



**Livevorführung**  
**des FFS auf der AEE**  
vom 9. – 10. Juni 2015 in Nürnberg  
am DEPRAG Messestand  
Halle 7A · Stand 420

Wirtschaftliche Verbindungstechnik für den automobilen Leichtbau

## **Entwicklungstrends bei Anlagen für das automatisierte Fließformschrauben (FFS)**



Der Materialmix moderner Fahrzeugkarosserien erfordert den Einsatz neuer Verfahren bei der Verbindung von Karosserieblechen. In vielen Bereichen setzt sich zurzeit das Fließformverschrauben (FFS) durch. Es erlaubt nicht nur das Verbinden von Blechen verschiedener Materialien, sondern bietet auch in Bezug auf Prozesskosten und -zeiten deutliche Vorteile. Zu den aktuellen Trends beim FFS gehören u.a. die erhöhte Flexibilität der automatisierten Schraubensysteme. Darüber hinaus zeichnet sich diese Generation der Schraubautomaten durch eine verbesserte Zuführung der Flowdrill-Schrauben aus.

Neue Fahrzeuggenerationen sind deutlich leichter als ihre Vorgängermodelle. Die neue Mercedes C-Klasse beispielsweise ist rund 100 Kilo „schlanker“, auch der Golf VII bringt bis zu 100 kg weniger Gewicht auf die Waage – und das, obwohl beide Fahrzeuge bestens ausgestattet sind und die zahlreichen Sicherheits- und Assistenzsysteme das Gesamtgewicht tendenziell eher erhöhen.

### Neue Anforderungen an die Verbindungstechnik

Das geringere Gewicht bringt eine „Abwärtsdynamik“ beim Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Gang: Es bedeutet, dass weniger leistungsstarke Motoren eingesetzt werden können, um die gleiche Dynamik zu erzeugen, was wiederum den Verbrauch und Schadstoffausstoß reduziert. Zugleich sind die Motoren selbst wiederum leichter und reduzieren somit ebenfalls das Gesamtgewicht des Fahrzeugs.

Aus Sicht der Verbindungstechnik haben der automobiler Leichtbau und der daraus resultierende Materialmix neue „Spielregeln“ zur Konsequenz. Jahrzehntlang kamen ganz überwiegend Stahlbleche zum Einsatz, die sich durch Punkt- oder Widerstandsschweißen einfach verbinden ließen. Entsprechende Anlagen sind flächendeckend im Einsatz. Bei unterschiedlichen (Metall-)Werkstoffen oder gar Metall-Kunststoff-

Kombinationen müssen in der Karosseriefertigung neue Verbindungstechniken eingesetzt werden.

### Stand der Technik: Fließformverschraubung

Wenn die beidseitige Zugänglichkeit an die Verbindungsstelle gegeben ist, greifen viele Automobilhersteller und -zulieferer auf das Nieten zurück. Ist allerdings nur einseitige Zugänglichkeit möglich, kommt die mittlerweile etablierte Direktverschraubung nach dem Fließformprinzip zum Einsatz.



In vielen Bereichen der Automobilproduktion setzt sich das Fließform- oder Flowdrillschrauben durch

Dieses Schraubverfahren funktioniert folgendermaßen: Eine Fließform- oder Flowdrillschraube wird auf das (nicht vorgebohrte) Alu- oder Stahlblech aufgesetzt, der Schraubvorgang beginnt.



Die mit hohem Druck angepresste und mit großer Drehzahl rotierende Schraube entwickelt starke Reibungswärme und bildet zunächst einen „Krater“, in den nach Durchtritt der Schraube und Formung eines „Durchzugtrichters“ anschließend mit reduziertem Anpressdruck und reduzierter Geschwindigkeit das mehrgängige Gewinde gefurcht wird. So entsteht ein Maschinengewinde, das im Reparaturfall auch eine „normale“ Schraube aufnehmen kann.

### „Kurzer Prozess“ ohne vorbereitende Arbeitsschritte

Nach dem Ausformen des Gewindes wird die Drehzahl herabgesetzt. Es folgen der Vorantrieb der Schraube bis zur Kopfauflage und der Endantrieb des Verbindungselements auf die zuvor festgelegten Parameter Drehmoment und Drehwinkel.

Der komplette Vorgang des Fließformschraubens dauert in der Regel ca. zwei Sekunden. Zusätzliche Sicherungselemente wie Muttern oder Bolzen sind nicht erforderlich, da sich bei der Montage Durchzug und Gewinde der Fließformschraube optimal anpassen. Die Schraube „sitzt“. Vorbereitendes Bohren oder Stanzen der Bauteile entfällt. Das Verfahren eignet sich auch und besonders für beengte, schlecht zugängliche Schraubstellen.

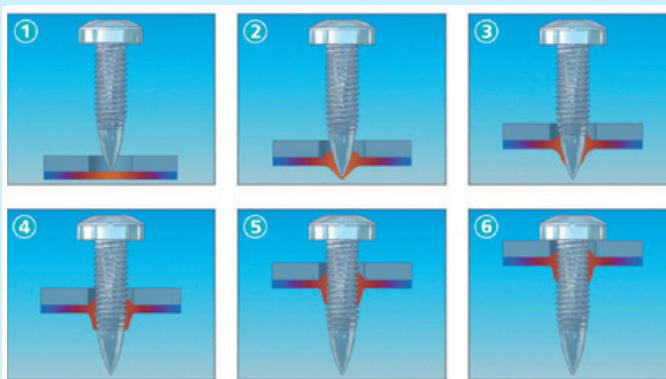
## Neuentwicklungen bei FFS-Schraubautomaten

Da Fließformverschraubungen ganz überwiegend in Großserienprodukten wie Fahrzeugen und Haushaltgeräten angewendet werden, ist das Verfahren fast immer hoch automatisiert. Entsprechend große Bedeutung kommt den Schraubautomaten zu. Hier gibt es ausgereifte, prozesssichere und hochverfügbare Anlagen, die stetig weiterentwickelt werden. Die aktuellen Entwicklungen der DEPRAG SCHULZ GMBH u. CO., einem führenden Hersteller von Schraubautomaten, werden im Folgenden kurz vorgestellt.



FFS-Schraubautomat

### Verarbeitungsphasen



1. Erwärmen  
2. Durchdringen

3. Durchzug formen  
4. Gewindefurchen

5. Durchschrauben  
6. Anziehen

### Optimierte Vereinzelung der Schrauben

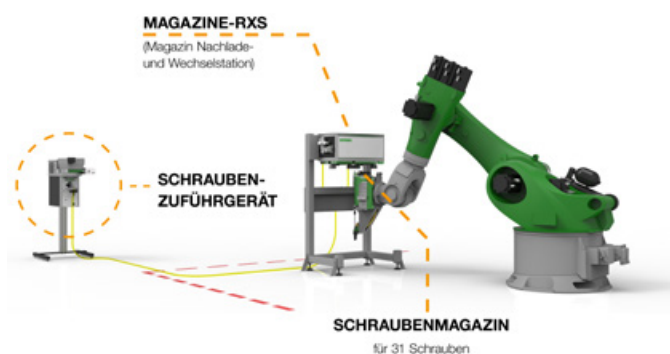
Üblicherweise werden bei FFS-Einheiten die Fließformschrauben mit der Spitze voraus durch das Mundstück in den Klinkensatz eingeschossen. Bei dieser Schraubenzuführung kann die Schraubspitzengeometrie beschädigt werden. Eine beschädigte Schraubspitze wiederum beeinträchtigt den Prozess erheblich. Im „worst case“ kann die notwendige Reibungswärme, die zum Durchdringen des Materials erforderlich ist,

dann nicht entwickelt werden. Bei der aktuellen Generation der Fließformschraubeinheiten von DEPRAG werden die Schrauben deshalb „Kopf voraus“ eingeschossen. In einer integrierten Revolververeinzelnung werden die Schrauben ausgerichtet und stehen jetzt sogar für Überkopfmontagen positionsgesichert bereit. Während eine Schraube gesetzt wird, wird bereits die nächste Schraube in den Revolver geladen. Das erhöht nicht nur die Prozesssicherheit, es verkürzt zugleich auch die Taktzeit.

## Bereitstellen der Schrauben ohne Zuführschlauch

Die komplexe Geometrie von Fahrzeugkarosserien stellt höchste Anforderungen an die Beweglichkeit der Roboter und der dazugehörigen FFS-Einheiten. Häufig sind kombinierte Dreh- und Schwenkbewegungen des Roboters notwendig, um schwer zugängliche Schraubpositionen zu erreichen. Dabei kann der üblicherweise verwendete Zuführschlauch abknicken oder sich so verformen, dass die Schrauben während des Ladevorgangs im Schlauch stecken bleiben. Störungen des Montageablaufs, starke Gefährdung der Prozesssicherheit der Gesamtanlage und erheblicher Fehlerbeseitigungsaufwand sind die Folgen.

Die Automobilhersteller und deren Anlagenbauer wünschten daher ein robotergestütztes automatisiertes FFS-System, das Schrauben ganz ohne Zuführschlauch bereitstellt. Daraufhin hat DEPRAG ein Magazinsystem entwickelt, das aus drei Grundelementen besteht: den Wechselmagazinen, der Magazinwechselstation und dem Schraubenzuführgerät.



Während sich ein – an der FFS-Einheit angedocktes – Magazin in Operation befindet und systematisch 31 Verbindungselemente zur Verfügung stellt, wird das zweite Magazin in der Wechselstation durch das Schraubenzuführgerät befüllt. Das Schraubenzuführgerät befindet sich außerhalb des Aktionsbereichs des Roboters zum Nachfüllen von Schrauben ohne Eingriff in den Gefahrenbereich. Ist das erste Magazin leer, setzt es der Roboter an der Wechselstation zur Wiederauffüllung ab und entnimmt das bereits bestückte Magazin zur weiteren Montage. Bestmögliche Prozesszeiten bei höchster Prozesssicherheit sind auf diese Weise sichergestellt.

Nachdem sich dieses Wechselmagazin in einer Pilot-Anwendung bestens bewährt hat, steht es nun als Standardlösung zur Verfügung. Auch bestehende DEPRAG FFS Systeme können einfach nachgerüstet werden.

## Verbessertes Schrauben-Handling während des Schraubvorgangs

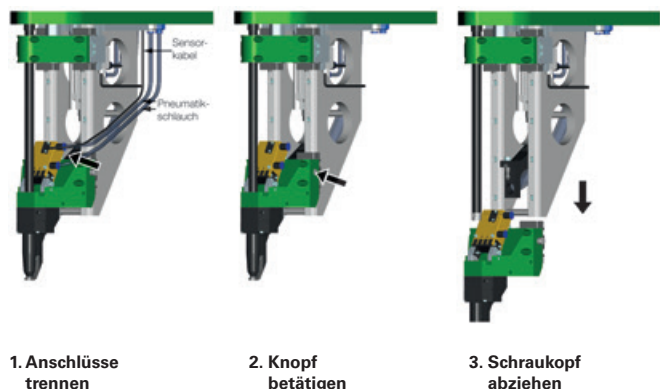
Eine weitere Verbesserung der Schraubautomaten hat zum Ziel, die Fließformschrauben beim Schraubprozess so gering wie möglich zu belasten. Bislang basierte die Haltefunktion der Schnabelbacken, die das Halten und Führen der Schrauben übernehmen, auf Federkraft. Das bringt den Nachteil mit sich, dass die Schrauben gegen die Federkraft die Backen öffnen und eine mechanische Belastung durch Reibung erfahren. Bei der neuen Fließformeinheit geben zylindergesteuerte Schnabelbacken die Schrauben gezielt frei, sobald die Schraube damit beginnt, den Durchzugstrichter auszuformen. Die Reibung zwischen Schraubenkopf und Schnabelbacken wird dadurch stark reduziert.

## Höhere Flexibilität

„Flexible Automation“ ist immer noch ein zentrales Thema nicht nur in der Automobilindustrie. Wunsch der Anwender ist es, jede automatisierte Anlage möglichst vielfältig einzusetzen und Rüstzeiten zu minimieren bzw. gänzlich auf sie zu verzichten. Dieser Wunsch geht bei den neuen FFS-Einheiten in Erfüllung, weil dann für

wechselnde Anwendungsparameter mit Drehmomente bis 15 Nm und Drehzahlen bis 8000 Umdrehungen/Minute ein frei programmierbares Getriebe zur Verfügung steht. Dies bedeutet neben den geringeren Investitionskosten auch eine Reduzierung der Prozesskosten.

Ein weiteres Plus in Sachen Flexibilität bietet die neue Mundstückwechseleinrichtung. Die Umstellung auf einen anderen Schraubentyp oder eine Schraubenentstörung – beides ist auf einfachen Knopfdruck hin möglich. Die Sperre löst sich und das Mundstück kann einfach ausgetauscht werden.



Schnellwechselbarkeit des kompletten Mundstücks

## Optimierte Mensch-Maschine-Schnittstelle

Ein weiteres Ziel bei der Entwicklung der neuen FFS-Anlagengeneration war es, die Parametrierung des Schraubprozesses für den Bediener so intuitiv und einfach wie möglich zu gestalten. Die Systemparametrierung erfolgt dabei automatisch. Der Bediener muss lediglich die Schraubengeometrie (Schaftdurchmesser, Schaftlänge), die teilerelevanten Informationen (Anzahl, Material und Stärke der Bleche, mit/ohne Durchgangsbohrung) und die Anzugsparameter an einem übersichtlichen Bedienpanel eingeben. Selbstverständlich wird jede Verschraubung individuell ausgewertet und angezeigt. Darüber hinaus bietet die Software umfangreiche Dokumentations- und Archivierungsmöglichkeiten – nicht

nur für die Einzelverschraubung, sondern auch für die verschiedenen Parametersätze und für unterschiedliche Materialpaarungen.

## Ausblick: Prozesssicherheit wird weiter erhöht

Die hier dargestellten Verbesserungen bieten den Anwendern des FFS-Verfahrens viele Vorteile. Neben gesteigerter Bedienerfreundlichkeit, der Reduzierung des Wartungsaufwands, den vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und einer vereinfachten Systemintegration wird vor allem die Prozesssicherheit des Fließformschraubverfahrens entscheidend erhöht. Diese Entwicklung treibt die DEPRAG-Ingenieure weiter voran.

Mehrere Projekte beschäftigen sich mit der Optimierung des FFS-Verfahrens durch prozessbegleitende Mess- und Regeltechnik. Die entsprechenden „Werkzeuge“ bzw. Systemmodule wie etwa sehr gut regelbare (Servo-)Antriebstechnik, ein leistungsfähiger Steuerungsbau und die entsprechende Sensorik stehen zur Verfügung. Diese Technologien zu einer neuartigen Prozesssteuerung zusammenzuführen ist eine Aufgabe der DEPRAG-Entwickler für die Zukunft.

Autor: Gerald Scheffels

DEPRAG Ansprechpartner: Jürgen Hierold  
DEPRAG SCHULZ GMBH u. CO  
Carl-Schulz-Platz 1  
D-92224 Amberg  
Tel: 09621 371-0  
Fax: 09621 371-120  
Email: info@deprag.de  
Internet: www.deprag.com