



GRAFIK: AUDI AG

Das auf der Euroguss 2018 prämierte Gussteil besticht durch große Abmessungen bei extremer Dünnwandigkeit.

Alu-Struktur-guss: Integrierte Entwicklung von Bauteil und Prozess

Die Leistung hinter der Auszeichnung für ein Druckgussteil

VON KLAUS VOLLRATH, AARWANGEN, SCHWEIZ

Anlässlich der Messe Euroguss 2018 in Nürnberg zeichnete der Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. am 15. Januar 2018 ein von der AUDI AG, Ingolstadt, und der DGS Druckguss Systeme AG, St. Gallen, Schweiz, gemeinsam entwickeltes Druckgussteil mit dem 1. Preis des Aluminium-Druckguss-Wettbewerbs aus. Das extrem dünnwandige und großflächige Strukturteil für den neuen Audi A8 mit Abmessungen von 797 x 437 x 304 mm hat großenteils Wanddicken von lediglich 1,8-2 mm und wiegt daher nur 3043 g. Ebenso interessant wie das Teil selbst ist allerdings auch die dahinter steckende Entwicklung. Das illustriert ein Gespräch mit DGS-Key



FOTO: DGS

Markus Heim: „Das Besondere an dem Projekt war die integrierte Entwicklung sowohl des Produkts als auch des Produktionsprozesses in enger Partnerschaft mit unserem Kunden Audi.“



FOTO: DGS

Axel Schmidt: „Dieses Projekt unterstreicht, dass wir für unsere Partner in der Automobilindustrie eine verlässliche, weltweite Versorgung mit Hightech-Druckgussteilen gewährleisten können.“



Account Manager Markus Heim sowie Axel Schmidt, Leiter Technik bei DGS.

„Das Besondere an der Entwicklung des neuen Bauteils für den Audi A8 war die integrierte Entwicklung sowohl des Produkts als auch des Produktionsprozesses in enger Partnerschaft mit unserem Kunden Audi“, erläutert Markus Heim. Die Entscheidung, dieses Projekt gemeinsam mit DGS anzugehen, fiel bei Audi Ende 2015 nach Vorlage eines entsprechenden Angebots von DGS. Bei dem Bauteil handelt es sich um ein großflächiges und zugleich sehr dünnwandiges Strukturussteil, das beim neuen Audi A8 (Modell D5) die C- und die D-Säule miteinander verbindet. Zudem soll das Bauteil noch die Umlenkung des Sicherheitsgurts und die Abstützung des hinteren Dämpferbeins über drei Gewindedome übernehmen sowie Hutablage, Rückwand und das Scharnier der Heckklappe aufnehmen. Zusätzliche Anforderungen betrafen ein möglichst niedriges Gewicht im Vergleich zum Vorgängerbauteil, was entsprechend geringe Wanddicken bedingt. Voraussetzung hierfür war die Verwendung einer hochfesten Speziallegierung im Zusammenspiel mit einem neuen Wärmebehandlungsverfahren. Audi begann mit der Entwicklung dieser neuartigen Legierung AlSi10MnMgZnZr bereits in den Jahren 2011/2012. Neben dem Werkstoff musste auch der Wärmebehandlungspro-

Die vollständig automatisierte Druckgießzelle mit Dosierofen, Entnahmeroboter und Stanze.

Jedes Bauteil erhält bereits in der Druckgießzelle einen individuellen Datamatrixcode, der Zugriff auf den gesamten Datenbestand bezüglich seiner Prozess- und Qualitätsparameter ermöglicht.



FOTO: KLAUS VOLLRATH

zess evolutionär modifiziert werden. Die Durchführungen der Versuche erfolgten in enger Partnerschaft bei der DGS Druckguss Systeme AG, die in die erforderliche Anlagentechnik für die Wärmebehandlung investierte.

Der Werkstoff mit der Dehngrenze ($R_{p0,2}$) von 180–210 MPa bei Bruchdehnungswerten von $> 7\%$ wird in einer in-

ternen Konzernnorm beschrieben. Das Testprogramm zur Qualifizierung war äußerst umfangreich und erstreckte sich vom Druckgießen von Prüfplatten für die üblichen Gießbarkeits- und Festigkeitsuntersuchungen bis hin zur Herstellung von realen Bauteilen für Fahrversuche und der Ermittlung der Eignung für verschiedenste Fügeverfahren wie z. B. Schweißen, Stanz-



FOTO: KLAUS VOLLRATH

nieten, FDS-Schrauben, Kleben sowie MIG-Schweißen.

Entwicklung des Gießprozesses

„Im Zusammenhang mit der Entwicklung des neuen Werkstoffs wurde auch der für die Herstellung dünnwandiger Gussteile erforderliche Prozess entwickelt“, ergänzt Axel Schmidt, Leiter Technik bei DGS. Bei dieser Entwicklung kamen Simulationsprogramme umfassend zum Einsatz. Dies betraf nicht nur den Komplex Geometrie/Festigkeitsüberprüfung sowie die Auslegung von Gießsystem und Formtemperierung, sondern auch die Wärmebehandlung, da die dünnen Wände das Teil sehr anfällig für Verzug machen. Audi konnte durch seine Pionierarbeit auf dem Gebiet der Verzugsimulation einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der Bauteiltoleranzen leisten. Wichtige Zielgrößen waren hierbei die Ermittlung des optimalen Tem-

Vollautomatische Anlage für die Wärmebehandlung der entgrateten Gussteile. Links hinten die Spezialgestelle, die so ausgelegt sind, dass Verzug verhindert wird.

peratur-Zeitverlaufs sowie die Art der Lagerung der Gussteile auf speziellen Wärmebehandlungsgestellen. In diesem Zusammenhang wurde auch ein spezielles, als Dünnwandgusswerkzeug ausgelegtes Audi-Testwerkzeug realisiert. Das im Testwerkzeug gegossene Bauteil hatte bereits eine Abmessung von 650 x 650 x 300 mm. Eine weitere Vorstufe waren kleinere Serienteile für den Audi R8.

Vorteile des verbesserten Bauteils

„Wesentlicher Vorteil des jetzt realisierten Bauteils ist vor allem eine Gewichtsverminderung von 19 % sowie eine Festigkeitssteigerung ($R_{p0,2}$) um 50 % gegenüber

dem funktionsgleichen Bauteil des Vorgängermodells“, erklärt Markus Heim. Erreicht wurde dies durch eine gewichtsoptimierte Auslegung mit dünneren Wänden durch Verwendung der neuen hochfesten und zugleich sehr gut fließfähigen Legierung in Kombination mit einer T6-Wärmebehandlung. Dies erforderte auf der einen Seite eine komplexe belastungsoptimierte Wändicken- und Rippenverteilung und auf der anderen Seite eine aufwendige Optimierung des Gießprozesses und der hierfür eingesetzten Formtechnologie. Letzteres umfasste die Verwendung von Formkomponenten mit Kühlkanälen, die im 3-D-Druckverfahren hergestellt wurden, sowie die Optimierung der Auswerfer bezüglich Anzahl, Durchmesser und Positionierung. Hierdurch ließ sich die Wanddicke im Mittel um 15 % verringern. In großen Bereichen des Bauteils liegt die Wanddicke zwischen lediglich 1,8 und 2,0 mm.

Abgesicherte Hightech-Prozesskette

„Hervorstechendes Merkmal des Herstellprozesses ist eine lückenlose Verfolgbarkeit der gesamten Qualitätshistorie für jedes einzelne Bauteil“, verrät Axel Schmidt. Das beginnt bereits an der Gießzelle, wo das Bauteil nach dem Gießen und Entgraten per Laser mit einem individuellen Datamatrixcode versehen wird. Diesem lassen sich sämtliche qualitätsrelevanten Prozess- und Prüfparameter über die gesamte Prozesskette hinweg bis hin zu den Verpackungs- und Versanddaten lückenlos zuordnen. Der Code wird vor jedem nachfolgenden Prozessschritt eingescannt und auf Vollständigkeit und Übereinstimmung mit den Vorgaben geprüft. Die nächste Bearbeitungsstufe wird nur dann freigegeben, wenn der Computer bestätigt, dass alles „i.O.“ ist. Nach dem Stanzen durchlaufen die Bauteile die bereits erwähnte T6-Wärmebehandlung in Spezialgestellen, welche einen Verzug verhindern, und werden anschließend geschliffen und gerichtet. Auch alle weiteren Transportvorgänge erfolgen in speziellen Gestellen, die ihrerseits ebenfalls einen Datamatrixcode tragen. Beim Einlegen wird der Code jedes einzelnen Bauteils gescannt und dem des Gestells zugeordnet. Dieses umfassende Traceability-Konzept wurde gemeinsam mit Audi international umgesetzt – auch in den DGS-Werken in Tschechien und China.

Roboter-Bearbeitungszelle

„Die Bearbeitung erfolgt in zwei vollständig gekapselten und aus Redundanzgründen gespiegelten Roboterzellen“, sagt



Nach Auflegen des Gussteils liefert der Bildschirm die vollständigen Daten für die Beurteilung des Bauteilverzugs.

Blick in die vollautomatisierte Zelle zur Bearbeitung der Gussteile inklusive Einsetzen der Gewindeeinsätze.



Heim. Die Teile werden auf den Gestellen in die Zelle geschoben und vom Roboter einzeln entnommen. Als erstes erfolgt eine Überprüfung, wobei nicht nur der Datamatrixcode eingescannt wird, sondern zusätzlich auch noch mithilfe eines speziellen Wirbelstromverfahrens zur Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit sichergestellt wird, dass das Bauteil den richtigen Wärmebehandlungszustand aufweist. Nach der mechanischen Bearbeitung kommen in die Gewindebohrungen noch Gewindeeinsätze. Dabei stellen entsprechende Prüfabläufe sicher, dass der zum Eindrehen benötigte Butzen nach dem abschließenden Abbrechen auch zuverlässig entfernt wird. Das verhindert ein Verschleppen mit möglichen Störungen in Folgeprozessen. Nach Abschluss der Bearbeitung legt der Roboter die Teile wieder in Gestellen ab. Diese werden dann zu einer ebenfalls vollautomatischen Wasch- und Passivier-Linie von aufeinanderfolgenden Bädern überführt. Die internen Transporte innerhalb der Gießerei erfolgen teilweise mithilfe von „Elektroameisen“, die mannlos und kollisionsfrei zwischen den Stationen hin und her fahren. Letzte Stufe der Prozesskette ist dann die Verpackungslinie, wo Mitarbeiter die Teile von Hand in Audi-spezifische Transportbehältnisse einlegen. Auch hier stellt wieder das Abscannen der Datamatrixcodes sicher, dass nur „i.O.-Teile“ in den Versand kommen und jedes Teil seinem Transportbehälter exakt zuzuordnen ist.

Schweizer Zuverlässigkeit bei Gussteilentwicklung und -versorgung

„Dieses Projekt unterstreicht, dass wir für unsere Partner in der Automobilindustrie eine verlässliche, weltweite Versorgung mit Hightech-Druckgussteilen gewährleisten können“, bilanziert Axel



In der Wasch- und Passivieranlage durchlaufen die in Gestellen aufgereihten Gussteile zahlreiche Becken.

Schmidt. Ergänzend zur gemeinsam vollzogenen Bauteil- und Prozessentwicklung habe DGS auch die erforderliche Anlagentechnik weitgehend selbst konzipiert und realisiert. Damit bewähre man sich gegenüber den Abnehmern als kompetenter Partner, dem die hochzuverlässige Versorgung mit Hightech-Bauteilen auf weltweiter Basis anvertraut werden kann. Selbstverständlich habe man auch bei diesem Projekt den Preisvorstellungen des Kunden entsprechen müssen und können, sonst wäre es von vornherein gar nicht erst zu dieser Zusammenarbeit gekommen. Besonders erfreut sei er natürlich darüber, dass diese Entwicklung anlässlich des Druckgusswettbewerbs der Euroguss 2018 mit dem 1. Preis ausgezeichnet wurde. Dies sei Ansporn dazu, auch künftig zu beweisen, dass man in Europa weiterhin über ausreichend Erfin-



Elektrische fahrerlose „Ameisen“ befördern volle bzw. leere Gestelle für die Gussteile mannlos von Station zu Station.

dergeist und technische Perfektion verfügt, um sich im weltweiten Wettbewerb auf anspruchsvollen Märkten erfolgreich zu behaupten.

www.dgs-druckguss.com

Klaus Vollrath, Redaktionsbüro Klaus Vollrath, Aarwangen, Schweiz