

Ein Motor des Fortschritts

Entwicklungskompetenz der Massivumformung nutzen



Klaus Vollrath

Massivumgeformte Bauteile sind wegen ihrer Festigkeit, Zähigkeit und Zuverlässigkeit in vielen Produkten von Fahrzeugbau bis zum Maschinenbau im Einsatz. Mit dem Fortschritt in diesen Anwendungen wachsen auch die Anforderungen an die verwendeten Bauteile. Daher betreiben die Unternehmen der Massivumformung praktisch kontinuierlich Innovation – von der Werkstoffinnovation über die Weiterentwicklung von Umformverfahren bis zur computergestützten Simulation von Bauteilen und Umformprozessen.

Es ist eine Sache, sich eine mechanische Komponente am Computer zeichnerisch darstellen zu lassen und eine ganz andere, diese dann so herzustellen, dass das Ergebnis unter allen möglichen Gesichtspunkten – wozu auch Kosten und Ressourcen gehören – als optimal gelten kann. Einer der wichtigsten Aspekte ist hierbei die Tatsache, dass die Eigenschaften eines Bauteils untrennbar mit seinem Herstellprozess verknüpft sind. Ganz besonders gilt dies bei Komponenten, die dreidimensional variable Wanddicken aufweisen. Erfahrene Konstrukteure wissen, dass man eine gegebene Geometrie nicht beliebig durch Gießen, Schmieden oder Schweißen herstellen kann.

Ein Produkt hat nur dann optimale Eigenschaften, wenn bei seiner Auslegung und Formgebung die Besonderheiten des gewählten Herstellverfahrens soweit wie möglich berücksichtigt wurden. Deshalb spielt der Massivumformer als Innovationspartner und Berater des Konstrukteurs bei der Weiterentwicklung von geschmiedeten Produkten heute eine wichtige Rolle. Die Branche hat sich auf diese Herausforderungen eingestellt. Die nachfolgend vorgestellten Beispiele vermitteln eine Vorstellung davon, wie vielfältig die dabei zu bewältigenden Aufgabenstellungen sind.

Gemeinschaftsentwicklung erbringt Materialersparnis

„Bei dem in Bild 2 und 3 gezeigten Zahnrad konnten wir den Materialein-

satz nahezu halbieren“, sagt Dr.-Ing. Friedrich Räuchle, Technischer Leiter Umformtechnik der Räuchle GmbH + Co. KG in Dietenheim. Das für eine mechanische PKW-Sitzverstellung eingesetzte Bauteil aus dem Werkstoff 16MnCr4 weist zwei unterschiedliche Verzahnungen mit dazwischenliegenden Lagerflächen auf. Die Herausforderung lag darin, aus der ursprünglichen Kundenidee ein Gesamtkonzept aus Bauteil und Herstellprozess für eine möglichst wirtschaftliche Fertigung zu entwickeln. Ursprünglich wurde das Teil so konzipiert, dass lediglich der Bereich mit der Evolventenverzahnung durch Fließpressen geformt wurde. Der obere Lagerbereich sowie die Steckverzahnung sollten dann zerspanend gefertigt werden. Von den ursprünglich 242 g des Rohteils wären dementsprechend 118 g bzw. 48 % im Spänekorb gelandet.

„Wir haben dann Prozess und Bauteil zusammen mit dem Kunden komplett durchgearbeitet, um eine möglichst vollständig auf Umformoperationen basierende Lösung zu finden“, ergänzt Roland Wiest, Leiter Verfahrensentwicklung Pressteile. Entscheidend war, die Geo-

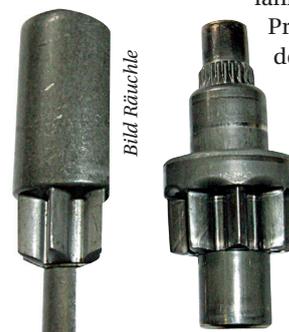


Bild 1
Räuchle

Bild 2: Fast die komplette Geometrie des fertigen Bauteils wird durch Umformung erzeugt

Klaus Vollrath, Fachjournalist, Aarwangen (CH)

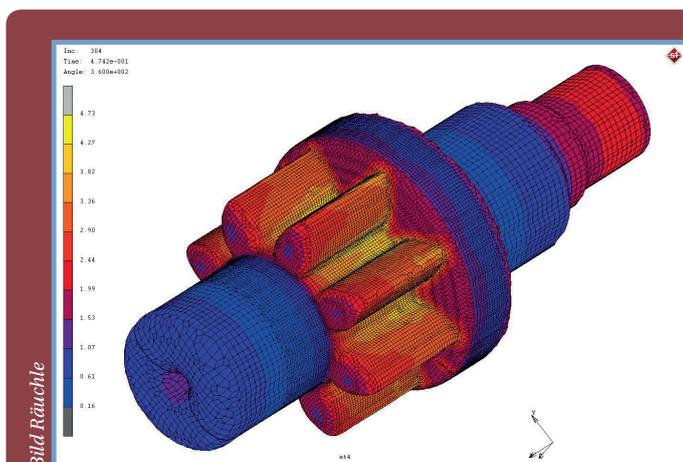


Bild 3: Bei der Entwicklung war die Simulation der Umformprozesse essenziell

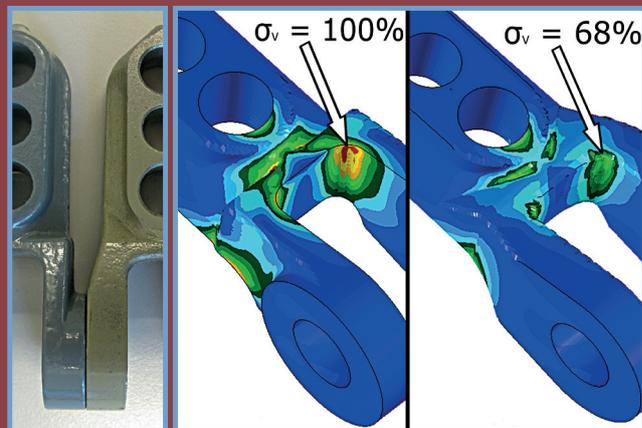


Bild 4: Altes und neues optimiertes Bauteil gegenübergestellt

metrie der durch Zerspanung hergestellten Bereiche so anzupassen, dass sie auch umformtechnisch mit der erforderlichen Prozesssicherheit dargestellt werden konnte. Dazu mussten insbesondere die Übergänge und Radien angepasst werden. Wichtiges Instrument bei der Entwicklung war die Simulation der erforderlichen Umformprozesse, die zugleich auch die visuellen Unterlagen für die Diskussionen mit dem Kunden lieferte, denn die erarbeiteten Vorschläge mussten wiederum mit dem Layout der Gesamt-Baugruppe harmonisieren.

Nach einigen Optimierungsschleifen entstand schließlich ein modifiziertes Bauteil, das im Rahmen eines fünfstufigen Kaltmassivumformvorgangs weitgehend fertig aus dem Werkzeug fällt. Lediglich der obere

Lagersitz sowie die Stirnflächen müssen noch in geringem Umfang überdreht werden, bevor das Teil durch eine Einsatzhärtebehandlung seine endgültigen Eigenschaften erhält. Da man bei der Umformung direkt vom Drahtcoil arbeitet und die Trennung ohne Materialverluste durch Scheren erfolgt, liegt die Materialnutzung bei guten 95 % - ein schöner Erfolg auch im Sinne einer besseren Nutzung von Energie und Ressourcen.

Optimierung durch gemeinsame Neukonstruktion

„Bei dem in Bild 4 gezeigten Schmiedeteil für Gleisanlagen konnten wir im Rahmen einer gemeinsamen Neukonstruktion sowohl

die Funktionalität als auch die Wirtschaftlichkeit verbessern“, erläutert Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Thomas Heiber, Vertriebsleiter der SONA BLW Präzisions schmiede GmbH in Remscheid. Bei dem für die F. W. Daum GmbH & Co. KG gefertigten Bauteil handelt es sich um eine rund 640 g schwere Zungengabel aus einem höherfesten Kohlenstoffstahl, die im Gesenkschmiedeverfahren hergestellt wird. Zu den wichtigen Kostenfaktoren zählte hierbei der erforderliche Zerspanungsaufwand. In das Teil müssen mehrere große Bohrungen eingebracht werden, zudem musste die gesamte Fläche der Bauteilunterseite bearbeitet werden. Hinzu kamen noch Materialverluste beim Abscheren des Schmiedegrats. Um den Wünschen des Kunden nach Opti-

mierung der Funktionalität des Teils und Reduzierung der Kosten zu entsprechen, wurde beschlossen, eine komplette Neukonstruktion durchzuführen. Die Geometrie der alten Ausführung war sichtlich noch an die alter Baukastenkonstruktionen angelehnt, wie sie früher für Schweißteile verwendet wurden. Dies bedingte suboptimale Spannungsverteilungen bei Belastung. Bei der Entwicklung arbeiteten beide Firmen partnerschaftlich eng zusammen. Im Rahmen der Neukonzeption wurde insbesondere die Geometrie im Bereich des Übergangs vom Grundkörper zur Gabel sowie zwischen den Gabelzinken optimiert. Ziel war hierbei, die bei der bisherigen Konstruktion auftretenden Spannungsspitzen abzubauen und so die Materialbeanspruchung zu vergleichmäßigen. Zudem steigen dadurch die Belastungsreserven und die Betriebssicherheit wird erhöht. Zur Kostensenkung trug außerdem die Reduzierung des Zerspannungsaufwands bei, da die Unterseite des Bauteils nicht mehr bearbeitet werden muss. Zudem gelang es durch die Umstellung, das Volumen des noch zu entfernenden Grats zu reduzieren.

Neue Werkstoffe als Alternative zu Vergütungsstählen

„In zahlreichen Einsatzgebieten von Strukturbauteilen im Automobilbereich bieten sich bainitische Stähle als kostengültige Alternative zu den klassischen Vergütungsstählen an“, sagt Dr.-Ing. Hans-Willi Raedt, Hauptabteilungsleiter Advanced Engineering der Hirschvogel Automotive Group in Denklingen. Die Stähle der neuen Werkstoffgruppe zeichnen sich dadurch aus,

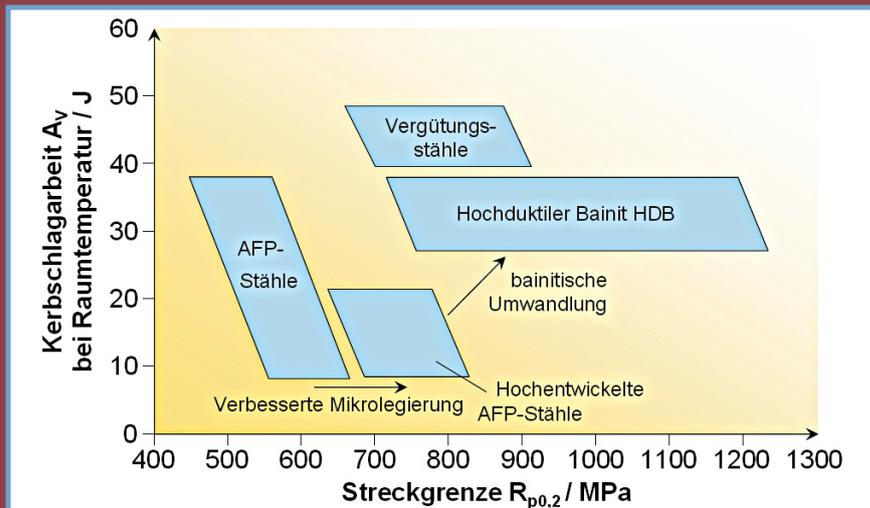


Bild 5: Die HDB-Stähle füllen die Lücke zwischen den AFP-Stählen und den Vergütungsstählen

Bild Hirschvogel

elemente wie Nickel oder Molybdän ein günstigeres Kostenniveau auf als Vergütungswerkstoffe. Hinzu kommen aber aufgrund der kürzeren Prozesskette noch weitere Kostenvorteile. So entfallen die bei Vergütungsstählen zwingend erforderliche Wärmebehandlung sowie die ggfs. hierdurch zusätzlich erforderlichen Maßnahmen wie Richten und Rissprüfung. Zudem eignen sich HDB-Stähle im Gegensatz zu Vergütungsstählen auch für eine Halbwarmumformung.

Des Weiteren haben diese Stähle, zu denen der von Hirschvogel gemeinsam mit einem Stahlhersteller entwickelte 16MnCr-Mo5mod (H2) gehört, Potential, als Einsatzstahl verwendet zu werden. So erreichen

vor allem deshalb entschieden, um eine weitgehende Flexibilität des Einsatzes der Anlage zu erreichen. Neben der Produktion von Naben mit höchstmöglicher Produktivität sollte die Anlage auch flexibel genug sein, um als Reserveaggregat für die Herstellung längsorientierter Teile wie z. B. kleiner Kurbelwellen dienen zu können. Dies setzte ein vertikal arbeitendes Aggregat voraus. Aufgrund der zweireihigen Ausführung wird eine Verdopplung der Produktivität pro Hub im Vergleich zu den üblichen einreihigen Ausführungen erzielt.

„Eine der wesentlichen technischen Herausforderungen des Projekts bestand darin, die gesamten Abläufe - auch im Bereich der Materialvorbereitung - exakt symmetrisch auszuführen“, ergänzt Dr.-Ing. Markus Schaprian, Leiter Konstruktion für Gesenkschmiedeanlagen bei SMS Meer. Dies betraf auch die doppelsträngige Induktionsanlage. Hier war insbesondere eine äußerst präzise Reproduktion der Temperatur, der Gewichte und der Abmaße der Rohlinge zu gewährleisten, um Asymmetrien bei der Belastung der Presse und der Werkzeuge sowie Abweichungen beim Produkt zu vermeiden.

Auch die Zuführeinheit, mit der zwei Rohlinge zeitgleich in den Werkzeugraum eingebracht werden mussten (Bild 1), erforderte viel Entwicklungsarbeit. Weitere Herausforderungen betrafen die Entwicklung eines neuartigen Werkzeughaltersystems, das sich zur Aufnahme von Gesenken für Rundteile ebenso wie auch für längsorientierte Teile eignet und dank moderner Einzelschnellspannung für die Gesenke in Verbindung mit einem Werkzeughalterwechselwagen schnelle Gesenk- und Produktwechsel ermöglicht.

Der Dialog mit dem Massivumformer führt zu effizienteren Entwicklungsprozessen und Bauteilen

dass sie aufgrund ihrer Zusammensetzung allein schon bei kontrollierter Luftabkühlung aus der Schmiedehitze in die Zwischenstufe umwandeln.

Das Gefüge dieser hochduktilen Bainite (HDB) weist deshalb im Unterschied zu den üblichen AFP-Stählen (ausscheidungshärtenden Ferritisch-Perlitischen Stählen), deren Gefüge hauptsächlich aus Ferrit und Perlit besteht, ein reines Zwischenstufengefüge auf, das sich durch eine sehr gute Kombination aus Festigkeit und Zähigkeit auszeichnet. Ihr Eigenschaftsprofil füllt damit die Lücke zwischen den preisgünstigen AFP-Stählen und den klassischen Vergütungsstählen (Bild 5). Daher können sie letztere in vielen Anwendungsbereichen ersetzen.

Für den Anwender hat dies gleich mehrfache Vorteile. Schon von den reinen Legierungskosten her weisen HDB-Stähle aufgrund des Verzichts auf teure Legierungs-

beispielsweise einsatzgehärtete Bauteile aus diesem Stahl aufgrund einer sehr hohen Härtebarkeits vergleichbare Eigenschaften wie solche aus dem hochlegierten Einsatzstahl 18CrNiMo7-6.

Fortschritte bei den Produktionstechnologien

„Zu den wesentlichen Innovationsfeldern unserer Branche zählen auch Fortschritte im Bereich der Produktionsanlagen“, sagt Dipl.-Ing. Norbert Gober, Bereichsleiter Engineering Services der SMS Meer GmbH in Mönchengladbach. Schönes Beispiel für die dabei erzielbaren Fortschritte sei eine kürzlich für einen lateinamerikanischen Kunden entwickelte doppelreihige Exzenterpresse für die Herstellung von Rundteilen wie z. B. Radnaben. Für eine vertikal arbeitende Presse hatte sich der Kunde dabei