

# Karosserieteile effizient und ressourcenarm zusammenfügen

Eine weiter wachsende Variantenvielfalt von Fahrzeugmodellen im Automobilbau und damit kürzere Entwicklungsphasen im Produktentstehungsprozess verlangen nach einer Steigerung des Automatisierungsgrades bei der Herstellung. Ein erster Schritt gilt deshalb der Mechanisierung von Karosseriebauvorrichtungen.

RAYK FRITZSCHE, ANDREAS RICHTER UND MARKO PFEIFER

Speziell für den Karosseriebau wird derzeit am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz gemeinsam mit den Projektpartnern Volkswagen AG, Ortlinghaus Werke GmbH und Sibeas GmbH ein System

Dipl.-Ing. Rayk Fritzsche und Dipl.-Math. oec. Andreas Richter sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in 09126 Chemnitz, Dipl.-Ing. Marko Pfeifer ist Abteilungsleiter Montagetechnik am selben Institut. Weitere Informationen: Rayk Fritzsche, Tel. (03 71) 53 97-13 59, rayk.fritzsche@iwu.fraunhofer.de.

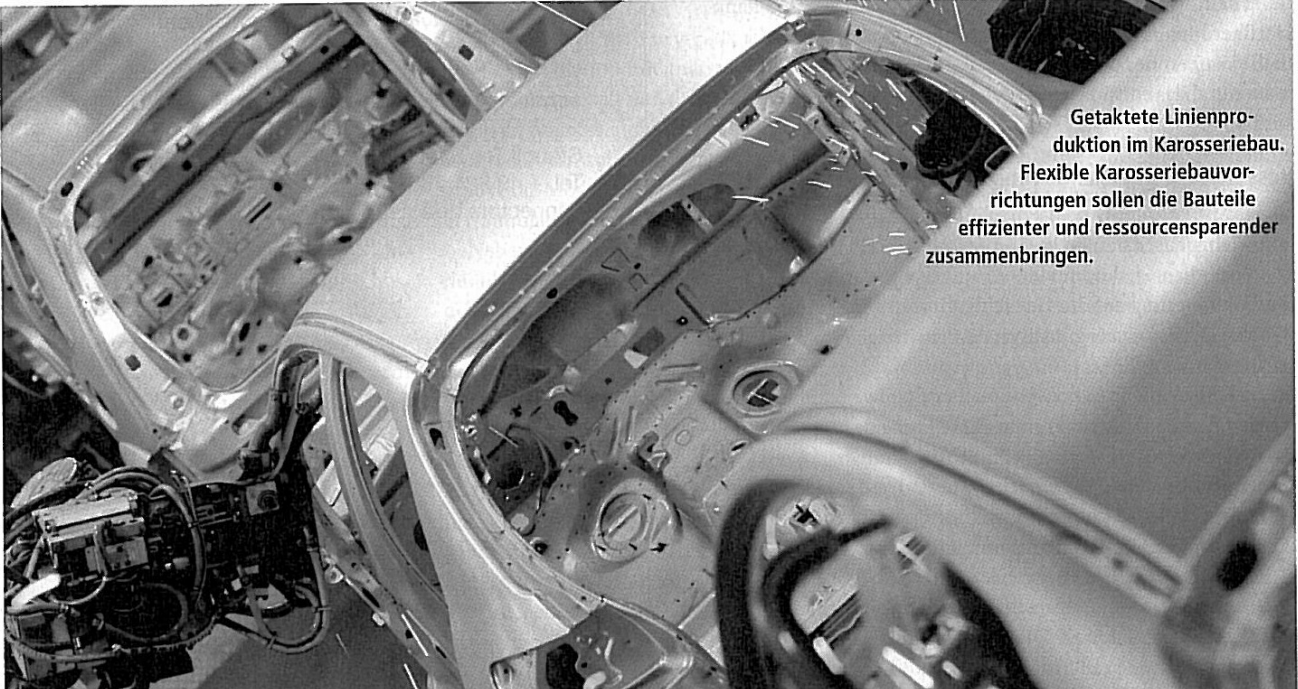
entwickelt, mit dem Karosseriebauvorrichtungen mechanisiert werden sollen. Dadurch soll effizienter und ressourcenschonender produziert werden. Zugleich sind damit kurze Produktlaufzeiten und häufige Modellwechsel besser sowie schneller und kosteneffizienter zu realisieren.

## Vom starren System zur flexiblen Montagevorrichtung

Karosseriebauvorrichtungen sind derzeit vorwiegend starre Konstruktionen, welche dem zu fertigenden Bauteil und der eingesetzten Fertigungstechnik angepasst sind.

Eine derartige Vorrichtung besteht aus Bestimm- und Spannelementen, welche fest auf einem Tisch beziehungsweise einer Grundplatte montiert sind (Bild 1).

Um den hohen Qualitätsansprüchen gerecht zu werden, müssen diese Vorrichtungskomponenten im Zehntelmillimeterbereich eingestellt und justiert werden. Bei diesem sogenannten Shimmen werden unterschiedlich starke Distanzplättchen zwischen den Bestimm-beziehungsweise Spannelementen und den Konsolen per Hand eingelegt oder entfernt. Bereits vor dem Produktionsstart werden die Vorrichtungen durch sehr zeit-



Getaktete Linienproduktion im Karosseriebau. Flexible Karosseriebauvorrichtungen sollen die Bauteile effizienter und ressourcensparender zusammenbringen.

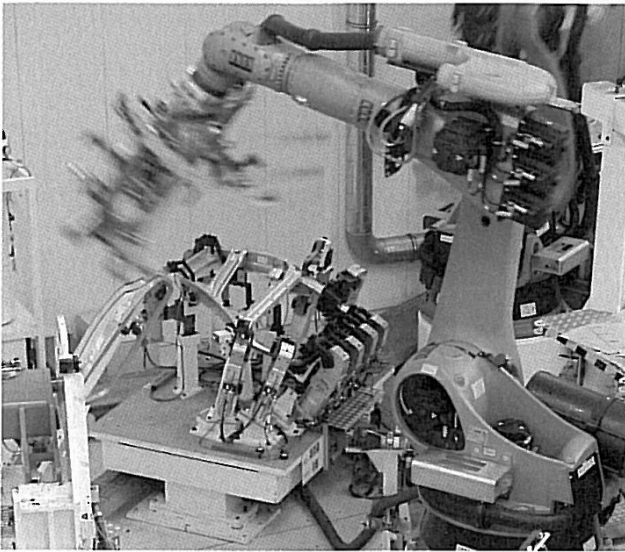


Bild: Volkswagen AG

**Bild 1:** Karosseriebauvorrichtung mit starr angeordneten Spann- und Bestimmelementen zum Fixieren von Karosserieblechen.

aufwendige manuelle Prozesse eingerichtet, indem die Vorrichtungskomponenten in bis zu fünf Achsen justiert werden. Des Weiteren ist auch während der Produktionsphase immer wieder ein gewisser Justagebedarf vorhanden, um Schwankungen der Werkstoffqualitäten, welche sich in Verbindung mit den vorangegangenen Umform- und Fügeprozessen negativ auf die Bauteilqualität auswirken, auszugleichen (Bild 2).

Mit dem entwickelten System sollen die Bestimm- und Spannelemente in weniger als einer Sekunde automatisiert justiert werden können. Dies ermöglicht eine enorme Zeitersparnis speziell im Einrichtprozess und

zugleich eine sofortige Reaktionsmöglichkeit auf Bauteil- und Prozessabweichungen, wodurch weniger Ausschuss und Nacharbeit erzielt und somit ressourceneffizienter produziert werden kann. Um das System anwendungsorientiert zu entwickeln und später direkt beim OEM einsetzen zu können, wurden die Anforderungen in enger Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG aufgestellt und spezielle Belastungsmessungen an aktuellen Vorrichtungen durchgeführt. Das System basiert auf einem von Orthinghaus entwickelten elektrohydraulischen Linearmotor. Dieses Aggregat bietet den Vorteil, dass man es zentral in der Anlage installieren kann, um mehrere Vorrichtungskomponenten auf unterschiedlichen Vorrichtungen zu bedienen. Ein linear arbeitender Elektromotor steuert dabei einen im Antriebssystem integrierten Hydraulikkolben an. Über entsprechende Messsysteme an den Antrieben sowie an den Verstellmodulen und die Verknüpfung über eine entsprechende Steuerung wird der genaue Verfahrensweg ermittelt und das Aggregat nur dann angesteuert, wenn ein Justiervorgang notwendig ist (Bild 3).

**Mehrere Antriebsaggregate können über Feldbus gekoppelt werden**

Durch die Entkopplung des Antriebes können die kinematischen Einheiten an den Bestimm- und Spannelementen in der Vorrichtung relativ kompakt ausgeführt werden, wobei durch die hydraulische Kraftübertragung dennoch sehr hohe Kräfte aufgenommen werden können. Für die Ausstattung einer kompletten Linie sowie zur Integration in die gesamte Anlagensteuerung ist es möglich, mehrere Antriebsaggregate über Feldbus miteinander zu koppeln. Die hydraulischen

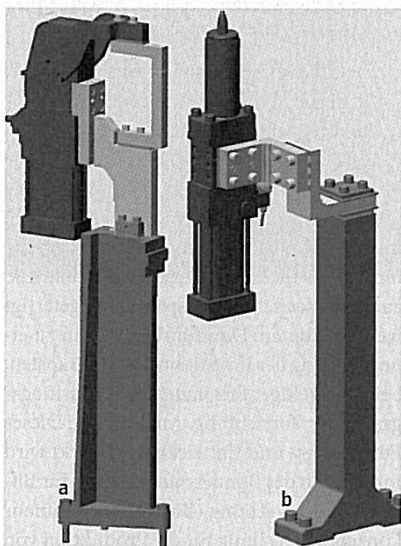


Bild: Fraunhofer IPT

**Bild 2:** Spann- (a) beziehungsweise Bestimmelement (b) mit entsprechenden Konsolen für das manuelle Einlegen und Entfernen von Diszantplättchen.



**intec / Z, Leipzig**  
1. – 4. März 2011



**HANNOVER MESSE**  
4. – 8. April 2011



**USETEC, Köln**  
6. – 8. April 2011



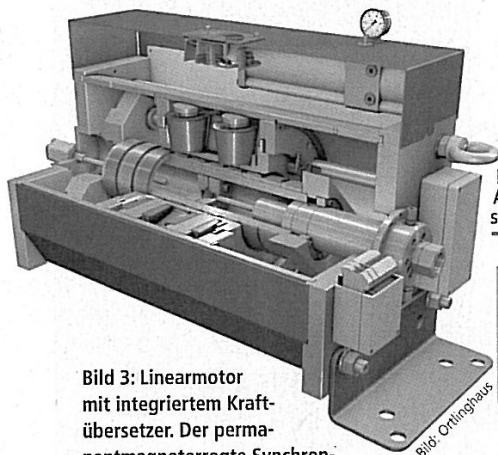
**BLECHEXPO, Stuttgart**  
6. – 9. Juni 2011



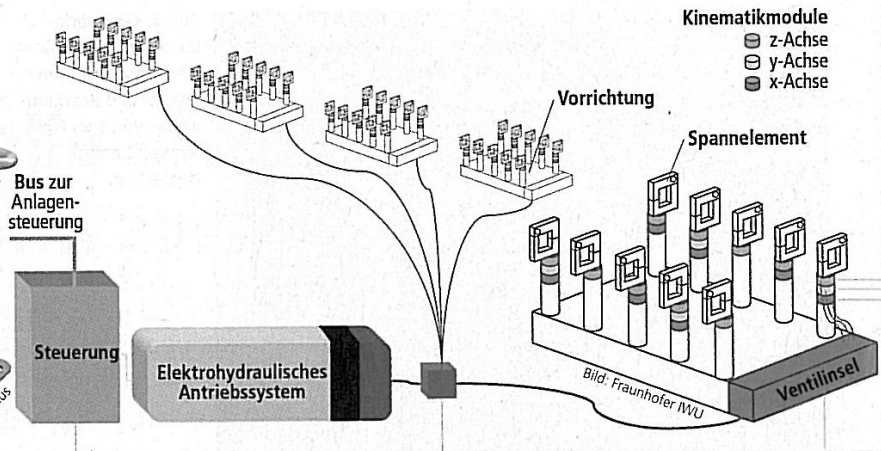
**EMO, Hannover**  
19. – 24. September 2011

Wir freuen uns auf Ihren Besuch!  
---> [www.blechnet.com](http://www.blechnet.com)

**blechnet**



**Bild 3: Linearmotor mit integriertem Kraftübersetzer. Der permanentmagneterregte Synchronmotor eignet sich besonders zum Einsatz in nichtlinearen Strecken.**



**Bild 4: Schematische Darstellung eines Konzeptbeispiels. Auf fünf Vorrichtungen werden jeweils zehn Spannelemente mit nur einem Antriebssystem in unterschiedliche Richtungen justiert.**

schon Steuerelemente werden in Form von Ventilinseln direkt an den Vorrichtungen angebracht. Da die Hydraulikflüssigkeit nicht unendlich steif ist und somit bei Erhöhung der Belastung auf den Kolben eine gewisse Kompression auftritt, werden unmittelbar an den Verstellzylindern zusätzliche Sperrventile eingesetzt, wodurch die stützenden Drucksäulen möglichst gering gehalten werden.

Die einzelnen Kinematikmodule zur Justage der Vorrichtungskomponenten sind grundsätzlich mit einem Verstellzylinder, Linearführungen und einem Messsystem ausgestattet und besitzen einen translatorischen Freiheitsgrad. Entsprechend dem erforderlichen Justagebedarf des jeweiligen Bestimm- oder Spannelementes können die Module an den Konsolen der Vorrichtungskomponenten montiert werden. Ist es erforderlich, die jeweilige Komponente in zwei oder drei Raumrichtungen einzustellen, werden mehrere Kinematikmodule miteinander kombiniert (Bild 4).

**Karosseriebauteile dürfen nicht durch Leckageöl verunreinigt werden**

In weiteren Untersuchungen wird geprüft, inwieweit der Einsatz einer Ölhydraulik durch eine Wasserhydraulik effizient ersetzt werden kann. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Eigenschaften der Medien müssen auch unterschiedliche Komponenten eingesetzt werden. Hydrauliköl hat nicht nur die Aufgabe, die hydraulische Leistung möglichst verlustfrei zu übertragen, sondern auch die beweglichen Teile zu schmieren und die Metalloberflächen vor Korrosion zu schützen. Die geringe Viskosität des Wassers macht den Einsatz besonderer Dichtungen notwendig und zur Vermeidung von Korro-

sion sind teurere rostfreie Edelstähle zu verwenden. Im Vergleich zum Öl ist die Wasserhydraulik somit um ein Vielfaches teurer und es müssen weitere Besonderheiten bezüglich Kavitation, Bildung von Mikroorganismen, die Gefahr von Wasserschlägen sowie die Eisbildung um den Gefrierpunkt berücksichtigt werden. Der Einsatz von Wasser bietet aber auch eine Reihe von Vorteilen. Ohne Zusätze ist es umweltfreundlich, nicht brennbar, reduziert die Lager-, Entsorgungs- und Betriebskosten und bietet aufgrund der geringeren Kompressibilität dem Gesamtsystem bessere Regelungseigenschaften. Des Weiteren ist speziell im Karosseriebau darauf zu achten, dass die Karosseriebauteile nicht durch Leckageöl verunreinigt werden, was zu Unregelmäßigkeiten in der später lackierten Oberfläche führen könnte. Der Einsatz von Klarwasser wäre auch in diesem Punkt vorteilhaft und unbedenklich. Im Verlauf des Forschungsprojektes wird demnächst ein erster Versuchsaufbau mit einer Ölhydraulik realisiert und nach einer entsprechenden experimentellen Verifizierung soll ein ein-satzfähiges Funktionsmuster aufgebaut werden.

Dieses System zur Justage von Vorrichtungskomponenten ist ein erster Mechanisierungsansatz und bildet die Basis für weitere Automatisierungslösungen. So können beispielsweise die dokumentierten Einstell- und Justagedaten zusammen mit dem Wissen des Anlageningenieurs zum Aufbau eines Shimmassistents genutzt werden. Solch ein intelligenter Softwarebaustein könnte in Abhängigkeit von zur Verfügung stehenden Qualitätsprotokollen den Anlageningenieur unterstützen oder sogar selbstregelnd in die Vorrichtung eingreifen und die entsprechenden Justagevorgänge einleiten. Es besteht

zudem die Möglichkeit, das System derart zu modifizieren, dass eine Überwachung der Vorrichtung möglich ist. Mithilfe von hydraulischen Drucksensoren an den Kinematikmodulen können indirekt die Belastungen beziehungsweise Belastungsänderungen an den Vorrichtungskomponenten registriert werden. Somit besteht die Möglichkeit, Rückschlüsse auf die Bauteil- beziehungsweise Baugruppenqualität zu ziehen und in einem Regelkreis zu verarbeiten. Durch Speichern und Dokumentieren der einzelnen Justagevorgänge sowie Zuordnen zu den gefertigten Bauteilen ist eine bessere Qualitätskontrolle möglich und es können Erfahrungswerte gesammelt und für nachfolgende Produkte genutzt werden.

**Die ersten Ansätze sind Grundlage für automatisierte Vorrichtungszellen**

Diese ersten mechanischen Ansätze bilden somit die Grundlage für zukünftig vollautomatisierte, autonom arbeitende Vorrichtungszellen. Durch die Erweiterung der Verstellwege und die Ergänzung des Systems durch weitere Freiheitsgrade ist es möglich, die Vorrichtungen noch flexibler zu gestalten, sodass die unterschiedlichsten Bauteile auf einer Vorrichtung gespannt und gefertigt werden können. Dies führt weiterhin zu einer Senkung der Investitions- und Fixkosten, bei gleichzeitiger Erhöhung des Auslastungsgrades der Vorrichtung. Anmerkung: Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

