

Mit Tradition und Innovation zur flexiblen Manufaktur

In einigen Wirtschaftszweigen wird wieder mehr Wert auf manuelle Herstellung und traditionelle Fertigung gelegt. Ursprünglich geprägt durch großindustrielle Fertigungsbedingungen, welche die Produktion verschiedener Varianten in hohen Stückzahlen ermöglichen, besteht der heutige Anspruch in der Herstellung individualisierter Erzeugnisse. Die fertigungsseitige Umgestaltung und Anpassung dieser Entwicklungen innerhalb der Firmen erfordert Kapazitäten und Ressourcen. Speziell kleine und mittelständische Unternehmen stehen dabei in dem Widerspruch, sich auf der einen Seite dem Tagesgeschäft zu widmen sowie neue und innovative Produkte zu entwickeln und auf der anderen Seite diesen Anpassungsprozess ebenfalls mit zu gestalten. Bedingt durch begrenzte Ressourcen können dabei aber nicht alle Anforderungen vollständig und zufriedenstellend erfüllt werden.

Die Harmona Akkordeon GmbH [2] aus dem sächsischen Klingenthal fertigt seit über 160 Jahren Akkordeons und Harmonikas verschiedenster Arten und Größen. Im Laufe der Jahre hat die Firma viele industrielle Entwicklungen mit- und durchgemacht. Aufgrund von strukturellen Umbrüchen und einer schwankenden Nachfrage ging der Absatz an Akkordeons in den vergangenen zwei Jahrzehnten auf ca. ein Viertel der ursprünglichen Menge (20 000 Stück/Jahr) zurück. Um die Nachfrage im Umfeld klein- und mittelständigen Unternehmen an die vorhandenen Ressourcen angleichen bzw. um neue Potentiale und Möglichkeiten mit den vorhandenen Bedingungen erschließen zu können, bedarf es mehr als den Stand der Technik anderer Industrien auf eine Branche bzw. eine historisch gewachsene Firma zu adaptieren, die über begrenzte Ressourcen, eingesessene Mitarbeiter und ein sehr traditionell geprägtes Gefüge verfügt.

Im wissenschaftlichen Umfeld zur Neuausrichtung

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl Konstruktionstechnik/CAD der Technischen Universität Dresden wurden in den vergangenen Jahren gemeinsam Lösungen entwickelt, wie die Bedingungen an die Anforderungen angepasst werden können.

In einer der letzten Kooperationen wurde ein Konzept für „Kleinsertentaugliche Werkzeuge zur Herstellung von Aluminiumverdecken“ entwickelt [3] (Bild 1). Dabei war es das Ziel, neben einem festen Produktspektrum, fertigungsseitig Lösungen zu generieren, um auf individuelle Kundenwünsche eingehen zu können ohne eine direkte Einzelfertigung zu schaffen. Die genaue Zielstellung kann somit in zwei große Teile aufgliedert werden; zum einen in die Entwicklung eines adaptiven Tiefziehwerkzeuges und zum anderen in die Realisierung eines

standardisierten Verdecks zur Variantenfertigung. Vielmehr soll eine Optimierung der Herstellung im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit und die Sicherung des Fertigungswissens und somit auch der ständigen Qualitätssicherung erzielt werden.

Erfassung aller wesentlichen Kenngrößen

Dazu musste zunächst das Produktspektrum sowie die dazu gehörenden Produktionsabläufe aufgenommen und analysiert wer-



Bild 1

Akkordeon der Harmona Akkordeon GmbH [3]

Autoren

Dipl.-Ing. Dirk Hofmann
Wissenschaftl. Mitarb.
Dr.-Ing. habil. Christine Schöne
Wissenschaftl. Mitarb.
Prof. Dr.-Ing. habil. Ralph Stelzer
Leiter des Lehrstuhls

alle:
Lehrstuhl Konstruktionstechnik/CAD
Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, Technische Universität Dresden

Dr.-Ing. Dietmar Süße
Wissenschaftl. Mitarb.
Professur für Nichtlineare Festkörpermechanik
Technische Universität Dresden

Kontakt:
Dipl.-Ing. Dirk Hofmann
Tel.: 03 51/4 63 4 23 35
E-Mail: dirk.hofmann@tu-dresden.de

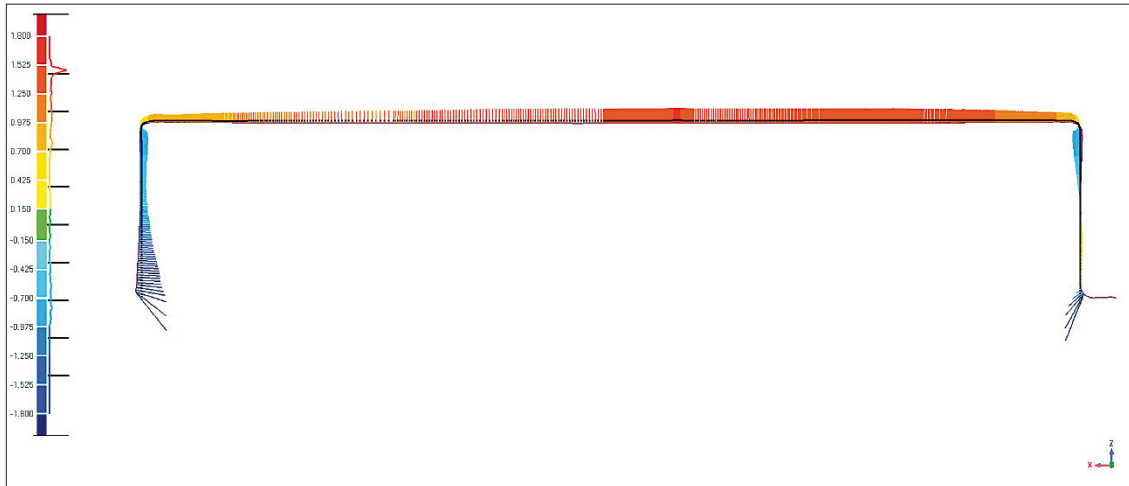


Bild 2

Schnittdarstellung einer 2D-Analyse (Werkzeug/ Werkstück – Stempel/ Doppelhaube) mit quantitativer und farblicher Kennzeichnung (siehe Legende) der Abweichungen

den. Eine Methode, mit der die technischen Parameter erfasst werden können, ist die Anwendung des Reverse Engineering [4].

Neben der Aufnahme technischer Merkmale (wie bspw. Maschinen- und Einstellparameter, Zuschnitte, Radien) ist es ebenfalls notwendig, die weiteren Fertigungsabläufe sowie deren Merkmale zu erfassen. Aufgrund des bisher sehr hohen Anteils an manueller Erzeugung bedeutet das u. a., den Werker zu spezifischen Abläufen und Erfahrungen zu befragen. Das Wissen über die Herstellung der Bauteile und die Handhabung der Materialien ist meist in den Köpfen der Mitarbeiter verhaftet und über viele Jahre verinnerlicht und zu neuen, teils effektiveren Anwendungsmöglichkeiten gereift und verfeinert worden [4].

Resultierend aus diesen Analysen werden die im Reverse Engineering erfassten und digitalisierten Daten der Doppelhauben, welche aus dem ersten Fertigungsschritt dem Umformen entstehen sowie der Verdecke und den jeweils dazugehörigen Werkzeugen, mit sogenannten 2D- und 3D-Vergleichen untersucht.

Genauer werden die in jedem Fertigungsschritt verwendeten Werkzeuge und Werkstücke nach folgenden Konstellationen miteinander betrachtet: Werkzeug/Werkzeug, Werkzeug/ Werkstück und Werkstück/ Werkstück. Bei diesen Untersuchungen kön-

nen Rückschlüsse auf die bisherige Fertigungsqualität gezogen werden sowie auch schon Hinweise zur Gestaltung des neuen Verdeckes bzw. des neuen Werkzeuges mit berücksichtigt werden. Dabei wird der Einfluss untersucht, den die jeweiligen Werkzeuge (bspw. die Form und der Grad der Abnutzung) wie auch die Mitarbeiter (der Einfluss beim Ausführen eines manuellen Arbeitsschrittes) auf das entsprechende Werkstück haben (Bild 2).

Um dieses Zusammenspiel noch einmal etwas genauer zu verifizieren, wurden Tiefzieh-simulationen der Kombinationen durchgeführt.

Mit Simulationen das Bisherige erfassen und das Zukünftige beeinflussen

Ausgangspunkt der Simulationen ist die Ideal- bzw. Zeichnungsgeometrie als Basis der miteinander wirkenden Werkzeugaktivelemente. In einem ersten Schritt werden dazu der bisher verwendete Werkstoff, dessen Zuschnitt sowie die dabei verwendeten Maschinenparameter gegenübergestellt.

Das Ergebnis der Analyse zeigt Einfallstellen in den Seitenwänden der entstehenden Blechwanne (Bild 3). Die Folge ist ein zusätzliches manuelles Nacharbeiten. Außerdem zeigt die Simulation, dass es durch

Anwendung einer zu hohen Niederhalterkraft zu einem schlechteren Werkstofffluss und somit zu Rissen kommen kann. Bei zu niedrigen Kräften wiederum kommt es zu einer ersten Faltenbildung (Bild 4).

Resultierend daraus werden für die Materialsubstitution drei Werkstoffe mit ähnlichen Eigenschaften ermittelt und ebenfalls unter gleichen Bedingungen simuliert (Bild 5). Gleichzeitig werden auch unterschiedliche Niederhalterkräfte getestet, um bezugnehmend auf praktische Untersuchungen eine Tendenz zu erhalten.

Nur ausgewählte praktische Untersuchungen

Mit den aus der Simulation gewonnenen Erkenntnissen werden weiterführend ausgewählte praktische Prüfungen abgeleitet. Diese Versuchsreihe beinhaltet u. a. folgende Schwerpunkte:

- Erprobung neuartiger Werkzeugkonzepte (bspw. als Baukastensystem mit unterschiedlichen Radien),
- Untersuchung alternativer Materialien (AlMg2,5; AlMg5; AlMg1,2Si0,4) und Zuschnitte für die Verdecke,
- Variation verschiedener maschinenseitiger Einstellungen (Niederhalterdruck, Ziehlänge, etc.),

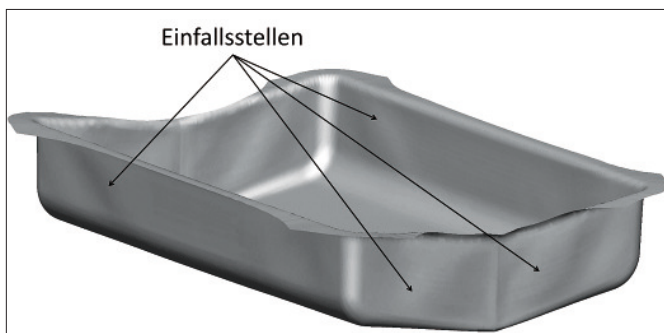


Bild 3

Einfallstellen an der Doppelhaube nach dem Tiefziehen und der Rückfederung [3]

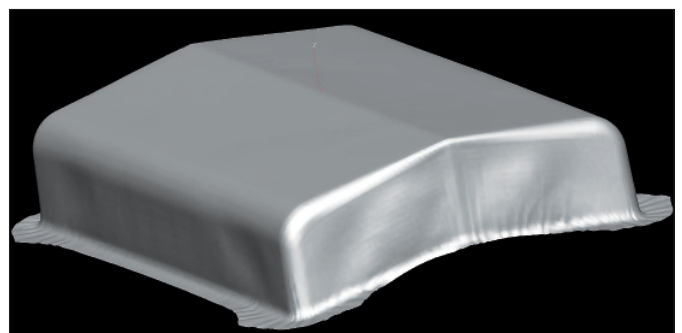


Bild 4

Faltenbildung bei der Simulation [3]

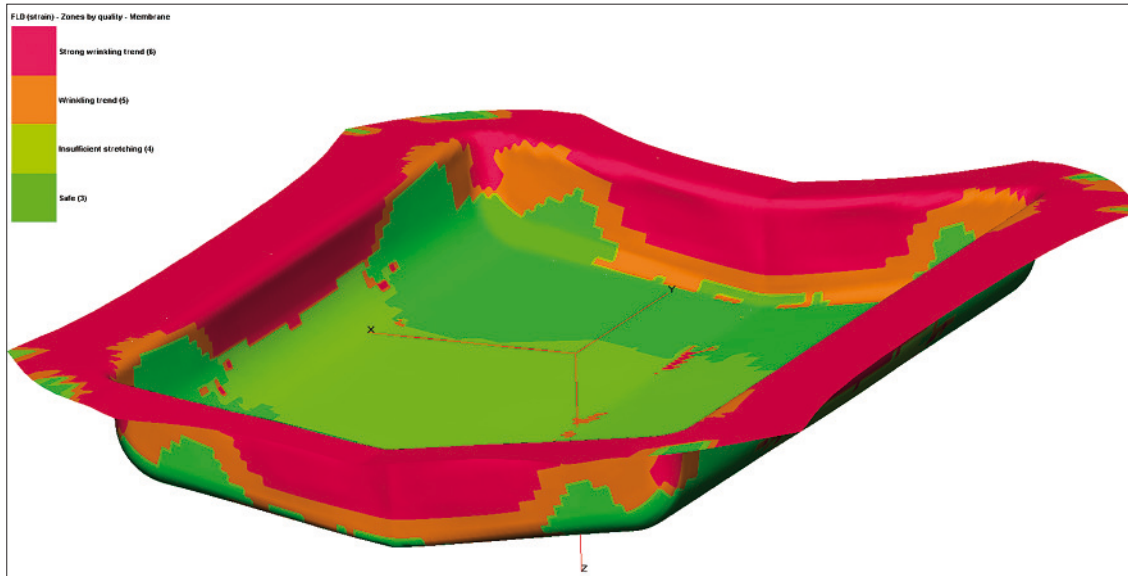


Bild 5

Qualitative Darstellung der Blechdickenänderung mit veränderten Zuschnitt (schräge Ecken)

– Nutzung alternativer prozessunterstützender Schmiermittel (bspw. Aquaform ST/X VISKOS) zum besseren Schutz der Werkzeuge und zur Förderung der Fließeigenschaften des Materials.

Zur Umsetzung dieser Versuche werden die drei bereits simulierte Blecharten vorbereitet und auf verschiedenen Werkzeugkonzepten getestet. Dabei werden u. a. verschiedene Zuschnitte mit unterschiedlichen Walzrichtungen (0° , 45° , 90°) getestet, um Alternativen für die ermittelte Materialsubstitution zu bekommen. Im Weiteren werden neuartige Werkzeugkombinationen untersucht wie bspw. verschiedene Varianten von Baukastensystemen oder die Nutzung von Kunststoffstempeln (bspw. aus Ebalta, Sikablock oder Ureol) (Bild 6). Diese Materialien haben den Vorteil einer guten Verschleißbeständigkeit und einer guten Handhabbarkeit [5]. Zudem verfügen sie über eine leichte und werkzeugschonende spannende Bearbeitbarkeit.

Fazit

Als Ergebnis der Zusammenarbeit zwischen der TU Dresden und der Harmona

Akkordeon GmbH konnte der Aufbau eines standardisierten Baukastensystems [1] zur Ableitung verschiedener Herstellungsverfahren entwickelt werden. Als sinnvolle Alternative zeigt sich dabei aus werkstofftechnischer Sicht die Anwendung eines inhomogenen Werkzeuges zur Herstellung von Verdecken. Dieses besteht aus einem Kunststoffstempel sowie einer modular aufgebauten Matrize, welche je nach Auftrag variantengerecht angepasst werden kann. Dadurch lässt sich eine wesentlich schnellere und flexiblere Umrüstung realisieren.

Über die vorhandenen Varianten hinaus lässt sich eine in begrenztem Maße kundenspezifische Fertigung durchführen. Außerdem wurde ein alternativer Werkstoff für die Verdecke gefunden, der neben vergleichbaren Gebrauchseigenschaften auch zu wirtschaftlich besseren Bedingungen in den benötigten Mengen bezogen werden kann. Der bisherige Zuschnitt wurde dahingehend verändert, dass nun weniger Vorarbeit notwendig ist sowie auch eine bessere Ausnutzung des Materials (zeitlich, wirtschaftlich) erfolgen kann.

Durch diese Maßnahmen konnte zudem die Verkürzung der Fertigung infolge der Zusammenführung bzw. auch Integration manueller Schritte in den gestalterischen Aufbau des neuen Werkzeuges erzielt werden.

Danksagung: Dieses Vorhaben wurde gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Förderkennzeichen: KF 2138507CK1.

Literatur

- [1] Hofmann, D.; Schöne, C.; Süße, D.; Stelzer, R.: Auswahl und Einführung von Baukastensystemen zur Standardisierung und Optimierung von Produktspektren im Klein- und Mittelstand. 11. Gemeinsames Kolloquium Konstruktivtechnik 2013, Aachen, Shaker Verlag, 2013. – ISBN 978-3-8440-2182-0.
- [2] N.N.: Homepage der Harmona Akkordeon GmbH, Klingenthal. Internet: <http://www.akkordeon-klingenthal.de>. Stand: 31.01.2014.
- [3] Stelzer, R.: Abschlussbericht im Rahmen des Förderprogramms „Zentrales Innovationsprogramm (BMWi) – Fördermodul Kooperationsprojekte für das FuE-Kooperationsprojekt: Kleinseri-
- entaugliche Kunststoffwerkzeuge im Handzuginstrumentenbau. 2011–2013. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- [4] Hofmann, D.; Schöne, C.; Stelzer, R.: Reverse Engineering als Grundlage wissenschaftlicher Konstruktionen. 23. DFX-Symposium 2012, Bamberg: Tu-Tech Verlag, 2012. – ISBN 978-3-941492-51-6.
- [5] Behrens, B.-A.; Demir, M.; Hufenbach, W.; Jaschinski, J.; Gottwald, R.; Süße, D.: Untersuchungen zur Optimierung von Galvanoschalenwerkzeugen. EFB-Forschungsbericht Nr. 285, Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V., Hannover. 2008.

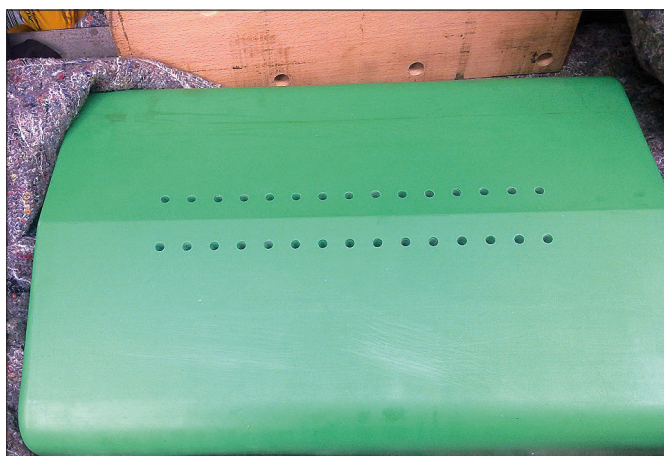


Bild 6

Vorbereitung eines Probestempels von Ebalta – Vorderseite und Rückseite sind mit Löchern und Einarbeitungen zum Lösen des umgeformten Bleches versehen worden