mit ihren 500 Mitarbeitern und Sitz in Villingen-Schwenningen ist das größte Motorenentwicklungszentrum im internationalen Verbund der japanischen MinebeaMitsumi Group.

Ein gutes Beispiel für die Herausforderungen, die sich den Entwicklern des Technology Center stellen, ist der Active Grill Shutter Actuator. Das smarte Stellantriebssystem lässt sich beispielsweise einsetzen, um die Luftführung in der Frontpartie von PKW automatisch zu steuern. Dafür sind robuste, präzise und sehr kompakte Antriebe notwendig. MinebeaMitsumi liefert solch kundenspezifische Lösungen, die Elektromotor, Getriebe, Anschlusselektronik und Software auf geringstem Platz vereinen. Dabei ist eine hohe Zuverlässigkeit Pflicht, ohne durch allzu aufwändige Fertigung die Kosten hochzutreiben – und das unter Einbeziehung von Kunststoff-Spritzgussteilen, die prozessbedingt höhere Fertigungstoleranzen aufweisen als Metallteile.

Aufbau und Analyse von Toleranzketten

Eine optimale Ausgestaltung der Toleranzketten in der Baugruppe ist einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren in der Konstruktion. Daniel Nickel, Konstrukteur bei MinebeaMitsumi Technology Center Europe, unterstreicht: „Toleranzen haben Einfluss auf die Ausgestaltung

» **ES LOHNT SICH, AUF CETOL ZURÜCKZUGREIFEN, AUCH WENN FÜR DEN FEHLERFREIEN AUFBAU DER TOLERANZKETTEN EINIGE ERFAHRUNG NÖTIG IST.** «

des Produkts ebenso wie auf die genutzten Fertigungsverfahren und damit auch auf den Preis. Will man möglichst früh im Prozess eine belastbare Preiskalkulation, muss man früh ein Grundverständnis der Toleranzverhältnisse im Produkt haben.“

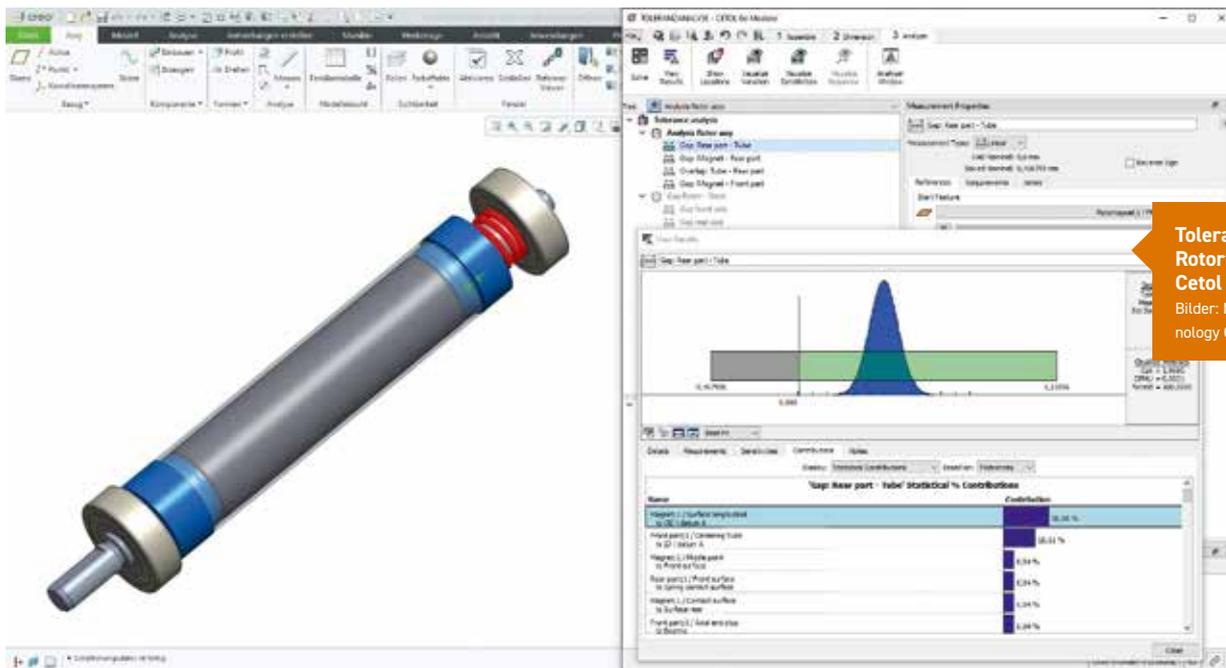
Das Perfide an Toleranzen ist, dass sie aufeinander aufbauen und sich gegenseitig beeinflussen. Eine weite Toleranz an einer Stelle lässt sich nicht in jedem Fall durch engere Toleranzen an anderer Stelle ausgleichen – die gegenseitigen Abhängigkeiten sorgen dafür, dass einzelne Toleranzen weit größeren Einfluss auf die Funktion einer Baugruppe haben als andere. Sehr enge und damit in der Herstellung teure Toleranzen an anderer Stelle bringen keinen Vorteil, wenn diese Haupteinflussgrößen zu weit oder falsch gewählt sind. Der Aufbau und die Analyse von Toleranzketten über Baugruppen und ganze Produkte sind deshalb eminent wichtig.

Keine direkte Schnittstelle zwischen CAD und Excel

Die Entwickler des Technology Centers arbeiten schon seit Anfang der 2000er Jahre mit dem CAD-System Creo von PTC. Die Toleranzen aller Bauteile, ihrer Verbindungen und die daraus entstehenden Toleranzketten wurden bisher mit Hilfe von Excel-Berechnungen analysiert und verwaltet. „Damit sind wir aber mit der Zeit immer mehr an die Grenzen gekommen“, erinnert sich Nickel. „Es gibt keine direkte Schnittstelle zwischen CAD-System

MinebeaMitsumi stellt unter anderem Aktuatoren für die Automobilindustrie her.





Toleranzanalyse einer Rotorbaugruppe mit Ceto 6 Sigma.
 Bilder: MinebeaMitsumi Technology Center Europe GmbH

und Excel, so dass es sehr aufwändig und fehlerträchtig ist, bei der teils sehr dynamischen Produktentwicklung die Excel-Tabellen immer aktuell zu halten. Und je komplexer die Konstruktion, desto komplexer sind auch die Abhängigkeiten. Dank der tiefen Integration von Ceto in Creo lassen sich Geometriemerkmale und Toleranzen direkt und intuitiv mit dem 3D-Modell verknüpfen, was Fehldefinitionen vermeidet. Das vereinfacht die Toleranzanalyse und sorgt für eine effiziente Arbeitsweise.“

Nickel beschreibt ein Beispiel aus seiner Praxis: „Ein Ventilaktuator besteht aus 25 Einzelteilen und 164 toleranzbestimmenden Geometriemerkmale. Es erforderte 58 Detailanalysen, um die Einzeltoleranzen optimal aufeinander auszuliegen. Irgendwann ist einfach Schluss mit dem, was man in Excel mit vertretbarem Aufwand nachbilden kann. Das ist bei solch komplexen Toleranzketten und Zusammenhängen der Fall.“

Im Jahr 2018 suchte das Technology Center deshalb nach einer Lösung für die Toleranzanalyse. Das Systemhaus Inneo, welches bei MinebeaMitsumi die Creo-Installation begleitete, konnte mit Sigmetrix Ceto 6 Sigma eine entsprechende Softwarelösung anbieten.

Ceto bietet zahlreiche Vorteile

Nickel zählt drei große Vorteile der Software auf: „Erstens lassen sich auch komplexe Geometrien detailliert analysieren; das bietet mehr Aussagekraft und Akzeptanz der Ergebnisse gegenüber Toleranzbetrachtungen mit vielen vereinfachenden Annahmen. Zweitens erkennen wir kritische Produktmerkmale

sehr frühzeitig und können darauf mit konstruktiven Maßnahmen reagieren, zudem lassen sich solche Merkmale in der Qualitätssicherung besonders berücksichtigen. Drittens – und für mich fast am wichtigsten – ist das tiefe mechanische Verständnis für das Produkt, das durch die Arbeit mit Ceto gewonnen wird. Welches Merkmal ist tat-

» ICH KANN AUS MEINER
 ERFAHRUNG NUR SAGEN:
 CETOL 6 SIGMA WÜRD JEDEM
 KONSTRUKTEUR GUTTUN. «

DANIEL NICKEL, KONSTRUKTEUR BEI
 MINEBEAMITSUMI TECHNOLOGY CENTER EUROPE

sächlich wichtig, wie kann ich die Konstruktion robuster gestalten und optimieren? Das lässt sich dank der detaillierten Toleranzanalyse und der weiteren Analysemöglichkeiten in Ceto sehr gut erkennen, verstehen und nutzen.“ Nickel führt fort: „Als Konstrukteur gewinne ich große Sicherheit, wenn ich die Mechanik und die kinematischen Abläufe darin besser verstehe.“

Das Toleranzsimulationssystem lässt sich früh im Prozess einsetzen, da sich Änderungen dank der tiefen Integration von Ceto in Creo einfach übertragen lassen. Gerade bei Kunststoffteilen, die gröbere Toleranzen haben, ist es wichtig, die Toleranzketten sauber durchzurechnen, um am Ende die Funktion gewährleisten zu können.

Ceto hilft auch der Serienfertigung

Auch bei Problemen in der Serienfertigung wird das Toleranzsimulationssystem eingesetzt. Die Software hilft, das Problem nachzuvollziehen und schnelle, zuverlässige Lösungen zu finden. „Automotive-Komponenten werden oft in großen Stückzahlen gefertigt“, erklärt Nickel. „Da müssen alle Prozesse, beispielsweise beim Fügen von Baugruppen, reibungslos laufen und die Produkte ohne Nacharbeit sicher funktionieren. Mit sauber definierten Toleranzen funktioniert das auch.“

Nickel betont, wie wichtig die Erkenntnisse sind, die durch die Toleranzanalyse gewonnen werden: „Es ist erstaunlich, wie oft man einen neuen Blick auf eine Baugruppe bekommt – ganz ähnlich wie bei Festigkeitssimulationen, wo man genau sieht, wo die größten Belastungen im Werkstück auftreten. Und das ist manchmal ganz woanders, als man intuitiv gedacht hätte. Mit diesen Erkenntnissen kann man wesentlich bessere und schlüssigere Konstruktionen abliefern.“

Nickel ist sehr zufrieden mit der Zusammenarbeit: „Mit Inneo arbeiten wir im Creobereich seit langer Zeit zusammen und kennen so deren Kompetenz sehr gut. Uns ist es wichtig, einen Anbieter zu haben, der uns nicht nur rundum versorgt, sondern der auch unsere Produkte, Prozesse und Herausforderungen so versteht, dass er kompetent unterstützen und Produkte vorschlagen kann, die uns weiterhelfen.“

« RT

Dipl.-Ing. Ralf Steck ist freier Fachjournalist für die Bereiche CAD/CAM, IT und Maschinenbau in Friedrichshafen.