

Zukunftsweisende Messtechnik

Reverse Engineering schließt Ersatzteillücke bei Bauteilen

Ob Familienmosterei oder Großunternehmen – wo Maschinen in Arbeitsprozesse integriert sind, gilt: Die Qualität einer Ware entscheidet über Kundenzufriedenheit und damit auch über die Marge. Um die Eigenschaften von Erzeugnissen konstant zu halten, setzen viele Hersteller auf altbewährte Maschinenteknik. Doch treten einmal Defekte auf, gestaltet sich die Suche nach Ersatzteilen häufig schwierig. Innovationen wie das 3D Reverse Engineering lösen dieses Problem.



Im Gegensatz zur funktionellen Nachempfindung bildet das Reverse Engineering das vorliegende Objekt mithilfe eines 3D-Scans detailgetreu ab.

Vor allem dort, wo spezielle oder maßgefertigte Anlagen zum Einsatz kommen, stehen Unternehmen häufig vor großen Herausforderungen, wenn sich Verschleiß an einzelnen Bauteilen oder sogar ganzen Segmenten einstellt. Um Elemente jeglicher Art nachzufertigen, benötigen Konstrukteure Zeich-

nungen oder 3D-Modelle der entsprechenden Komponenten. Nicht nur bei älteren Bauteilen liegen diese aber oftmals nicht vor. Diesen Engpass schließt das innovative Verfahren 3D Reverse Engineering zur Flächenrückführung oder Nachkonstruktion von Einzelteilen sowie größerer Komponenten, welches Norrenbrock Technik anwendet. Dabei gelingt es, das vorliegende Objekt mithilfe eines 3D-Scans exakt abzubilden und auf dieser Grundlage zu rekonstruieren. Mithilfe des Reverse Engineering lassen sich bestimmte Merkmale eines Bauteils in ein reproduzierbares Ausgangsmodell zurückführen.

Weiterhin umfasst das Verfahren sämtliche strategische Überlegungen über den Ablauf dieses Vorgangs. Das schließt unter anderem auch die Be-

rücksichtigung von Interaktionsstellen mit korrespondierenden Elementen ein, um auch nach der Rekonstruktion eine reibungslose Funktionsweise von Bauteil und Maschine zu gewährleisten.

Zum Einsatz kommt dieses Verfahren etwa im Maschinenbau, insbesondere bei Objekten mit Freiformflächen. Diese sind sowohl im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik als auch der Ur- und Umformtechnik sowie der Energemaschinen zu finden. Es geht hierbei im engeren Sinne um komplexe, von Hand gefertigte Objekte, die einer weiteren rechnergestützten Bearbeitung bedürfen, etwa einer Strömungs- oder FEM-Simulation. Dank Reverse Engineering können Unternehmen viel Zeit und Geld sparen, wenn ein neues Bauteil benötigt wird. Durch den branchenübergreifenden Einsatz des Verfahrens erhält beispielsweise der Oldtimer-Sammler ebenso nachkonstruierte Bauteile wie der Nutzer von Agrarmaschinen und Abfüllanlagen.

Vom Original zum 3D-Modell

Im Gegensatz zur funktionellen Nachempfindung bildet das Reverse Engineering das vorliegende Objekt mithilfe eines 3D-Scans detailgetreu ab. Das von Norrenbrock Technik angewandte Verfahren stellt in mehreren Stufen präzise Datensätze bereit, die als Basis für die Produktion dienen. Dabei werden alle konstruktionsrelevanten Merkmale eines vorliegenden Original-Bauteils mit einem handgeführten 3D-Scanner der Marke Faro Technologies extrahiert. Dank seiner empfindlichen Sensoren bietet er flexible Einsatzmöglichkeiten und nimmt Objekte sowie deren Umgebung aus unterschiedlichen Winkeln und Farben auf.

Robert Norrenbrock

Geschäftsführer der Norrenbrock Technik GmbH & Co. KG, einem Full-Service-Anbieter für Ingenieurdienstleistungen und Bauteilfertigung mit Sitz in Emden. Nach seiner Ausbildung zum Industrie-Mechatroniker absolvierte er ein Studium zum Maschinenbau-Ingenieur. www.norrenbrock-technik.de



Auf das zu scannende Bauteil gerichtet, lassen sich mittels Knopfdruck neben Strukturen und Zuständen auch individuelle Verhaltensweisen erfassen. Mit einer Wiederholgenauigkeit von unter 0,02 Millimetern zeichnet der Lasersensor so bis zu 88 000 Punkte pro Sekunde auf. Um die Geometrie des vorliegenden Bauteils so präzise wie möglich zu erfassen, kann dieser Vorgang sowohl optisch als auch taktil durchgeführt werden. Dabei beschränkt sich der Prozess nicht auf Einzelteile, sondern findet auch bei der Nachbildung größerer Segmente Anwendung.

Unregelmäßige Geometrien bereitet das Scanverfahren digital auf. Eine anschließende Flächenrückführung erzeugt zeit- und kostensparend präzise CAD-Datensätze, die später in ein Koordinatensystem überführt und zur Fertigung des Prototyps genutzt werden.

Dank eines optischen Messsystems mit Selbstkompensation benötigt der Scanner keine Aufwärmphase, sondern kann direkt zum Einsatz kommen. Indem er während des gesamten Vorgangs zusammen mit einem Tablet oder Laptop verwendet wird, bietet er eine Echtzeitvisualisierung der sogenannten Punktwolken. So können die erfassten Bereiche parallel zur Aufnahme geprüft werden, um auszuschließen, dass während der Datenerfassung wichtige Informationen verloren gehen. Die erfassten 3D-Daten werden direkt auf einen PC für die weitere Verarbeitung gespeichert. Hier stehen sie etwa im STL-Format zur Weiterverarbeitung für diverse CAD-Programme, beispielsweise CATIA, NX oder SolidWorks, zur Verfügung. Es besteht zudem die Möglichkeit, eine bereits erfasste Punktwolke mit einer weiteren zu kombinieren. Zum effektiven und unternehmensinternen Austausch bearbeiteter Scan-Daten bieten sich Clouds an.

CAD als Produktions-Basis

Den Grundstein, um aus dem Urmodell ein neues, identisches Bauteil zu entwickeln, bildet die Erstellung der notwendigen CAD-Datensätze. Gleichzeitig beginnt mit diesem Schritt der eigentliche Reverse-Prozess. Er bildet die Schnittstelle zwischen der durch den Scanner erzeugten Punktwolke und der Erstellung eines CAD-Modells mit bestimmten Objekt- und Flächeneigenschaften. Um als optimale Produktionsbasis zu dienen, werden die Daten als vereinfachte 3D-Repräsentation in Form von interaktiven CAD-Modellen dargestellt.

Die Erzeugung dieser Geometriemerkmale unterteilt sich in zwei Kategorien. So werden bei der parametrisierten Rückführung einfache Geometrielemente auf die Punktwolke gelegt und



Alle konstruktionsrelevanten Merkmale eines vorliegenden Original-Bauteils werden mit einem handgeführten 3D-Scanner der Marke Faro Technologies extrahiert.

zu einem Ganzen zusammengefügt. Dieses Verfahren findet vorwiegend bei Kugeln, Kreisen sowie Flächen zweiten, dritten und vierten Grades Anwendung. Die nichtparametrisierte Rückführung hingegen wird bei Objekten angewandt, die keine expliziten Geometrieigenschaften aufweisen. Um diese im CAD darzustellen, wird das gesamte Objekt mit einer Art virtuellem Netzstrumpf überzogen. Dabei bilden die Maschen des Strumpfes die Flächen des CAD-Modells. Diese sind durch eine Vielzahl kleinerer Segmente, sogenannter Grids, unterteilt und besitzen keine eigentlichen Geometrielemente mehr. Auf diese Weise lassen sich mithilfe des Reverse Engineering Objekte mit komplexen und unregelmäßigen Strukturen detailgetreu im CAD-System darstellen.

Außer geometrischen Eigenschaften simuliert dieses virtuelle Modell auch physikalische Aspekte wie die Dichte oder den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Bauteils. Zudem berücksichtigt es Oberfläche, Struktur und optische Materialeigenschaften des Originals. Der so beschriebene Körper lässt sich virtuell wiegen und verformen. So können selbst komplexe Fragen zur Fertigung anhand des virtuellen Abbilds mit wenigen Klicks direkt am Bildschirm beantwortet werden. Dieses Vorgehen spart zum einen wichtige Zeit-Ressourcen und hilft zum anderen, Produktionsfehler zu vermeiden. Auf Basis des so erzeugten CAD-Modells wird im Anschluss der Prototyp des rekonstruierten Bauteils gefertigt.

Soll-Ist-Vergleich zur Qualitätssicherung

Um ein hohes Maß an Qualität und die Interaktionsfähigkeit des Bauteils mit anderen Objekten zu gewährleisten,

wird im nächsten Schritt ein Soll-Ist-Vergleich anhand des gefertigten Prototyps durchgeführt. Dabei dienen der erneute 3D-Scan des Prototyps und die anschließende digitale Überführung der Messdaten ins CAD-System zum eingehenden Geometrievergleich zwischen Soll- und Ist-Teil. Anhand dieser Messdaten erstellt Norrenbrock Technik einen Erstmusterprüfbericht, der die Toleranzen zwischen Originalteil und Nachbau definiert. Er dient als Nachweis, dass das rekonstruierte Bauteil die vom Kunden geforderten und vom Original vorgegebenen Qualitätsanforderungen erfüllt. Auf diese Weise lassen sich auch ursprüngliche Herstellungstoleranzen und damit eine qualitative Verschlechterung der rückgeführten Daten minimieren. Auf dieser Grundlage kann im Anschluss der Fertigungsprozess abgeschlossen und das Bauteil unter Berücksichtigung aller Qualitätskriterien hergestellt werden. Besonders für Unternehmen mit speziellen technischen Komponenten und Bauteilen lohnt sich die Rekonstruktion einzelner Objekte bereits ab der Stückzahl eins, um Zeit und Kosten zu sparen.

Fazit

Besonders dort, wo spezielle oder maßgefertigte Maschinentechnik zum Einsatz kommt, können erhebliche Probleme für Unternehmen entstehen, wenn Defekte an einem Bauteil oder sogar ganzen Segmenten entstehen. Fehlt es zudem an Bauzeichnungen einzelner Objekte, stellt Reverse Engineering eine kosten- und zeiteffiziente Methode dar, um Maschinensegmente zu rekonstruieren. Da mit dem Verfahren präzise Kopien eines Originalteils erstellt werden, garantiert es deren reibungslose Funktionsweise. □