

Blick auf das Werkzeug, in dem mehrere Prozessschritte zusammengefasst sind. Bilder: ISW



Die Aufgabe: Auf dem neuen Werkzeug sollte eine Wellenhalterung, bestehend aus einem Ring und einem Bügel, gefertigt werden

Umformtechnik: Von Forschern entwickeltes Werkzeug fasst mehrere Prozessschritte zusammen

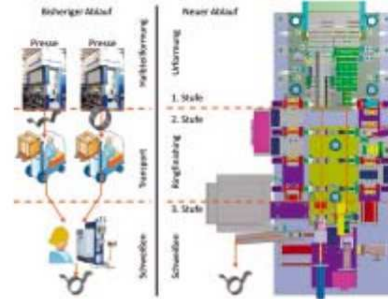
# Vom Blech zum Halter in einem Tool

Die im Projekt Formäleon entwickelte Lösung fasst die bislang getrennten Prozessschritte Umformen und Schweißen in einem Werkzeug zusammen. Das Ergebnis sind Teile mit konstant hoher Qualität und eine geringere Bindung von Personal- und Fertigungskapazitäten. Zu den Highlights des Werkzeugs gehören ausgeklügelte Handlingsysteme.

Die Umformtechnik befindet sich ständig vor großen Herausforderungen. Die stetig wachsende Anzahl von Derivaten im Bereich Automotive bedingt eine immer größere Teilevielfalt bei sinkenden Losgrößen. Um sich dieser Situation zu stellen, ist ein Umdenken notwendig. Möglichst viele Teile in möglichst kurzer Zeit zu produzieren, ist überholt. Heute ist zeitnahe, flexible Fertigung mit dem Qualitätsanspruch „Null-Fehler“ Grundlage, um auf dem Markt bestehen zu können. In der Produktionsforschung heißt die Lösung hierfür Wandlungsfähigkeit. Aber passen Umformtechnik und Wandlungsfähigkeit wirklich zusammen? Und ist dieser Ansatz auch wirtschaftlich? Um den Beweis anzutreten, dass Wandlungsfähigkeit auch in

der Umformtechnik wirtschaftlich umsetzbar ist, haben sich Firmen aus der Branche und universitäre Einrichtungen zusammengeschlossen, um im öffentlich geförderten Projekt „Formäleon“ eine entsprechende Lösung zu erarbeiten. Ein Teilergebnis des Forschungsprojekts ist die Entwicklung und Umsetzung eines Folgeverbundwerkzeugs, das den Anforderungen sich ständig wechselnder Märkte gerecht werden soll. Zielsetzung bei der Entwicklung war, die Produktionskette zur Fertigung einer Halterung für Wellen signifikant zu verkürzen und gleichzeitig die Teilequalität zu erhöhen. Bisher wird die Halterung in drei Schritten gefertigt. Zuerst werden die Halbtteile, beste-

hend aus einem Ring und einem Bügel, auf einer Presse nacheinander oder auf zwei Pressen parallel gefertigt. Die Teile werden anschließend von Hand in einer Schweißstation zusammengeführt und verschweißt. Die Schwachpunkte in dieser Produktionskette sind die Wiederholgenauigkeit des Werkers beim Einlegen der Teile und die daraus resultierende Varianz in der Güte der Verschweißung, die Notwendigkeit von Teilepuffern, sowie die hohe Bindung von Personal- und Fertigungskapazitäten. Zusätzlich fallen zwischen den Prozessschritten Zeit und Kosten für Transporte an. In dem entwickelten Folgeverbundwerkzeug wird die bisher auf mehreren Maschinen und in mehreren Arbeitsschritten ausgeführte



Gegenüberstellung des bisherigen und des neuen Ablaufs zur Fertigung der Wellenhalterung



Lasertracking der Schlitzposition vor dem Schweißen. Das Aufnahmefeld der Kamera ist blau hervorgehoben, der Laserstrahl rot angedeutet



Optische Überwachung der Ringformung vor dem Kalibrieren. Das Aufnahmefeld der Kamera ist blau hervorgehoben

Produktionskette in einem Werkzeug auf einer Servopresse ausgeführt. Die Servopresse bietet hierfür aufgrund der frei programmierbaren Bewegung des Stößels die idealen Grundvoraussetzungen. Der Aufbau des Werkzeugs ist dreistufig und orientiert sich an dem bisherigen Prozess. Der erste Einschub ist ein klassisches Folgeverbundwerkzeug. In diesem werden Bügel und Ring beschnitten und umgeformt. Der Clou ist hierbei das ausgeklügelte Handlingsystem. Der Transfer ist mit Servo-Antrieben ausgeführt und nahtlos in das Folgeverbundwerkzeug integriert. Dies erlaubt es, Bewegungen auszuführen, die üblicherweise bei konventionellen Transfersystemen nicht möglich sind. So wird der Ring während des Transports in das Sichtfeld eines Kamerasystems gedreht, um Formabweichungen zu ermitteln. Sollten diese eine vorgegebene Toleranz überschreiten, wird der Ring zur Prozesslaufzeit kalibriert. Gleiches gilt für die Positionierung des Rings vor dem Schweißen. Optimal ist eine mittige Schlitzposition. Die Ist-Position wird durch ein zweites Kamerasystem ermittelt. Abweichungen zur Nulllage werden über Änderung des Drehwinkels vom Spannfutter korrigiert. In der letzten Prozessstufe werden Bügel und Ring zusammengeführt und verschweißt. Auch hier wurden neue Wege beschritten. So wird – untypisch für Folgeverbundwerkzeuge – über einen Quertransport der Ring auf die Schweißstation gebracht, bevor der Bügel abgesetzt wird. Um möglichst hohe Taktzeiten zu erreichen, wurde Kondensatorenladungsschweißen als Fügeprozess ausgewählt. Das Werkzeug ist fertiggestellt und in Betrieb genommen. Erste Tests zeigen, dass der Prozessablauf funktioniert. Aktuell wird dieser

optimiert und die maximale Ausbringung des Werkzeugs ermittelt. Bei der Entwicklung eines solch komplexen Werkzeuges gilt es, einige Dinge zu beachten. Beim Schweißen ist es wichtig, die Stromquelle möglichst nahe an die Schweißstelle zu bringen. Die erforderlichen Transformatoren müssen daher in unmittelbarer Nähe positioniert werden. Dies ist aber, aufgrund des beengten Bauraumes, nicht ohne weiteres machbar. Hier ist es teils notwendig, die Komponenten unkonventionell zu positionieren. Darüber hinaus muss darauf geachtet werden, dass Aktuatoren und Sensoren, insbesondere das Kamerasystem, nicht durch Schweißrauch und Spritzer verunreinigt oder beschädigt werden. Auf Seite der Automatisierung muss die Systemkopplung

sichergestellt sein. Es müssen Pressen-, Transfer-, Schweiß- und Messsystemsteuerung miteinander verknüpft werden, wobei weder einheitliche Schnittstellen, ein einheitlicher Feldbus, noch Automatismen für die Verkopplung dieser Systeme zur Verfügung stehen. Im Projekt war es deshalb zwingend notwendig, so früh wie möglich alle an der Automatisierung beteiligte Partner an einen Tisch zu holen und die Schnittstellen abzuklären. Dabei wurden erste Ergebnisse für mögliche künftige Standards erarbeitet. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigen die komplexen Systeme neben den Investitionskosten aber auch andere neu zu bewertende Probleme auf. Mitarbeiter müssen speziell für das Werkzeug und die integrierte Technik geschult werden. Hier sind neue Schulungskonzepte, die auch im Rahmen des Projektes entwickelt werden, Schlüsselement für den Erfolg. Darüber hinaus sind derzeit die Rüstzeiten noch unverhältnismäßig hoch. Dem gegenüber steht die Möglichkeit, bedeutend weniger Maschinen und Personal an die Fertigung eines Bauteiles zu binden. Auch die Wiederholgenauigkeit ist bedeutend höher als bei der konventionellen mehrstufigen Fertigung. Ob sich solche Werkzeuge mit Prozessintegration durchsetzen, werden die kommenden Jahre zeigen.

**Projekt Formäleon**

Die Abschlussveranstaltung des Forschungs- und Entwicklungsprojekts Formäleon findet am 12. September bei Schuler Pressen in Erfurt statt. Interessenten haben dort die Gelegenheit, sich detailliert über die einzelnen Teilbereiche zu informieren und mit den Experten zu diskutieren. Das Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von Morgen“ gefördert und vom Projektträger, Bereich „Produktion und Fertigungstechnologien“ (PTKA-PFT), betreut. Mehr: [www.formaleon.tu-darmstadt.de](http://www.formaleon.tu-darmstadt.de)

- **Markus Birkhold**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Universität Stuttgart
- **Franz-Bernd Pauli**  
Geschäftsführer Pauli GmbH & Co. KG, Ense-Parsit