



## 3D-DATEN VON PHYSISCHEN MODELLEN UND BAUTEILEN ERZEUGEN

# Eine Idee nimmt Gestalt an

**Um aus Handzeichnungen Konstruktions- und Fertigungsdaten zu gewinnen, muss ein physisches Modell gebaut und anschließend digitalisiert werden. Möglich wird dies mit dem topometrischen Verfahren der Breuckmann GmbH, Meersburg, mit dem sich komplexe 3D-Strukturen berührungsfrei vermessen lassen. Später werden auch die fertigen Bauteile digitalisiert und diese Daten über die CAD-Daten gelegt, um Abweichungen festzustellen.**

Eine aerodynamisch geformte Heckschürze für den Porsche GTstreet auf Basis des 997 Turbo soll bei der Techart Automobil design GmbH in Leonberg entstehen (siehe Kasten Seite 54). Von Anfang an ist den Stylingspezialisten bewusst, dass ihre Ideen nur mit einem intelligenten und zuverlässigen Verfahren in produktionssichere CAD-Daten umgesetzt werden können.

Für das Vermessen der Freiformflächen bietet den Kollegen um Dirk Bauer in der Technik-Abteilung bei Techart Automobil design das topometrische Messverfahren von Breuckmann in Meersburg am Bodensee beste Voraussetzungen. Mit Blick auf die universelle Einsatzweise des Messverfahrens müssen die Designer keinerlei Einschränkungen bei Form und Details berücksichtigen.

Schon lange liebäugeln sie mit einer speziellen Idee. Erste Skizzen deuten bereits in groben Zügen auf die spätere typische Linienführung der Heckschürze

hin. Wieder und wieder wird verworfen, überdacht, neu skizziert, werden Details korrigiert und diskutiert. Endlich ist der erste Vorläufer auf dem Papier. Mit leichtem Plattenmaterial auf PU-Basis und Modelliermasse formen die Designer eine erste Halbschürze. Bis zur Endform wird geschliffen, geschruppt, geschnitten, nachmodelliert, immer wieder Maß genommen und geformt. Zum Abschluss fühlen die Stylisten ihre Form mit der Hand wieder und wieder ab. Denn nur per Haptik und Feingefühl lassen sich, so die Erfahrung der Leonberger Profis, selbst kleine und auch noch

kleinste Unebenheiten aufspüren.

Nach zahllosen Detailoptimierungen steht die endgültige Form des Modells. Und die Halbschürze findet endlich auch die Zustimmung der Designmannschaft. Mit Halbschürzen wird bei Techart aus praktisch-funktionellen Gründen gearbeitet. Eine komplette Schürze wäre händisch kaum zu bewältigen. Und zusätzlich spielen Zeit und Kosten eine signifikante Rolle. Deshalb wird die Form nur etwas über die Hälfte des Originalfahrzeugs hinaus modelliert.

In späteren Verfahren lassen sich die gewonnenen Daten per Knopfdruck ▶



**Bild 1.** In der Mitte des High-Definition-3D-Scanners befindet sich der Streifenprojektor, außen die beiden Kameras. Alle Teile sind über eine form- und temperaturstabile CFK-Struktur verbunden

### Drei Spezialisten

Die **Breuckmann GmbH** in Meersburg ist spezialisiert auf das optische Messen, Digitalisieren und Prüfen. Die auf dem patentierten Streifenprojektionsverfahren basierenden 3D-Sensoren gewährleisten in allen Bereichen ein effektives und kostengünstiges Messen und Prüfen. Mit dem topometrischen Verfahren können berührungs- und zerstörungsfrei komplexe 3D-Strukturen in vielen technischen, medizinischen und kulturellen Bereichen vermessen werden. Seit nahezu 20 Jahren ist Breuckmann als Vorreiter für dieses Verfahren aktiv.

Die **Maucher Formenbau GmbH & Co. KG** in Friedrichshafen wurde 1986 als Modellbaubetrieb gegründet. 1991 folgte die Erweiterung um die Kunststofftechnik. Daran schloss sich 2001 der Ausbau zum Spezialisten des Formen- und Werkzeugbaus an. Die Kunststofftechnik wurde 2002 um die PU-(Polyurethan-) Technik erweitert. Gleichzeitig erfolgte die Konzentration auf die Spritzgießtechnik. Heute beschäftigt das Unternehmen circa 50 Mitarbeiter bei rund 4 000 Quadratmetern Produktionsfläche.

Die **Techart Automobildesign GmbH** in Leonberg individualisiert seit 1987 Porsche-Fahrzeuge, verfügt über die Zulassung als international eingetragener Fahrzeughersteller und hat sich in dem Segment weltweit etabliert. Von Aerodynamik und Exterieurdesign über technische und optische Optimierungen in allen Fahrzeugbereichen bis hin zur Veredelung der Inneneinrichtung deckt das Programm sämtliche Porsche-Baureihen und -Modelle ab.

QM-Infocenter.de ► QZ301933



Bild 2. Modellierter Halbschürze mit aufprojiziertem Streifenmuster für das 3D-Scanning

im Computer spiegeln, also seitenverkehrt darstellen, und miteinander verbinden. Logischerweise lassen sich von den manuell erstellten Zeichnungen keine CAD-Konstruktionsdaten, geschweige denn Fertigungsdaten für das Spritzgießwerkzeug zur endgültigen Produktion der Heckschürze gewinnen.

### Datengewinnung per Fotogrammetrie

Jetzt zahlt sich für Dirk Bauer ein Messebesuch bei dem Werkzeug- und Kunststoffbauer Maucher, Friedrichshafen, aus: Dort kennt man die auf 3D-Digitalisierung und Reverse Engineering spezialisierte Breuckmann GmbH in Meersburg (siehe Kasten auf dieser Seite). Mit deren berührungslosen Systemen lassen sich dreidimensionale Daten von physischen Bauteilen und Formen erzeugen.

Beim Reverse Engineering, dem umgekehrten Entwickeln oder Rekonstruieren, kurz RE, werden aus fertigen Teilen oder Modellen wie der Halbschürze digitalisierte Daten gewonnen. Dieses Verfahren wird häufig bei Freiformflächen eingesetzt. Doch auch umgekehrt wird noch ein Schuh daraus: Zur Kontrolle CAD-gefertigter Teile können Endprodukte digitalisiert, diese Daten über die Original-CAD-Daten gelegt und so Abweichungen festgestellt werden.

Zur Datengewinnung der Halbschürze, wie generell für die Erfassung beliebiger Freiformoberflächen, wird zunächst die Fotogrammetrie oder auch Bildmes-

sung genutzt. Sie bestimmt die Lage eines Punkts im Raum durch Triangulation von Richtungsbündeln. Das Verfahren ist recht simpel. Die modellierte Halbschürze und gegenüberliegende Aufhängepunkte bekommen zur punktwisen Erfassung runde bedruckte Marken verpasst. So lässt sich das Punktzentrum sicher bestimmen und parallel die Punktidentifikation automatisch zuordnen. Für diese Aufnahmen wird eine hochauflösende Digitalkamera Aicon DPA von Aicon, Braunschweig, genutzt.

Vor dem nächsten Schritt startet die Kalibrierung des 3D-Scanners mithilfe eines geeigneten Testfelds, das zum Beispiel eine speziell strukturierte Platte sein kann. Daraufhin wird unter Verwendung der ausgemessenen Passmarken die modellierte Halbschürze mit dem High-Definition-Scanner stereoScan-3D von Breuckmann flächenhaft gescannt. Dieses Prozedere nimmt nur rund fünf Minuten bei höchster Genauigkeit in Anspruch.

Das stereoScan-3D-System setzt sich aus zwei hochauflösenden Kameras und der Projektionseinheit MPT zusammen (Bild 1). Aus Gründen höchster Flexibilität und Messgenauigkeit sind die zwei Kameras asymmetrisch links und rechts des Projektors fixiert. „Durch diese asymmetrische Anordnung lassen sich drei verschiedene Triangulationswinkel von 10°, 20° und 30° gleichzeitig in einem System realisieren. Damit können wir sogar schwer zugängliche Messbereiche in einer Aufnahme sicher erfassen“, weiß Dr. Thomas Siebold, Leiter Vertrieb Deutschland



**Bild 3.** 3D-Modell der Heckschürze mit künstlerischer Darstellung der beim 3D-Scanning erzeugten Dreiecksnetze, aus denen die Geometrie des Objekts im Computer zusammengesetzt ist

bei Breuckmann, aus Erfahrung. Üblich sind sonst mehrere Aufnahmen aus den unterschiedlichsten Blickwinkeln.

Bei der Datenerfassung wirft der Projektor Gitterstrukturen über das Messobjekt. Die Gitter für die bei der Miniaturisierten Projektions-Technik (MPT) erforderliche multistrukturale Beleuchtung sind phasenrichtig auf einem gemeinsamen Träger aufgebracht. Der wiederum kann senkrecht zu den Strukturen im Projektionsstrahlengang verschoben werden, eine Technik, die sich Breuckmann bereits 1994 patentieren ließ.

Dieses Verfahren, bei dem Streifenmuster mit unterschiedlicher Linienzahl,

Struktur und Intensität auf das Objekt projiziert werden, auch kombiniertes Gray-Code/Phasenshift-Verfahren genannt, vermisst jeden Bildpunkt unabhängig von seinen Umgebungspunkten mit höchster Auflösung und Genauigkeit (Bild 2). Dies ist für das Projekt Heckschürze von entscheidender Bedeutung. Doch erst mittels Inus Rapidform XOR, einer speziellen Software für Reverse Engineering von Inus, Eschborn, werden nun editierbare parametrische Volumenmodelle erzeugt, die sich in CAD-Systemen direkt weiterverarbeiten lassen. Mit dieser auch als Flächenrückführung bezeichneten Technik werden die Daten des Designmodells für die abschließenden konstruktionstechnischen Bearbeitungsschritte vorbereitet.

### Über CAD-Daten zur Erstbemusterung

Mit der Freigabe der Konstruktionsdaten wird die Maucher Formenbau GmbH in Friedrichshafen erstmals gefordert. In einem ersten Schritt prüfen die Konstrukteure die Vollständigkeit der Konstruktionsdaten und lassen sich die via optisches Messen gewonnenen Daten wiederholt auf dem Monitor anzeigen. Damit verschaffen sich die Werkzeugspezialisten vorab einen Überblick und betrachten kritisch sensible Stellen, um Unstimmigkeiten im Vorfeld auszuräumen. Steht die absolute Plausibilität fest, werden typische für den Formenbau übliche Ergänzungen wie Offset, Wandstärken und Toleranzen in die Konstruktionsdaten eingearbeitet.

In einem zweiten Schritt wird das Programm für das Werkzeugfräsen erstellt. Die Heckschürze soll im Spritzgießverfahren aus PU-Material hergestellt werden. Als Material für die Form wird eine Speziallegierung aus Aluminiumepoxy genutzt. Bei dem Material handelt es sich um eine Mischung aus Aluminiumgries und Epoxydharz, das bei Maucher in Eigenregie hergestellt wird. Nach einer letzten Prüfung startet das Fräsen der beiden Metallblöcke. Im gebrauchsfertigen Zustand wiegen Matrize und Stempel rund 800 Kilogramm (Bild 3).

Nach letzten Kontrollen an beiden Formteilen und dem Einsprühen der Formen mit Trennmittel erfolgt der erste „Probeschuss“. Für die Heckschürze wird eine spezielle PU-Schaummischung genutzt, um den Forderungen nach leichter Entformbarkeit, hoher Stabilität, einfacher Weiter- und teilweiser Nachbearbeitung und möglichst geringem Gewicht gerecht zu werden. Zur optimalen Verarbeitung wird das Material ständig auf rund 60 Grad Celsius gehalten. Bei jedem Arbeitsschritt werden rund 4,5 bis 5 Kilogramm PU in die Matrize geschossen, das sich in der Form innerhalb von 10 Sekunden verbreitet und reagiert. Nach dem Auskühlen wird der Stempel abgehoben, die fertige Heckschürze ausgeformt und die verbliebenen Angüsse und Überstände entfernt. Die erste Originalschürze wird von Techart inspiziert und letzten Endes auch dort freigegeben.

Parallel wird bei Maucher zur Prüfung der Übereinstimmung die Originalheckschürze mit der stereoScan-3D-Kamera optisch vermessen. Diese Daten gleichen die Konstrukteure mit den vorliegenden Konstruktionsdaten ab. Dazu liegen beide Konstruktionen am Bildschirm übereinander, um eventuelle Abweichungen festzustellen. „Kleinere und kleine Änderungen an den Werkzeugen stellen uns vor keine großen Schwierigkeiten“, stellt Jürgen Moser, Geschäftsleitung von Maucher Formenbau, fest. „Auch das Reduzieren von Ausschnitten und Öffnungen an den Formen bringt uns nicht in Verlegenheit“, fährt Moser fort. Letztlich könne man damit einen Werkzeugneubau umgehen sowie Kosten und Zeit sparen. □

Manfred Frank

► **Breuckmann GmbH**  
T 07532 4346-17  
thomas.siebold@breuckmann.com  
www.breuckmann.com