
Bearbeiter:in	Dr.-Ing. Stefan Köhler Dr.-Ing. Vincent Monnerjahn M. Tech. Pushkar Mahajan Dr.-Ing. Manuel Neuwirth Michael Jöckel M. Sc. Dr.-Ing. Christian Ludwig Mahmut Özel M. Sc. Dr.-Ing. Wolfram Schmitt Dr.-Ing. Christoph Taplick Dipl. Ing. Jens Ringler Dr.-Ing. Thomas Rullmann Dr.-Ing. Dragoslav Vučić
Laufzeit	Juli 2005 – Juni 2017
Abteilung	Profiliertechnik
Förderlinie	DFG

Abstract

Durch die Arbeiten des Sonderforschungsbereiches 666 entstanden Methoden und Verfahren, mit denen verzweigte Strukturen aus Blech mit für den jeweiligen Anwendungsfall optimierten Eigenschaften integral hergestellt werden können. Im Fokus des PtU stand hierbei das Fertigungsverfahren Spaltprofilieren.

Projektbeschreibung

Die Zielsetzung des SFB 666 schließt Fragestellungen der Produktentwicklung, der Fertigungstechnologien und der Bauteilbewertung ein. Daher haben sich Wissenschaftler der Technischen Universität Darmstadt aus den Disziplinen Produktentwicklung, Mathematik, Materialwissenschaften, Produktionstechnik, Betriebsfestigkeit und Bauingenieurwesen zu diesem interdisziplinären Forschungsverbund zusammengeschlossen.

Ergebnisse

Im Sonderforschungsbereich 666 wurden Methoden und Verfahren gefunden, mit deren Hilfe verzweigte Strukturen in integraler Blechbauweise im Hinblick auf ihre Funktion und Beanspruchung optimiert gestaltet werden können. Die Forschungstätigkeiten haben die Produktentstehung in einem ganzheitlichen Sinn repräsentiert und sich daher von der Definition der Anforderung über die Produktgestaltung und -herstellung bis zur Produkterprobung erstreckt – einschließlich der virtuellen Produktentwicklung.

In vielen Fällen ermöglichen verzweigte Strukturen die Realisierung einer gewünschten Funktion auf kleinstem Raum oder mit kleinster Masse. Durch das gezielte Einbringen von Verzweigungen in Strukturen lassen sich diese, beispielsweise in Hinblick auf Statik und Stabilität optimieren. In vielen Fällen ist die Natur das Vorbild für die Anwendung verzweigter Strukturen zur Optimierung von Eigenschaften und Funktionen von Produkten.

Stand der Technik zur Fertigung von verzweigten Strukturen sind integrale und differentielle Bauweisen. Bei der differentiellen Bauweise werden die Strukturen aus Einzelkomponenten gefügt, während bei der integralen Bauweise das gesamte Bauteil aus einem einzigen Teil besteht. Integrale Bauweisen - speziell bei metallischen Werkstücken - haben den Vorteil der geringeren Fehleranfälligkeit oder aber der besseren Wärmeleitfähigkeit durch den vorhandenen, durchgängigen Stoffschluss.

Ebenso ist die Korrosionsneigung oftmals wesentlich geringer. Bauteile mit differentieller Bauweise leiden oftmals unter unerwünschten thermischen Beeinflussungen des Gefüges, bspw. bei Schweißverbindungen, oder auch unter schädlichen lokalen Spannungskonzentrationen, die bspw. von Schraub- oder Nietverbindungen hervorgerufen werden. Integralbauweisen werden derzeit vorwiegend durch Umform- oder Zerspanungsprozesse realisiert. In der Umformtechnik werden hierzu die Verfahren der Massivumformung, wie z. B. Strangpressen, Warmwalzen oder Schmieden angewandt. Auf Basis dieses technischen Standes können verzweigungsähnliche Strukturen nur durch das Einbringen von Sicken oder durch Materialdoppelungen realisiert werden. Diese entsprechen aber nicht der mathematischen Definition einer Verzweigung und bringen auch nicht die gleichen optimierten Eigenschaften mit sich wie tatsächlich verzweigte Strukturen. Weitere Argumente, die Technologieinnovation im Herstellungsprozess für verzweigte Strukturen erfordern, sind sowohl ökonomische Gesichtspunkte als auch vorherrschende Fertigungsrestriktionen, die dem Erzeugen beliebig verzweigter Strukturen Grenzen setzen. So werden zum Teil filigrane verzweigte Strukturen durch Zerspanung aus einem massiven Ausgangsprodukt erzeugt, da keine Alternativmethoden existieren.

Die neuen Fertigungsverfahren Spaltprofilieren und Spaltbiegen bieten erfolgversprechende Möglichkeiten, die genannten Defizite zu beheben. Erste Grundlagen hierzu wurden im Rahmen des DFG-Projekts GR 1818/7-2 statuiert. Mit dem SFB 666 „Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung“ wurden die Verfahrensgrenzen erweitert und es wurde ein auf Bleche in Integralbauweise gerichteter Produktenstehungsprozess konzipiert und implementiert.

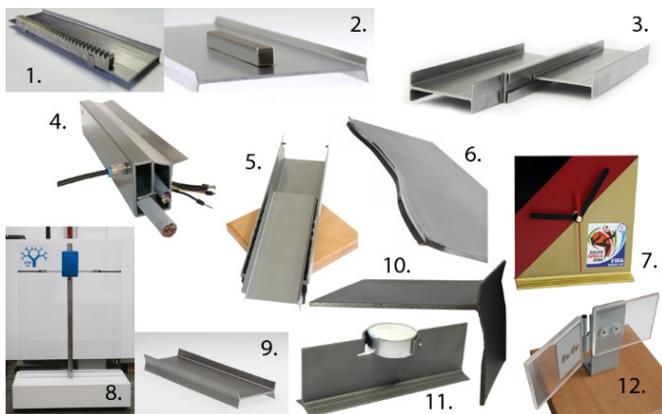
Im Folgenden eine stichpunktartige Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem SFB 666:

- Durch vorangegangene numerische Untersuchungen wurde eine Möglichkeit zur prozesssicheren Realisierung großer Spalttiefen erarbeitet und anschließend umgesetzt.
- Es wurden Spaltprofiliergerüste zur kontinuierlichen Fertigung von Spaltprofilen konstruiert und gefertigt.
- Durch Integration einer Induktionsanlage konnte gezeigt werden, dass durch die Band-Erwärmung Prozessgrenzen hinsichtlich Spaltbarkeit verbessert werden können.
- Durch die Weiterverarbeitung von Spaltprofilen durch weitere Rollformstufen wurden Stringer-, Doppel-T- und Mehrkammerprofile hergestellt.

- Sowohl die Grundlagenuntersuchungen zum flexiblen Spaltprofilieren (mit variabler Profilbreite) als auch die Umsetzung eines Werkzeug- und Anlagenkonzeptes wurden durchgeführt.
- Das Umformverfahren Spaltbiegen wurde als Abwandlung des Spaltprofilierens bezüglich der Verfahrensgrundlagen untersucht.
- Des Weiteren wurde das Spaltprofilieren in eine Prozesskette eingebunden und untersucht. Diese besteht aus Spaltprofilieren, Rollformen, HSC Bearbeitung und Laserschweißen.
- Das Verfahren Spaltprofilbiegen, welches das Spaltprofilieren und das Biegen von Profil kombiniert wurde untersucht und Vorzüge dieses kombinierten Prozesses aufgezeigt.
- Das Fügen durch Umformen wurde im Fertigungsprozess Spaltprofilieren untersucht. Hierdurch ist es beispielsweise möglich eine Zahnstange im Stegbereich des Spaltprofils infolge der hohen Längsdehnungen kraftschlüssig zu fügen.
- Herstellung und Optimierung von Bauteilen mit verzweigten Blechstrukturen. Siehe hierzu auch die Demonstratoren im folgenden Abschnitt.
- Zahlreiche weitere Ergebnisse von anderen Fachbereichen

Im Rahmen des SFB 666 sind eine Vielzahl von Demonstratoren entstanden. Die Abbildung 1 zeigt eine Collage einiger ausgewählter Demonstratoren. Dabei sind diese durchnummeriert und im folgenden Abschnitt geschildert:

1. Querschnitt eines Spaltprofils mit gefügter Zahnstange
2. Spaltprofil mit gefügter Zahnstange
3. Profilverbindungen aus Spaltprofilen
4. Mehrkammerprofil zur Funktionsintegration auf Basis von Spaltprofilen
5. Spaltprofil als Linearführung
6. Flexibles Spaltprofil: Spaltprofil mit variabler Profilbreite
7. Uhr mit einem lackierten Spaltprofil als Grundträger
8. Fassadenreiniger
9. Beidseitig verzweigtes Spaltprofil
10. Spaltbiegeprofil
11. Teelichthalter aus einem Spaltprofil
12. Scharnier aus Spaltprofilen



[1] Eine Auswahl von Demonstratoren aus dem SFB 666

Danksagung

Das vorgestellte Forschungsprojekt wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereiches SFB666 „Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung“.

Gefördert durch

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Sonderforschungsbereich

