

## ShapeOpt2CAD:

### Entwicklung und Integration einer fertigungs- und belastungsgerechten Gestaltoptimierung in moderne Produktentwicklungsumgebungen

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind heute Standard in der Produktentwicklung. Um diesen virtuellen Produktentwicklungsprozess weiterzuentwickeln, haben sich Wissenschaftler der Universität Erlangen-Nürnberg<sup>1</sup>, Mitarbeiter der Softwareunternehmen FE-DESIGN GmbH und B&W Software GmbH sowie des Automobilzulieferers Federal-Mogul Nürnberg GmbH, im Forschungsprojekt ShapOpt2CAD zusammen-gefunden. "ShapeOpt2CAD" war bei der Ausschreibung der Forschungsförderung KMU Innovativ "IKT 2020 – Forschung für Innovationen" erfolgreich und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.



Abbildung 1: Aluminiumkolben für einen Ottomotor mit wandgeführter Direkteinspritzung von Federal-Mogul (Nürnberg)

**Das 2-jährige Forschungsprojekt hat das ausgewiesene Ziel, "die Entwicklung und Integration einer fertigungs- und belastungsgerechten Gestaltoptimierung in modernen Produktentwicklungsumgebungen" voranzutreiben.** Um eine schnelle Umsetzung der Ergebnisse in die praktische Ingenieurstätigkeit zu gewährleisten, sind die Firmen Adam Opel AG (Entwicklungszentrum Rüsselsheim) und Robert Bosch GmbH als assoziierte Partner am Projekt beteiligt. Zusätzlich werden die großen Softwareanbieter Siemens PLM Software, Dassault/Simulia und PTC inhaltlich und beratend tätig sein.

Federführend für die Softwareentwicklung im Forschungsprojekt sind der Optimierungsspezialist FE-DESIGN und der Konstruktionsspezialist B&W Software. Die Unternehmen vertreten die Sichtweise der beiden innerbetrieblichen Bereiche von Berechnungsingenieuren und Konstrukteuren, die in den Optimierungsprozess eingebunden sind. Traditionsgemäß legt der Konstrukteur das Produktdesign fest, konstruktive Schwachstellen werden aber zunehmend nachgelagert in der Berechnung identifiziert. Zur Lösung werden heute vermehrt parametrisierte CAD Modelle aufgebaut, welche in einem automatisierten Simulations- und Veränderungsprozess verbessert werden. Dies setzt jedoch voraus, dass das CAD Modell höchst flexibel aufgebaut sein muss. Konkret bedeutet dies, dass die einzelnen geometrisch entscheidenden Kenngrößen individuell veränderbar sein müssen, um eine belastungsgerechte Konstruktion erzielen zu können. Da dies in den meisten industriellen Anwendungen mit hoher geometrischer Komplexität nicht möglich ist, bietet sich die alternative Vorgehensweise der "**Parameterfreien Gestaltoptimierung**"<sup>2</sup>. Die aufwendige Parametrisierung in CAD-Geometriedaten kann so komplett entfallen.

**Ziel des Vorhabens ist es, Methoden und Softwarewerkzeuge zu entwickeln bzw. weiterzuentwickeln, die basierend auf einer CAD-Konstruktion eine parameterfreie und automatisierte, belastungsgerechte Gestaltoptimierung auch für hochkomplexe Geometrien erlauben. Neu entwickelt werden soll ein parameterfreier Gestaltoptimierer, der alle wesentlichen mechanischen Anforderungen berücksichtigen kann, sowie zugehörige Werkzeuge zur Integration in die CAD-Welt.** Die im Forschungsprojekt entwickelte Software soll sich in die bewährte und bei den Anwendern bereits vorhandene Softwareumgebung - mit ihren verschiedenen CAD-Systemen und den FEM-Solvern ABAQUS, NASTRAN und ANSYS - eingliedern lassen.

Im Rahmen des Projektes soll die Konstruktionsmethodik zum "Performance Driven Product Design" von KTMfK weiterentwickelt werden. Das LTM bringt hierzu seine Mechanikkompetenz in die Optimierung ein.

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Technische Mechanik LTM und Lehrstuhl für Konstruktionstechnik (KTMfK)

<sup>2</sup> "Parameterfrei" in dem Sinne, dass lediglich im Berechnungsmodell der Oberflächenbereich zu markieren ist, der geändert werden darf.

Die Praxistauglichkeit der Software wird zunächst an einem Aluminium-Kolben 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.

### **Projektpartner:**

FE-DESIGN:



[FE-DESIGN](#) ist Lösungsanbieter und Partner für numerische Optimierung basierend auf FEM und CFD Simulation. FE-DESIGN entwickelt mit [TOSCA Structure](#) und [TOSCA Fluid](#) führende Technologien für die Strukturoptimierung (Topologie-, Gestalt- und Sickenoptimierung) bzw. Strömungsoptimierung (Topologieoptimierung). Das Unternehmen bietet seine langjährige Erfahrung und Software auch in Form von flexibler und kundenindividueller [CAE Dienstleistung](#) an.

FE-DESIGN hat Standorte in Europa und den USA und wird weltweit durch autorisierte Vertriebspartner unterstützt.

FE-DESIGN GmbH  
Haid-und-Neu-Straße 7  
D-76131 Karlsruhe  
Telefon +49 (0)721-96 46 7-0  
Fax +49 (0)721-96 46 7-290

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.fe-design.de](http://www.fe-design.de)

---

B&W Software:



Die B&W Software GmbH entwickelt branchenspezifische Zusatzmodule sowie kundenspezifische Zusatzapplikationen für das CAD-System Creo (ehemals Pro/ENGINEER) von PTC. Mit über 5.000 Installationen bei über 2.000 Kunden weltweit ist B&W heute Weltmarktführer in diesem Bereich. Drei der B&W Anwendungen für den Bereich Werkzeugkonstruktion (EMX, PDX) und Profilkonstruktion/Stahlbau (EFX) werden von PTC direkt vertrieben.

B&W Software GmbH  
Weisse-Herz-Strasse 2A  
D-91054 Erlangen  
Telefon +49 (0)9131- 53387-00  
Fax +49 (0)9131- 53387-20  
E-Mail [info@buw-soft.de](mailto:info@buw-soft.de)

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.buw-soft.de](http://www.buw-soft.de)

---



Federal-Mogul:

Die Federal-Mogul Corporation ist mit einem Jahresumsatz von 6,9 Milliarden US-Dollar in 2011 ein führender globaler Zulieferer von Antriebs- und Sicherheitstechnologien für die Kfz/Nfz-Industrie, Aerospace, Marine, Schiene und Offroad, in Industrie, Landwirtschaft und Energieerzeugung sowie für das weltweite Ersatzteilgeschäft. Zu den mehr als 20 weltweit bekannten Marken für den Aftermarket gehören unter anderem ANCO<sup>®</sup> Scheibenwischer, Champion<sup>®</sup> Zündkerzen, Scheibenwischer und Filter, Motorenkomponenten von AE<sup>®</sup>, Fel-Pro<sup>®</sup>, Goetze<sup>®</sup>, Glyco<sup>®</sup>, Nüral<sup>®</sup> und Payen<sup>®</sup>, Fahrwerkteile von MOOG<sup>®</sup> oder auch Bremsen von Ferodo<sup>®</sup> und Wagner<sup>®</sup>. Federal-Mogul wurde 1899 in Detroit gegründet. Mit Hauptsitz in Southfield/Michigan beschäftigt das Unternehmen in 34 Ländern rund 45.000 Mitarbeiter - davon etwa 7000 Mitarbeiter an elf deutschen Standorten.

Federal-Mogul Nürnberg GmbH  
Nopitschstraße 67  
D-90441 Nürnberg  
Telefon +49 (0)911- 4233-0  
Fax +49 (0)911- 42336 18

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.federalmogul.com](http://www.federalmogul.com)

---

Der **Lehrstuhl für Konstruktionstechnik KTmfk** (Prof. Wartzack) gehört dem Department Maschinenbau der **Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg** an. Am Lehrstuhl arbeiten derzeit 28 Mitarbeiter, darunter 19 Wissenschaftler, in den zwei Fachabteilungen „Methodische und rechnerunterstützte Produktentwicklung“ sowie „Maschinenelemente“.

Im Bereich der methodischen und rechnerunterstützten Produktentwicklung stellen das „Wissensbasierte Konstruieren“ und die „Integration von Berechnungen in den Konstruktionsprozess“ seit vielen Jahren erfolgreiche Forschungsschwerpunkte dar. Weiterhin besteht eine Kernkompetenz des Lehrstuhls im Bereich des Toleranzmanagements, wobei insbesondere die Repräsentation nicht-idealer Geometrievarianten hervorzuheben ist.



Universität Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack  
Martensstraße 9  
D-91058 Erlangen  
Telefon +49 (0)9131-85-27987  
Fax +49 (0)9131-85-27988  
E-Mail [wartzack@mfk.uni-erlangen.de](mailto:wartzack@mfk.uni-erlangen.de)

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.mfk.uni-erlangen.de](http://www.mfk.uni-erlangen.de)

---

Der **Lehrstuhl für Technische Mechanik LTM** (Prof. Steinmann) gehört zum Department Maschinenbau der **Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg**. Der LTM besteht derzeit aus drei Professuren für Technische Mechanik, Strukturmechanik und Computational Mechanics, sowie aus 22 wissenschaftlichen Mitarbeitern und zwei nichtwissenschaftlichen Mitarbeitern.

Thematisch fokussiert sich der LTM auf die kontinuumsmechanische Modellierung verschiedener nichtlinearer Materialverhalten in enger Verzahnung mit der Entwicklung geeigneter numerischer Methoden. Schwerpunkt ist dabei die Finite Element Methode. In diesem Zusammenhang wurde in der letzten Zeit auch intensiv auf dem Gebiet der sensitivitätsbasierten Formoptimierung gearbeitet. Besonderes Kennzeichen ist dabei die direkte (parameterfreie) Verwendung der Diskretisierung als Designvariable in Kombination mit einer energetischen Regularisierung. Damit gelingt eine direkte Integration von Strukturanalyse und Formoptimierung.



Universität Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Technische Mechanik  
Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann  
Egerlandstr. 5  
D-91058 Erlangen  
Telefon +49 (0)9131-85 28501  
Fax +49 (0)9131-85 28503  
E-Mail [paul.steinmann@ltm.uni-erlangen.de](mailto:paul.steinmann@ltm.uni-erlangen.de)

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.ltm.uni-erlangen.de](http://www.ltm.uni-erlangen.de)