

# Aus drei mach eins

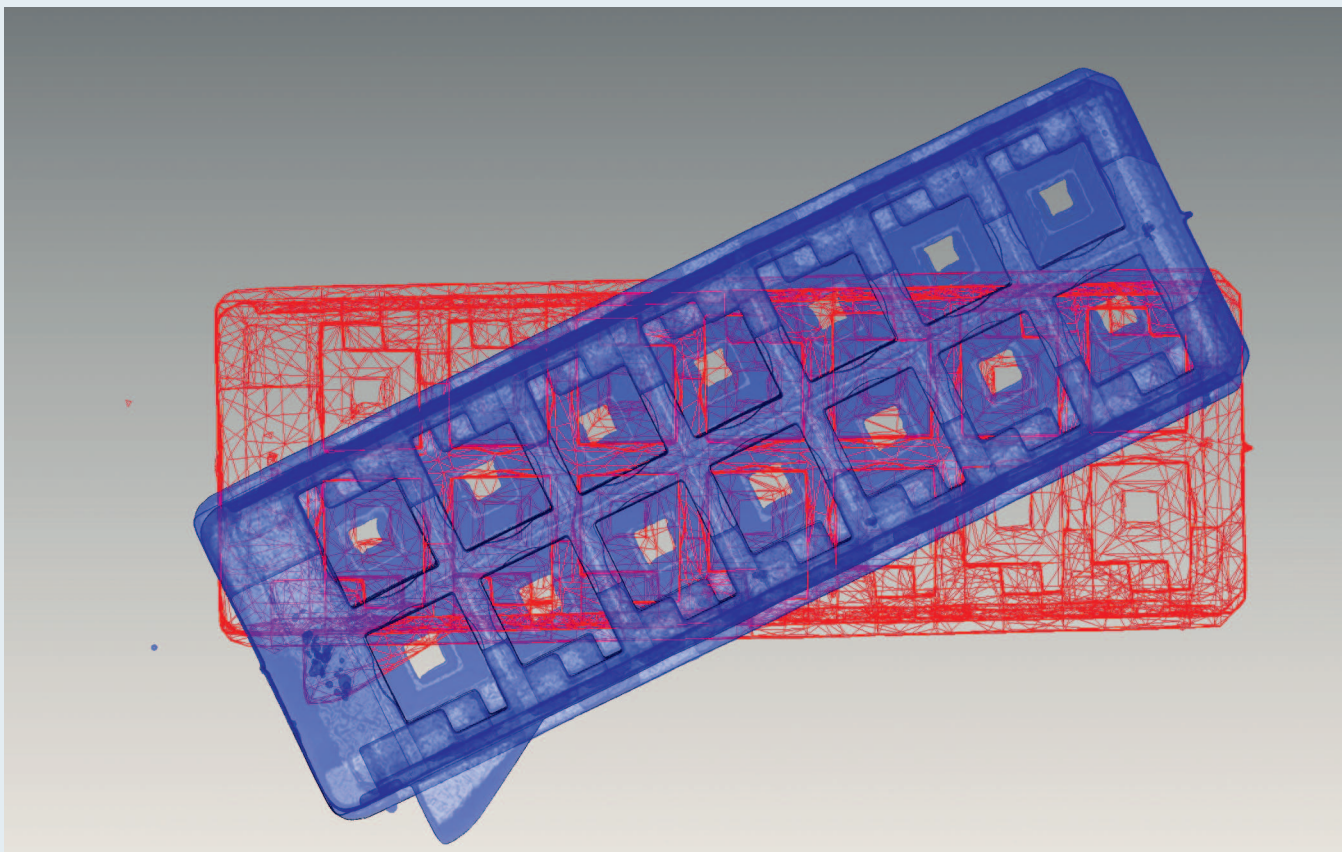
Software bildet gesamte Prozesskette der CT-Prüfung ab



**Volume  
Graphics**

Solutions about Voxels  
[www.volumegraphics.com](http://www.volumegraphics.com)

Volume Graphics GmbH  
Wieblinger Weg 92a  
69123 Heidelberg  
Tel.: 06221/ 73 920-60  
Fax: 06221/ 73 920-88  
[info@volumegraphics.com](mailto:info@volumegraphics.com)  
[www.volumegraphics.com](http://www.volumegraphics.com)



**SOFTWARE BILDET GESAMTE PROZESSKETTE DER CT-PRÜFUNG AB**

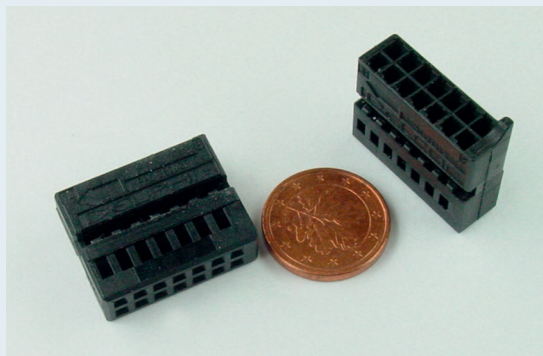
## Aus drei mach eins

Als ein Automobilzulieferer 2004 die zerstörenden Prüfungen durch eine CT-basierte ersetzte, war noch keine für diese Daten optimierte Messsoftware verfügbar. Nun erlaubt die neue Softwaregeneration von Volume Graphics, Heidelberg, die nahezu vollständige Analyse von Bauteilen anhand nur eines Scans. Dadurch reduzierte sich beim Anwender erneut die Prüfzeit.

Die Delphi Deutschland GmbH in Wuppertal (siehe Kasten auf Seite 68) fertigt als Zulieferer für die Automobilindustrie Spritzgusskunststoffteile wie z. B. Steckverbindungen (Bild 1).

Das Team um Peter Knauff, dem Project Manager DCS Quality bei Delphi, muss die Qualität der gefertigten Teile in der Validierungsphase, während der Produktentwicklung und in der Fertigung sicherstellen. Die Erstbemusterung eines Kunststoffsteckers erfordert die

Prüfung von über 650 Qualitätsmerkmalen an außen- und innenliegenden Geometrien. Teile aus der laufenden Produktion werden jährlich einer Layout-Inspektion unterzogen, bei der nur wenige werkzeugbezogene Merkmale geprüft werden. Dies ist eine Anforderung aus ISO 16949 und QS-9000 zur jährlichen Überprüfung der Produkte und Prozesse.



Bis 2004 wurden die Teile zersägt, geschliffen und anschließend auf Profilprojektoren gemessen. Die Präparierung eines einzigen Schnittes dauerte bereits 15 Minuten, je nach Komplexität der Teile waren mehrere Dutzend Schnitte notwendig. Der Zeitaufwand für die Erstbemusterung eines Kunststoffteils lag somit bei 75 Mannstunden und die Layout-Inspektion bei einigen Stunden. Bei diesem klassischen zerstörenden Vorgehen wurde immer wieder die Messgenauigkeit angezweifelt, da die mechanische Präparation den wirklichen Eigenspannungszustand der Baugruppe aufhebt.

**Bild 1. Steckverbindungen für die Automobilindustrie wurden bisher zerstörend geprüft, heute werden sie in wenigen Minuten tomografiert**



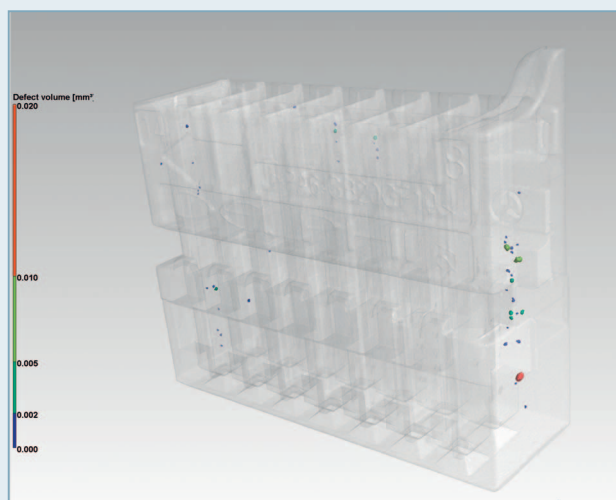
Aufgrund des hohen Zeitaufwandes und der Probleme bei der Messgenauigkeit wurde die Forderung laut, diesen Prozess zu optimieren. Das einzige Verfahren, mit dem sich ein komplexes Kunststoffteil in kurzer Zeit geometrisch vollständig erfassen lässt, ist die industrielle Computertomografie (CT). Damit lässt sich ein Kunststoffstecker in weniger als 15 Minuten tomographieren.

Daher investierte Delphi am Standort Wuppertal im Jahr 2004 in eine 225-keV-Micro-CT-Anlage, Yxlon International X-Ray GmbH, Hamburg. Ein Jahr später führte Patrick Nikolajko, CT-Engineer bei Delphi, eine ausführliche Gage-R-&-R-Studie durch. Diese sollte zeigen, das sich mit der CT Bauteile bis zu 15 cm Ausdehnung und Merkmale mit Toleranzen von bis zu  $\pm 0,03$  mm messen lassen. Die Studie ergab, dass die CT die Anforderungen als Messmittel für Kunststoffspritzgussbauteile bei Delphi erfüllt. Daraufhin wurde eine Prozesskette erarbeitet, die die zerstörende Prüfmethodik durch eine CT-basierte ersetzt.

### Bisher mehrere Softwarepakete nötig

Als 2006 der jetzige Prüfablauf erarbeitet wurde, war noch keine für CT-Daten optimierte Messsoftware verfügbar. Die komplette Prozesskette konnte damals nur mithilfe von drei unterschiedlichen Softwarepaketen realisiert werden:

- Die Daten wurden mittels CT aufgenommen. Zeitaufwand ca. 15 min.
- Mithilfe der Software VGStudio Max 1.2, Volume Graphics, wurde aus den CT-Daten eine Punktwolke extrahiert, welche die Oberfläche des Bauteils repräsentiert. Zeitaufwand ca. eine Stunde.
- Mit der Software Imageware, Siemens PLM Software GmbH, Köln, wurde die Punktwolke bereinigt und ausgerichtet. Zeitaufwand ca. drei Stunden für acht Teile aus einem Werkzeug.
- Der Prüfplan wurde mit der Software Spec.Check, CGI, Eden Prairie, USA, erstellt. Der Zeitaufwand dafür beträgt für ein typisches Bauteil (480 Merkmale in 63 Schnitten) ca. 12 Stunden.
- Typischerweise werden mit einem Werkzeug mehrere identische Teile



gleichzeitig erzeugt. Im o. g. Beispiel hatte das Werkzeug acht Nester. Für diese identischen Nester kann der Prüfplan, der für das erste Teil erstellt wurde, dupliziert werden. Der Zeitaufwand für diesen Schritt beträgt ca. eine Stunde pro Teil.

- Die Ergebnisse werden aus Spec.Check in Form einer Textdatei exportiert, die pro Feature den Ist- und Nominalwert, die positive und negative Toleranz und den Featurenamen umfasst. Mithilfe eines Excel-Makros wird der finale Report erzeugt. Zeitaufwand ca. eine Stunde pro Teil.

### Datenanalyse wurde optimiert

Die aktuelle Prozesskette stellt einen großen Fortschritt gegenüber der klassischen zerstörenden Prüfung dar, ist jedoch mit drei unterschiedlichen Softwarepaketen komplex und fehleranfällig. Die Datenkonvertierung von CT-Daten zu einer Punktwolke und die notwendige Bereinigung führen zu einem erheblichen Datenverlust und einer größeren Messunsicherheit. Zudem muss der Anwender in drei unterschiedliche Softwarepakete (Anschaffung, Wartung, Schulung) investieren.

Die jetzt auf den Markt kommende Softwaregeneration VGStudio Max 2.0 von Volume Graphics, wurde speziell auf die Anforderungen bei der Datenanalyse industrieller CT-Daten optimiert. Sie erlaubt die nahezu vollständige Analyse von Bauteilen anhand eines einzigen CT-Scans. Mit der Software lassen sich Materialien auf Poren und Einschlüsse untersuchen, Soll/Ist-Vergleiche durchführen,

**Bild 2.** Mit einer Software lassen sich Poren und Einschlüsse analysieren

Wandstärken analysieren und metrologische Aufgaben lösen (Bild 2).

Die bestehende Prozesskette des Prüfablaufs lässt sich nun komplett in der Software abbilden. Nach der Aufnahme der Daten mittels CT kann direkt gemessen werden. Hierbei handelt es sich um eine direkte Voxeldatenverarbeitung, d. h. die Maße werden direkt auf den Voxeldaten bestimmt. Der zeitauf-

wendige und fehleranfällige Schritt des Umwandelns in eine Punktwolke inklusive Bereinigen und Ausrichten entfällt.

Der Prüfplan lässt sich laut Hersteller schnell und intuitiv erstellen. Dabei können sowohl 2D- als auch 3D-Prüfmerkmale gemäß Zeichnung ermittelt werden (Bild 3). Im o. g. Beispiel betrug der Zeitaufwand zum Erstellen des Prüfplans ca. acht Stunden. Der einmal erstellte Prüfplan kann in wenigen Minuten auf weitere Teile angewendet werden. Die Ergebnisse liegen dann in Form eines Reports vor, der in verschiedenen Formaten exportiert und weiterverarbeitet werden kann.

### Bearbeitungszeiten reduzierten sich

Mit dem Einsatz der CT als Messmittel reduzierten sich bei Delphi die Bearbeitungszeiten bei der Erstbemusterung und der Layout-Inspektion bei gleichzeitiger Genauigkeitssteigerung. Durch den Wegfall der Konvertierungs- und Bereinigungsschritte, den Datentransfer zwischen den Softwarepaketen und das schnellere Erstellen des Prüfplans dauert der Gesamtprozess nun ca. 12 Stunden. Zudem konnte durch die direkte Voxeldatenverarbeitung und die lokale Oberflächenkorrektur die Messunsicherheit signifikant verringert werden.

Der Zeitaufwand bei der Erstbemusterung sank von 75 auf 24 Mannstunden. Inzwischen suchen Peter Knauff und sein Team nach Möglichkeiten, die Prüfzeiten weiter zu verringern. Ein weiteres Potenzial zur Zeiteinsparung im Prüfprozess sehen die Experten um Peter Knauff im gleichzeitigen Scannen

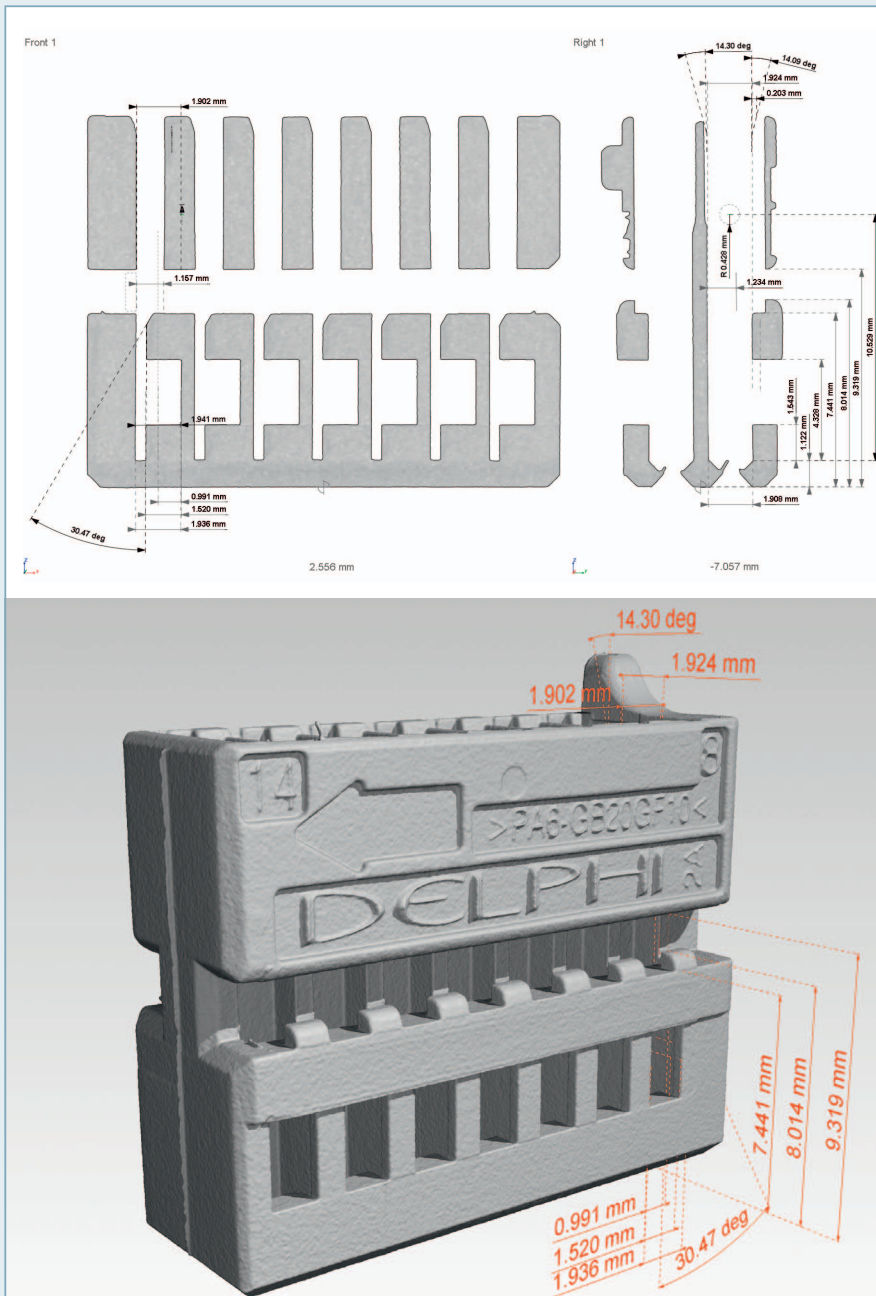


Bild 3. Es können 2D-Prüfpläne (oben) und 3D-Prüfpläne (unten) gemäß Zeichnung erstellt werden

mehrerer Bauteile bei reduzierter Scanauflösung.

Erste Tests zeigen, dass es mit der direkten Voxeldatenverarbeitung und der lokalen Oberflächenkorrektur möglich ist, Datensätze mit größerem Messfeld und somit geringerer Auflösung bei gleichbleibender Messunsicherheit zu analysieren.

Dass man mehrere Bauteile in einem Scanvorgang tomografieren kann, beweist Marko Bangert, Messtechniker bei Delphi. Ihm gelingt es bei einem Multi-Scan mit acht Teilen die geforderten Messunsicherheiten zu erreichen. Bedenkt man, dass der Scanvorgang eines Teils 15 Minuten dauert, können nun acht Teile in derselben Zeit erfasst werden.

**Weltweit größter Zulieferer**

Delphi liefert nach eigenen Angaben als einziges Unternehmen der Welt fast jedes wichtige Fahrzeugsystem. Das Unternehmen ist einer der weltweit größten Automobilzulieferer und zunehmend auch in anderen Branchen, etwa Telekommunikation, Medizin- und Computertechnik, tätig.

In mehr als 40 Ländern arbeiten über 180 000 Beschäftigte. Der Unternehmenssitz ist in Troy bei Detroit, regionale Zentren sind in Paris, São Paulo und Tokio.

In Deutschland ist Delphi durch das Tochterunternehmen Delphi Deutschland GmbH mit Sitz in Wuppertal vertreten. An den einheimischen 19 Standorten sind rund 5 200 Mitarbeiter in Werken, Zentren für Entwicklung, für Logistik und im Service tätig.

QM-Infocenter.de ▶ QZ301902

Nachdem mit VGStudio Max 2.0 erstmals der direkte Vergleich von zwei CT-Datensätzen möglich ist, plant Delphi, die jährlich anfallenden Layout-Inspektionen auf Basis eines sogenannten Ist/Ist-Vergleiches durchzuführen. Dabei wird der bei der Erstbemusterung gemessene und als gut befundene CT-Datensatz archiviert und als Referenz mit dem neu gemessenen Teil verglichen. Die Berechnung dieses Vergleiches dauert nur wenige Minuten, so dass sich der jetzige Zeitaufwand von einer Stunde pro Teil nochmals reduzieren lässt. □

▶ Volume Graphics GmbH  
T 0 62 21/7 39 20 60  
info@volumegraphics.com  
www.volumegraphics.com