

Charakterisierung einer Bodenprobe mittels CT

CT-Automat für das Prüflabor

Ein schnelles Prüfsystem für die Qualitätssicherung

Ein Prüfsystem gilt dann als besonders effizient, wenn es neben den zu erbringenden Messleistungen auch einen hohen Probendurchsatz erlaubt. Diesen Anspruch müssen auch CT-Systeme für sich gelten lassen. Aus der Verbindung von Automatisierungstechnik und digitaler Bildanalyse mit einem schnellen CT-Scanner entsteht ein solches leistungsfähiges Prüfgerät, das bis zu 20 Proben je Stunde prüfen kann.

Die Computertomographie (CT) ist ein leistungsstarkes zerstörungsfreies Prüfverfahren, das Ergebnisse liefern kann, die mit keinem anderen Prüfverfahren erreicht werden können. Aus diesem Grund dringt die CT in immer mehr Bereiche der industriellen Prüfung vor und ergänzt oder ersetzt dort andere Prüfverfahren. Allerdings gilt die Computertomographie im Allgemeinen noch als teuer, aufwändig, langsam und kompliziert in der Bedienung. Dies muss jedoch nicht so sein.

Arbeitsweise des CT

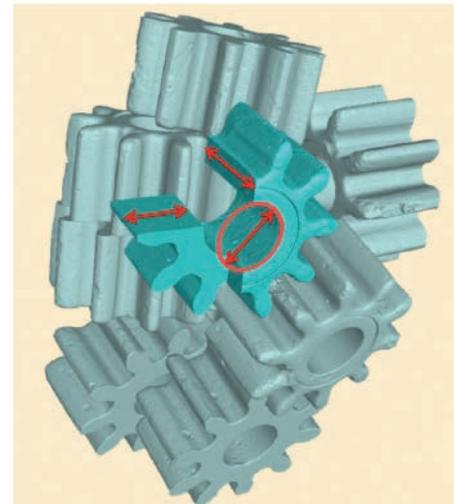
Zur Prüfung wird bei der Computertomographie das Untersuchungsobjekt auf einen Drehtisch gestellt. Während der Prüfung wird das Objekt um 360° gedreht. Dabei werden viele hundert Röntgen-Durchstrahlungsbilder des Objektes aufgenommen. Mit speziellen Computeralgorithmen wird aus diesen Durchstrahlungsbildern das dreidimensionale Volumenbild des Objektes, die sogenannte Rekonstruktion berechnet. Das kleinste Bildelement dieser Rekonstruktion ist das Voxel (volume pixel). Jedes Voxel repräsentiert einen kleinen Bereich des Objektes. Der Grauwert des Voxels gibt dabei die Röntgendichte des entsprechenden Objektbereiches wieder, die wiederum ein Maß für

die Materialdichte an der entsprechenden Stelle ist. Somit liefert die Rekonstruktion nicht nur alle inneren und äußeren Konturen und Grenzflächen des Objektes, sondern auch Informationen über die Dichte der jeweiligen Materialien.

Übliche CT-Systeme für industrielle Anwendungen sind gewöhnlich sehr vielseitige Geräte und können deshalb nur von speziell geschultem Personal bedient werden. Vor der eigentlichen CT-Aufnahme sind verschiedene Vorbereitungen zu treffen. Je nach Aufgabenstellung kann deshalb eine CT-Aufnahme eine halbe Stunde bis zu über zwei Stunden dauern. Nach Abschluss der CT-Aufnahme muss das erhaltene Volumenbild noch geprüft und gegebenenfalls bewertet werden. Bei der visuellen Prüfung müssen dazu 1.000 oder mehr Schichtbilder der Rekonstruktion gesichtet werden.

Automatisierte CT-Scans

Aktuelle Entwicklungen in der Röntgen- und Rechnertechnik haben dazu geführt, dass nun selbst hochaufgelöste CT-Aufnahmen innerhalb weniger Minuten erstellt werden können. Um dieses Potential z. B. für Serienprüfungen auch wirklich nutzen zu können, müssen auch die anderen Bearbeitungsschritte beschleunigt und automatisiert wer-



Prüfung von Zahnrädern



Station zur Probenerfassung und -vorbereitung

den: Vorbereitung der CT-Aufnahme, Probenwechsel und Auswertung des Volumenbildes.

Ein solches automatisiertes System, das ursprünglich für die produktionsbegleitende Qualitätssicherung bei der Herstellung von Saatgut entwickelt wurde, ist heute bei verschiedenen europäischen Produzenten im Einsatz. Das System eignet sich aber ebenso für die Prüfung anderer Produkte und kann bei Bedarf an spezielle Aufgabenstellungen z. B. bezüglich Auflösungsvermögen oder Objektgröße angepasst werden.

Bei dem CT-Automaten werden die Proben nicht mehr einzeln eingestellt, sondern es werden auf einem speziellen Tablett bis zu 60 Proben auf einmal in das System eingestellt. Die Tablett werden vorher an einer gesonderten Probenvorbereitungsstation vorbereitet. Dabei wird die Probenkennung mit Hilfe eines Barcode-Lesers erfasst und die Stichproben werden in kleine Dosen eingefüllt, die auf dem Tablett platziert werden. Während des Prüfungsvorgangs entnimmt ein kartesischer Roboter im inneren des CT-Scanners nacheinander die Proben vom Tablett und stellt sie für die Aufnahme auf den Drehtisch. Alle Vorbereitungen, die für die Durchführung einer CT-Aufnahme erforderlich sind, führt das System selbstständig durch. Der Nutzer muss nur die Nummer des eingestellten Tablett angeben und den Prüfungsvorgang starten. Nach etwa drei Stunden ist der Prüfungsvorgang für alle 60 Proben eines Tablett durchgeführt. Dabei findet zeitgleich zur CT-Aufnahme die Bildanalyse der jeweils vorangegangenen Probe statt, sodass unmittelbar nach Abschluss der letzten CT-Aufnahmen auch die vollständigen Analysenergebnisse für alle Proben vorliegen.

Bildanalytische Auswertung

Da nach der CT-Aufnahme ein vollständiges dreidimensionales Volumenbild der Prüfobjekte im Computer vorliegt, können daran mit Hilfe von Bildanalysen verschiedenste Prüfungen und auch quantitative Messungen durchgeführt werden. So ist z. B. bei kritischen Bauteilen die automatische Prüfung auf Defekte wie Poren, Lunker oder Risse möglich. Dabei kann die Prüfung bei kleinen Objekten auch im Gemenge erfolgen, die Bauteile müssen also nicht zuvor vereinzelt



© Fraunhofer IZFP

CT-Automat zur Serienprüfung

werden. Auch für die Materialcharakterisierung ist das System geeignet. So können Poren- oder Korngrößenverteilungen ermittelt werden oder auch die Material- und Dichteverteilung in heterogenen Proben. Und schließlich ist auch bei kleineren Komponenten die Kontrolle der Maßhaltigkeit z. B. von Wandstärken oder Abständen möglich, dies sogar an innen liegenden oder verdeckten Flächen. Bei biologischen Proben oder ande-

ren Proben natürlichen Ursprungs können in kürzester Zeit zahlreiche quantitative Merkmale in großer Zahl ermittelt werden. Zur Qualitätssicherung können bei dem System Referenzproben eingesetzt werden. Nach Abschluss der Analyse werden die Ergebnisse der Referenzprobe mit den Eintragungen der Qualitätsregelkarte verglichen. Bei starken Abweichungen vom Sollwert wird entweder eine Warnmeldung ausgegeben oder das System wird gestoppt.

Fazit

Durch die Verbindung von Automatisierungstechnik und digitaler Bildanalyse mit einem schnellen CT-Scanner entsteht ein leistungsfähiges Prüfgerät, das bis zu 20 Proben je Stunde prüfen kann. Das System eignet sich besonders für Objekte aus biologischem Material, Kunststoff, Keramik oder Leichtmetall. Die geometrische Auflösung kann im Bereich von 200 µm bis hinunter zu 5 µm liegen bei Objektgrößen von etwa einem Liter bis zu einem Kubikzentimeter. Neben der Prüfung auf Defekte ermöglicht das System auch quantitative Messungen von Volumen, Längen oder Dichten. Es eignet sich besonders für Anwendungen bei denen eine große Anzahl gleichartiger Proben regelmäßig geprüft und bewertet werden müssen.

Autor

Dr. Felix Porsch, Gruppenleiter 3D-Röntgen-CT

Kontakt

Fraunhofer Institut IZFP, Saarbrücken
Tel.: +49 681 9302 3842
felix.porsch@izfp.fraunhofer.de
www.izfp.fraunhofer.de
