



© Hirschvogel Umformtechnik

## Steigerung der Leistungsfähigkeit durch massivumgeformte Komponenten

Produkte der Massivumformung haben von jeher eine große Bedeutung in vielen Branchen mit unterschiedlichsten Anwendungen. Durch umfassende Weiterentwicklung der Verfahren und der Verfahrenskombinationen, der Werkstoffe, der Werkzeugtechnik und der verwendeten Maschinen ergeben sich ständig weitere Gestaltungsmöglichkeiten. Diese liefern einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Leistungsfähigkeit von klassischen als auch von neuen Systemen. Hirschvogel Umformtechnik stellt Ansätze und ausgewählte Beispiele im Bereich von Bauteilen bei mobilen Maschinen durch Massivumformung vor.

## AUTOREN



**Jochen Heizmann, B. A.** ist zuständig für die Entwicklung und Vermarktung neuer Anwendungsbereiche im Bereich Vorausentwicklung der Hirschvogel Umformtechnik GmbH in Denklingen.



**Gerhard Linder** ist für die Entwicklung und den technischen Vertrieb von neuen Anwendungen im Bereich Produktentwicklung der Hirschvogel Umformtechnik GmbH in Denklingen tätig.

## ANWENDUNGSBEREICHE MASSIVUMGEFORMTER KOMPONENTEN

Wesentliche Einsatzbereiche massivumgeformter Komponenten finden sich nicht nur in der Nutzfahrzeugindustrie, sondern auch in der Agrartechnik sowie bei Baumaschinen. In Verbrennungsmotoren beispielsweise sind die Bauteile des Kurbel- und Ventiltriebs extremen Belastungen ausgesetzt. Die hohen Drehmomente in Getrieben können ebenso mit leistungsfähigen Massivumformbauteilen übertragen werden. Die Bauteile einer Kardanwelle müssen enorme Drehmomente übertragen und zudem wartungsfrei sein. Bei Fahrwerksbauteilen für die Nutzfahrzeugindustrie kommen meist massivumgeformte Querlenker, Achsschenkel und Radnaben zum Einsatz. Anwendungsbeispiele bei schweren Baumaschinen sind Kettenführung, Tragrollen und Kettenglieder [1].

Darüber hinaus haben sich Umformteile zuletzt auch in neuen Bereichen, wie beispielsweise den elektrischen Antrieben, etabliert. Die Massivumformung bietet an dieser Stelle vielfältige Möglichkeiten: Bei Rotorwellen findet sich eine ganze Bandbreite an Lösungen am Markt. Von der Monoblock-Variante auf Basis eines dickwandigen Rohrs bis hin zu mehrteiligen Ausführungen, bei welchen dünnwandigere Rohre mit massivumgeformten Halbzeugen verbunden werden. In diesem Zusammenhang erscheinen auch die Vorteile von Fügeverbindungen auf Basis der Massivumformung erwähnenswert, welche deutlich leistungsfähigere Elektromotoren ermöglichen. Auch fremderregte Synchronmotoren, denen für die Zukunft großes Potenzial vorhergesagt wird, lassen sich mittels hochfester und gleichzeitig amagnetischer Bauteile optimieren. Die wesentlichen Vorteile dieser Bauart liegen sowohl in der schlanken Bauform als auch im geringen Aufwand zur Absicherung der Maschine im Fehlerfall. Besonders hervorzuheben ist jedoch der hohe Wirkungsgrad in fast allen Betriebszuständen [2].

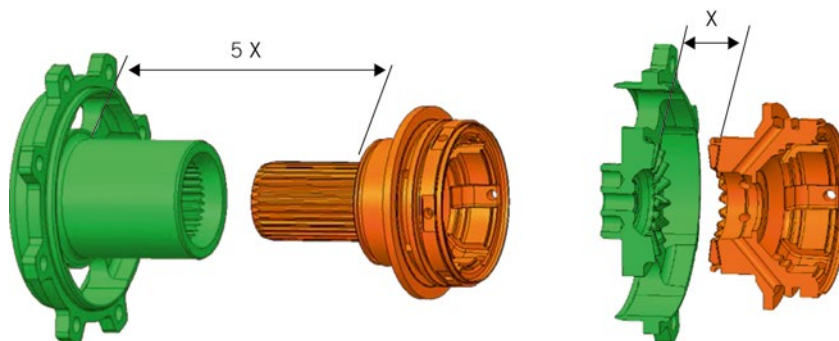
## POTENZIALE DURCH SIMULTANEOUS ENGINEERING HEBEN

Immer mehr Branchen setzen darauf, ihre Lieferanten schon in der Konzeptphase am Entwicklungsprozess zu beteiligen. So tragen an dieser Stelle nicht nur die umfassenden Kenntnisse über den Herstellprozess zur bestmöglichen Ausnutzung von verfahrensbedingten Potenzialen und zur Sicherstellung des optimalen Produktdesigns bei. Auch die

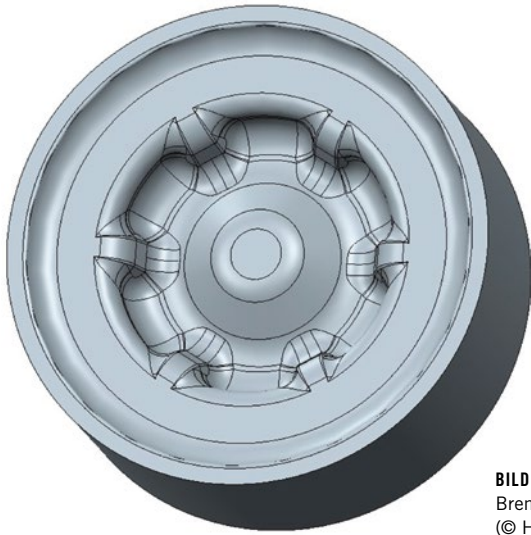
Werkstoffexpertise inklusive einer treffenden Charakterisierung von Materialeigenschaften bildet eine entscheidende Voraussetzung für das Erreichen der geforderten mechanisch-technologischen Anforderungen. Die gemeinsame Bauteilentwicklung zwischen Kunde und Lieferant ist mittlerweile selbstverständlich geworden. Simultaneous-Engineering-Projekte zur Entwicklung eines Bauteils beziehungsweise Systems bieten für beide Seiten Vorteile im Hinblick auf Entwicklungsdauer und -qualität sowie Kosten der Komponenten. Optimale Voraussetzungen für diesen Prozess ergeben sich, wenn auch der Lieferant eine hohe Entwicklungskompetenz besitzt.

## FAHRWERKS- UND GETRIEBE-VERBINDUNGEN

Für Anwendungen, bei denen die Baulänge entscheidend ist (zum Beispiel bei Quergetrieben oder Funktionserweiterungen in anderen Anwendungen) oder bei denen die drehmomentübertragenden Elemente mit sehr wenig Weg gefügt werden müssen (zum Beispiel im Fahrwerksbereich) bieten sich mit der Massivumformung völlig neue Möglichkeiten, **BILD 1**. Verzahnungen, welche auf der Stirnseite einer Welle angeordnet sind und bei der die Zähne eine radiale Ausrichtung besitzen – sogenannte Hirth-Verzahnungen – sind zwar schon lange bekannt. Bisher stand aber einer Massenanwendung die teure Herstellung dieses Verzahnungstyps durch spanabhebende Bearbeitung gegenüber. In Kombination mit Verfahren der Massivumformung sind inzwischen wirtschaftliche Lösungen zur Fertigung von Hirth-Verzahnungen möglich [3].



**BILD 1** Montageweg (ohne (links) und mit (rechts) Hirth-Verzahnung) (© Hirschvogel Umformtechnik)



**BILD 2** Kolbenoberteil mit funktionaler Brennraummulden-Geometrie  
(© Hirschvogel Umformtechnik)

### KOMPONENTEN FÜR DEN MOTOR

Hirschvogel und ein Baumaschinen-Hersteller haben ein gemeinsames Projekt zur Entwicklung und Herstellung von Niederhaltern erfolgreich in die Serie gebracht. Bei der Auftragsvergabe konnte sich das Schmieden durchsetzen. Der geschmiedete, kalt kalibrierte und dann einbaufertig bearbeitete Niederhalter klemmt den Injektor auf den Motorblock von Offhighway-Motoren. Er ersetzt ein Sinterbauteil und bietet sowohl dynamische Festigkeitsvorteile als auch einen hohen Widerstand gegen chemische Belastungen [4].

Ein weiteres Beispiel erfolgreicher Simultaneous-Engineering-Arbeit stellt der Einsatz eines Monoblock-Stahlkolbens mit integriertem Kühlkanal dar. Aufgrund einer Kombination aus Umform- und Zerspanprozessen kann das Bauteil mit einem internen Kühlkanal in einteiliger Bauweise produziert werden. Dadurch wird auf eine Füge-stelle im hochbelasteten Brennraum verzichtet. Dieser spezielle Ansatz führt aufgrund der höheren thermischen Beständigkeit des Stahls im Vergleich zum abgelösten Aluminiumgussbauteil zu einer signifikanten Verbrauchsreduzierung. Dabei weist er eine verringerte Kompressionshöhe mit Vorteilen bei Motorhöhe und Reibung auf. Des Weiteren konnte das Subsystemgewicht (Kolben, Kolbenbolzen, Pleuel) verringert werden. Gleichwohl besteht die Möglichkeit einer beanspruchungsangepassten mehrteiligen Ausführung. Dabei wird ein

Unter- und Oberteil miteinander gefügt, um den notwendigen Kühlkanal herzustellen. Dieser kann bereits im Schmiedeprozess durch eine geschickte geometrische Ausführung hergestellt werden. Bei Kolbenoberteilen aus Stahl, **BILD 2**, können auch komplizierte Konturen (zum Beispiel Brennraummulden) in die Oberseite eingeformt werden, die nicht nachzertan werden müssen. Weitere Besonderheiten liegen in der hohen Maßhaltigkeit sowie in der hervorragenden Oberflächengüte. Darüber hinaus ist bei mehrteiligen Stahlkolben auch eine Kombination aus unterschiedlichen Werkstoffen möglich.

### STRUKTURBAUTEIL FÜR DEN FAHRZEUGRAHMEN

In Karosseriestrukturen werden Anschraubpunkte für systemtragende Haltebauteile benötigt. Diese werden heute häufig durch Schweißbaugruppen aus einem zylindrischen Vollprofil und Blech-Biegebauteilen hergestellt. Diese Schweißbaugruppen müssen aufwendig

galvanisch vor Korrosion geschützt werden. Dabei entstehen durch die Spalte immer wieder Qualitätsrisiken in der Beschichtung. Aufgrund dessen kommen zunehmend massivumgeformte Strukturbauteile zum Zug. Denn die oben genannten Nachteile der Schweißbaugruppen werden bei massivumgeformten Bauteilen durch den nahtlosen Übergang von dünneren zu dickeren Bereichen gänzlich überwunden, **BILD 3**. Die hierbei eingesetzten Werkstoffe mit hoher Festigkeit und gleichzeitig bester Duktilität leisten einen wesentlichen Beitrag dazu, dass bei Offhighway-Fahrzeugen zukünftig leistungsfähigere und/oder leichtere Rahmenkonstruktionen möglich sind.

### KOMPONENTEN FÜR ELEKTRISCHE ANTRIEBE

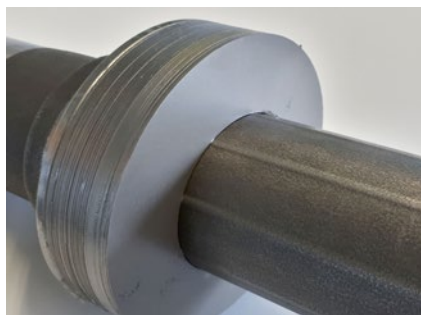
Vertreter der Massivumformbranche setzen sich seit Jahren intensiv mit zukünftigen Bauteilen in elektrischen Antrieben auseinander. Dabei steht in vielen Fällen die Rotorwelle als Herzstück des Elektromotors oder des Hybridsystems in einem besonderen Fokus. Die in **BILD 4** dargestellten Rotorwellen-Lösungen in hohler Ausführung zeichnen sich insbesondere durch hohe Leistungsdichte bei minimalem Gewicht aus. Diese können einteilig oder mehrteilig ausgeführt sein. Gefügte Rotorwellen sind dabei zumeist lasergeschweißt, aber auch kostengünstigere Presssitzverbindungen sind denkbar. Die Außenseite der Rotorwelle kann gehärtet und geschliffen sein oder einbaufertig kaltfließgepresste Konturen zur Drehmomentübertragung besitzen. Der Schlüssel zum Erfolg liegt dabei häufig in der kosteneffizienten Kombination unterschiedlicher Umformverfahren. Idealerweise liegt auch die Fertigbearbeitung in der gleichen Hand, sodass nur wenige Schnittstellen in der Verantwortungskette entstehen.



**BILD 3** Strukturbauteil für den Fahrzeugrahmen (© Hirschvogel Umformtechnik)



**BILD 4** Verfahrenskombinationen bei der Herstellung von Rotorwellen (© Hirschvogel Umformtechnik)



**BILD 5** Prototyp einer massivumgeformten Stack-Fix-Lösung (© Hirschvogel Umformtechnik)



**BILD 6** Rotorträger für hybride Antriebssysteme (© Hirschvogel Umformtechnik)

Für das Fügen von Rotorwellen und Lamellenpaketen kommt üblicherweise ein Querpressverband zum Einsatz. In dem von Hirschvogel favorisierten Prozess für Stack-Fix-Verbindungen, **BILD 5**, wird stattdessen durch einen speziellen Umformprozess eine kraft- und gleichzeitig formschlüssige Fügeverbindung zwischen Blechpaket und Rotorwelle erzeugt. Diese innovative Füge-technologie verspricht nach aktuellem Stand der Entwicklungen neben der Realisierung eines höheren Leistungsvermögens des Motors auch wesentliche fertigungstechnische Vorteile in der Großserie. Diese wiederum lassen eine Reduzierung der Herstellkosten erwarten [5].

Weiterhin profitieren rein elektrische Fahrzeuge (BEV) als auch hybridisierte Antriebsstränge (HEV oder PHEV) von den breiten fertigungstechnischen Möglichkeiten, um optimale Bauteile zu entwickeln und zu fertigen. So auch der sogenannte Rotorträger, **BILD 6**, ein weiteres zentrales Element von Hybridsys-

temen. Auf der Außenseite dient der Fügebereich zur Drehmomentaufnahme der elektrischen Maschine. Auf der Innenseite liegt eine Lamellenverzahnung, mit welcher der elektrische Antrieb zum verbrennungsmotorischen Antriebsstrang zu- oder weggeschaltet werden kann. Das Bauteil wird in einer komplexen Kombination aus Warm- und Kaltumformung sowie Zerspanprozessen und Wärmebehandlung gefertigt.

## ZUSAMMENFASSUNG

Massivumgeformte Komponenten sind in Bezug auf ihre mechanischen Eigenschaften gegenüber Bauteilen, welche mittels konkurrierenden Verfahren hergestellt werden, eindeutig überlegen. Deswegen kommen diese in vielen Anwendungsbereichen für die Übertragung von hohen Kräften und Momenten zum Einsatz. Gleichzeitig setzen sich viele Unternehmen der Massivumformung mit den Trends und den Anforderun-

gen der späteren Einsatzgebiete aktiv auseinander. Dadurch werden fortlaufend neue Ansätze zur Verbesserung der relevanten Systeme identifiziert. Leichtbau, Downsizing, Getriebe- und Motoroptimierung sowie Elektrifizierung sind dabei typische Stoßrichtungen. Bei der Realisierung dieser Potenziale nimmt insbesondere die Zusammenarbeit zwischen den Partnern entlang der Lieferkette eine Schlüsselrolle ein. Denn über gemeinsame Entwicklungsprozesse lässt sich sicherstellen, dass Produkte und Leistungen konsequent auf die Kundenbedürfnisse ausgerichtet werden. Dies führt letztendlich dazu, dass die erzielten Ergebnisse stets einen wichtigen Beitrag zur Verbrauchs- und Emissionsreduzierung leisten.

## LITERATURHINWEISE

- [1] N. N.: Massivumformung kurz und bündig. Industrieverband Massivumformung, 2013
- [2] Goppelt, G.: Conti bereitet Großserienfertigung von E-Motoren vor. [www.heise.de/autos/artikel/Conti-bereitet-Grossserienfertigung-von-E-Motoren-vor-991304.html](http://www.heise.de/autos/artikel/Conti-bereitet-Grossserienfertigung-von-E-Motoren-vor-991304.html), aufgerufen am 16.12.2018
- [3] Schleich, M.; Raedt, H.-W.: Ein altbekanntes Konstruktionselement neu entdeckt. Hirschvogel Automotive Group. In: In Motion, Februar 2011, S. 3
- [4] Heizmann, J.: Erfolgreicher Markteintritt in neuen Anwendungsbereich. [www.automobil-industrie.vogel.de/hirschvogel-holding-gmbh/nachrichten/firma/264571/475928/](http://www.automobil-industrie.vogel.de/hirschvogel-holding-gmbh/nachrichten/firma/264571/475928/), aufgerufen am 16.12.2018
- [5] Filgertshofer, R.: Manufacturing technology for assembling a rotor of an electric motor - Reduced production cost with increased performance. In: CTI MAG, Dezember 2016, S. 44–46



## READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:  
[www.emag.springerprofessional.de/atz-heavyduty-worldwide](http://www.emag.springerprofessional.de/atz-heavyduty-worldwide)