

Integrierte Gestaltoptimierung für die Produktentwicklung

Produktentwickler sehen sich heute der Herausforderung gegenübergestellt, ständig steigende Anforderungen hinsichtlich Ressourcen- und Energieeffizienz zu erfüllen. Sie müssen Produkte bereits im virtuellen Entwurfsstadium zu einer hohen Produktreife führen und optimieren. Der frühzeitige Einsatz moderner CAD- und Berechnungswerkzeuge ist daher ein essentieller Bestandteil der Produktentwicklung. Die Verwendung virtueller Werkzeuge soll die Entwürfe hoch belasteter Bauteile, wie z. B. den eines modernen Aluminiumkolbens (Bild 1), schnell und kostengünstig verbessern. Dies garantiert die kontinuierliche Wettbewerbsfähigkeit.

Um den virtuellen Produktentwicklungsprozess weiterzuentwickeln, haben sich der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik (KTmfk) und der Lehrstuhl für Technische Mechanik (LTM) der Universität Erlangen-Nürnberg, Mitarbeiter der Softwareunternehmen FE-Design GmbH und B&W Software GmbH sowie des Automobilzulieferers Federal-Mogul Nürnberg GmbH, in einem vom BMBF geförderten Forschungsprojekt „ShapOpt2CAD“ zusammengeschlossen.

Gestaltoptimierung als Konstruktionswerkzeug in der Produktentwicklung

Das zweijährige Forschungsprojekt treibt „die Entwicklung und Integration einer fertigungs- und belastungsgerechten Gestaltoptimierung in modernen Produktentwicklungsumgebungen“ voran. In diesem Projekt werden

die Sichtweisen beider in den Optimierungsprozess eingebundenen Unternehmensbereiche vertreten: sowohl die Sichtweise der Berechnungsingenieure als auch die der Konstrukteure. Der Konstrukteur als Experte für die Bauteilgestaltung legt das Produktdesign fest. Konstruktive Schwachstellen können aber zunehmend erst nachgelagert, in der Berechnung identifiziert werden. Daher werden heute vermehrt parametrisierte CAD-Modelle aufgebaut, welche in einem automatisierten Simulations- und Anpassungsprozess verbessert werden. Dies setzt jedoch voraus, dass das CAD-Modell höchst flexibel aufgebaut ist. Konkret bedeutet das, dass die einzelnen geometrisch entscheidenden Kenngrößen individuell veränderbar sein müssen, um eine belastungsgerechte Konstruktion zu erzielen. Da dies in den meisten industriellen Anwendungen mit hoher geometrischer Komplexität nicht möglich ist, bietet sich die alternative Vorgehensweise der parameterfreien Gestaltoptimierung an. Die aufwendige Parametrisierung in CAD-Geometriedaten entfällt so komplett. Demgegenüber steht die heute im produktiven Einsatz ausschließlich eingesetzte manuelle Rekonstruktion der Ergebnisse aus der parameterfreien Gestaltoptimierung im CAD-System. Diese Vorgehensweise ist geprägt von Fehlern und darüber hinaus stark abhängig vom Erfahrungsschatz des ausführenden Produktentwicklers. Daraus ergibt sich eine personen-



Bild 1
Aluminiumkolben für einen Ottomotor mit wandgeführter Direkt einspritzung von Federal-Mogul

abhängige Interpretation des Optimierungsergebnisses. Dies führt nicht selten zu geringer Akzeptanz für den Einsatz der Gestaltoptimierung und hat signifikante Einbußen in der Strukturperformance zur Folge. Aus diesem Grund werden im Forschungsprojekt Methoden und Software-demonstratoren entwickelt, die basierend auf einer CAD-Konstruktion, eine parameterfreie und automatisierte, belastungsgerechte Gestaltoptimierung auch für hochkomplexe Geometrien

erlauben. Neu entwickelt werden ein parameterfreier Gestaltoptimierer, der alle wesentlichen mechanischen Anforderungen berücksichtigt, sowie zugehörige Werkzeuge zur Integration in die CAD-Welt.

Rückführung von Konstruktionsgeometrie aus Gestaltoptimierungsergebnissen

Die Verwendung vorhandener Methoden und Softwarelösungen aus dem 3D Scan-Bereich ermöglicht dem Produktentwickler eine teilweise automatische Flächenrekonstruktion aus triangulierten Netzen oder Punktwolken. Dennoch stoßen diese bei der Rekonstruktion von Formoptimierungsergebnissen nur auf geringe Akzeptanz. Neben der zeitintensiven Erlernung und komplexen Anwendung dieser Werkzeuge, sind die Ergebnisse lediglich wieder „tote“ (nicht-parametrische und nicht-Feature-basierte) Flächen. Diese müssen ebenso wieder manuell in das ursprüngliche Feature-basierte CAD-Mo-

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack
Dipl.-Ing. Thomas Stangl
beide:
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
Martensstr. 9
91058 Erlangen
Tel.: 0 91 31/85-2 79 87
E-Mail: wartack@mfk.fau.de
www.mfk.uni-erlangen.de

Ein Bericht der WiGeP

Wissenschaftliche Gesellschaft für
Produktentwicklung WiGeP –
Berliner Kreis & WGMK
Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Bernd Bertsche
Ansprechpartner: Michael Bartholdt
c/o Institut für Maschinenelemente
Pfaﬀenwaldring 9
70569 Stuttgart
Tel.: 07 11/6 85 66 187
Fax: 07 11/6 85 66 170
E-Mail: info@wigep.de
www.wigep.de

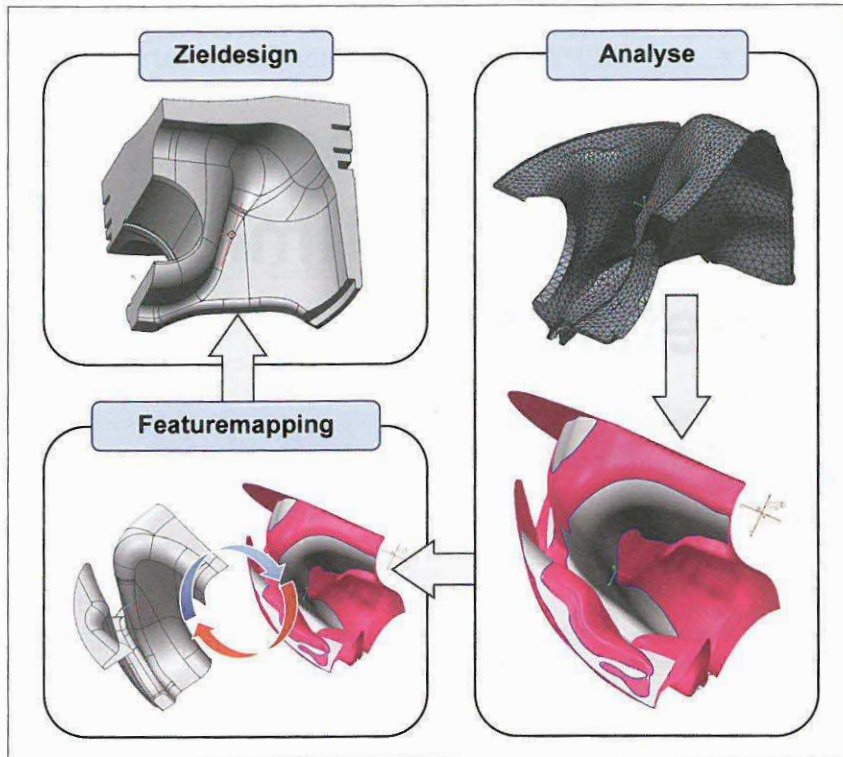


Bild 2
Rückführung der optimierten Bereiche am Beispiel eines Kolbens

geometrie wird anschließend als Änderungsfeature direkt in die Historie des ursprünglichen CAD-Modells eingebaut.

Nutzen und Ausblick

Das vorgestellte Framework ermöglicht es, die Gestaltoptimierung als integriertes Konstruktions- und Berechnungswerkzeug einzusetzen. So können komplexe Änderungen aus der Optimierung als Konstruktionsgeometrie direkt in den Produktentwicklungsprozess zurückgeführt werden.

Der praktische Nutzen des Softwaredemonstrators und Methodik wird im Rahmen des Projekts an einem Aluminiumkolben für moderne Ottomotoren der Firma Federal-Mogul Nürnberg getestet. Dieser ist aufgrund der aktuellen Downsizing-Anforderungen sehr hohen thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt und wegen seiner komplexen Geometrie ideal geeignet, um die Erfolge des Forschungsprojektes zusammenfassend darzustellen. Die Erweiterung der Erkenntnisse aus dem Projekt auf den allgemeinen Anwendungsfall in der Produktentwicklung ist sehr vielversprechend.

Danksagung: Die Autoren möchten an dieser Stelle dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung des Forschungsprojekts Shape-Opt2CAD (Förderkennzeichen 01|S11023E) danken.

dell integriert werden. Somit fehlt weiterhin eine effiziente erfahrungsunabhängige Methode zur nahtlosen und komfortablen Rückführung von Formoptimierungsergebnissen in den CAD-Prozess. Die Lösung dieses Problems besteht in der Entwicklung einer neuartigen Methodik und eines integrierten Konstruktionsassistenzsystems als Softwaredemonstrator, die im vorgestellten Forschungsprojekt entwickelt werden. Der Produktentwickler kann damit, auch ohne detailliertes Erfahrungswissen, die komplexen Gestaltänderungen der Formoptimierung im ursprüng-

lichen CAD-Modell abbilden. Die Feature-Struktur des Modells und damit die Absicht und das Wissen des Konstrukteurs bleiben dabei erhalten. Bild 2 zeigt in Kurzform Teile des entwickelten Verfahrens.

Der automatische Analyseteil des Assistenzsystems wertet die Optimierungsdaten des Formoptimierungssolvers aus, filtert diese und überführt die triangulierten Oberflächen in geeignete Datenstrukturen. Außerdem werden über anschließende Vergleiche mit den Ursprungs-CAD-Daten automatisch die Änderungsbereiche des Gesamtmodells identifiziert. Bei den

durch die Gestaltoptimierung geänderten Bereichen handelt es sich in der Regel um komplexe, mehrfach gekrümmte Flächen unterhalb des Kolbenbodens. Der Analyseteil extrahiert die geometrischen Basisinformationen (z. B. Berandungssplines, Schnittverläufe, etc.) dieser Bereiche, welche die Randbedingungen für eine parametrisierte CAD-Beschreibung darstellen. Über ein Featuremapping-Verfahren werden die Basiselemente aus dem Analyseteil in eine Feature-basierte Repräsentation überführt und auf die Ursprungsgeometrie abgebildet. Diese Konstruktions-

Kabellose 3D-Maus

Mit der „SpaceMouse Wireless“ kommt jetzt die erste kabellose 3D-Maus auf den Markt. Das kompakte und stylische Gerät ergänzt das Portfolio an 3D-Eingabegeräten für ambitionierte 3D-Software-Anwender. Die SpaceMouse Wireless bietet die Vorteile einer 3D-Maus, jedoch ohne störendes Kabel. Anwender können damit ihre 3D-Modelle oder ihre Kamera um sechs Freiheitsgrade navigieren, während sie gleichzeitig mit der Standardmaus daran arbeiten. Die SpaceMouse Wireless verfügt über zwei große

Tasten, eine optimierte „3Dconnexion-Cap“ sowie einen Micro-USB-Anschluss im soliden Standfuß aus gebürstetem Edelstahl. Durch die optimierte 2,4-GHz-Funktechnologie arbeitet die kabellose 3D-Maus genauso präzise und zuverlässig wie ihre kabelgebundenen Pendanten. Ihr Lithium-Ionen-Akku besitzt eine beeindruckende Laufzeit von bis zu einem Monat – gemessen an einem Arbeitstag mit acht Stunden, fünf Tage die Woche. Während des Aufladens kann die SpaceMouse Wireless weiterhin genutzt

werden, denn das Micro-USB-Kabel dient sowohl dem Laden als auch dem Datenverkehr. Durch diese optionale Verwendung mit Kabel kann die 3D-Maus auch an Orten eingesetzt werden, an denen Funkgeräte nicht betrieben werden können oder dürfen.

3Dconnexion
Clarita-Bernhard-Straße 18
81249 München
Tel.: 0 89/8 97 45 42-0
Fax: 0 89/8 97 45 42-50
E-Mail: info@3dconnexion.com
www.3dconnexion.de



Die „SpaceMouse Wireless“ ist die erste kabellose 3D-Maus überhaupt