

MoPaHyb-Automatisierungszelle der Referenzanlage mit Zuführmodul für metallische Einleger (1), Heizmodul (2), Roboter (3), Greifsystem (4) und hydraulischer Oberkolbenpresse (5) © Fraunhofer ICT

Der modulare Gedanke

Entwicklung einer Anlage für die Produktion hybrider Faserverbund-Bauteile

„Das richtige Material am richtigen Ort“ gilt als Maxime des Multi-Material-Designs. Fehlende wirtschaftliche Fertigungsmethoden verhindern bisher die Markteinführung für gegenwärtige Losgrößen. Um diese Hürde zu überwinden, wurde im Verbundprojekt MoPaHyb ein modulares Steuerungs- und Anlagenkonzept entwickelt und demonstriert.

Viele Forschungsaktivitäten in der Automobil- und Zulieferindustrie sind derzeit von übergreifenden Trends getrieben, wie der steigenden Energie- und Ressourceneffizienz. Gleichzeitig muss sich die Industrie wirtschaftlichen und wettbewerblichen Herausforderungen stellen. Gründe dafür sind unter anderem die dynamischer werdenden Produktlebenszyklen, eine immer größere Vielfalt an Varianten und kleinere Losgrößen.

Ein vielversprechender Ansatz ist der Einsatz neuer Leichtbaumaterialien und Materialkombinationen zwischen metallischen und faserverstärkten Kunststoffbauteilen. Werden diese Verbunde in einem direkten Ur- bzw. Umformprozess hergestellt, wird von einer intrinsischen Hybridisierung gesprochen. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen in der potenziellen Einsparung von Fügeverfahren und einer Reduzierung der abhängigen Prozesse. Faserverbundwerkstoffe (FVK) und

die intrinsische Hybridisierung ermöglichen die Herstellung von Produkten mit verbessertem Bauteilgewicht, integrierten Funktionen sowie Potenzial zur Bauteil-Substitution.

Allerdings stellt die Herstellung von intrinsischen Hybriden die Industrie vor erhebliche Herausforderungen. Bislang kann der Maschinen- und Anlagenbau keine wirtschaftlichen Produktionsanlagen für diesen Wachstumsmarkt zur Verfügung stellen, die gleichermaßen die »



Bild 1. Sitzlehnedemonstrator der Prozessroute 1 mit angespritzten Versteifungsrippen und metallischen Inserts (© Fraunhofer ICT)

spezifischen Anforderungen zur Verarbeitung bzw. Integration von FVK und metallischer Strukturen bedienen können. Der Fertigungsprozess wurde bisher an bau-

teilspezifische Anforderungen angepasst oder auf spezialisierten und investitionsintensiven Anlagen abgebildet. Ein Konsortium aus 14 Partnern entwickelte daher ein Konzept zur Herstellung intrinsischer Hybride, das durch eine Referenzanlage am Fraunhofer ICT in Pfinztal erfolgreich validiert werden konnte (**Titelbild**).

Elemente modularer Anlagenarchitektur

„Plug&Work“-Funktionalität, schnelle und effiziente Anlagenumrüstung und integriertes Engineering, d.h. die Anlagen besitzen eine Eigenintelligenz und können selbstständig Rohdaten in eine Prozesssteuerung übersetzen – diese drei Anforderungen wurden als essenziell für das modulare Anlagenkonzept identifiziert. Das Grundprinzip bildet eine vereinheitlichte Anlagenarchitektur. Einzelne Komponenten werden als Produktionsmodule beschrieben und mit standardisierten Kommunikationsschnittstellen versehen. Über eine zentrale Liniensteuerung, das Basismodul, werden die einzelnen Elemente verkettet. Um eine hersteller- und plattformunabhängige Kommunikation zu gewährleisten, kommt das Kommuni-

kationsprotokoll OPC Unified Architecture (UA) zum Einsatz. Hierbei agieren die Module als Server und die übergeordnete Basissteuerung als Client. Eine vereinheitlichte Zustandsbeschreibung der Produktionsmodule komplettiert die softwareseitige Anlagenarchitektur.

Neben der reinen Anlagensteuerung zur Bauteilherstellung erfüllt die übergeordnete Basissteuerung zwei weitere Grundanforderungen einer Produktionslinie: Zum einen wird durch Qualitätssicherungsmodule eine bauteilspezifische Qualitätsüberwachung gewährleistet, zum anderen ist eine sicherheitsgerichtete Kommunikation über Profisafe (Kommunikationsstandard zur Sicherheitsnorm IEC 61508) integriert. Letztere kann über die Basissteuerung individuell auf die jeweilige Linie angepasst werden.

Wandelbarkeit der Produktionslinie

Die hardware- und softwaretechnische Adaption einer Produktionslinie auf ein zu fertigendes Bauteil beginnt mit der Erzeugung einer Herstellungsanweisung. Dazu wird der vom wbk – Institut für Produktionstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT-wbk) entwickelte Modulbaukasten eingesetzt – eine betriebs-

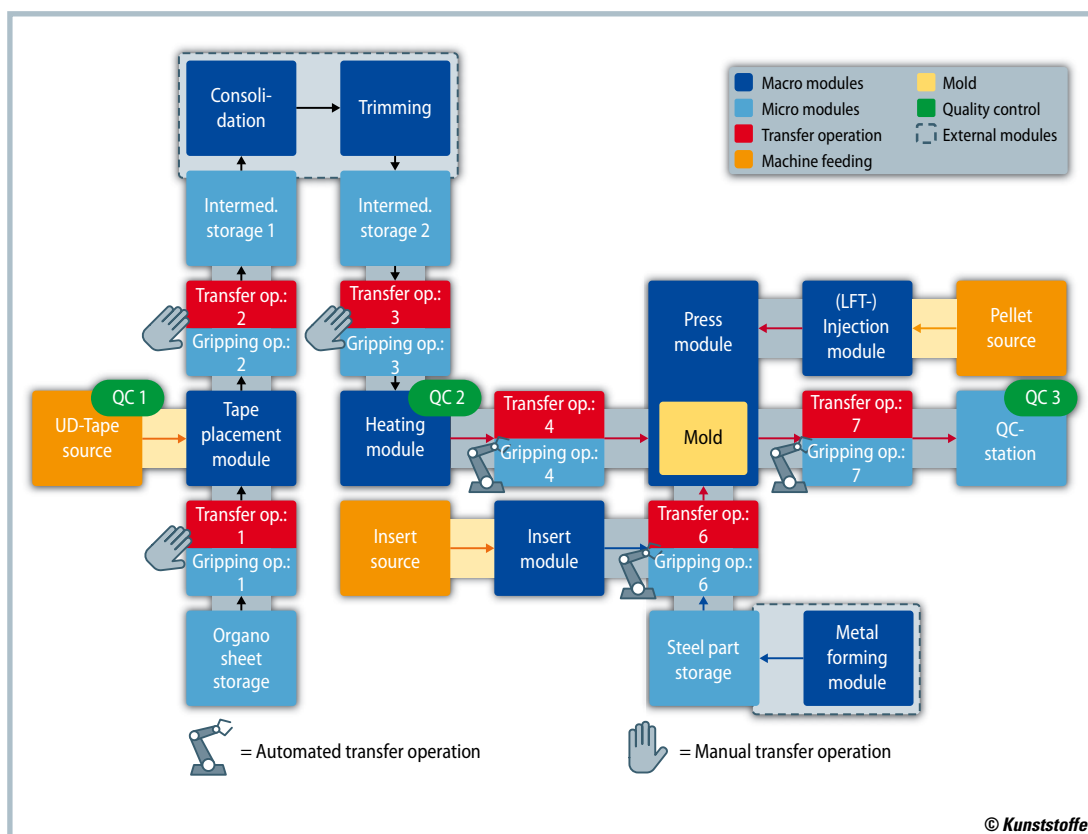


Bild 2. Schematische Darstellung der Prozessroute 1. Automatisierte Transferoperationen (AT) oder manuelle Transferoperationen (MT) zeigen, wann der Bediener selbst eingreifen muss oder der Vorgang automatisiert durchgeführt wird (© KIT-wbk)

systemunabhängige Web-Applikation. Mit diesem erfolgt die Auswahl eines geeigneten Fertigungsprozesses in Hinblick auf das zu fertigende Bauteil. Durch Drag-and-Drop werden die benötigten Produktionsmodule aus einer Bibliotheksstruktur ausgewählt und verkettet, wobei

zwei Demonstratorbauteile gefertigt wurden. Ziel war sowohl die Darstellung der Konfiguration als auch die Rekonfiguration an zwei unterschiedlichen Prozessrouten: Prozessroute 1 mit Fokus auf Hybrid-Spritzgießtechnik und Prozessroute 2 mit Fließpressen für langfaserverstärkte



Bild 3. Modulares LFT-Spritzgießmodul, angekoppelt an hydraulische Oberkolbenpresse zum Thermoformen und Hinterspritzen der flächigen Halbzeuge (© Fraunhofer ICT)

für die einzelnen Module ausführbare und parameterbehaftete Funktionen sowie etwaige Prozessgrenzen hinterlegt sind. Am Beispiel eines Spritzgießmoduls wären z.B. die Funktionen „Aufdosieren“, „Einspritzen“ und „Nachdruck“ denkbar. Ein Parameter der Funktion „Aufdosieren“ wäre beispielsweise das Dosiervolumen.

Die Herstellenweisung wird in der herstellerunabhängigen Hochsprache AutomationML exportiert und dient als Grundlage zur Erzeugung der Liniensteuerung. Die Siemens AG, Nürnberg, entwickelte zusammen mit ihrem Tochterunternehmen Evosoft GmbH einen Codegenerator, der die Herstellenweisung automatisiert in eine speicherprogrammierbare Liniensteuerung (SPS) übersetzt.

Demonstration auf der Referenzanlage

Der Ansatz wurde an einer Referenzanlage am Fraunhofer ICT validiert, auf der

Thermoplaste (LFT) als zentralem Prozess. So erfolgten die Integration eines intelligenten Tapelegeprozesses, die Entwicklung eines modularen LFT-Spritzgießaggregats zur Anbindung an die Bestandspresse des Fraunhofer ICT sowie Greifsysteme für FVK-Halbzeuge und Untersuchungen zur Optimierung der Metall-FVK-Grenzflächen.

Der erste Demonstrator war eine Sitzlehne (basierend auf dem Verbundprojekt Camisma, **Bild 1**) aus dem Automotivebereich. Die benötigte Produktionslinie (Konfiguration 1) kombiniert endlosfaserverstärkte thermoplastische UD-Tapes und Organobleche durch eine langfaserverstärkte Spritzgießmasse und metallische Lasteintragungs- und Verstärkungselemente innerhalb eines intrinsischen Fügeprozesses (**Bild 2**). Zum Einsatz kamen hierbei die entwickelten Module der Projektpartner:

- ein flexibles Tapelegemodul Fiberforge von Dieffenbacher, zur Er- »

Die Autoren

Sascha Kilian, M.Sc., ist seit 2015 als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Fraunhofer ICT, Pfinztal, tätig.

Tobias Joppich, M.Sc., ist stellvertretender Produktbereichsleiter und seit 2012 am Fraunhofer ICT, Pfinztal, tätig.

Dank

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Projektträger Karlsruhe für die Förderung des Vorhabens sowie dem Konsortialführer Dieffenbacher. Besonderer Dank geht dem KIT-wbk für die Entwicklung des Modulbaukastens, als zentrales Element des Projekts, der Siemens AG bezüglich der Umsetzung und Implementierung des Codegenerators sowie des Basismoduls, allen Produktionsmodulherstellern für ihren herausragenden Einsatz bei der Entwicklung und Bereitstellung der Module und Adient für die Definition der Anforderungen an eine modulare Produktionsanlage sowie die Bereitstellung des Sitzlehnenwerkzeugs.

Projektpartner

- Adient LTD. & Co. KG, Burscheid
- A. Raymond GmbH + Co KG, Lörrach
- Arburg GmbH + Co KG, Loßburg
- Dieffenbacher GmbH Maschinen- und Anlagenbau, Eppingen
- Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Stuttgart
- J. Schmalz GmbH, Glatten
- Kuka AG, Augsburg
- PTKA – Projektträger Karlsruhe
- Siemens AG, Nürnberg
- Trumpf GmbH + Co KG, Ditzingen
- Vitronic Dr.-Ing. Stein Bildverarbeitungssysteme GmbH, Wiesbaden
- VDMA Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau Technologien, Frankfurt
- wbk – Institut für Produktionstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Service

Digitalversion

- Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/7737236

English Version

- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com



Bild 4. Unterbodensegment der Prozessroute 2 mit fließpressgeformten Versteifungsrippen

© Fraunhofer ICT

zeugung der flächigen Halbzeuge aus Organoblech mit gepatchter, lokaler UD-Tapeverstärkung,

- ein modular ankoppelbares Spritzgießmodul SPE 4600 von Arburg, inkl. Faser-Direkt-Compoundier-Einheit (FDC) in Kombination mit einer hydraulischen Oberkolbenpresse von Dieffenbacher (**Bild 3**),
- ein vom KIT-wbk entwickeltes IR-Heizmodul zum Erhitzen der flächigen Halbzeuge,
- ein hochflexibles Zuführmodul der Firma A. Raymond, zur automatisierten und individuellen Bereitstellung von metallischen Lasteintragungselementen,
- ein Handlingsmodul, bestehend aus einem Kuka-Roboter in Kombination mit vom KIT-wbk entwickelten Greifern und Greifertechnik der Firma J. Schmalz,
- ein Zuführmodul für metallische Verstärkungselemente, die auf einer Trumatic von Trumpf sequenziell umgeformt wurden,
- ein Basismodul von Siemens zur zentralisierten Liniensteuerung der Referenzanlage und
- Qualitätssicherungsmodule von Vitronic.

Das hybride FVK-Unterbodensegment (entwickelt im Verbundprojekt MaiQFast, **Bild 4**) der zweiten Prozessroute diente zur Darstellung der hardware- und softwareseitigen Wandelbarkeit der Referenzanla-

ge und des MoPaHyb-Ansatzes (modulare Produktionsanlage für hybride Bauteile). Das Unterbodensegment besteht aus einer lokalen Endlosfaserverstärkung aus thermoplastischem UD-Tape in Kombination mit LFT-Fließpressmasse. Für die Herstellung dieses Demonstrators erfolgte ein Austausch des Spritzgießmoduls durch ein kontinuierlich arbeitendes LFT-D-Fließpressmodul. Dadurch konnte zusätzlich das Potenzial der Anlage gezeigt werden, kontinuierlich arbeitende Module in einen sequenziellen Fertigungsprozess einzugliedern. Die Umrüstung und das erneute Anfahren der automatisierten Produktionslinie in Konfiguration 1 konnte innerhalb weniger Stunden realisiert und damit erfolgreich demonstriert sowie validiert werden.

Fazit

Das entwickelte modulare Anlagenkonzept in Kombination mit dem großserienfähigen Verfahrensansatz bietet das Potenzial, thermoplastische Hybridstrukturen zukünftig wirtschaftlich herzustellen. Hierbei ist der grundlegende modulare Gedanke nicht auf intrinsische Hybride beschränkt, sondern lässt sich gleichermaßen auf jegliche Produktionsanlagen erweitern. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass auch Bestandsanlagen durch Hard- und Software-Upgrades kostengünstig in den MoPaHyb-Ansatz integriert werden können. ■