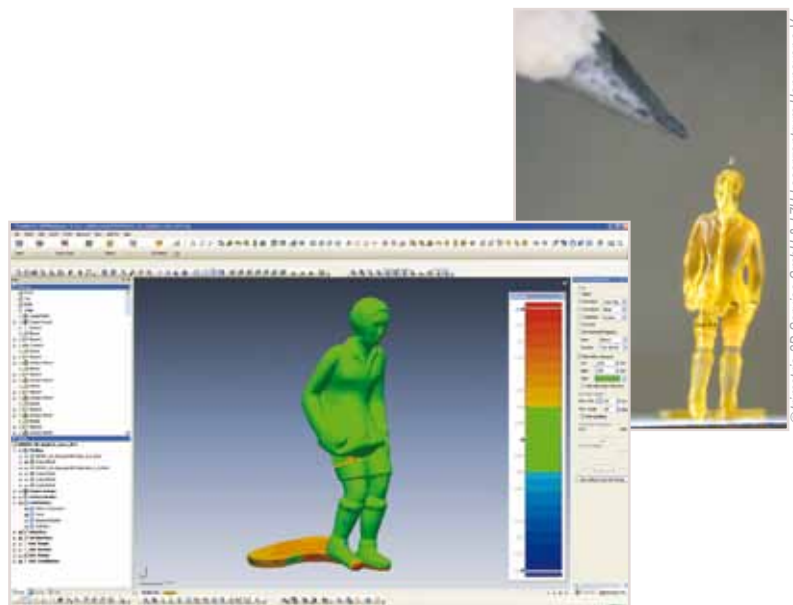


Kleiner Mann ganz groß

Mit Mikro-Stereolithographie wird kleinster Fußballer der Welt gefertigt

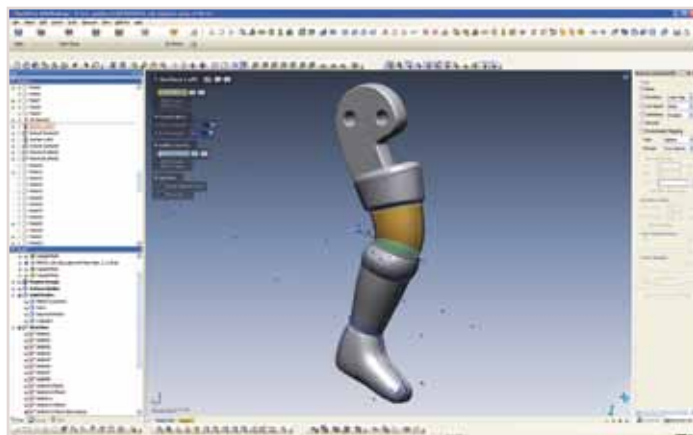
Das LZH Laserzentrum Hannover e.V. beauftragte die trimetric 3D Service GmbH mit dem Reverse Engineering einer Tippkick-Figur, um mit Mikro-Stereolithographie den kleinsten funktionsfähigen Fußballer der Welt zu fertigen. Zum Einsatz kam dabei Rapidform XOR2.



Die Stereolithographie ist ein generatives Fertigungsverfahren, das sich für die Fertigung komplexer dreidimensionaler Komponenten eignet. Um die Zugänglichkeit der Verfahrenstechnik auch für die Mikrosystemtechnik zu erlangen, wurde am Laser Zentrum Hannover e.V. ein hochauflösender Maschinenprototyp entwickelt, der die Produktion von Mikroteilen für kleine und mittlere Serien ermöglicht. Zu diesem Zweck ist die prozessbestimmende Systemtechnik wie Laserstrahlquelle und Handhabungstechnik, aber auch das geeignete mikrosystemtechnische Material gezielt ausgewählt worden.

Flüssige Polymere, so genannte Photoresiste, werden unter Einwirkung von Laserstrahlung zu dreidimensionalen Komponenten schichtweise verarbeitet. Ein fokussierter Laserstrahl wird flexibel auf der Oberfläche des Polymers positioniert und initiiert auf diesem Weg die lokale Verfestigung. Durch gezielte Bahnsteuerungen des Laserstrahls lassen sich hochkomplexe dreidimensionale Geometrien erzeugen. Das dreidimensionale Bauteil entsteht aus sukzessiv gefertigten Einzelschichten als physische Repräsentation eines vorher generierten CAD-Modells.

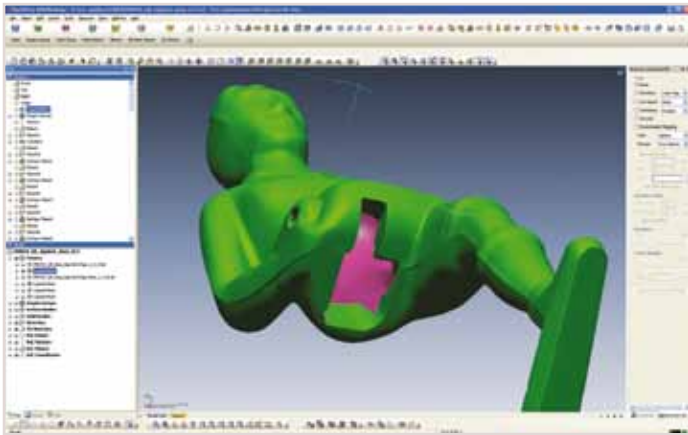
Keine Angst vor Modifikationen: Durch featurebasierte, parametrische Konstruktion sind Änderungen leicht einzubringen



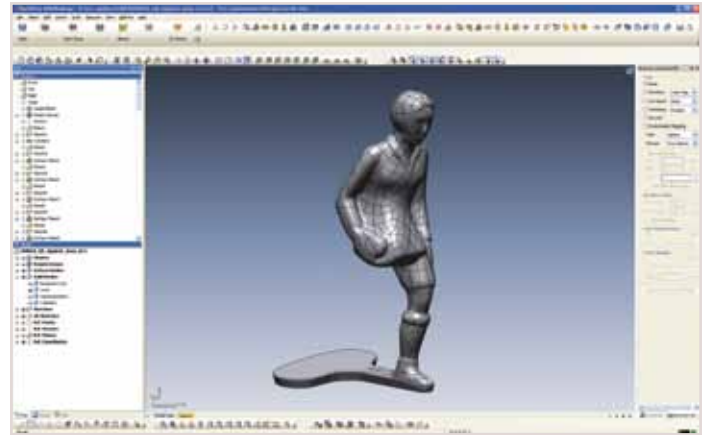
Das Unternehmen trimetric aus Garbsen verwendet die sehr präzise Scan-zu-CAD-Softwarelösung Rapidform-XOR2, die die Erstellung parametrischer CAD-Modelle von Teilen aus der realen Welt durch ein plausibles Konstruktionskonzept und ein interaktiv erfahrbares Interface schneller und leichter macht. Für die 3D-Scanarbeit setzt trimetric das photogrammetrische Messsystem TRITOP, ATOS-SO und ATOS-II ein. Aus den Messungen resultieren mehrere Punktwolken, aus denen dann ein STL-Netz (-Mesh) generiert wird.

Datenrückführung über STEP in verschiedene CAD-Systeme

Da die Tipp-Kick-Figur aus komplexen Freiformen und konstruktiv aufgebauten Teilen besteht, sollte auch die Vorgehensweise im Reverse Engineering entsprechend erfolgen. Für die Lösung der Aufgabe mussten also die Messdaten bereinigt und für bestimmte Funktionen in Rapidform-XOR2 vorbereitet werden. Ziel war es, die rückgeführten Daten über das STEP-Format in verschiedene CAD-Systeme zu übertragen, um dort unterschied-



Für die automatische Generierung von Flächen werden Löcher und scharfe Kanten aus dem gemessenen STL-Netz eliminiert



Automatisch generiertes Flächennetz in Kombination mit konstruktiv aufgebautem Standfuß, vereint durch eine so genannte Boole'sche Operation

liche Varianten der Betätigungsmechanik einbauen zu können. Nach Beurteilung der STL-Netze standen die ersten beiden Arbeitsschritte fest. Zunächst wurden beide Meshes in Krümmungsbereiche eingeteilt. Je nach Einstellung der Parameter dieser Funktion kann es von Vorteil sein, die Regionen leicht zu modifizieren, damit Zylinder und Achsen mit der Funktion "Primitives" exakter berechnet werden können. Die daraus resultierenden Primitiven bauen auf einem 2D-Sketch auf, der beliebig modifizierbar ist.

Schritt zwei sollte die Vorbereitung der STL-Daten für das "Auto Surfacing" sein. Zunächst entstand eine Kopie des Meshes durch Auswahl und die Verwendung der Windows-Tastenkombinationen "Strg+C" und "Strg+V". Innerhalb der Mesh-Funktion wurden dann Polygone aus dem STL-Netz gelöscht und glättend ergänzt oder direkt mit "Smooth", "Smart Brush" oder "Defeature" bearbeitet. Dadurch konnten die Gusskanten eliminiert, und weniger definierte Bereiche, wie z.B. das linke Auge, etwas hervorgehoben werden. Da ein geschlossenes Volumen für die solidbasierte Weiterverarbeitung in anderen CAD-Systemen vonnöten war, kam "Fill Holes" zum Schließen der Schußbeinöffnung und des Betätigungslochs am Kopf abermals zum Einsatz. Etwas Fingerspitzengefühl erforderte das Glätten des Durchbruchs zwischen linkem Arm und Körper. Dieser Bereich musste etwas weicher gestaltet werden, damit die mit "Auto Surfacing" entstehenden Flächen keine Falten werfen würden. Für diese Aufgabe eignet sich die Funktion "Smart Brush".

Auf dem so vorbereiteten Mesh konnte die Software nun automatisch ein Flächennetz generieren. Mit den Optionen "Deform Curve Network" und "Subdivide Vertex" war das Kurvennetz editier-

bar und so an den Krümmungsverlauf der Form anzupassen. In einigen Bereichen wurden zur Abbildung komplexer Geometrien noch einige Unterteilungen in kleinere Kurvensegmente nötig. Als nächstes kam der Ständer der Figur an die Reihe. Die Kontur der konstruktiv aufgebauten Platte war leicht nachzuzeichnen und in einen Volumenkörper auszutragen. Zwei "Fillets" rundeten die scharfen Kanten und mit "Boolean Merge" war der Hauptkörper fertiggestellt. Das Schußbein sollte vollständig featurebasiert aufgebaut werden. Die Funktionsplatte entstand auf einer automatisch generierten, so genannten "Ref. Plane". Die Kurven für den Flächenaufbau wurden ebenfalls aufgrund von Schnitten durch die Messdaten erstellt. Hierbei werden Profilkurven an Führungskurven entlang geführt. Dadurch sind komplexe, aber dennoch kontrollierte Flächenverläufe möglich. Die Basis des Fußes bildete ein "Extrude Solid". Formgebend sollten Schnittflächen und Verrundungen sein. Die Schnittflächen wurden aus Kurven mehrerer freier 2D-Sketches modelliert. Das hatte den Vorteil, dass die nicht immer vorhersehbaren Rundungsverläufe im anschließenden Schritt durch einfaches Ändern der Kurven beeinflussbar blieben. Eine weitere Möglichkeit, die Fußform zu gestalten, war der Einsatz eines variablen Fillets im Bereich des Spanns. Mit einer letzten Booleschen Operation war das Bein komplett. Insgesamt beträgt die Höhe des Stereolithografie-Modells der Tippkick-Figur nur 6 mm. Besondere Stärken bewies Rapidform-XOR2 bei der Optimierung des STL-Meshes und der erst dadurch ermöglichten automatischen Flächengenerierung. Selbst komplexe Geometrien lassen sich so in kurzer Zeit für den weiteren CAD/CAM-Prozess generieren. Auch die Parametric half wieder einmal sehr bei dem Herantasten an die gewünschte Form.

Sophia H. Jeon

Tippkick

1924 entwickelte Edwin Mieg mit dem Erwerb der Lizenz eine geniale Spielidee zur Marktreife: Ein zweifarbiges Ball wird mit kleinen Fußballspielern auf einem Filzspielfeld auf das Tor des Gegners geschossen. Die nach oben zeigende Farbe des zwölfseitigen Balls bestimmt die Mannschaft mit dem nächsten Ballbesitz. Bereits 14 Jahre nach der Patentanmeldung wurde der erste Verein gegründet. Aktuell sind im Deutschen TIPP-Kick Verband (DTKV) knapp 100 Clubs registriert.

LZH Laserzentrum Hannover

Das 1986 gegründete LZH Laserzentrum Hannover e.V. betreibt angewandte Forschung auf dem Gebiet der Lasertechnik. Das LZH übernimmt Forschungs- und Entwicklungsaufgaben in den Bereichen Laserentwicklung und Laseranwendung, technische und wissenschaftliche Beratungen mit dem Ziel, Forschung und Praxis zusammenzuführen und die industrienah Ausbildung von Fachkräften für die Entwicklung, Anwendung und Bedienung von Lasersystemen.