

Wissensbasierte Erzeugung von Geometriedaten

Von Dipl.-Ing. **Markus Werner**

Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Abteilung Grundlagen und Sonderverfahren
Reichenhainer Str. 88
09126 Chemnitz
markus.werner@iwu.fraunhofer.de

und Dipl.-Ing. **Hans Stein**

ThyssenKrupp Drauz Nothelfer GmbH
Leiter Forschung und Entwicklung Anlagenbau
Zeißigstraße 12
09337 Hohenstein-Ernstthal

Abstract

Innerhalb von Produktentwicklungsprozessen ist die Geometrie eines der wesentlichsten Entscheidungskriterien. Schätzungsweise 70% der Entscheidungen basieren direkt oder indirekt auf Informationen, die sich aus Form und Gestalt des Produktes, also dessen Geometrie ableiten lassen. Wenn es gelingt, diese Merkmale automatisch rechnerinternen Prozessen zuzuführen, ergibt sich ein enormes Rationalisierungspotential. Fraunhofer Mitarbeiter sind dabei, dieses Potenzial zu erschließen und für das Knowledge-based-Engineering (KBE) der 2. Generation nutzbar zu machen.

Die Analyse von Produktentwicklungsprozessen und der damit verbundenen Entscheidungsfindungsprozesse führt zur Feststellung, dass Design, Form und Gestalt technischer Produkte eine dominierende Rolle einnehmen. Insbesondere für Produkte, die aus umformend gefertigten Bauteilen hergestellt werden, wie beispielsweise Pkws, ist die Geometrie der ausschlaggebende Faktor. In allen Schritten des Produktlebenszyklus – beginnend bei der Produktentwicklung über die Fertigungsprozessgestaltung, den Gebrauch bis hin zum Recycling – ist die Produktgestalt eine wesentliche Grundlage für Entscheidungen. Schätzungsweise 70% der Entscheidungen basieren direkt oder indirekt auf Informationen, die aus Form und Gestalt des Produktes abgeleitet werden. Bei Umformteilen sind die Prozesse der Methodenplanung von Blechteilen, der Stadienplanung von Schmiedeteilen, der Auslegung von Betriebsmitteln wie Werkzeuge und Vorrichtungen sowie der Gestaltung kompletter Produktionsanlagen diejenigen, die am stärksten von der Produktgeometrie beeinflusst werden.

Die globalen Anforderungen erhöhen den Druck auf die Unternehmen, in immer kürzeren Zeiten immer bessere Produkte zu günstigen Preisen auf dem Markt anzubieten. Das hat dazu geführt, dass heute Simultaneous Engineering (SE), Collaborative Engineering (CE), Frontloading und andere innovative Methoden praktiziert werden, mit deren Hilfe die Entwicklung von Produkten und Prozessen

beschleunigt werden soll. Die bisher erreichten Verkürzungen der Entwicklungszeiten belegen diesen Trend. Neue Anforderungen hinsichtlich der Flexibilität von Produktionsmitteln sowie die Notwendigkeit der Ressourceneffizienz erhöhen die Komplexität der Entwicklungsprozesse gravierend.

Mittels Knowledge-based-Engineering (KBE) wird versucht, Schritte innerhalb der Engineering-Prozesse zu automatisieren, um beispielsweise nicht kreative und oft wiederkehrende Aufgaben durch Rechnereinsatz zu realisieren. Für Prozesse, die parameterbehaftet sind, stehen mit KBE-Tools der 1. Generation bereits effiziente Werkzeuge zur Verfügung. Aber der entscheidende Faktor, die Geometrie, die sich nicht auf das Einfache Primitive zurückführen lässt, sondern in Form von Freiformflächen vorliegt, wird nur unzureichend berücksichtigt. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, dass dem Rechner das fehlt, was bei erfahrenen Konstrukteuren und Planern als Sinn und Gefühl für Geometrie bezeichnet würde. Während sie die entscheidenden Merkmale einfach sehen, da sie Objekte miteinander vergleichen, stehen dem Rechner im übertragenen Sinn nur Unmengen an Nullen und Einsen zur Verfügung. Diese Diskrepanz zwischen der visuellen Intelligenz des Menschen und den Mitteln, die ein Rechner bietet, verhindert die gebührende Berücksichtigung der Geometrie als den entscheidenden Einflussfaktor. In Analogie zum Eisberg kann derzeit nur die Spitze über dem Wasser erschlossen werden, die große Masse bleibt unerschlossen. Von dieser Erkenntnis getrieben und mit der Zielstellung, ein riesiges Potenzial zu erschließen – die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen ist nur ein Aspekt davon – forschen die Mitarbeiter des Fraunhofer IWU auf diesem Gebiet. Ein aktuelles, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes Projekt zielt darauf ab Methoden und Algorithmen zu entwickeln, die eine automatische Extraktion fertigungsrelevanter Merkmale aus der Bauteilgeometrie ermöglichen. Der Fokus in diesem Projekt liegt dabei darauf, die Methodenplanung für das Innenhochdruck-Umformen zu automatisieren. Während die Forscher des IWU die Methodik für eine feature-basierte Fertigungsprozessgestaltung entwickeln und ihre Kompetenz im Bereich der Umformtechnologie einbringen, werden von den Forschern der TU Chemnitz an der Professur für Graphische Datenverarbeitung Algorithmen entwickelt, die schnell und zuverlässig die Produktgeometrie analysieren.

Neben der genannten Grundlagenforschung für zukünftige Generationen von KBE-Tools wurden am Fraunhofer IWU zusammen mit ThyssenKrupp Drauz Nothelfer (TKDN) bereits erste KBE-Tools entwickelt und prototypisch umgesetzt. Am Beispiel der Herstellung von Karosseriebauteilen werden die Entwicklungsarbeiten erläutert.

Der „Vorrichtungskonfigurator“ ist ein Softwaretool für den Engineeringprozess. Diese Software analysiert die Geometrie der Bauteile, sucht die im Datensatz enthaltenen Koordinaten für die erforderlichen Fixier- und Justagestellen (RPS-Punkte), analysiert die einzelnen Spannsituationen und erstellt daraus unter Berücksichtigung der notwendigen Werkzeuggeometrien einen Vorschlag für die geometrische Ausführung der Vorrichtung oder Bauteilaufnahme (Abb. 1). Durch „Einlegen“ ähnlicher Bauteile in die gleiche Vorrichtung kann auf diese Weise auch geprüft werden, ob und wie eine Kombination in einer Produktionsanlage möglich ist.

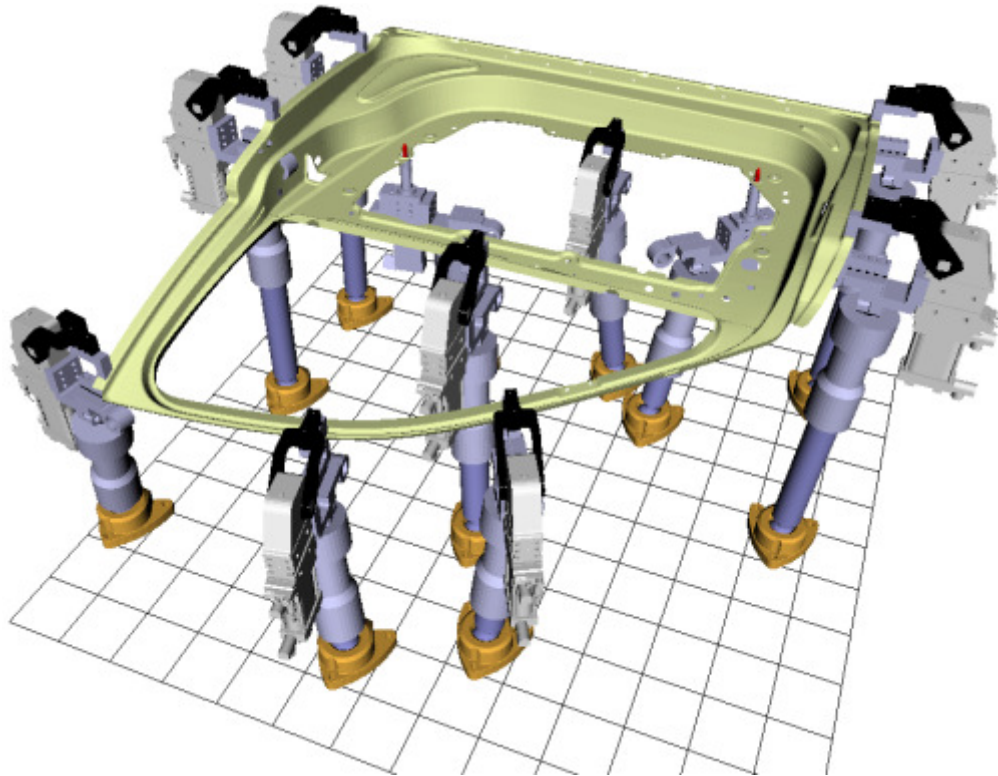


Abb. 1 Vom „Vorrichtungskonfigurator“ automatisch generierter Entwurf einer Spannvorrichtung, hier als vereinfachtes VRML-Modell für die Digitale Fabrik

Die nötige Anpassung an ein ähnliches Bauteil wird durch Verstellen der Basiseinheiten vorgenommen. Diese passiv verstellbaren Konsolen wurden von TKDN entwickelt. Sie bestehen aus je zwei Kugelgelenken und einem Schubelement. Da die Einheiten selbst nicht angetrieben sind, sie keinen eigenen Energieanschluss besitzen, erfolgt die Verstellung der Basiseinheiten auf eine neue Position mittels Roboter automatisch. Abb. 2 zeigt eine Aufnahme aus der Erprobung bei TKDN.



Abb. 2 Adjustable Base Unit (ABU), eine verstellbare Konsoleneinheit speziell für produktflexible Spannvorrichtungen (Erprobungsaufbau bei TKDN)

Wenn der „Vorrichtungskonfigurator“ feststellt, dass durch Verstellen der Basiseinheit die notwendige Verstellung nicht erreicht wird, müssen die Einheiten ausgetauscht bzw. umgesteckt werden. Dafür wurden von TKDN entsprechende, modular aufgebaute Basiseinheiten entwickelt (Abb. 3). Sie lassen sich manuell oder automatisch – z.B. durch einen Roboter – austauschen. Diese Basiseinheiten werden bei einem OEM erfolgreich eingesetzt und sicherten dort den Produktumstieg auf ein anderes ähnliches Produkt.

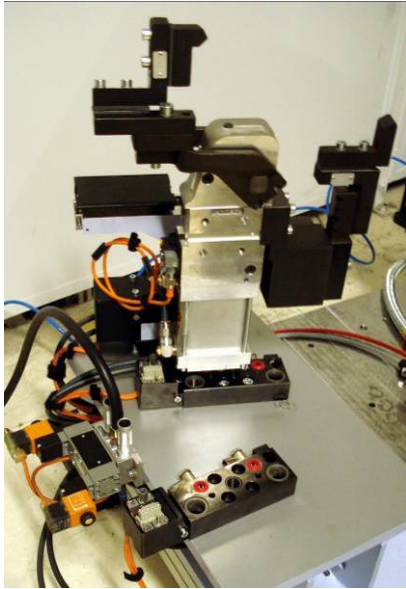


Abb. 3 Dockable Base Unit (DBU), wahlweise mit Medien- und/oder Elektroanbindung (Erprobungsaufbau bei TKDN)

Zur Absicherung und Überwachung der Geometriequalität ist die dritte Basiseinheit entwickelt worden (Abb. 4). Hierfür wurde vom Fraunhofer IWU eine Softwarelösung erarbeitet, die unter der Zielstellung „Sensorfeld steuert Aktorfeld“ die Geometrie der Bauteile überwacht und bei Abweichungen die Auflageposition automatisch so verändert, dass nach dem Fügen die Geometrie des Bauteils im Toleranzbereich liegt. Dabei werden automatisch Fehler der Einzelteile aus dem Umformprozess und Fehler durch Schrumpfungen ausgeglichen. Das Besondere an der Software ist die Fähigkeit, selbstlernend zu entscheiden. Aus der Korrelation der Daten vorangegangener Messwerte, Verstellwerte und erreichter Qualität wird bestimmt, durch welche Verstellung der Auflageposition den gemessenen Abweichungen am besten entgegengewirkt werden kann. Dies ist in sofern wichtig, als das die Steifigkeit der Bauteile je nach Prozessschritt unterschiedlich ist und bei Geometrieabweichungen nicht in jedem Falle eine exakte Zuordnung von Ursache und Wirkung möglich ist. Das Gesamtsystem ist offen gestaltet, so dass die Anzahl von Sensoren und Aktoren nicht vorher festgelegt werden muss. Es ist ein Betrieb als vorrichtungsinterne oder auch als linieninterne Lösung, bei der die Vorrichtungen dann auch untereinander Toleranzinformationen austauschen, möglich. Die Software und Hardware kann nachträglich in die Vorrichtung integriert und eingebaut werden, wenn zum Beispiel erkannt wurde, dass bestimmte Geometrieabweichungen am Bauteil auftreten. Diese Lösung zur Qualitätsüberwachung und -sicherung ist von besonderer Bedeutung bei Vorrichtungen und Anlagen, in denen verschiedene ähnliche Bauteile hergestellt werden.



Abb. 4 Linear Base Unit (LBU), Stelleinheit für die Bauteilauflage (Einsatz in der Produktion von B-Säulen-Verstärkungen)

Mit Hilfe der entwickelten Softwaretools und auf Basis der verschiedenen, aktiv oder passiv verstellbaren Basiseinheiten kann eine wesentlich schnellere Vorrichtungsauslegung erfolgen, die zudem weniger subjektiven Einflüssen als bisher unterliegt. Mit diesen Mitteln sind Lösungen möglich, die sicher an neue Gegebenheiten, wie zum Beispiel Integration ähnlicher Bauteile oder Geometrieänderungen, angepasst werden können und wirtschaftlich darstellbar sind. Entscheidend hierbei ist die Geometrie, sowohl als Planungsgröße bei Produkt- und Prozessentwicklung als auch als Messgröße zur adaptiven Regelung der Fertigungsqualität bei der Produktion.