

ENTWICKLUN

MASSIVUMFORMUNG – Die Automobilindustrie muss höchste Qualität liefern. Das geht nur mit zuverlässigen, sicher beherrschten Prozessen wie der Massivumformung.

von Klaus Vollrath, freier Journalist

Die Automobilindustrie setzt schon lange auf die Auslagerung großer Anteile ihrer Wertschöpfung auf ihre Zulieferer. Deren Anteil an der Gesamtwertschöpfung erreicht heute fallweise bereits 80 Prozent. Dies gilt nicht nur für die Produktion, auch bei der Entwicklung neuer Produkte sind heute externe Beiträge immer mehr gefragt. Dabei nutzt der Kfz-Hersteller das Wissen der Zulieferer um die Möglichkeiten und Grenzen ihrer Werkstoffe und ihrer Fertigungsprozesse. Grund für diese Vorgehensweise ist die Erkenntnis, dass nicht jede Geometrie, die sich ein Konstrukteur vorstellt, mit jedem Verfahren und in jedem Werkstoff problemlos darstellbar ist. Manchmal führen schon scheinbare Kleinigkeiten wie zu scharfkantige Übergänge oder eine ungünstige Massenverteilung zu gravierenden Nachteilen in der Fertigung. Die Folgen sind oft deut-

liche Nachteile bezüglich der Kosten oder – noch viel schlimmer – mit Blick auf das Qualitätsniveau. Heute setzt sich zunehmend die Erkenntnis durch, dass ein Bauteil nur dann optimal produziert werden kann, wenn bei seiner Auslegung die Möglichkeiten und Grenzen des Materials und des Herstellprozesses soweit wie irgend möglich genutzt werden. Die besten Resultate gibt es bei solchen Entwicklungspartnerschaften erfahrungsgemäß dann, wenn die Zusammenarbeit so früh wie möglich bereits in der Konzeptionsphase für ein neues Produkt beginnt.

Vorteile des Massivumformens

Beim Massivumformen – im kalten, halbwarmen oder warmen Zustand auszuführen – wird das Bauteil mit Hilfe von Werkzeugen durch hohe Kräfte spanlos umgeformt. Das Material ist dadurch feinkristalliner. So schließen sich eventuell vorhandene Poren, und Einschlüsse strecken sich zusammen mit den Kristallen des Gefüges in Fließrichtung des Materials. Nach dem Massivumformen weist das Teil dann eine typische Faserstruktur auf, welche die Belastbarkeit des Werkstoffs in Faserrichtung erhöht. Durch geeignete Wahl der Umformrichtung kann dieser Faserverlauf gezielt in Richtung der Hauptbeanspruchungsverläufe im Bauteil orientiert werden.

Je nach Umformtemperatur wird das Gefüge kalt verfestigt oder feinkörnig rekristallisiert. Bei geeigneter Prozessführung bildet die Warmumformung zugleich den ersten Schritt einer thermomechanischen Behandlung mit positiven Auswirkungen auf die Feinkörnigkeit des Gefüges und die mechanischen Eigenschaften.

Durch weitere Prozessschritte wie die nach dem Warmumformen übliche Reinigung durch eine Strahlbehandlung lassen sich zusätzlich Druckeigenspannungen in der Oberfläche erzeugen. Dies bewirkt eine Steigerung der Biegewechselfestigkeit. Im weiteren Verlauf der Prozesskette verringern sich zudem die Bearbeitungskosten bei Zahnrädern mit einbaufertig geschmiedeter Verzahnung.

Moderne Entwicklungstools

Für Entwicklungsaufgaben verfügt der Massivumformer heute über leistungsfähige Softwaretools, mit denen er Daten mit den Automobilherstellern austauschen und seine Tätigkeit mit den dortigen Abläufen verzahnen kann. Nach wie vor im Vordergrund steht der Leichtbau. Wichtiges Hilfsmittel sind hier FEM-Programme zur Topologieoptimierung. Diese erfolgt in sukzessiven Durchläufen, indem das Bauteil mit den vorgesehenen Lasten beaufschlagt und die entsprechende Verteilung

AUF EINEN BLICK

Der **Industrieverband Massivumformung e. V.** bündelt die Interessen der Unternehmen der Massivumformung. Ob Auto, Flugzeug, ICE, Baumaschine oder Ozeanriesen – nichts fährt, fliegt, rollt oder schwimmt ohne geschmiedete Bauteile.

www.metalform.de



GSPARTNER

der Spannungen im Material berechnet wird. Anschließend werden die finiten Elemente in den am wenigsten belasteten Bereichen ausgeblendet und die Berechnung mit den neuen Vorgaben wiederholt. Diese Zyklen lässt man so lange ablaufen, bis das optimale Verhältnis von Volumen und Steifigkeit erreicht ist. So wird das Potenzial des Werkstoffs bestmöglich genutzt. Die so erhaltene Geometrie wird danach für die weitere Bearbeitung in ein CAD-Modell überführt, das als Ausgangspunkt für die in einem zweiten Schritt erfolgende Gestaltoptimierung des Bauteils dient.

Der Entwickler kann zudem Werkzeuge und Anlagenparameter definieren. Je nach Anforderung und Stückzahl konzipiert er heute selbst komplett verkettete und automatisierte Prozessketten rechnergestützt.

Präzise Kugellaufbahn

In der Praxis gibt es zahlreiche Beispiele: Ein von Neumayer Tekfor hergestelltes Gleichlaufgelenk etwa kommt bei Längswellen von Automobilen zum Einsatz. Dessen Hauptkomponenten sind zwei Schmiedeteile, ein Blechgehäuse, ein Kugelkäfig sowie acht Kugeln, welche die Kräfte zwischen Innennabe und Außenring übertragen. Durch geschickte Werkstoffwahl und die Kombination von Warm- und Kaltumformung gelang es, die Laufbahnen für die Kugeln so präzise zu fertigen, dass die sonst übliche mechanische Nachbearbeitung entfallen kann. Sie sind nach dem Einsatzhärten sofort einbaufertig.

Als Werkstoff kommt der gut umformbare Einsatzstahl 16MnCr5 in einer speziell auf

geringen und gleichmäßigen Härteverzug optimierten Variante zum Einsatz. Nabe und Außenring werden zunächst in einem dreistufigen Warm Schmiedeprozess geformt. Die für die Präzision der Laufbahnen entscheidende abschließende Formgebung erfolgt in kaltem Zustand auf einer Kalibrierpresse. Gleichzeitig werden auch die Nuten für die Kraftübertragung vom Außenring auf das Blechgehäuse einbaufertig geformt. Eine zusätzliche mechanische Bearbeitung ist lediglich bei der Nabe zur Herstellung der Innenverzahnung sowie von Nuten zur späteren Abdichtung des Gelenks erforderlich.

Nicht mehr alles härten

Durch intelligente Kombination unterschiedlicher Umformverfahren können heute vielfach auch Verzahnungen mit so hoher Präzision umgeformt werden, dass eine nachfolgende Zerspanung völlig entfallen oder stark reduziert werden kann. Beispiel hierfür ist ein von der Hirschvogel Automotive Group hergestellter Außenlamellenträger aus dem Stahl C45 für allradgetriebene Fahrzeuge. Das Basisbauteil wird zunächst durch eine Halbwarmumformung hergestellt. Die Verzahnungen entstehen in einem anschließenden Kaltumformprozess. Danach werden Lager- und Dichtflächen überdreht sowie Durchbrüche zerspanend hergestellt.

Die kleinere Schaftverzahnung muss aufgrund des geringen Durchmessers zusätzlich induktiv gehärtet werden. Bei der Innenverzahnung im Topf reicht dagegen die Festigkeit der Zahnflanken nach dem



Bildquelle: Neumayer Tekfor

Umformen aus. So lässt sich das in hohen Stückzahlen hergestellte Bauteil erheblich günstiger produzieren.

Einbaufertig geschmiedet

Mit Hilfe eines Präzisions-Umformverfahrens stellt Sona BLW Zahnräder für Kfz-Getriebe mit direkt einbaufertiger Verzahnung her. Eindrucksvoll zeigen sich die Vorteile des Verfahrens bei Getriebegangrädern mit direkt einbaufertig geschmiedeten Kuppelverzahnungen. Diese Verzahnung lässt sich in den Radkörper einlassen, so werden die Zahnräder erheblich schmaler und damit leichter. Zudem ist es möglich, die Baulänge des Getriebes bei gleicher Gangzahl zu reduzieren oder alternativ mehr Gänge unterzubringen. Auch auf der Rückseite des Radkörpers kann Sona Vertiefungen und Verstärkungsstege einschmieden. So lässt sich die erforderliche Genauigkeit in nur einem Prozessschritt erzielen. mk ■

1 - 9 Massivumgeformte Bauteile finden sich an vielen Stellen im Auto, sei es in Gleichlaufgelenken (1), Lamellenträgern in Kupplungen (3, 7), Getriebegangrädern (2, 9) oder vielen weiteren Bauteilen (4, 5, 6, 8).



Bildquelle: Sona BLW

6



Bildquelle: Hirschvogel

7



Bildquelle: Massumformung

8



Bildquelle: Sona BLW

9