

Produktentstehung der Zukunft

Moderne Produktentstehungsprozesse sind ohne IT-Unterstützung heute nicht mehr denkbar. Technologietreiber sind hierbei zum Beispiel Globalisierung, Komplexitätszunahme durch variantenreiche und disziplinübergreifende Produkte und Ressourcenknappheit. Im Sonderforschungsbereich 666 – Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung werden anhand der neuartigen Produktkategorie integral verzweigter Blechbauteile Verfahren und Methoden zur automatisierten, rechnergestützten Produktentstehung entwickelt. Daraus leiten sich neue innovative Vorgehensweisen für die virtuelle Produktentstehung ab.

► Future Product Creation

Modern product development is hard to imagine without IT-support. Motivators are globalization, increase in complexity by variant-rich and multi-disciplinary products and scarcity of resources. Within the Collaborative Research Center 666 methods and processes for automated and computer-aided product creation are researched based on the innovative product range of bifurcated sheet metal products. New and innovative methods for virtual product creation are the results of this research.

Reiner Anderl, Herbert Birkhofer, Anselm Schüle • Moderne Informations- und Kommunikationstechnologie gewinnt gerade im Bereich der Produktentstehung stark an Bedeutung. Mit zunehmendem Einsatz dieser Technologien geht auch ein Wandel in den Geschäftsabläufen und der Arbeitskultur einher, der zu einer Stärkung des Leistungsprofils von Industrieunternehmen führt. Neue Produktentstehungs- und Kooperationsmethoden auf der Basis moderner Informations- und Kommunikationstechnologie erlauben es dabei, simultan neue Potentiale der Produktinnovation wie auch der Prozessinnovation zu erschließen (Abbildung 1).

Etablierte Produktentstehungsansätze wie die Entwicklungsmethodik der VDI-Richtlinie 2221 werden zumeist durch manuelle und kreative Tätigkeiten dominiert, die die Entwickler von konzeptionellen Lösungen in mehreren Phasen zu konkreten Lösungen bringen. In den einzelnen Phasen der Produktentstehung finden vielzählige Iterationen statt, wenn sich z. B. getroffene Annahmen als nicht praktikabel oder falsch erweisen. Diese Form der Produktentstehung ist zeitaufwendig und die Ergebnisse dieses Prozesses entsprechen nicht zwangsläufig den optimalen, den Kunden-

anforderungen entsprechenden Lösungen. Hier setzt der Grundgedanke der algorithmenbasierten Produktentwicklung [Birkhofer 2006] ein. Er basiert auf der Einführung rechnergestützter, automatisierter Methoden in den Entstehungsprozess. Ziel ist die Minimierung der manuellen Iterationszyklen und ein – hinsichtlich der Kundenanforderungen und Unternehmensziele – Optimum von Produkt und Produktionsprozess.

Integriertes Produktmodell

In den frühen Produktentwicklungsphasen wird der Großteil der Produktkosten festgelegt. Verfahren, die Informationen über Produkteigenschaften, Materialien und Produktionskosten in diesen frühen Phasen verfügbar machen, ermöglichen es, Kostentreiber zu identifizieren und mit geeigneten Methoden entgegenzusteuern. Das integrierte Produktmodell stellt die Basis für einen durchgängigen, medienbruchfreien Produktentwicklungsprozess dar. Je früher 3D-CAD-Modelle verfügbar sind, desto besser können sie ihre Aufgabe als Informationsträger und als digitaler Master für nachfolgende Entwicklungs- und Produktionsplanungsschritte erfüllen. Das 3D-Modell steht dabei im Mittelpunkt der Produktentstehung. Es wird zur Visualisierung genauso verwendet, wie für Nachweisrechnungen und Simulationen. Durch die Methoden des Rapid Prototypings können aus 3D-CAD-Modellen schon in frühen Phasen der Produktentwicklung reale und funktionale Modelle des aktuellen Entwicklungsstandes erzeugt werden.

Um Produkte schnell auf den Markt zu bringen, ist es wichtig, in Prozessketten zu denken und diese zu verstehen. Ein Ansatz der modernen Produkt-

Literatur

Groche, Peter (Hrsg.) (2010: Tagungsband zum 3. Zwischenkolloquium des Sonderforschungsbereichs 666; Bamberg)

Birkhofer, Herbert (2006: Computer aided early phases in design - from market needs to the optimal product representation. INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE - DESIGN 2006, Dubrovnik)

Chahadi, Youssef (2010: Transformation der Markt- und Kundenerwartungen in Produkthanforderungen, ein Ansatz zur Rechnerunterstützung des Anforderungsermittlungsprozesses, Düsseldorf)

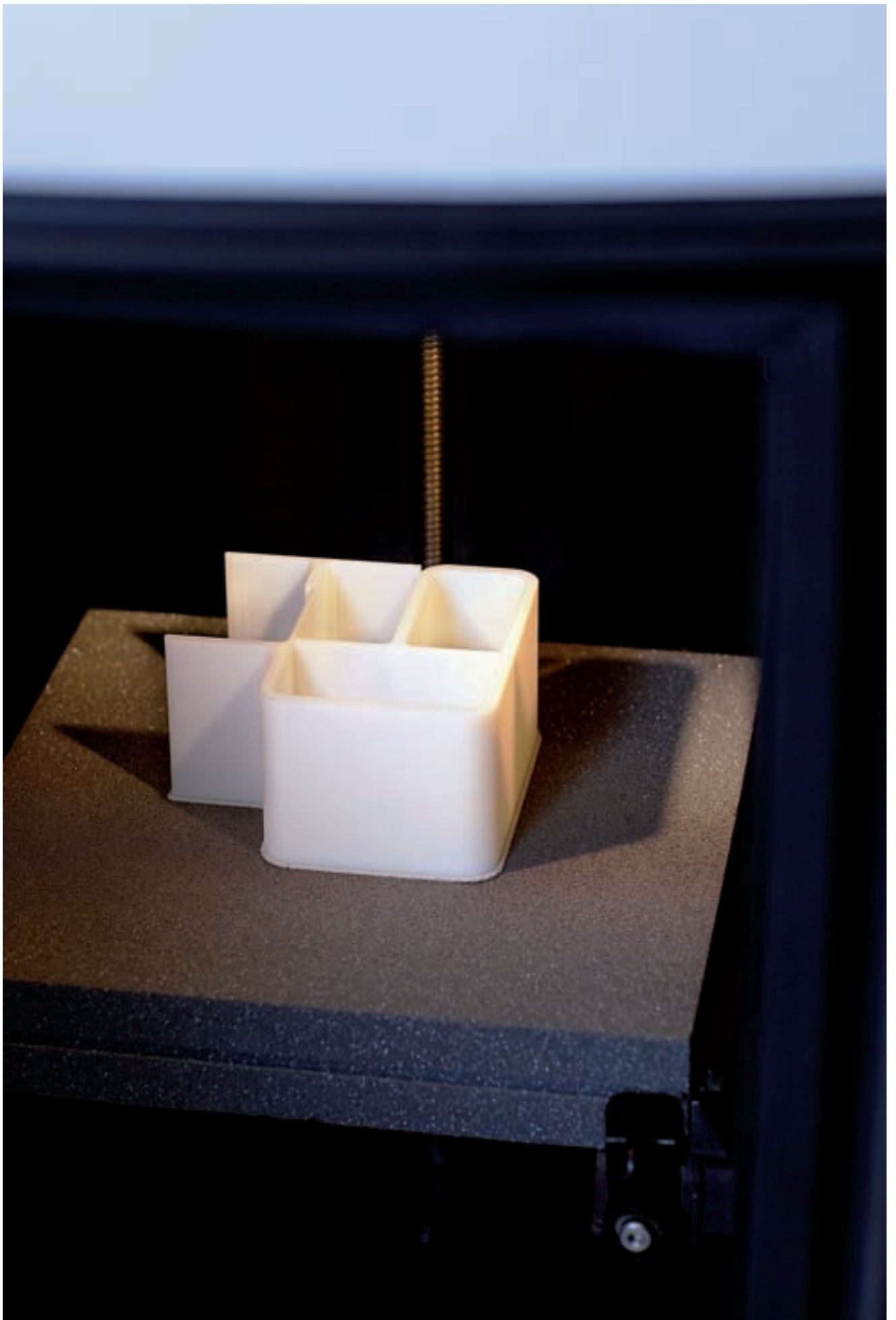


Abbildung 1

- Schnelle Informationsgewinnung aus weltweit verfügbaren Quellen.
- Verfügbarkeit von neuen, rechnerbasierten Methoden zur Produktentstehung, wie Methoden zur
 - Produktmodellierung (CAD),
 - Auslegungs- und Nachweisrechnung (FEM, MKS, CFD),
 - schnellen Validierung und Verifikation (zum Beispiel über DMUs),
 - schnellen Prototypenherstellung (Virtual and Rapid Prototyping),
 - Weiterverarbeitung von Produktdaten in Prozessketten (CAX-Prozessketten).
- Abbildung aufbau- und ablauforganisatorischer Strukturen in Produktdatenmanagementsystemen (PDM) mit der Bereitstellung der Produktentwicklungs- und Konstruktionsergebnisse per Mausklick.



modellierung ist der, die Produktionsprozesse, die später zum fertigen Produkt führen, bereits in der Konstruktion der Produkte zu beachten und mögliche Fertigungsrestriktionen zu berücksichtigen. Assistenzsysteme, die Informationen über Produktionsmittel und Fertigungsprozesse bereitstellen und schon während der Konstruktionsphase die Herstell- und Montierbarkeit prüfen, sind Gegenstand der Forschung. Werden Informationen über Produktionsmaschinen und Fertigungsmittel schon in der Produktentwicklung durch den Einsatz von Informationstechnologie zur Verfügung gestellt, können mit verkürzter Entwicklungszeit fertigungsgerechte Produkte erzeugt werden.

Sind die vorhandenen Produktionsmittel nicht ausreichend, so können bereits während der Produktkonstruktion geeignete Werkzeuge erstellt oder beschafft werden.

Featurebasierte Modellierung

In der geometrischen Modellierung wird unter einem Feature die Aggregation von Geometrielementen und semantischen Informationen verstanden. Neben einfachen Konstruktionsfeatures,

wie Quader, Zylinder oder Torus, existieren so genannte Fertigungsfeatures, die reale Fertigungsprozesse abbilden. Im Bohrungsfeature sind zum Beispiel neben den Dimensionen auch fertigungsrelevante Informationen wie Toleranzen hinterlegt. Durch automatisierte Verfahren zur Erzeugung von Produktmodellen aus definierten Produktanforderungen und -eigenschaften und mathematisch optimierten Eingangsgrößen kann in kurzer Zeit eine Vielzahl an CAD-Modellen erzeugt werden. Die featurebasierte Geometriemodellierung ermöglicht die Verarbeitung dieser Daten in Produktmodellen und das Ableiten von Produktionsprozessplänen und Maschinendaten für die

Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion

Prof. Dr.-Ing. Reiner Anderl
Tel. 06151/16-6001
E-Mail: anderl@dik.tu-darmstadt.de
www.dik.tu-darmstadt.de

Fachgebiet Produktentwicklung und Maschinenelemente

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Herbert Birkhofer
Tel. 06151/16-2155
E-Mail: birkhofer@pmd.tu-darmstadt.de
www.pmd.tu-darmstadt.de

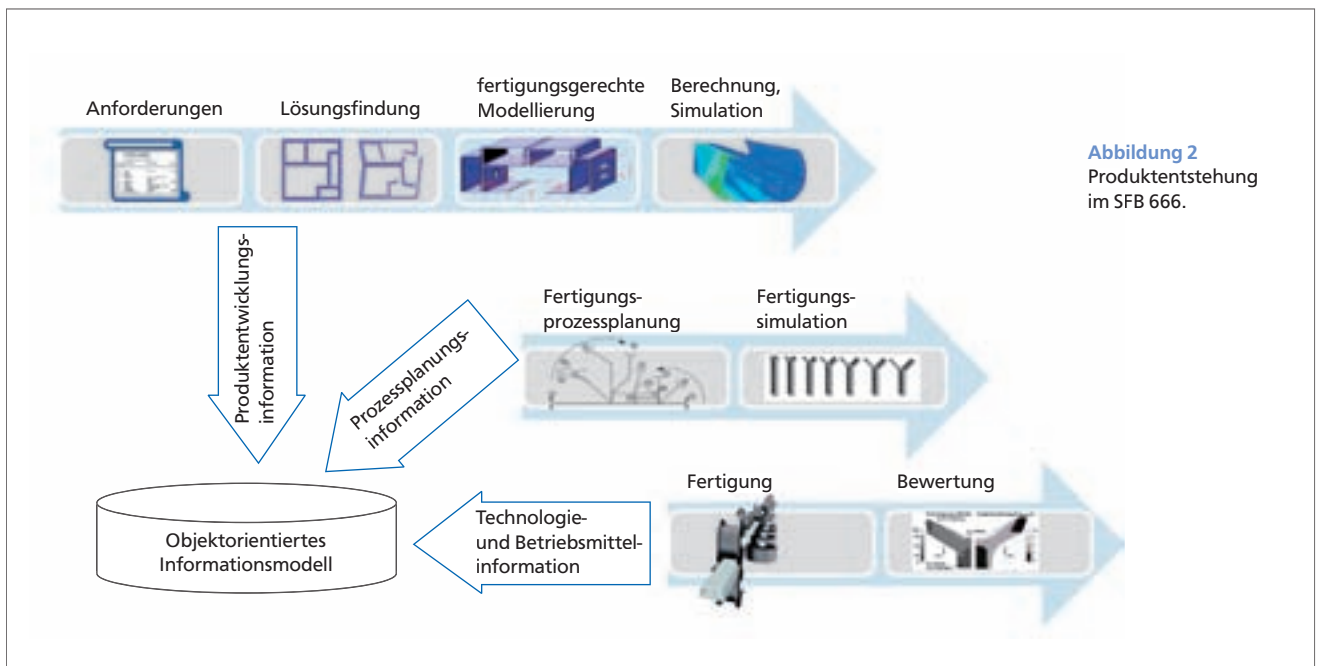


Abbildung 2
Produktentstehung
im SFB 666.

Fertigungsplanung. Eine automatisierte Modellierung erfordert aber immer auch die Implementierung von Algorithmen und das Hinterlegen von Produkt- und Prozesswissen. Die implementierten Methoden sind also immer produktgebunden und somit nicht beliebig auf andere Produktkategorien übertragbar. Bei der Modellierung werden, soweit vorhanden, bestehende Methoden und Werkzeuge von CAD-Systemen genutzt, um Produktmodelle anhand definierter Eingangsgrößen zu erzeugen. Für neue Fertigungsverfahren oder Bauweisen müssen jedoch neue Features erstellt werden, die Geometrie und Prozessinformationen beinhalten.

Im Sonderforschungsbereich 666 werden integral verzweigte Blechprodukte entwickelt, gefertigt und bewertet. In allen Phasen der Produktentstehung werden dabei rechnergestützte Methoden eingesetzt. Die Erfassung von Kundenanforderungen erfolgt über ein IT-System, das Anforderungen in Produkteigenschaften transformiert [Chahadi 2010]. Aus den Informationen der Anforderungserfassung können Parameter abgeleitet werden, die für mathematische Modelle als Randbedingungen und Eingangsgrößen zur Verfügung stehen. Das Re-

sultat der mathematischen Optimierung sind Informationen über Topologie und Geometrie der Blechprofile. Mithilfe eines definierten Austauschformats werden die ermittelten Daten an die Produktmodellierung übergeben. Im SFB 666 wurden auf Basis des 3D-Modellierkerns Parasolid Modellierungs-

Boundary Representation Modelle (B-Rep)

Boundary Representation Modelle stellen eine Beschreibungsform für Volumenmodelle in 3D-CAD Systemen dar. Die Modelle werden dabei durch ihre Begrenzungsflächen (engl. boundaries) beschrieben. Das Wesen der B-Rep-Modelle wird durch das Zusammenwirken von Topologie und Geometrie bestimmt (Abbildung 3). Modellierungsoperationen haben dualen Charakter und beruhen auf geometrischen Berechnungen einfacher Flächen- und Kantenprimitiva. Mithilfe von Prüfalgorithmen werden die erhaltenen Ergebnisse verifiziert und eingeschränkt. Sogenannte Euler-Operatoren manipulieren die topologische Struktur so, dass stets konsistente und topologisch korrekte Modelle erhalten bleiben.

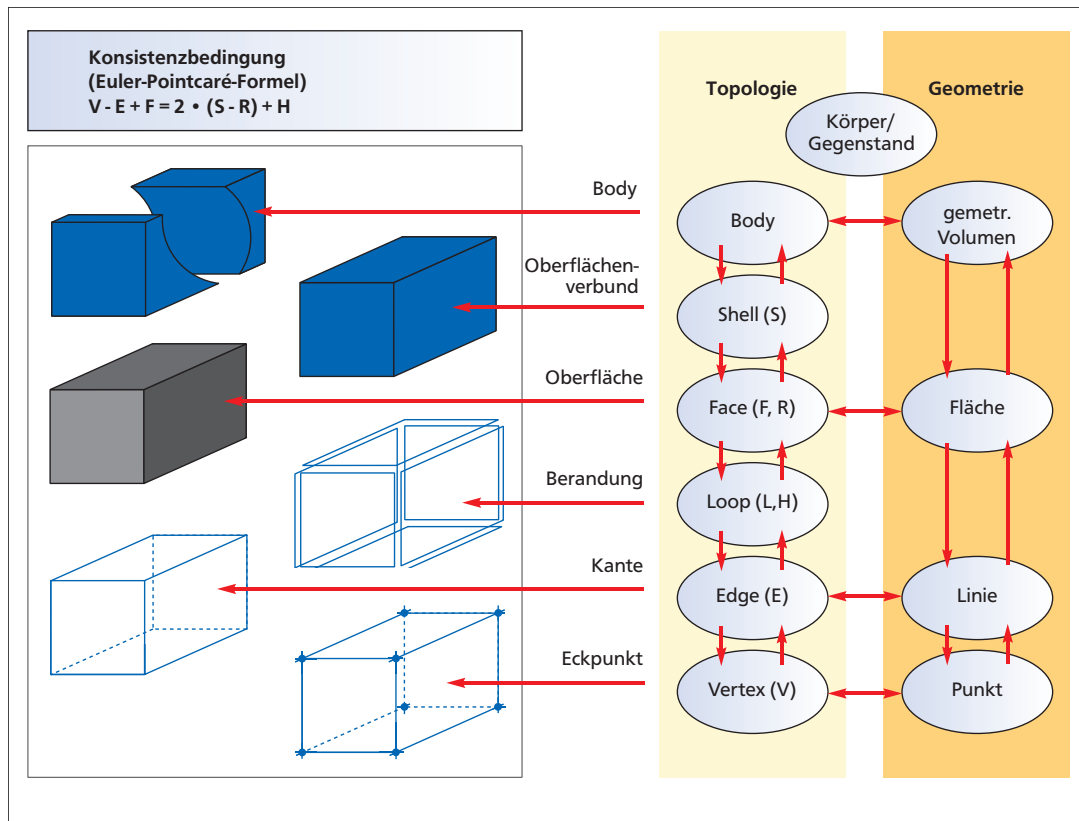


Abbildung 3
B-Rep-Struktur:
Gegenüberstellung
von geometrischen
und topologischen
Elementen.

funktionen entwickelt, um die den 3D-Modellen zugrundeliegende Datenstruktur konsistent zu manipulieren. Durch diese kernernahe Implementierung ist es möglich, die innovativen Fertigungsverfahren des Spaltprofilierens und -biegens abzubilden. Die Repräsentation dieser Fertigungsverfahren durch Fertigungsfeatures ermöglicht zum einen die Kopplung von Produktmodellierung und Produktionsprozessplanung, zum anderen die Visualisierung jeglicher Produktionszwischenschritte,

da diese durch geeignete Parametervariation dargestellt werden können. Zwischenzustände, wie sie nach einem bestimmten Produktionsschritt vorliegen, können durch Parametervariation bzw. geänderte Eingangsgrößen der automatisierten Modellierung dargestellt werden (Abbildung 2).

Neue Herausforderungen

Die Methoden der algorithmenbasierten Produktentwicklung sind für die im Sonderforschungsbereich 666 entwickelten Blechprofile validiert und gefestigt. Eine neue Herausforderung in der zweiten Phase des SFB 666 stellt die Formalisierung der Beschreibung von Baugruppen aus Blechprofilen mit ihren Verbindungen als Grundlage für die mathematische Optimierung dar. Für die Entwicklung flächiger Blechprodukte mit Verzweigungen, wie sie ebenfalls in der zweiten Phase des SFB 666 durch Tiefziehen verzweigter Blechprofile gefertigt werden, müssen die bestehenden Methoden angepasst und erweitert werden. Insbesondere selbsttragende Schalenelemente im Bauwesen, die als mögliches Anwendungsgebiet der verzweigten Blechprodukte ausgemacht wurden, bergen durch die Verwendung gezielt geformter Freiformflächen neue Herausforderungen und großes Innovationspotential für die automatisierte Erzeugung von CAD-Modellen und den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien.



Reiner Anderl ist Professor an der TU Darmstadt und Leiter des Fachgebiets Datenverarbeitung in der Konstruktion (DiK) im Fachbereich Maschinenbau.



Herbert Birkhofer ist Professor an der TU Darmstadt und Leiter des Fachgebiets Produktentwicklung und Maschinenelemente (pmd) im Fachbereich Maschinenbau.



Anselm Schüle ist seit Anfang 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion im Fachbereich Maschinenbau und Mitarbeiter im Sonderforschungsbereich 666.