

Wirtschaftlich fertigen bei sinkenden Stückzahlen

Flexible Fertigungsmethode für Struktur-Blechbauteile in mittleren Serien bis zu 50.000 Stück p.a.

Marco Pröhl, Markus Werner,
Gerd Raubach und Peter Kaupp

Bei weniger als 50.000 Blechteilen pro Jahr ist die Fertigung von Strukturkomponenten mittels mehrstufiger Tiefziehprozesse oft unwirtschaftlich. Mit einer neuen Methode konnten durch die Flexibilisierung der Technologiekette bei einem Demonstrator 90 Prozent der Werkzeugkosten eingespart und der Blechsausnutzungsgrad auf 77 Prozent erhöht werden. Ziehwerkzeuge wurden auf eine Stufe reduziert und die restliche Bearbeitung mit flexiblen Systemen realisiert.

Individualisierung im Automobilbau wirtschaftlich abbilden

Globale Tendenzen im Automobilbau wie die Forderung nach individualisierten Produkten [1] und die Zunahme von landesspezifischen Gesetzen und Regularien [2] lassen eine steigende Anzahl von Fahrzeugvarianten und Derivaten erwarten. Dadurch werden sich die Stückzahlen pro Fahrzeugtyp deutlich reduzieren, was sich letztlich auch in sinkenden Stückzahlen je Variante der eingesetzten Bauteile äußert. Gegenstrategien wie die Nutzung gemeinsamer Plattformen und Baukästen für mehrere Modelle und Marken [3, 4] – und damit die Stückzahlerhöhung durch eine Mehrfachnutzung von Strukturbauteilen – sind nicht uneingeschränkt anwendbar. Ihre Wirkung ist umso geringer, je kleiner der Marktanteil eines Fahrzeugherstellers ist. Durch die Forderung nach eigenständigen Designs je Modell und voneinander abweichenden Lastkollektiven, insbesondere bei Cabriolet-Varianten, können darüber hinaus nicht alle Bauteile als Gleichteile ausgeführt werden. Das macht neue, flexible

und wirtschaftliche Fertigungsmethoden zwingend erforderlich.

Derzeitige Fertigungskonzepte für Karosserieteile sind deutlich auf hohe Stückzahlen ausgerichtet. Sie sind gekennzeichnet durch den Einsatz von Pressenstraßen und Transferlinien [5], die oft aus sechs starr bzw. lose verketteten Stationen bestehen. Gleichermaßen sind jeweils sechs Werkzeugstufen erforderlich, die weitgehend unabhängig von der Fertigungsstückzahl ausgelegt werden. Auch die Methode bzw. der technologische Ablaufplan weist kaum Unterschiede auf – ganz gleich, ob 50.000 oder 500.000 Bauteile pro Jahr zu fertigen sind. Bei kleinen und mittleren Serien ist die Produktion von Strukturkomponenten durch mehrstufige Tiefziehprozesse aber auf Grund der hohen Werkzeugkosten unwirtschaftlich.

Im Rahmen der Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ (InnoCaT-

Teilprojekt 2.1.5 „Kleine Stückzahlen“, www.greencarbody.de) sollte daher eine neuartige Fertigungsmethode entwickelt werden, bei der über kleine Änderungen am Bauteildesign – und der damit einhergehenden Vereinfachung der Technologiekette – ein erheblicher Teil der Werkzeugkosten eingespart werden kann. Mehrstufige Umformwerkzeuge werden dabei auf eine einzelne Stufe reduziert und die restliche Bearbeitung wirtschaftlich mit flexiblen Blechbearbeitungsmaschinen realisiert. Dem Konzept liegt der Gedanke einer typenflexiblen Fertigungszelle zugrunde [6], bei der Strukturbauteile in Nestfertigung mittels standardisierter Werkzeuge und Prozesse gefertigt werden. Der Einsatz formspeichernder und damit bauteilspezifischer Werkzeuge wird auf ein Minimum reduziert. Zusätzlich soll durch Einsparungen bei den Ressourcen Feinblech und Prozessenergie ein wertvoller Beitrag zur

*) Danksagung

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ (Förderkennzeichen: 02PO2710 ff) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

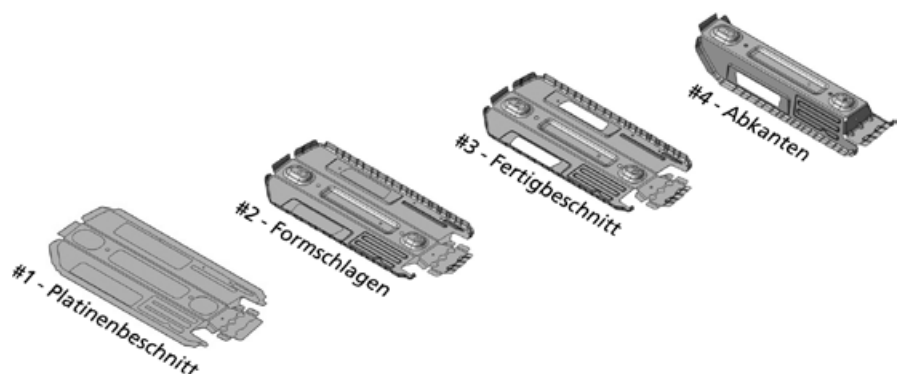


Bild 1. Prozesskette der flexiblen Fertigungsmethode

CO₂-Reduktion in der Fahrzeugproduktion geleistet werden.

Flexible Fertigungsmethode für Struktur-Blechbauteile

Die neuartige Fertigungsmethode ist gekennzeichnet durch die Verknüpfung unterschiedlicher Blechbearbeitungsprozesse und erfordert ein Umdenken in der Methodenplanung. Am Beispiel eines Demonstrators werden die einzelnen Prozessschritte dieser Stanz-Biege-Füge-Fertigung (StaBiFü) bis zum Fertigbauteil erläutert (Bild 1). Sie umfassen zwei Beschnitt-Operationen, eine einzige formspeichernde Umformstufe und das Abkanten mit standardisierten Werkzeugen. Beim Demonstrator handelt es sich um einen Sitzquerträger, der bisher konventionell mittels sechs Tiefzieh-Stufen gefertigt wird.

Fertigungsschritt 1 – Platinenbeschnitt

Den ersten Fertigungsschritt stellt der zweidimensionale (2D) Beschnitt der „idealen Formplatte“ auf einem flexiblen Stanz-Laser-Zentrum dar. Beim Sitzquerträger-Demonstrator wird dafür die Funktion des Laserbeschnitts genutzt, möglich ist aber auch ein Nibbeln der Außenkontur mittels eines Stanzwerkzeugs. Zusätzlich zur Außenkontur werden die Löcher für die Aufnahme des Halbzeugs im nachfolgenden Umformwerkzeug ausgeschnitten. Die Nutzung von Standardplatinen in Kombination mit dem genannten Blechbearbeitungssystem ermöglicht neben einer hohen Flexibilität die enge Schachtelung von Bauteilen und damit die Maximierung des Blechausnutzungsgrades.

Fertigungsschritt 2 – Formschlagen

Den zweiten Fertigungsschritt stellt die einzig verbliebene, formspeichernde und damit bauteilspezifische Umformstufe dar. Durch die enge Zusammenarbeit mit dem InnoCaT-Teilprojekt „Formschlagen“ konnte diese ressourcensparend als Formschlag-Prozess ausgelegt werden. Dieser Umformprozess erfolgt idealerweise zwischen zwei starren Werkzeughälften. Die Ausgangsplatte weist dabei keine oder nur geringstmögliche Ankonstruktionen auf und entspricht nach der Umformung weitestgehend der späteren Bauteilendkontur [7]. In der Umformstufe werden alle komplexen Formelemente realisiert, die wegen ihrer Größe und/oder Form nicht auf dem Stanz-La-



Bild 2. Versuchswerkzeug zum Formschlagen des Demonstrators

ser-Zentrum eingebracht werden können. Gegenläufige Umformrichtungen werden über mehrteilige, gefederte Werkzeuge abgebildet. Das Abklappen kleiner Laschen und Flansche kann bereits beim Formschlagen erfolgen und damit den vierten Fertigungsschritt – das Abkanten – entlasten. Die Simulation des Formschlagens für den Demonstrator zeigte, dass kein Federmechanismus notwendig ist, weshalb beim Versuchswerkzeug auf diesen verzichtet wurde (Bild 2).

Fertigungsschritt 3 – Fertigbeschnitt

Der dritte Fertigungsschritt ist die zweite Beschnitt-Operation in der Prozesskette, bei der sämtliche verbleibende Innenkonturen (Löcher, Aussparungen) sowie umformkritische Außenkonturen ins Halbzeug gebracht werden. Bei komplexen bzw. hohen Bauteil-Halbzeugen empfiehlt sich dafür die Nutzung eines 3D-Lasers. Niedrige Halbzeuge wie der Demonstrator können dagegen auf einer 2D-Anlage geschnitten werden.

Fertigungsschritt 4 – Abkanten

Beim abschließenden vierten Fertigungsschritt werden mittels Abkanten auf standardisierten Werkzeugen alle geraden Biegekanten ins Bauteil gebracht, das damit seine endgültige Form erhält. Abhängig von der Zahl der bereits in der Formschlagstufe eingebrachten Laschen werden beim Demonstrator vier bis acht Biegeschritte veranschlagt. Diese sogenannte Biegefolge ist abhängig von der Bauteilgeometrie und wird vorher simuliert und optimiert. Der Biegeprozess an sich erfolgt dann geregelt auf modernen

Blechbearbeitungsmaschinen. Das Bauteil wird gezielt überbogen und damit die Rückfederung kompensiert. Dabei wird regelmäßig – z.B. jeweils beim Beginn einer neuen Materialcharge oder eines Fertigungsloses – die theoretisch errechnete mit einer direkt im Prozess gemessenen Vorbiegung verglichen und über Korrekturwerte automatisch die Prozesssteuerung angepasst. Dadurch werden einerseits qualitativ hochwertige und reproduzierbare Abkantungen erreicht und andererseits unnötige Messungen vermieden. Ein zusätzliches Einbringen von Rippen in der Biegekante ist mittels Standard-Werkzeugen direkt im Biegeprozess möglich. Das zeitintensive Abkanten der Bauteile stellt in einer flexiblen Fertigungszelle den Flaschenhals in Bezug auf Fertigungszeit und -kosten dar und sollte der erste Ansatzpunkt für Optimierungen sein.

Potenziale der StaBiFü-Methode

Auf Grund der Verringerung der bauteilspezifischen Werkzeugstufen von sechs auf eine konnte am Beispiel des Demonstrators (Bild 3) das benötigte Werkzeugmaterial um 90 Prozent reduziert werden. Durch die Nutzung von Blechbearbeitungsmaschinen wurde zudem die benötigte Prozessenergie gegenüber den bisher verwendeten Umformpressen um 50 Prozent verringert. Mittels der Halbzeug-Schachtelung auf Standardplatinen und der Auslegung der verbleibenden, bauteilspezifischen Umformstufe als Formschlag-Prozess wird zusätzlich der Blechausnutzungsgrad von 60 auf 77 Prozent erhöht. Das entspricht bei einer

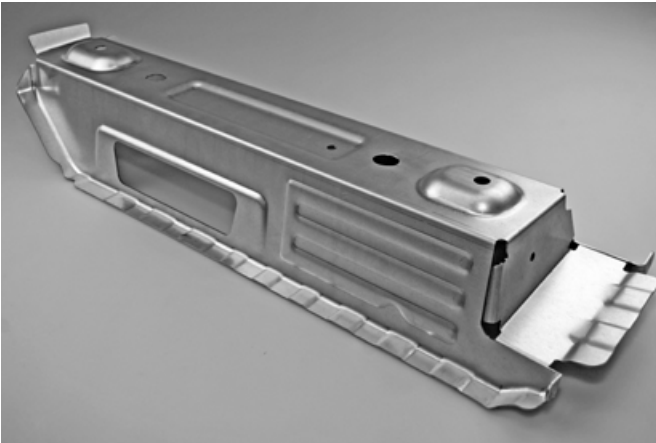


Bild 3. Flexibel hergestellter Demonstrator (DP600; 1,5 mm)

Jahresproduktion von 20.000 Teilen einer Einsparung von ca. 15 Tonnen Feinblech. Darüber hinaus hat die innovative Fertigungsmethode das Potenzial zur Erhöhung der Typen- und Änderungs-Flexibilität in der Fertigung, zur Verkürzung von Anlaufzeiten und zur integrierten Qualitätssicherung von Einzelprozessen in einer flexiblen Zelle.

Minimale Anpassungen beim Bauteildesign

Bedingt durch die Spezifika der flexiblen Fertigungsmethode, speziell beim Abkanten, müssen bei der Gestaltung der Bauteile einige Regeln beachtet werden. Änderungen gegenüber klassischen Tiefziehteilen betreffen im Wesentlichen zwei Dinge (Bild 4):

- Kanten sind gerade und freigeschnitten von Flanschen weitgehend als Biegekanten auszuführen.
- Nebenformelemente wie Verprägungen/Dome benötigen einen Mindestabstand zu den Biegekanten (Ausnahme: Rippen direkt in der Biegekante).

Unter Beachtung dieser Regeln können Blechbauteile abwickelbar gestaltet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass alle Formelemente in der Abwicklung in oder gegen die Pressenrichtung und nicht seitlich zu ihr eingebracht werden. Zur Visualisierung der Regeln und zur Unterstützung von Konstrukteuren bei der Auslegung der Bauteile für die flexible Fertigungsmethode wurde ein Umgestaltungskatalog erarbeitet, der für Tiefzieh-typische Formelemente die entsprechenden StaBiFü-Pendants bereithält und Vorschläge für die Gestaltung von Bauteilen darstellt.

Hohe Wirtschaftlichkeit im Vergleich zum Tiefziehen

Am Beispiel des Demonstrators zeigt sich, dass die Werkzeugkosten bei kleinen und mittleren Stückzahlen der dominierende Faktor im Bauteilpreis sind – gerade beim im Automobilbau dominierenden, konventionellen Tiefziehen. Durch eine flexible Fertigung wird trotz des signifikant höheren Fertigungsaufwandes eine Kostenersparnis je Bauteil mittels der Reduktion der Werkzeuganzahl und damit der Werkzeugkosten erzielt. Diese anteilige Ersparnis fällt umso höher aus, je geringer die Jahresstückzahl eines Bauteils ist. Im Falle des Demonstrators trägt sie bei der Annahme eines sechsjährigen Modellzyklus im Automobilbau und 20.000 Bauteilen pro Jahr ca. 30 Prozent (Bild 5). Darüber hinaus zeigt die Modellrechnung, dass der Sitzquerträger bis zu einer Jahresstückzahl von 50.000 Teilen mittels der StaBiFü-Methode wirtschaftlich gefertigt werden kann.

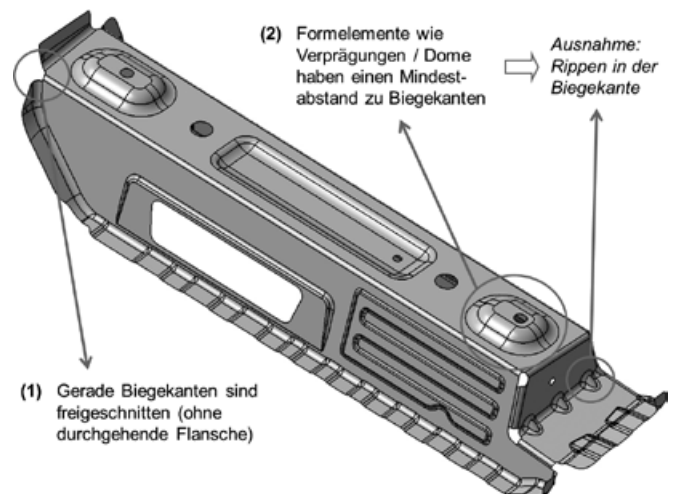
Wegen der eingeschränkten Wechselmöglichkeit bei steigenden Stückzahlen zur klassischen Tiefziehfertigung ist die flexible Fertigungsmethode jedoch nur bedingt für Stückzahlen nahe der Kostengleichheit beider Fertigungsarten zu empfehlen. Allgemein bleibt anzumerken, dass der Schnittpunkt der Kostenkurven stark vom jeweiligen Bauteil abhängt und sich daher die Grenzstückzahl des Demonstrators von ca. 50.000 Teilen pro Jahr nicht beliebig auf andere Bauteile übertragen lässt.

Alternative Ansätze für kleine und mittlere Serien

Neben der im Aufsatz dargestellten Fertigungsmethode existieren weitere Ansätze für die wirtschaftliche Formgebung von Blechbauteilen in kleinen und mittleren Stückzahlen. Für die Wahl des Umformprozesses und aller damit zusammenhängenden Entscheidungen sind folgende Einflussgrößen mit Bezug zum Bauteil zu berücksichtigen:

- Belastungen,
 - Geometrie,
 - Stückzahl,
 - Branche,
 - Werkstoff,
 - Maßhaltigkeit und
 - Oberflächenqualität.
- Auf Basis der o. g. Daten erfolgt die Planung der Formgebung des Blechbauteils. Im Hinblick auf die Fertigung von kleinen und mittleren Stückzahlen können dabei folgende Aspekte unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit optimiert werden:
- Umformprozess/Methodenplanung,
 - Werkzeugtyp,

Bild 4. Umgestaltung des Demonstrators



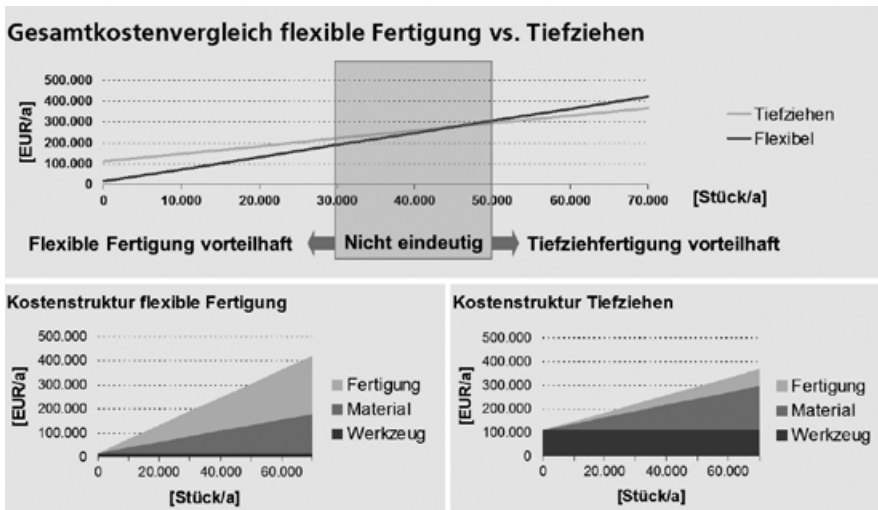


Bild 5. Kostenstruktur der flexiblen Fertigung und Vergleich zum Tiefziehen

- Werkzeugwerkstoff,
- Bauteilgeometrie sowie
- Umformmaschine/-system.

In Forschung und Praxis haben sich nur wenige Kombinationen dieser Optimierungsschwerpunkte als erfolgversprechend herausgestellt. Generell sind dabei die notwendigen Investitionen bzw. Fixkosten (speziell für Werkzeuge) und die sich aus dem Aufwand des Fertigungsprozesses ableitenden Prozesskosten bzw. variablen Kosten abzuwägen. Es ergeben sich weitere Umformstrategien für Struktur- und Außenhaut-Blechbauteile in kleinen und mittleren Serien.

Inkrementelle Blechumformung

Die inkrementelle Blechumformung ist ein Verfahren, bei dem die Bauteilgeometrie sukzessive durch wiederholtes, punktuell Verformen eines Bleches mittels eines standardisierten Werkzeugstempels erzeugt wird. Oft wird das Blech dabei in eine bauteilspezifische, formspeichernde Matrize gedrückt [8]. Durch die sehr langen Prozesszeiten und die teilweise stark beanspruchten Bauteiloberflächen eignet sich das Verfahren neben dem Prototypenbau primär für Strukturbauteile in sehr kleinen Serien. Um die Wirtschaftlichkeit dafür weiter zu erhöhen, kann die Matrize aus alternativen Werkstoffen wie Kunststoff [9] oder Holz [10] hergestellt werden.

Schweißkonstruktion

Das gedankliche Auftrennen des Demonstrator-Sitzquerträgers entlang der langen, seitlichen Biegekanten eröffnet die Möglichkeit, das Bauteil aus drei Einzelteilen zu schweißen [11]. Optional

können so unterschiedliche Werkstoffe und Blechdicken innerhalb eines Bauteils zum Einsatz kommen. Bei einem solchen Eingriff ins Bauteildesign kann der Demonstrator auch dahingehend umgestaltet werden, dass die bauteilspezifische Umformstufe entfällt und alle Einzelteile des Sitzquerträgers auf flexiblen Blechbearbeitungsmaschinen fertigbar sind. Dabei konnte eine Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens für Strukturbauteile in Serien bis 2.500 Stück pro Jahr nachgewiesen werden.

Innenhochdruck-Blechumformung (aktiv/passiv/superplastisch)

Bei der Innenhochdruck-Blechumformung (IHB) wird das Blech mittels eines Wirkmediums in eine bauteilspezifische Matrize geformt [12]. Das Verfahren eignet sich daher primär für Designbauteile und empfindliche Oberflächen bzw. Außenhautbauteile. Benötigt werden dafür spezielle Pressen und externe Hochdruckerzeuger (aktive Variante), welche das Verfahren verteuern. Es existiert jedoch auch ein Konzept, das IHB auf konventionelle, einfach wirkende Pressen adaptiert [13] und damit eine breitere Anwendbarkeit erschließt. Die Druckerzeugereinheit wird dabei ins Werkzeug integriert (passive Variante). In Kombination mit einer Standardisierung der Werkzeuggrößen und nur jeweils einer bauteilspezifischen Werkzeughälfte eröffnen sich dadurch wirtschaftliche Potentiale für kleine bis mittlere Serien. Die oft als IHB-Prozess ausgeführte, superplastische Umformung hat durch eine große Verschiebung der Umformgrenzen zusätzlich Vorteile im Hinblick auf komple-

xe Bauteile, die andernfalls nur schwierig bzw. mehrstufig herstellbar wären [14]. Zudem bietet sie die Möglichkeit, bisher mehrteilig hergestellte Bauteile als ein einziges, integriertes Teil auszuführen. Die sehr langsame Prozesszeit begrenzt in der Praxis jedoch die Ausbringungsmenge und damit auch die Wirtschaftlichkeit auf kleine Serien.

Kompetenz bei der Auswahl der „richtigen“ Umformstrategie

Durch sinkende Stückzahlen, flexibilisierte Produktionen und eine steigende Variantenzahl von Bauteilen in Kombination mit einer Vielzahl möglicher Umformstrategien wachsen die Anforderungen an Konstrukteure und Methodenplaner. Ein Forschungsfeld des Fraunhofer IWU ist daher die Entwicklung von Systemen zur Unterstützung im Konstruktions- und Methodenplanungsprozess, speziell bei nicht kreativen, wiederkehrenden Arbeitsschritten [15]. So zielt beispielsweise ein aktuelles, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes Projekt darauf ab, Methoden und Algorithmen zu entwickeln, die eine automatische Extraktion fertigungsrelevanter Merkmale aus der Geometrie von Blechbauteilen ermöglichen. Auf dieser Basis können anschließend Vorschläge für Methodenpläne automatisiert generiert und in Abhängigkeit von den o.g. Einflussgrößen alternative Gestaltungsmöglichkeiten der Bauteile und damit verbundene Umformstrategien aufgezeigt werden.

Die so erhaltenen Möglichkeiten werden in der Realität durch die vorhandenen Betriebsmittel eingeschränkt. Mit der zusätzlichen, virtuellen Abbildung der Anlagentechnik und des Bauteilmodells lassen sich dabei mehrere Fragen beantworten [6]: Wie sollten zum Beispiel die Anlagen angeordnet sein, um die Teile mit wenig logistischem Aufwand zu fertigen? Welche Maschinen stellen bei welchen Produktionsszenarien die Engstellen dar? Welche Puffer sind nötig? Bei bestehenden Fertigungsstätten steht zusätzlich die Frage im Raum, ob und zu welchen Kosten das neue Bauteil gefertigt werden kann oder ob weitere Anschaffungen für eine wirtschaftliche Fertigung notwendig sind. Eine Unterstützung der Kunden beim Engineering wird hier umso wichtiger, je größer die Anzahl der Bauteil-Varianten ist. Hieraus ergibt sich ein erhebliches Potential zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in der Bauteilentwicklung.

I Zusammenfassung

Den sich aus sinkenden Stückzahlen und einer steigenden Flexibilität ergebenden Herausforderungen bei der Herstellung von Struktur-Blechbauteilen kann man auf mehrere Arten begegnen. Erfolgversprechende Strategien reduzieren die Werkzeugkosten unter Beachtung eines angemessenen Engineering- und Fertigungsaufwands. In diesem Spannungsfeld zwischen individualisierten Produkten und wirtschaftlicher Fertigung unterstützen das Fraunhofer IWU und seine Partner Konstrukteure und Methodenplaner sowohl bei der Gestaltung von Bauteilen, als auch bei der Auswahl und Umsetzung der „richtigen“ Umformstrategie.

Innerhalb des InnoCaT-Teilprojekts „Kleine Stückzahlen“ wurde dafür eine neuartige Fertigungsmethode entwickelt und an einem Demonstrator umgesetzt. Das bisher mehrstufig gefertigte Tiefziehteil wurde für eine einzige, bauteilspezifische Umformstufe und die anschließende flexible Fertigung optimiert. Notwendige konstruktive Änderungen beschränken sich auf ein Minimum. Der auf diese Weise modifizierte Sitzquerträger kann in kleinen und mittleren Serien wirtschaftlich hergestellt werden. Durch die Reduktion des Werkzeugmaterials um 90 Prozent und der Prozessenergie um 50 Prozent, sowie die Erhöhung des Blechausnutzungsgrades von 60 auf 77 Prozent, wird auch ein bedeutender Beitrag zur Ressourceneffizienz geleistet.

Auf Grund der engen Kooperation mit dem InnoCaT-Teilprojekt „Formschlagen“ konnte die Umformstufe ressourcensparend als Formschlag-Prozess ausgelegt werden. Der Bau eines Versuchswerkzeugs ermöglichte die Fertigung von realitätsnahen Demonstratoren. Darüber hinaus wurde ein Umgestaltungskatalog erarbeitet, der für Tiefzieh-typische Formelemente die entsprechenden Stanz-Biege-Füge-Pendants bereithält und Vorschläge für die fertigungsgerechte Gestaltung von Bauteilen darstellt.

I Literatur

1. Alders, K.: Komplexitäts- und Variantenmanagement der AUDI AG. In: Lindemann, U.; Reichwald, R.; Zäh, M. F. (Hrsg.): Individualisierte Produkte – Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2006, S. 221 ff.
2. Maune, G.: Möglichkeiten des Komplexitätsmanagements für Automobilhersteller auf Basis IT-gestützter durchgängiger Systeme. Dissertation, Universität Paderborn, zugl. Shaker Verlag, Herzogenrath 2002, S. 48 – 50
3. Winterkorn, M.: Modulare Baukastenstrategie Volkswagen Konzern. In: Präsentation (Teil III) zum Jahrespressekonferenz & Investorenkonferenz. Wolfsburg, März 2011, S. 6
4. Renner, I.: Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil. Dissertation, TU München, zugl. Verlag Dr. Hut, München 2007, S. 49 ff.
5. Doege, E.; Behrens, B.-A.: Handbuch Umformtechnik – Grundlagen, Technologien, Maschinen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2007, S. 838 – 849
6. Neugebauer, R.; Friedemann, M.; Riegel, J.; Wenzel, K.: Umformen mit flexiblen Fertigungsstrukturen – Von der Bauteilgeometrie zur produktflexiblen Fertigungsstruktur. Technica 1 (2008) 11, S. 70 – 74.
7. Kott, M.: Prozessentwicklung Formschlagen (TP 2.1.4). In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Innovationsallianz Green Carbody Technologies – InnoCaT: Ergebnisse. Fraunhofer IWU, Chemnitz, 2013, S. 36 – 37
8. Neugebauer, R.; Scheffler, S.; Weise, D.: Erzeugung komplexer Geometrien an Feinst- und Feiblechen durch inkrementelles Umformen. In: Tagungsband zum 30. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung „Bauteile der Zukunft – Methoden und Prozesse“. EFB-Verlag, Hannover 2010, S. 269 – 280
9. Frank, C.: Kunststoff als Werkzeugwerkstoff für das Tiefziehen von Feiblechen. Dissertation, Universität Hannover, 1999, S. 1 – 66.
10. Kolleck, R.; Schickhofer, G.: Holz als alternativer Werkzeugwerkstoff für Tiefziehwerkzeuge. In: Krahn, N. (Hrsg.): Aspekte Ökologischer Fabrikprozess- und Fabrikplanung. FBF-Schmalkalden, Schmalkalden, 2009, S. 148 – 151
11. Kaupp, P.: Lasergestützter Leichtbau zur Senkung der CO₂-Emissionen und Gewichtsreduktion. In: Drossel, W.-G. (Hrsg.): Resource Efficient Production – 3. Kongress „Ressourceneffiziente Produktion“. Fraunhofer IWU, Chemnitz, 2013, S. 105
12. Neugebauer, R. (Hrsg.): Hydro-Umformung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2007, S. 90 ff.
13. Budai, A. F.; Achimas, G.; Neugebauer, R.; Pröhl, M.: Method and Tool Design for Passive Sheet Metal Hydroforming on Conventional Single Action Presses. ASME Journal of Manufacturing Science and Engineering 135 (2013) 2, 02104, S. 1 – 7
14. Werner, M.; Pröhl, M.; Hong, S.; Ryu, S.: Innenhochdruck-Umformung superplastischer Bleche. wt Werkstattstechnik online 101 (2011) 10, S. 680 – 685
15. Werner, M.; Stein, H.: Wissensbasierte Erzeugung von Geometriedaten. ATZ Produktion 4 (2011) 1, S. 48 – 53

I Die Autoren dieses Beitrags

Dipl.-Wirt.-Ing. Marco Pröhl, geb. 1984, absolvierte sein Studium des Wirtschaftsingenieurwesens mit der Fachrichtung Maschinenbau an der Technischen Universität Chemnitz. Seit 2010 arbeitet er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Hauptabteilung Blechumformung am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz. Dort leitet und bearbeitet er nationale und internationale Forschungsprojekte auf dem Gebiet der Innenhochdruck- und Blechumformung.

Dipl.-Ing. Markus Werner, geb. 1973, erzielte sein Diplom im Rahmen eines Studiums der Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme an der TU Chemnitz, der ETH Zürich und dem MIT in Boston. Seit 2002 arbeitet er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IWU auf dem Gebiet der Umformtechnologien, wo er in 2010 die Leitung der heutigen Abteilung Wirkmedienumformung und Werkzeugkonzepte übernahm. Neben der Akquise und dem Management zahlreicher Projekte in der Metallumformung für die Automobil- und Luftfahrtindustrie umfasst sein Aufgabengebiet die Forschung auf dem Gebiet des Knowledge Based Engineering (KBE).

Gerd Raubach, geb. 1957, arbeitet seit mehr als 12 Jahren für die Tower Automotive Holding GmbH. Als Manager Stamping Engineering Europe ist er zuständig für die Realisierung qualitativ hochwertiger und wirtschaftlicher Produktionswerkzeuge über den gesamten Prozess vom Konzept bis zum SOP. Dafür steht ihm ein schlagkräftiges Team von Produkt-, Prozess- und Konstruktionsingenieuren zur Seite.

Peter Kaupp beschäftigt sich seit über 27 Jahren mit den Potenzialen des Laserstrahls. Zu seinen Aufgaben als Leiter „Neue Fertigungskonzepte“ im Bereich Branchenmanagement bei der Trumpf Laser- und Systemtechnik GmbH gehört die Ausarbeitung innovativer Lösungen für TRUMPF Kunden, die die Lasertechnik zu ihrem Vorteil nutzen möchten.

I Summary

Economical Manufacturing of Decreasing Quantities – Flexible manufacturing technique for structural sheet metal parts in series up to 50 000 pieces p.a. The manufacturing of structural sheet metal components via multistage deep drawing is often uneconomical for quantities lower than 50 000 parts per year. The article describes a flexible manufacturing technique that allows to cut the tooling costs by 90 % and to increase the blank utilisation to 77 % on the example of a demonstration part. Drawing tools were reduced to a single stage and the main processing was done by flexible sheet metal working systems.

Den Beitrag als PDF finden sie unter:
www.zwf-online.de
 Dokumentennummer: ZW 110935