

Vollständige und schnelle Bauteilcharakterisierung von Aluminiumdruckgussbauteilen mit Computertomographie

Martin SIMON¹, Svenja SCHADEK², Nicola TURRINI³, Enrico VOLTAZZA³

¹ WENZEL Volumetrik GmbH, Maggistr. 7, 78224 Singen, Deutschland
info@wenzel-volumetrik.com, www.wenzel-volumetrik.com

² WENZEL Group GmbH & Co. Kg, Wiesthal, Deutschland

³ PRESSOFUSIONE SACCENSE S.r.l., Piove di Sacco, Italien

Kurzfassung. Die konventionelle Bauteilcharakterisierung von Aluminiumgussbauteilen erfordert eine Vielzahl von verschiedenen Mess- und Prüfverfahren. Es wird hier ein Verfahren vorgestellt, das eine vollständige Bauteilcharakterisierung mit Hilfe der Computertomographie ermöglicht. Dies ermöglicht sowohl hochaufgelöste Porositätsanalysen als auch präzise dimensionelle Messtechnik äußerer und innerer Strukturen.

Einführung

Aluminiumgussteile müssen in der Industrie aus vielfältigen Gründen charakterisiert werden, beispielsweise zur Optimierung des Fertigungsprozesses, zur Fertigungsüberwachung und auch zur Erstmusterprüfung bzw. Abnahme. Traditionell werden hierzu eine Vielzahl von Prüf- und Messmethoden angewendet. Hierzu zählen Radioskopie, Koordinatenmesstechnik, optische Scanner sowie auch Handmessmittel. Solche Bauteilcharakterisierungen sind zum einen zeitaufwendig und zum anderen liegt hier kein einheitliches Berichtsformat vor.

Bei Pressofusione Saccense, einem führenden italienischen Unternehmen für Aluminiumdruckguss, wird seit 2011 im Bereich Qualitätssicherung ein Computertomograph eingesetzt. Seitdem hat die Computertomographie andere Mess- und Prüfmittel im Unternehmen ersetzt. Bereits in der frühen Phase des Produktionsanlaufes wird der CT eingesetzt zur Optimierung des Gießprozesses, insbesondere zur Vermeidung von Porositäten.



1. Messverfahren

Zur schnellen Bauteilcharakterisierung von Aluminiumdruckgussbauteilen setzt Pressofusione Saccense eine Computertomographie-Workstation vom Typ exaCT M200 HE von Wenzel Volumetrik ein. Hiermit werden Bauteile bis zu einem Durchmesser von 200 mm und einer Höhe von 300 mm geprüft (Abb. 1).



Abbildung 1: CT-Workstation exaCT® M200 HE

In diesem Artikel wird die Bauteilcharakterisierung anhand eines Aluminiumgussbauteils mit den Maßen 110 mm x 70 mm x 65 mm (Abbildung 2) dargestellt. Für die Qualitätsbewertung des Bauteils sind die Materialanalyse, die Dimensionskontrolle und der vollständige Soll-Ist-Vergleich notwendig.

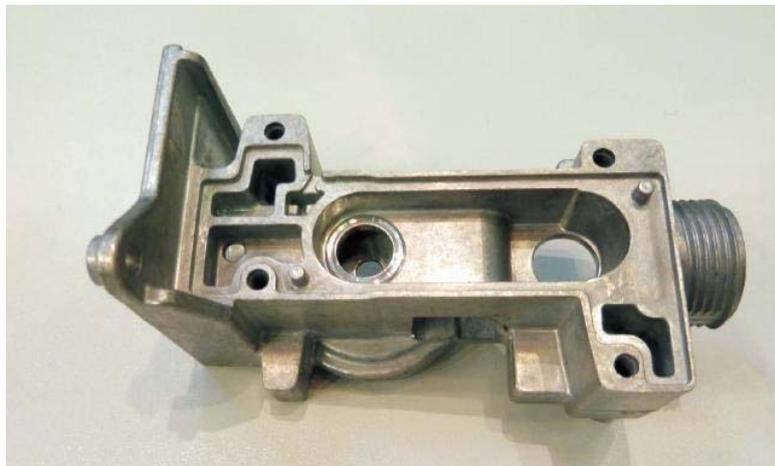


Abbildung 2: Aluminiumdruckgussbauteil

Durch die Dimensionskontrolle mittels CT soll der Einsatz eines Koordinatenmessgeräts ersetzt werden. Dimensionelle Messungen an Aluminiumgussbauteilen stellen hohe Anforderungen an den Computertomographen und die Prozesskette. Aus diesem Grund wird im exaCT Tomographen eine Präzisionsmechanik eines Koordinatenmessgeräts verwendet. Darüber hinaus kommt ein Röntgendetektor von Wenzel Volumetrik zum Einsatz, der bereits in der Produktion den erhöhten Präzisionsanforderungen eines Messgeräts genügt.

Der Scanvorgang wird über die Software exaCT® Control eingerichtet und gesteuert. Diese ermöglicht die einfache und schnelle Einstellung der Scanparameter. Bereits während des Scanvorgangs, werden die erfassten Daten rekonstruiert. Die parallele Datenaufbereitung minimiert die benötigte Verarbeitungszeit erheblich. Im Anschluss liegen die rekonstruierten Daten als Voxel- (dreidimensionale Pixel) sowie als Flächen-Daten vor (Abbildung 3) und bilden die Grundlage für alle folgenden Analysen.

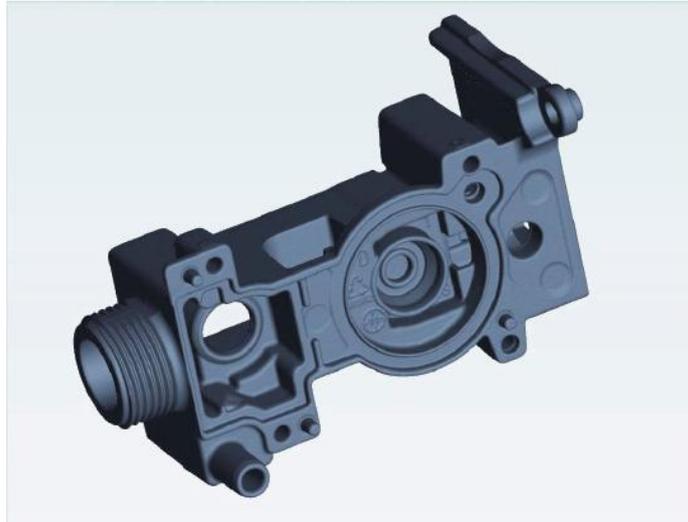


Abbildung 3: Die Flächendaten beinhalten alle inneren und äußeren Strukturen

2. Materialanalyse: Porositätsanalyse des Gussteils

Porosität kann die Materialfestigkeit nachhaltig beeinträchtigen. Aber auch für den Produktionsprozess ist sie ein wichtiges Kriterium. Poren, die nahe der Oberfläche vorliegen, führen zu unzureichend bearbeiteten Flächen. So wird ein Ausschussbauteil erst in einem sehr späten Bearbeitungsstadium erkannt. Porosität musste vor dem Einsatz der exaCT® Volumenmesstechnik mit zwei verschiedenen Methoden geprüft werden: Mit Radioskopie und Sichtprüfung zerstörter Bauteile. Beide Verfahren haben Nachteile und sind nur beschränkt geeignet, so dass die Porosität damit nicht hinreichend festgestellt werden konnte.

Die Bestimmung von Porositäten in dickwandigen Aluminiumgussteilen stellt eine Herausforderung an den CT dar, insbesondere an die Fähigkeiten des Detektors. Der speziell für industrielle Anwendungen entwickelte Detektor von Wenzel Volumetrik bietet eine Kombination aus hoher Ortsauflösung und Kontrastauflösung. Hierdurch können nicht nur Einzelporositäten, sondern auch Porennester bestimmt und charakterisiert werden.

In Abbildung 4 ist eine dreidimensionale Porenverteilung über das gesamte Bauteil zu sehen. Die Farben beschreiben die Größe der jeweiligen Poren. Kleine Poren, die vielfach als Porennester vorliegen, sind blau dargestellt.

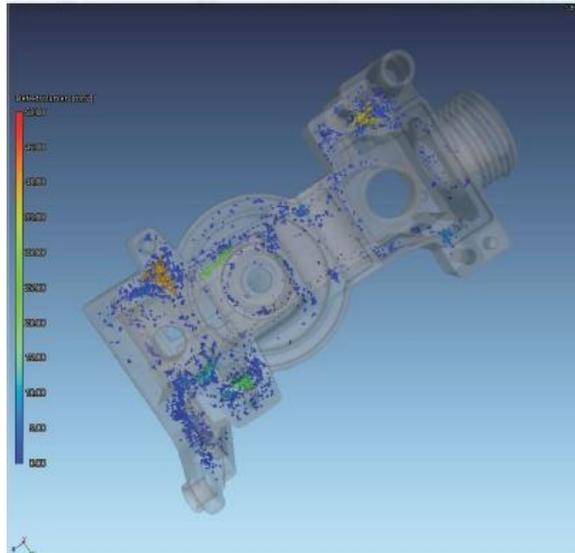


Abbildung 4: Porositätsanalyse: Dreidimensionale Darstellung der Poren, farbkodierte Größendarstellung

3. Dimensionelle Messtechnik an Gussteilen

Zur Qualitätsbewertung von Gussteilen wurden bisher dimensionelle Messungen durch 3D Koordinatenmessgeräte durchgeführt. Um innere Merkmale messen zu können, mussten die Bauteile entsprechend zerstört werden. Der exaCT Computertomograph erlaubt die zerstörungsfreie und vollständige Messung der Gussbauteile. Hierbei wird die Elementerfassung und geometrische Auswertung des Bauteils sowie die Berichterstellung mit der Messsoftware Metrosoft QUARTIS durchgeführt (Abbildung 5 und 6). Die mittels des CT erfassten Flächendaten werden für die virtuelle Antastung der Messpunkte verwendet. Ein zuvor geschriebenes Messprogramm kann ausgewählt und vollautomatisch ausgeführt werden. Diese Methode erlaubt zudem die Messung und Auswertung kleinster innerer Strukturen, die mit einem taktilen oder optischen System nicht erfasst werden können. In einem Arbeitsgang werden mit dem Verfahren mehrere Hundert Merkmale gemessen und ausgewertet.

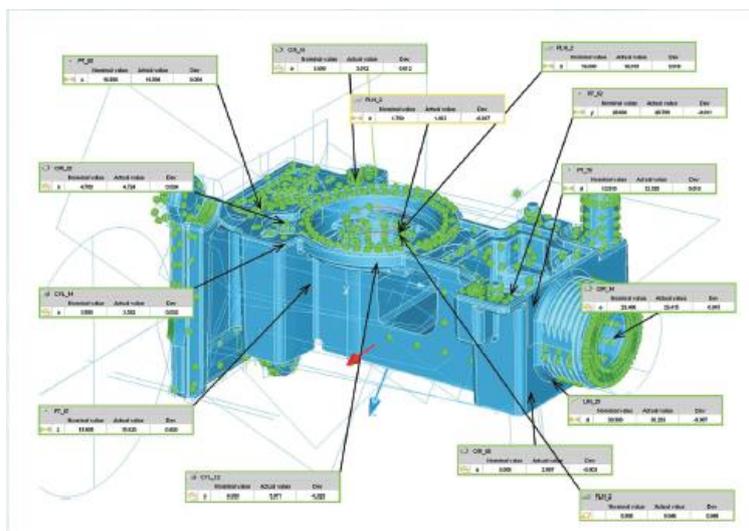


Abbildung 5: Dimensionelle Messtechnik: Graphischer Messbericht (Auszug)

Inspection Report Metrosoft QUARTIS®				WENZEL® Volumetrik			
Workpiece: 2 CES617 versione D				WENZEL Volumetrik GmbH			
Drawing: 34000617				Messgr.: 7			
Comment: COLLAUDO				Germany 78224 Singen / Hohenbrühl			
Measurement: 1 ESEGUITO SU IMP 1				Tel.: +49 7731 14436-0			
Measure date: 13.05.2011 10:50:25				Fax: +49 7731 14436-299			
Inspector: Volumetrik							
Report date: 22.06.2011							

ID	Feature type			Work. length			Graphics
	Nominal value	ISO 286	UTol	LTol	Actual value	Dev	
8		Diameter					
	ø 3.500		0.100	-0.100	3.532	0.032	32%
9		Diameter					
	ø 4.700		0.100	-0.100	4.724	0.024	24%
10		Distance plane - plane					
	d 16.000		0.100	-0.100	16.018	0.018	18%
11		Diameter					
	ø 3.000		0.050	-0.050	3.012	0.012	23%
12		Diameter					
	ø 3.000		0.050	-0.050	2.997	-0.003	-5%
17		Flatness					
	0.000		0.100		0.046	0.046	46%
20		Distance plane - plane					
	d 1.700		0.050	-0.050	1.683	-0.037	-75%

Abbildung 6: Dimensionelle Messtechnik:
Tabellarischer Messbericht (Auszug)

4. Globaler Soll-Ist-Vergleich

Als Ergänzung zur elementbezogenen dimensionellen Messtechnik dient der globale Soll-Ist-Vergleich zwischen CAD-Daten und gemessenen Daten.

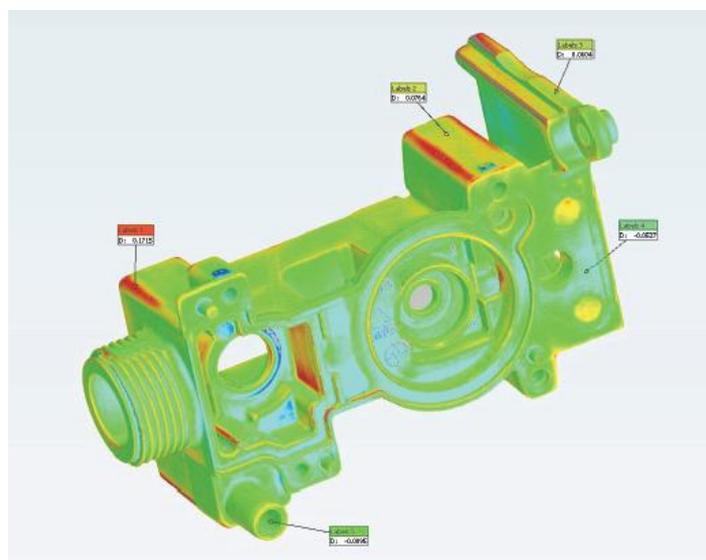


Abbildung 7: Globaler Soll-Ist-Vergleich

Wie in Abbildung 7 zu sehen, werden Abweichungen von der Sollgeometrie durch Farben markiert. Hierdurch werden Verformungen sichtbar; Ursachen für Maßabweichungen können hierdurch einfach erkannt und Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden.

5. Schlussbemerkungen

Die Eigenschaften des CT, sowohl Poren und Porennester in dickwandigen Bauteilen zu qualifizieren als auch umfangreiche dimensionelle Prüfungen durchzuführen werden neben dem Serienanlauf auch fertigungsbegleitend genutzt. Hierzu werden regelmäßig Stichproben genommen, die automatisiert ausgewertet werden.

Der Nutzen der CT-basierten Bauteilcharakterisierung ist vielfältig. Serienanläufe werden deutlich verkürzt, Die Erstmusterprüfung wird vereinfacht und führt schneller zu Abnahmen. Die Fertigungsqualität wird dauerhaft auf hohem Niveau gehalten und Ausschuss vermieden.