



1+2 Simulation und Experiment
eines partiell umgeformten Bauteils

WIRTSCHAFTLICHE FERTIGUNG INDIVIDUALISIERTER BLECHBAUTEILE

**Fraunhofer-Institut für
Werkzeugmaschinen und
Umformtechnik IWU**

Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz

**Abteilung
Hochgeschwindigkeits-
umformverfahren**

Dipl.-Ing. Maik Linnemann
Telefon +49 371 5397-1335
maik.linnemann@iwu.fraunhofer.de

www.iwu.fraunhofer.de

Motivation

Die wirtschaftliche und automatisierbare Fertigung qualitativ hochwertiger Bauteile in immer größerer Variantenvielfalt und bei geringer Stückzahl ist eine Herausforderung für die industrielle Fertigung, die durch den zunehmenden Kundenwunsch nach Individualisierung gerade bei designorientierten Produkten noch verstärkt wird. Speziell im Bereich konventioneller Umformtechniken wie dem Tiefziehen und Streckziehen erschweren hohe Werkzeugkosten und eine enge Bindung der Werkzeuge an die jeweilige Bauteilgeometrie die Bewältigung dieser Aufgabe. Bereits leichte Variationen bringen hier einen großen Kosten- und Zeitaufwand in der Umsetzung mit sich. Dies betrifft vor allem die Fertigung großflächiger Bauteile u. a. aus dem Fahrzeugbau, der Luftfahrt, dem Werkzeugmaschinenbau, dem Energiesektor, dem Fassadenbau oder dem Werbe-

mittelbereich. Dementsprechend besteht ein hoher Bedarf an innovativen Fertigungsmethoden, die dieses neue Anforderungsprofil erfüllen.

Elektromagnetische Umformung

Die elektromagnetische Umformung (EMU) bietet hier ein hohes Potenzial, da sie die Energiedichte gepulster Magnetfelder nutzt. Diese entstehen durch die stoßartige Entladung elektrischer Energie über eine (Werkzeug-)Spule, wodurch in elektrisch leitfähigen Werkstücken Lorentzkräfte hervorgerufen werden, die zur Umformung führen. Aufgrund dieser berührungslosen Kraftaufbringung kann dieselbe Werkzeugspule flexibel für die Fertigung unterschiedlicher Geometrievarianten eingesetzt werden. Darüber hinaus gewährleistet sie eine sehr oberflächenschonende Verarbeitung.

IN ZUSAMMENARBEIT MIT





Ein weiterer Vorteil der EMU ist, dass viele Werkstoffe bei den verfahrensspezifischen hohen Geschwindigkeiten und Dehnraten eine vergleichsweise hohe Umformbarkeit aufweisen, was dem Designer einen erweiterten Gestaltungsspielraum eröffnet. Bei der EMU werden nur Werkstückbereiche in direkter Nähe der Spulenwindung kraftbeaufschlagt. Daher müssen Größe und Geometrie der Spule an die jeweilige Umformaufgabe angepasst werden. Die Spule ist üblicherweise mindestens so groß wie der umzuformende Werkstückbereich. Mit zunehmender Spulengröße wird mehr elektrische Energie und Spannung benötigt und die Belastung aller Maschinen- und Werkzeugkomponenten steigt. Die Entwicklung dauerhafter Maschinen und Werkzeuge wird dadurch zunehmend komplexer und schließlich unmöglich. Der Anwendungsbereich der EMU ist daher bislang auf kleine bis mittlere Bauteile bzw. Bauteilbereiche beschränkt.

Erweiterung zur sequenziellen EMU

Diese technologisch-wirtschaftliche Prozessgrenze kann durch eine sequenzielle EMU überwunden werden. Dabei wird zunächst ein kleiner Bauteilbereich elektromagnetisch umgeformt. Anschließend werden Werkzeugspule und Werkstück relativ zueinander verschoben, sodass ein anderer, ggf. angrenzender Werkstückbereich umgeformt werden kann. Auf diese Weise lassen sich mit einer relativ kleinen Spule auch große Bauteile oder Bauteilbereiche sukzessive fertigen und die bekannten Vorteile der EMU gegenüber konventionellen Verfahren nutzen. Im Sinne einer wirtschaftlichen Fer-

tigung bei kleinen Stückzahlen und hoher Variantenvielfalt kann so dieselbe Werkzeugspule flexibel für die Umformung unterschiedlicher Geometrievarianten eingesetzt werden. Lediglich ein einziges formgebendes Werkzeug muss angepasst werden.

Machbarkeitsnachweis

Die prinzipielle Machbarkeit dieses innovativen Ansatzes wurde am Fraunhofer IWU bereits experimentell anhand einer Strukturierungsaufgabe nachgewiesen. Dabei wurden Werkstücke in jeweils zwei Umformsequenzen mit Wabenstrukturen versehen. Zum Einsatz kam eine einzige Werkzeugspule. Diese wurde genutzt, um mithilfe unterschiedlicher formgebender Werkzeuge verschiedene Wabengrößen zu realisieren. Somit konnte sowohl die Machbarkeit der sequenziellen EMU als auch die Anwendbarkeit einer »Standardspule« zur Umsetzung verschiedener Strukturierungsaufgaben nachgewiesen werden.

Forschungsinhalte des geplanten Projekts

Aufbauend darauf soll im Rahmen eines binationalen Forschungsprojekts mit Partnern aus Deutschland und der Tschechischen Republik die industrielle Implementierung der sequenziellen elektromagnetischen Blechumformung vorbereitet werden. Dazu ist eine numerische und experimentelle Analyse der Wechselwirkungen zwischen aufeinanderfolgenden Umformschritten benachbarter Bereiche und deren Einfluss auf die Qualität des Umformergebnisses erforderlich. Diese

dient der Ableitung zielgerichteter Umformstrategien, die dann in einem Prozess mit automatisierter Positionierung von Werkstück und Spule umgesetzt werden sollen. Die Validierung dieses Ansatzes erfolgt schließlich anhand der Fertigung praxisorientierter Formdemonstratoren.

Darüber hinaus gilt es, unter technologischen und wirtschaftlichen Aspekten geeignete Lösungen in Bezug auf Maschinen und Werkzeuge (Spule und formgebende Werkzeuge) zu entwickeln bzw. anzupassen. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bietet u. a. die Nutzung alternativer Werkstoffe wie z. B. Holz, Beton und Kunststoff einerseits sowie konstruktiver Vereinfachungen der formgebenden Werkzeuge andererseits ein hohes Potenzial. Ähnlich wie bei der inkrementellen Blechumformung mit einem Drückstichel und einer Teilpatrize kann so die vollflächige Abstützung des Werkstücks durch eine partielle ersetzt werden. Die Werkzeugfertigung wird dadurch deutlich schneller und aus kostengünstigeren Halbzeugen möglich. Im Bereich der Maschinenteknik, d. h. der elektrischen Speichereinheit, sollen Konzepte entwickelt werden, die geringe Taktzeiten bei guter Lebensdauer ermöglichen.

Das IGF-Vorhaben 173 EBR der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. - FGW, Papenberger Straße 49, 42859 Remscheid wurde über die AIF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

3 *Designvorschlag für sequenzielles EMU-Bauteil (Copyright: elem)*

4 *Werkzeugspule für die sequenzielle EMU*