

Projektverantwortlicher	Johannes Kilz M. Sc.
Laufzeit	Juni 2022 – September 2024
Abteilung	Profiliertechnik
Förderlinie	BMWK AIF IGF FOSTA

Abstract

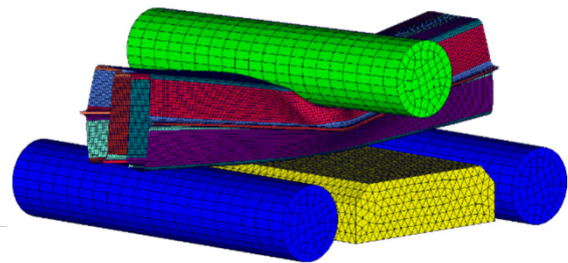
Im Rahmen dieses Forschungsprojektes, das gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Optimierung Mechanischer Strukturen (OMS) der Bergischen Universität Wuppertal durchgeführt wurde, wurden Methoden zur effizienten Auslegung von rollgeformten, crashoptimierten Profilstrukturen entwickelt. Zunächst wurden verschiedene hochfeste Stähle auf ihr Verhalten beim Rollformen und auf ihr verbleibendes Formänderungsvermögen untersucht. Aufbauend darauf erfolgte eine Anpassung des Algorithmus der Graphen- und Heuristikbasierte Topologieoptimierung (GHT) durch das OMS, um die Querschnittsgeometrie von rollgeformten Mehrkammerstrukturen aus hochfestem Stahl zu optimieren. Abschließende Fallturmversuche mit durch die GHT ausgelegten und anschließend gefertigten Demonstratoren zeigen eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Simulation und realem Verhalten.

Projektbeschreibung

Im Rahmen des Projektes wurden zunächst Materialcharakterisierungen mit verschiedenen hochfesten Stählen durchgeführt, um den Einfluss des Rollformens auf die Festigkeit und die Fähigkeit der Strukturen zur Energieabsorption zu ermitteln. Zudem wurden Rollformsimulationen für verschiedene Profilquerschnittsgeometrien und Mehrkammerstrukturen durchgeführt, um das Materialverhalten beim Rollformen zu analysieren. Die gewonnenen Daten dienten als Grundlage für die Projektpartner des OMS, um einen für Strangpressprofile entwickelten GHT-Algorithmus zur Optimierung der Querschnittsgeometrie an die Anforderungen und das Materialverhalten beim Rollformen anzupassen. Das Ziel der Optimierung besteht in der Anpassung des Querschnitts einer rollgeformten Mehrkammerstruktur, sodass die Struktur möglichst viel Energie bei minimalem Gewicht absorbieren kann. Bei der Auslegung von rollgeformten Crashstrukturen durch die angepasste GHT werden Querschnitte erzeugt, die jeweils iterativ um eine weitere rollformbare Blechstruktur im verfügbaren Bauraum ergänzt werden. Anschließend wird die so entstandene Struktur in einer Simulation bei einem zuvor definierten Lastfall gecrasht. Abschließend erfolgt die automatisierte Bewertung der Crashperformance und die weitere, iterative Anpassung des Querschnitts, bis die vorgegebenen Optimierungsziele erreicht werden.

Zur Validierung der Simulation und der GHT wurde gemeinsam mit dem projektbegleitenden Ausschuss der in Abbildung [1] dargestellte Lastfall ausgewählt, bei dem der seitliche Aufprall auf einen Pfahl simuliert ist. Das Ziel der Optimierung ist in die-

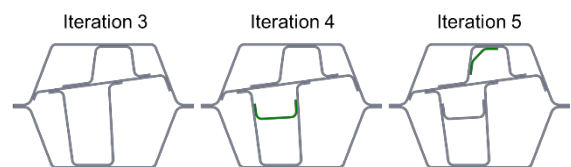
sem Fall, die Gesamtkraft, die auf die Auflager und die hinter der Crashstruktur liegende Batteriezeile (gelber Block) wirkt, möglichst gleichmäßig bei gleichzeitig geringem Gewicht der Crashstruktur aufzunehmen. Die Ergebnisse der Optimierung sind die in Abbildung [2] dargestellten Demonstratoren, die abschließend gefertigt und in Fallturmversuchen gecrasht wurden.



[1] Ausgewählter Lastfall für Validierung

Ergebnisse

Die zunächst durchgeführte Materialcharakterisierung zeigte, dass das Rollformen das verbleibende Formänderungsvermögen bei den untersuchten Materialien und Biegeradien nicht negativ beeinflusst. Die rollgeformten und anschließend bis zum Versagen gezogenen Proben weisen unter den gewählten Parametern die gleiche Zugfestigkeit auf wie das nicht vorbelastete Material. Somit ist eine Anpassung der Materialeigenschaften in der Crashsimulation bei den gewählten Biegeewinkeln und -radien nicht erforderlich.



[2] Für Demonstrator ausgewählte Iterationen der Optimierung

Die Anpassung der GHT erfolgte durch das OMS. Das OMS entwickelte unter anderem neue Algorithmen zur Bewertung der Fertigbarkeit der durch die GHT erzeugten Strukturen durch Rollformen und Laserschweißen. Zudem wurden verschiedene Methoden entwickelt, die das Einfügen von rollgeformten Blechen und Schweißpositionen automatisieren. Mithilfe der an das Rollformen angepassten GHT erfolgte abschließend eine Optimierung für den in Abbildung [1] dargestellten Lastfall.

Abbildung [2] zeigt die verschiedenen Iterationen einer Querschnittsstruktur, die durch die GHT erzeugt wurde und die Anforderungen bezüglich Gewicht und Maximalkräften erfüllt.

Zur Validierung erfolgte die Fertigung der in Abb. [2] dargestellten Strukturen am PtU durch Rollformen, Gesenkbiegen und Laserschweißen. Hierbei zeigte sich, dass durch das Gesenkbiegen die geforderten Mindestbiegeradien unterschritten werden, was zur Schwächung des Materials führt.

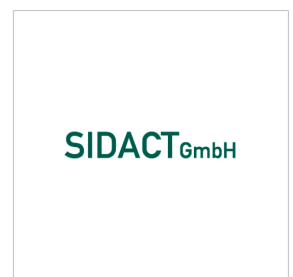
Abschließend durchgeführte Fallturmversuche zeigen die gute Übereinstimmung der Kraft-Weg-Verläufe während des Crashes von Simulation und Versuch und zeigen somit, dass mithilfe der an das Rollformen angepassten GHT valide, crashperformante, rollgeformte Querschnittsstrukturen erzeugt werden können.

Danksagung

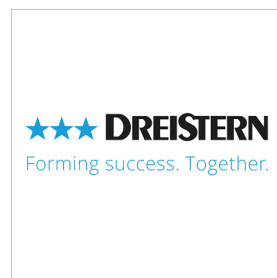
Die hier dargestellten Forschungsarbeiten finden im Rahmen des IGF-Vorhabens Nr. 22320N der Forschungsvereinigung Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB) statt. Dieses wird über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Ferner bedanken wir uns bei allen Industriepartnern, die das Forschungsprojekt „Entwicklung und Herstellung crashoptimierter Mehrkammerstrukturen aus Stahl durch Profiliertechnik“ im Projektbegleitenden Ausschuss unterstützen.

Gefördert durch



Projektpartner



Projektpartner



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL



thyssenkrupp

