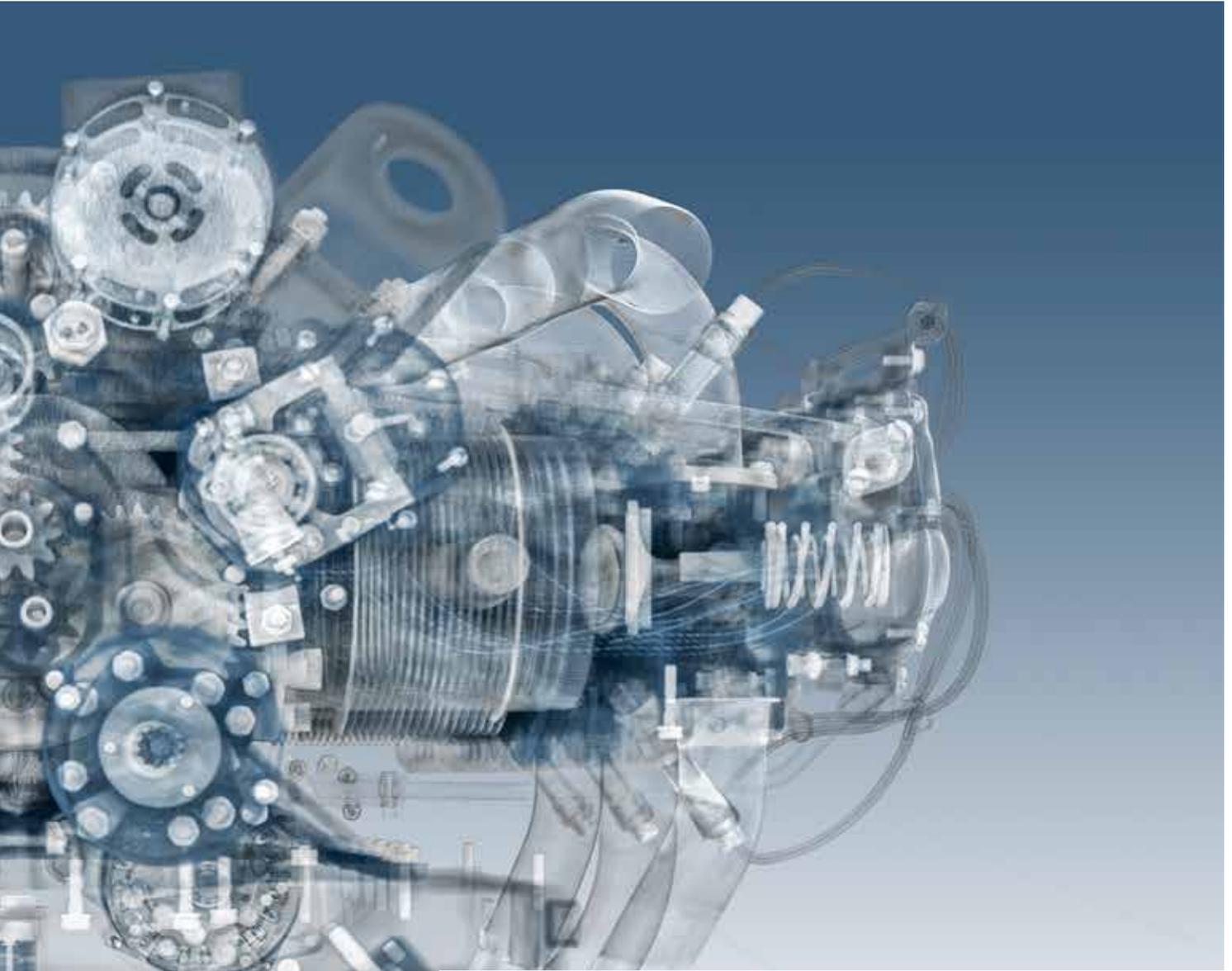


# Digitale Fehlersuche im Voxelbrei

Wie ein Start-up zum Hightech- Unternehmen aufsteigt

**FIRMENPORTRÄT** Vor 20 Jahren begann Volume Graphics damit, ein weißes Feld innerhalb der Computertomografie-Informatik zu bearbeiten. Heute ist das einstige Start-up ein angesehener Spezialist für die Computertomografie-Analyse und -Visualisierung. QZ besuchte den Softwareanbieter in Heidelberg.

Johannes Kelch



**D**ie Volume Graphics GmbH wurde 1997 gegründet, die Anfänge reichen aber zurück in das Jahr 1992. Genau genommen begann das Unternehmen mit einem Forschungsprojekt, das in Kooperation mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg an einem 1991 neu gegründeten Lehrstuhl für technische Informatik der Universität Mannheim durchgeführt wurde. Ziel dieses Projekts war die Visualisierung von Computertomografie (CT)- und MRT-Daten in Echtzeit.

Das war ein ambitioniertes Vorhaben, denn ein CT-Scan von 256 x 256 x 256 Bildpunkten erzeugte damals bereits 32 Megabyte Daten, Computer konnten im Vergleich zu heutigen Rechnern jedoch solche Datenmengen kaum bewältigen. Entwicklungs-

ziel war nicht etwa eine Software, sondern ein spezieller Rechner, der die schnelle Darstellung medizinischer Daten in Form von application-specific integrated circuits (ASICs) beherrschen sollte.

Der Ursprung von Volume Graphics liegt somit in einem ambitionierten Forschungsprojekt, das ein weißes Feld innerhalb der CT-Informatik bearbeitete. Zu diesem Zeitpunkt war für niemanden, nicht einmal für die beteiligten Physiker und Informatiker, erkennbar, dass das weiße Feld sich zu dem technisch anspruchsvollen Hightech-Geschäftsfeld von heute entwickeln könnte.

Das Unternehmen ist inzwischen mit knapp 100 Mitarbeitern ein Spezialist für die Analyse und Visualisierung von CT-Daten für die Zwecke der Qualitätssi- >>>

cherung und Messtechnik. Zu der zunächst programmierten Fähigkeit, CT-Daten in Echtzeit zu visualisieren, kamen in den vergangenen 20 Jahren immer mehr Kompetenzbereiche hinzu: die Analyse von Wandstärken, die Detektion von Lunkern und Einschlüssen, das Messen auf CT-Daten, der Soll-Ist-Vergleich zwischen CAD- und CT-Daten, die Prüfung von Faserverteilung und -anordnung und diverse Simulationsverfahren (Bilder 1 und 2).

Der Softwareentwickler wächst schnell. Allein von 2009 bis 2016 stieg die Mitarbeiterzahl von 19 auf 93. Wie ist der Aufstieg aus dem Nichts zu einem Unternehmen zu erklären, das ausschließlich Software programmiert und sich damit von typischen Messtechnik-Anbietern unterscheidet, die üblicherweise Hardware und Software in Kombination entwickeln und vermarkten?

### Forschung zur Echtzeit-Visualisierung

Ab Anfang 1993 arbeiteten die drei angehenden Physiker Thomas Günther, Christoph Poliwoda und Christof Reinhart an der Aufgabe, Algorithmen zu entwickeln, die später in Form von Hardware bis zu 35 CT-Bilder pro Sekunde errechnen sollten. Ein Demonstrationsobjekt der Hardware mit einem Gehäuse, das äußerlich weniger an Hightech sondern mehr an einen Heizkörper erinnerte, war Mitte 1995 fertigge-

stellt. Lehrstuhlinhaber Reinhard Männer und Projektmitarbeiter Christof Reinhart gingen mit dem „Heizkörper“ 1996 auf Reisen und präsentierten Siemens, HP, Mitsubishi und anderen Technologiefirmen die Hardware und hochfliegende Visionen, stießen jedoch damals auf kein Verständnis und Interesse. Der Vertrieb der Technik und der Ideen scheiterte, zumal die Physiker „nicht aggressiv verkaufen“ wollten, so der heutige CEO Reinhart.

Zur gleichen Zeit probierte Mitstreiter Christoph Poliwoda aus, ob denn die Visualisierung von Daten nicht auch in Form von Software auf PCs mit akzeptabler Geschwindigkeit funktionieren könnte. Hilfreich war dabei, dass die Physiker das Innenleben des sprichwörtlichen Heizkörpers zunächst in Software gebaut hatten. Poliwoda, heute CTO Technology Development von Volume Graphics, musste nur den Code optimieren, und siehe da, schon beherrschte auch die Software die rasche Berechnung der Daten aus CT-Scans.

Nun konnten sich die Physiker ausrechnen, dass die eigene Hardwareentwicklung nicht viel Potenzial haben würde, wenn sich die Komplexität integrierter Schaltkreise nach dem Mooreschen Gesetz permanent in zwölf bis 24 Monaten verdoppeln würde. Der erste Businessplan aus dem Gründungsjahr von Volume Graphics 1997 sah noch ein Hardwareprodukt vor, doch hätten

sich die Physiker auf diese Option versteift, hätte sie das Schicksal einer konkurrierenden Forschergruppe ereilt: der Untergang. Vielseitige, anpassbare und jederzeit änderbare Software und nicht ein starrer Rechner mit einem auf Chips realisierten Algorithmus führte die Gründer auf die Erfolgsspur.

### Weißer Felder der Techniklandschaft

Zwei Jahre lang konnten die drei Physiker – im Spaß als „Triumvirat“ titulierte – nach der Unternehmensgründung im Jahr 1997 an der Uni als private Firma loslegen. Sie nutzten dabei öffentliche Förderung in Gestalt von kostenfreier Nutzung des Infrastrukturnetzes und halben Gehältern wissenschaftlicher Angestellter.

Als erstes Softwareprodukt kam 1998 die Software VG Studio, eine Visualisierungssoftware, auf den Markt. Dieses Programm war damals nicht besonders begehrt, über Wasser hielten sich die Jungunternehmer mit einer Softwarebibliothek, die in einer kurzen 3D-Boomphase der Medizintechnik gefragt war.

Zu den Käufern des ersten Softwareprodukts zählten wissenschaftliche Einrichtungen, Bundesbehörden und Industriefirmen. Von zahlreichen Forschungsprojekten der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), die sich etwa ab 2003 mit der

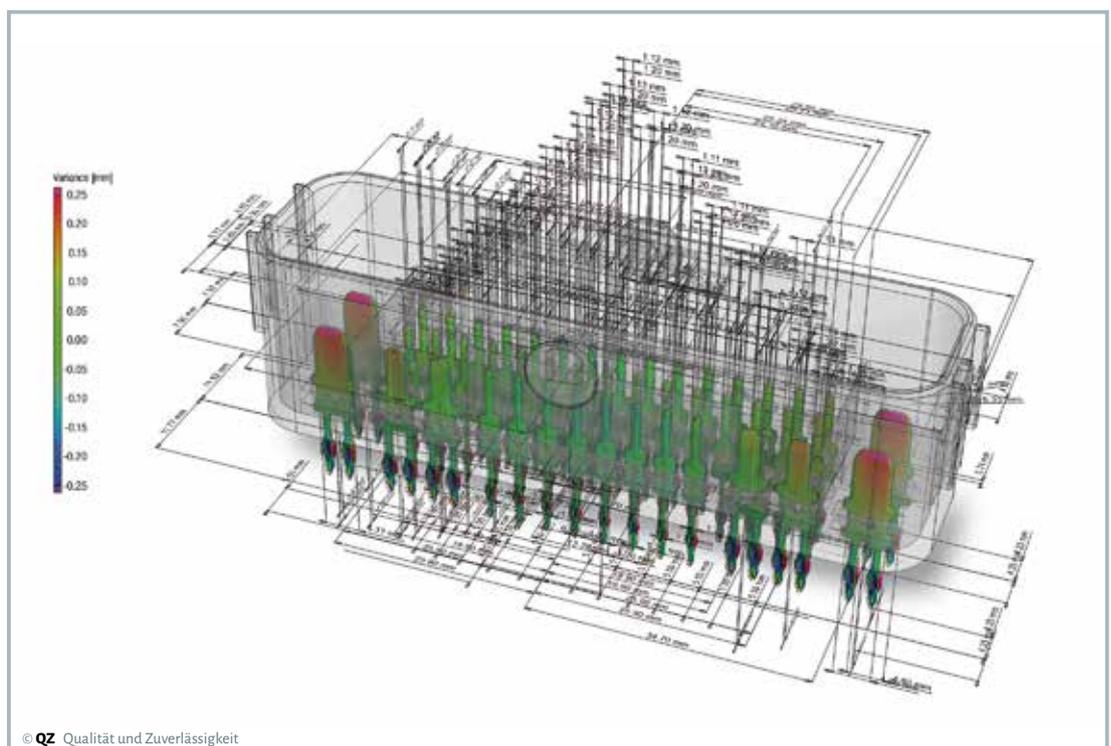


Bild 1. Mit einer Computertomografie-Software wird das Vermessen auch schwer zugänglicher Bauteile möglich.

(© Quelle: Volume Graphics)

© QZ Qualität und Zuverlässigkeit

Frage beschäftigten, wie auf CT-Daten vernünftig zu messen wäre, profitierten die Physiker und Unternehmer aus Heidelberg ganz besonders.

Denn einerseits wurde hier die „Genauigkeitssteigerung von industriellen Röntgen-Computertomographie(CT)-Anlagen für die dimensionelle Messtechnik“ (Projekttitle) bearbeitet, und zum anderen konnte Volume Graphics wichtige Kontakte zu Industriefirmen und Messtechnik-Anbietern knüpfen. Die Heidelberger Softwareentwickler lernten, Messabweichungen aufgrund von Artefakten und anderen Einflussgrößen in den Griff zu bekommen, und konnten erneut auf einem weißen Feld der Techniklandschaft ihre Kompetenzbereiche abstecken. Inzwischen hat sich Volume Graphics aus dem weißen Feld

ten ganz verzichten. Schmid wörtlich: „Eine für die Zwecke des Messens komprimierte CT-Datei ist bei vergleichbarer Präzision kleiner und enthält die relevanten Oberflächeninformationen subvoxelgenau.“

Als ab 2005 mehr und mehr Computertomografie-Geräte speziell für die Industrie auf den Markt kamen, hatte die Software von Volume Graphics bereits eine Menge an Funktionalität zu bieten, die nun mehr und mehr benötigt und geschätzt wurde. Die meisten und vor allem die großen Hersteller von CT-Anlagen für den Einsatz in der Industrie suchten die Zusammenarbeit mit Volume Graphics und vertreiben seit Jahren dessen Software zusammen mit ihren Geräten.

Hauptabsatzmarkt ist die DACH-Region (Deutschland, Österreich, Schweiz),

nach Deutschland – zweitwichtigsten Markt Japan eine eigene Niederlassung gegründet, hier arbeiten inzwischen acht Personen. Auch in den USA steigen die Verkäufe, die Niederlassung beschäftigt drei Personen. Seit Beginn 2016 existiert in Singapur eine Niederlassung für das nicht japanische Asien, den chinesischen Markt bearbeitet seit Kurzem ein eigenes Volume-Graphics-Büro in Peking.

### Triumvirat und Teamarbeit

In der 30-köpfigen Entwicklungsmannschaft programmieren und testen insgesamt sechs Teams. Das „Core“-Team beschäftigt sich mit den grundlegenden Funktionen, zum Beispiel der Oberflächenfindung (Abtrennung von Luftvoxeln) und der

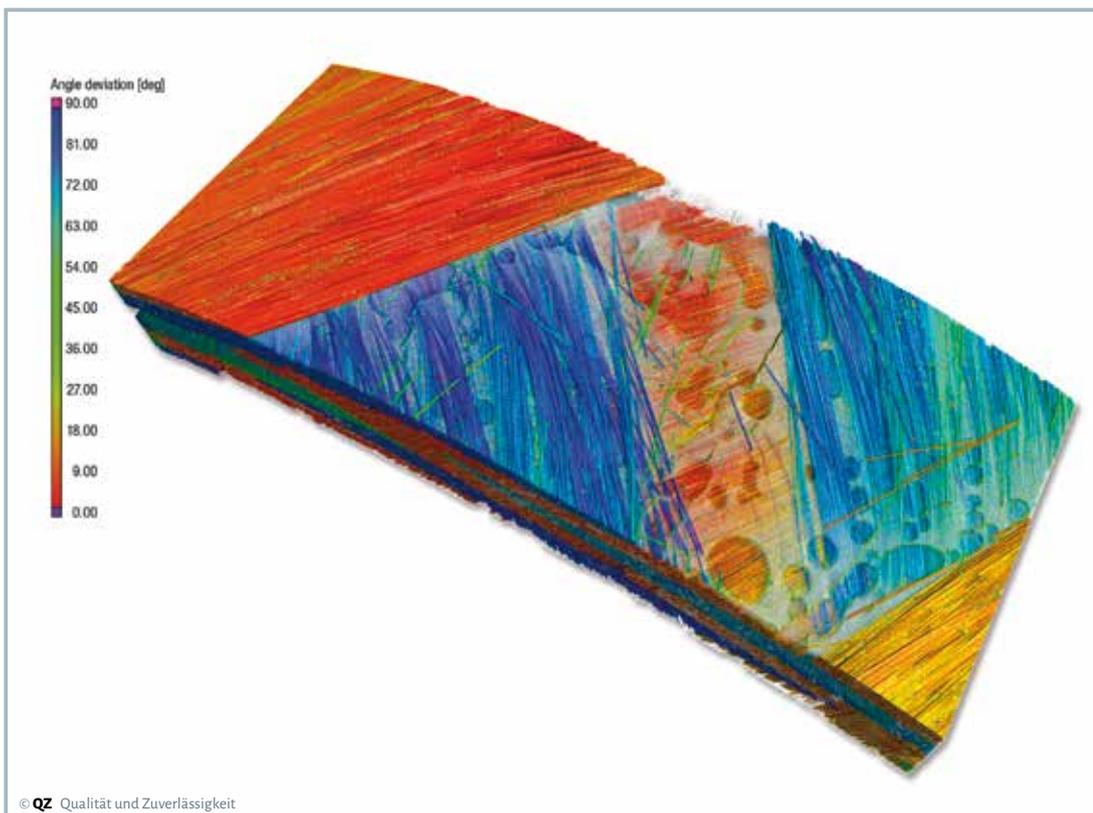


Bild 2. Faserorientierungen werden in der Computertomografie-Software farbcodiert ausgegeben.

(© Quelle: Volume Graphics)

in die bereits seit langer Zeit beherrschten Gefilde der dimensionellen Messung begeben. Mit der Software aus Heidelberg kann man heute Daten unterschiedlicher Herkunft (taktile und optische Koordinatenmesstechnik, CAD, Polygonalnetze, Punktwolken) vermessen und vor allem vergleichen. Marketing-Manager Alexander Schmid argumentiert, Firmen, die sowieso schon mit CT-Daten arbeiten, sollten im eigenen Interesse auf Polygonalnetzda-

gefolgt von westeuropäischen Industrieländern und zunehmend auch osteuropäischen Ländern (auch Russland). Ist die Software aus Heidelberg so etwas wie das „Windows und Office der CT-Welt“? Marketing-Manager Schmid hält das – bei aller Vorsicht gegenüber gewagten Vergleichen – für nicht ganz abwegig.

International verkaufte Volume Graphics die eigene Software zunächst über Vertriebspartner. 2011 wurde jedoch im –

Makrofähigkeit (wichtig für die Wiederholbarkeit einer definierten Abfolge von Prüfungen und Analysen). Im ältesten Team „Bildverarbeitung“ wird die Auswertung von Bilddaten (Material- und Defektanalysen) programmiert. Ein kleines Team kümmert sich um die rechenintensive CT-Rekonstruktion.

Das Team „Inline-CT“ arbeitet an der Verkürzung der Prüfzeiten in Produktionslinien. Das ist wiederum ein weißes >>>

Feld der Technik, das ebenso kreative wie schnelle Lösungen erfordert. Die automatisierte und beschleunigte Abarbeitung von Prüfplänen steht hier im Mittelpunkt. Mehrere Projekte bei Industriefirmen laufen derzeit, um Durchlaufzeiten und Warteschleifen auf den Produktionstakt abzustimmen. Und dann existiert da noch das Team „Transportphänomene“ zur Simulation von Permeabilität, Diffusion, elektrischer und Temperatur-Leitfähigkeit und anderen Prozessen.

Im ersten Halbjahr 2016 kam die Software VG Studio Max 3.0 auf den Markt. Diese „Software, die alles kann“ – so CEO Reinhart wörtlich – wurde weitgehend neu programmiert. Neben zahlreichen Verbesserungen im Detail wurde die Leistung wie schon in der Vergangenheit erneut gesteigert. Gigantische Datenmengen lassen sich jetzt auf Rechner mit SSD- oder SSD-RAID-Hardware rasch laden. In den besonders rechenintensiven Modulen CT-Rekonstruktion und Transportphänomene (Simulationen) können die Anwender auf einen oder mehrere Grafikprozessoren zurückgreifen. Selbst auf weniger leistungsfähigen PCs hilft eine neue Funktion zum Entladen und Neuladen von Grauwerten bei der Arbeit mit hochauflösenden CT-Datensätzen.

### Agile Entwicklung

Doch wie arbeiten eigentlich die Entwickler bei Volume Graphics? Nahezu der gesamte Code wird in C++ plattformübergreifend programmiert. Nach Auskunft von Christoph Poliwoda wird seit einer Umorientierung während der Programmierung von VG Studio Max 3.0 „durchgängig in der gesam-

ten Produktentwicklung mit agilen Methoden gearbeitet“. In besonderem Maße passt die Entwicklungsmethodik „Scrum“ zur „Denke“ des Triumvirats und der Teams. In Heidelberg wird auf schlanke Prozesse, wenige Regeln, eigenständiges und verantwortliches Arbeiten, die flexible Reaktion auf Anforderungen und die iterative Annäherung an das bestmögliche Ergebnis großer Wert gelegt. Poliwoda: „Wir entwickeln im Herzschlag von zwei Wochen.“

Ganz im Sinne der agilen Entwicklung nimmt Volume Graphics auch aus der Zusammenarbeit mit CT-Geräteherstellern und -Anwendern vielfältige Ideen für die Ergänzung und Optimierung der Softwareprodukte auf. Eine User Group, aber auch einzelne Anwender und Hersteller liefern den Heidelbergern Informationen darüber, was sie alles mit den Tools anstellen, und Ideen, wie das Funktionsspektrum der Software erweitert oder optimiert werden könnte.

Wie läuft die Software-Qualitätssicherung? Ein „buildbot“ holt automatisch jeden Tag den Code und kompiliert ihn zum fertigen Produkt. Anschließend wird – wiederum automatisch – getestet. Jeden Tag laufen Hunderte bis Tausende solcher Tests. Auch von den Entwicklern wird getestet. So lässt sich schnell erkennen, ob ein Projektteam die Kundenanforderungen richtig oder falsch interpretiert hat, ob die Benutzerschnittstelle den Anforderungen an Software-Ergonomie gerecht wird und ob die Software auf allen Betriebssystemen störungsfrei funktioniert oder nicht.

CEO Christoph Reinhart fasst zusammen: „Ein Geheimnis unseres Erfolgs besteht darin, dass der Code gut geschrieben und optimiert ist.“

### Programm und Prognose

In der Heidelberger Zentrale demonstriert Martin Kronig die Arbeitsschritte im Umgang mit VG Studio Max 3.0 am Beispiel des CT-Scans einer Spielzeuglokomotive.

Kronig arbeitet mit zwei Bildschirmen, doch ein großer Monitor reicht heute aus, um die vier benötigten Arbeitsfelder sowie Werkzeugbaum und Szenebaum (eine Art Palette) gleichzeitig anzuzeigen. Der Technical Sales Consultant lädt immer zuerst vollständig den CT-Datensatz, einen Kubus, angefüllt mit Voxeln. Die CT-Datensätze umfassen heute üblicherweise ein- bis zwei-

stellige Gigabyte-Mengen und erfordern daher einen entsprechend großen Arbeitsspeicher. Was meist automatisch im Hintergrund läuft, demonstriert Kronig am Beispiel einer Spielzeuglokomotive: Er trennt aus dem „Voxelbrei“ zur Oberflächenfindung die Luftvoxel ab.

Die Definition, welche Voxel sich innerhalb und welche außerhalb des Objekts befinden, geschieht über komplexe mathematische Verfahren. Die Voxel der Oberfläche werden gemittelt und unterscheiden sich so von reinen Luft- und reinen Bauteilvoxeln. Mithilfe eines Histogramms, das die Voxelverteilung anzeigt, kann Kronig Materialien automatisch trennen, zum Beispiel Metall- und Kunststoffteile.

Im Fall der Lokomotive, die überwiegend aus Metall besteht, können Teile, zum Beispiel die Räder, lediglich per Hand ausgeschnitten oder eingefärbt werden. An solche Vorarbeiten schließen sich die je nach Prüfplan vorgesehenen Analysen an, eine Wandstärkenanalyse, eine Prüfung auf Lunker und deren Lage und Verteilung im Bauteil oder dimensionelle Messungen. Analysen, Messungen und Simulationen lassen sich in einem Template kombinieren und sodann auf mehreren Datensätzen wiederholen.

Abschließend lässt sich ein Report erstellen und zusammen mit einer Datei per Mail versenden. Mit dem kostenlosen Viewer myVGL können auch Personen, die über keine CT-Software verfügen, die Analysen betrachten (aber nicht bearbeiten). Dies wiederum erleichtert die Kooperation zwischen Messdienstleistern und ihren Kunden, die keine eigene CT-Anlage und -Software kaufen wollen.

Zur Zukunft befragt, malt Christof Reinhart eine Grafik zu den Aussichten der industriellen Computertomografie und beruft sich dabei auf Marktstudien. Die Grafik läuft zunächst nahezu horizontal und steigt dann etwa im 45-Grad-Winkel an, bevor sie wieder in eine Horizontale mündet. Reinhart sieht die Computertomografie am Ende der zuerst gemalten Horizontalen und somit am Beginn einer starken Wachstumsphase.

Zu dieser Perspektive passt ein Spruch von Alan Kay, Pionier der objektorientierten Programmierung: „Die Zukunft kann man am besten voraussagen, wenn man sie selbst gestaltet.“ ■

## INFORMATION & SERVICE

### AUTOR

Johannes Kelch, geb. 1953, arbeitet als freier Wissenschafts- und Technikjournalist in München.

### KONTAKT

Volume Graphics GmbH  
T 06221 73920-60  
info@volumegraphics.com  
www.volumegraphics.com

### QZ-ARCHIV

Diesen Beitrag finden Sie online:  
[www.qz-online.de/1404222](http://www.qz-online.de/1404222)