

Vom virtuellen zum realen Bauteil

Vermessen von Gussbauteilen nach CAD-Daten



Christine Bartels, Michael Sagemüller

Eine Bauteilgeometrie ist über einen CAD-Datensatz in jedem Punkt ihrer Oberfläche präzise beschrieben, auch dann, wenn es sich um eine komplexe Freiformgeometrie handelt. Was liegt also näher, als diesen Datensatz auch als Grundlage der Bemusterung von real gefertigten Bauteilen zu verwenden?

Moderne Messmaschinen und die zugehörige Software erlauben einen Vergleich der zu vermessenden Bauteilgeometrie mit einem CAD-Datensatz. Vorteil dieses Verfahrens ist neben der Präzision die bequeme, zumeist automatisierte Serienvermessung baugleicher Teile sowie die umfangreichen Auswertungs- und Darstellungsmöglichkeiten von Ergebnissen. Allerdings zeigt die Erfahrung aus der Praxis, dass bei der Vermessung von Gussbauteilen, wie z. B. bei dem Differentialgehäuse in Bild 1, im Vor-

weiterhin eine farbige Kennzeichnung für die Erstaufnahme für die mechanische Bearbeitung verwendeten Punkte und Flächen im Datensatz.

Da in einigen Fällen der Rohteildatensatz nicht vom Kunden sondern erst vom Modellbauer erstellt wird, sollte dieser Datensatz anschließend vom Kunden freigegeben werden. Nur hierdurch kann in solchen Fällen die Geometrieinformation des virtuellen Rohteildatensatzes als für alle Seiten verbindliche Referenz zur Bemusterung

Das Vermessen von Bauteilen nach CAD-Daten bietet eine Vielzahl von Vorteilen

feld eine Reihe von Absprachen getroffen werden müssen, um die Vorteile voll ausschöpfen zu können.

Die Vermessung kann mittels Laser, Computertomographie oder taktil erfolgen. Das zugrunde liegende Prinzip ist unabhängig vom Verfahren immer das gleiche: Messpunkte werden entweder automatisch oder manuell ermittelt und mit Punkten im Datensatz verglichen.

Das virtuelle Rohteil

Was sich so einfach anhört, birgt jedoch in der praktischen Umsetzung einige Tücken. So darf das reale Bauteil natürlich nur mit einem Rohteildatensatz verglichen werden. Dieser Datensatz, das virtuelle Rohteil, muss die Sollgeometrie des Gussteils einschließlich sämtlicher gießtechnischen Details wie Formteilung und Radien, Formschrägen und Bearbeitungszugaben beinhalten. Des Weiteren sollte die Kennzeichnung, wie z. B. die Modellnummer, das Firmenlogo und die Werkstoffkennzeichnung eindeutig definiert sein. Vorteilhaft ist

festgelegt werden. Das virtuelle Rohteil, also das virtuelle Pendant zum realen Abguss, ist nicht identisch mit dem Modellbaudatensatz. Letzterer beinhaltet neben den bereits erwähnten gießtechnischen Besonderheiten noch die Schwindung, die Kernmarken, sowie ggf. Anschnittflächen.

Vereinfachte Rohteilzeichnung

Neben dem Datensatz wird es in der Regel nach wie vor nötig sein, auch mit einer Rohteilzeichnung zu arbeiten, die einen eindeutigen Bezug zum zugehörigen Datensatz enthalten sollte. Diese kann jedoch gegenüber einer Zeichnung, die als Basis zur Bemusterung erstellt wurde, erheblich vereinfacht werden und muss nicht mehr alle Maße enthalten. In der Zeichnung wird jedoch eine Reihe von Informationen zum Bauteil festgehalten, die im Datensatz nicht enthalten sind. Hierzu gehören u. a. die Festlegung des Werkstoffs, die Angabe von Prüfvorschriften, die Definition kritischer und spezifischer Bauteilmerkmale und die

Auf den Punkt gebracht

Die Vermessung von Gussbauteilen in ihrer vollen Komplexität kann heutzutage anhand des CAD-Datensatzes des sog. virtuellen Rohteils erfolgen. Vorteile dieses Verfahrens sind die hohe Präzision und die gute Reproduzierbarkeit auch bei Freiformgeometrien, der hohe mögliche Automatisierungsgrad und die Zeitersparnis besonders bei Serienvermessungen. Eine statistische Auswertung der Messergebnisse wird unterstützt, die eine gezielte Analyse von Ursachen für Maßabweichungen erlaubt. Allerdings können alle Vorteile der Verfahren nur ausgenutzt werden, wenn ein intensiver Informationsaustausch zwischen Kunden und Gießerei erfolgt. So sollte im Vorfeld Einigkeit bestehen über den zu verwendenden virtuellen Rohteildatensatz, die Bauteilausrichtung für die Vermessung sowie über Anzahl und Position der zu vermessenden Punkte.

Dr.-Ing. Christine Bartels, Michael Sagemüller,
CLAAS GUSS GmbH, Bielefeld

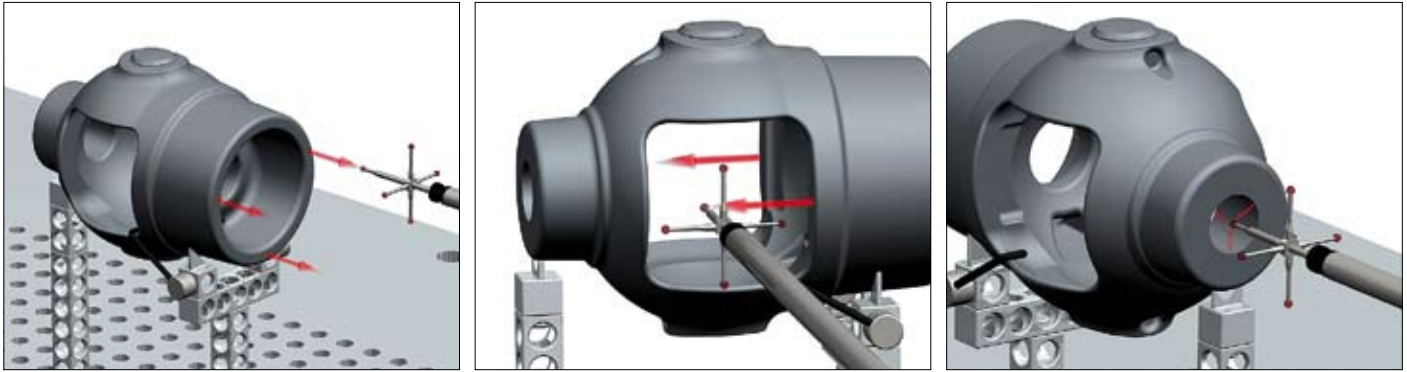


Bild 2: Ausrichtung eines Bauteils nach der Drei-Zwei-Eins-Methode

Angabe von Sondertoleranzen, die von der festgelegten Allgometoleranzklasse abweichen.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass nur bei der Verwendung von symmetrisch zu dem Nennmaß im Datensatz angesetzten Toleranzfeldern der entsprechende Datensatz für den Modellbau weiter verwendet werden kann. Werden in der Zeichnung asymmetrische Toleranzen definiert, muss der Datensatz für den Modellbau auf die Mitte des angegebenen Toleranzfeldes korrigiert werden. Dies ist ein zusätzlicher Aufwand und eine Fehlerquelle. Daher empfiehlt sich grundsätzlich die Verwendung symmetrischer Toleranzfelder.

Ausrichtung der Bauteile für die Vermessung

Für die eigentliche Vermessung werden die Bauteile auf dem Messtisch in einer Spannvorrichtung fixiert, die über einen Anschlag so konzipiert ist, dass Bauteile bei einer Serienvermessung immer gleich positioniert sind. So sind ein einfacher, schneller Wechsel von Bauteilen und eine reproduzierbare Vermessung möglich.

Wichtig für die Qualität der Messergebnisse ist die Ausrichtung der Bauteile, die nach der „Drei-Zwei-Eins-Methode“ oder nach der „Best Fit Methode“ erfolgen kann. Vorteilhaft ist es, wenn Bauteile, die mechanisch bearbeitet werden sollen, anhand der

„Drei-Zwei-Eins-Methode“ ausgerichtet werden und zwar an genau den Punkten und Flächen, die auch für die Erstaufnahme verwendet werden (Bild 2). Hierbei werden mindestens drei Punkte benötigt, um die Ebene zu definieren, zwei um das Bauteil gegen Verdrehen zu sichern und einer um den Nullpunkt zu fixieren. Diese Vorgehensweise bietet die beste Voraussetzung, um Aussagen darüber zu machen, ob Bearbeitungsbilder später passen werden. Es setzt allerdings im Vorfeld den entsprechenden Informationsaustausch zwischen dem Kunden, der Gießerei und ggf. einem externen Bearbeiter voraus.

Sollte die Drei-Zwei-Eins-Ausrichtung nicht einsetzbar sein, kann die Ausrichtung auch nach der „Best-Fit Methode“ erfolgen. Hierbei legt das Programm „bestmöglich“ den Datensatz des virtuellen Rohteils über die am Gussteil ermittelten Messpunkte. Die „Best-Fit Methode“ ist gegenüber der „Drei-Zwei-Eins Methode“ etwas ungenauer.

Um alle funktionsrelevanten Bauteilbereiche mit ausreichender Präzision, aber ohne unnötigen Aufwand vermessen zu können, sollte zwischen dem Kunden und der Gießerei im Vorfeld neben der Position der Erstaufspannung ebenfalls Position und Anzahl der zu vermessenden Punkte abgestimmt werden. Hier gilt: „So viel, wie nötig; so wenig, wie möglich“, denn spätestens bei

der Serienvermessung machen sich unnötig lange Messzeiten bemerkbar.

Möglichkeiten und Grenzen

Sollen Innengeometrien vermessen werden, ist dies mit optischen und taktilen Systemen nicht mehr zerstörungsfrei möglich. Hier müssen dann reale Bauteile entlang definierter Ebenen geschnitten werden, so dass die Innengeometrie zugänglich wird. Parallel dazu wird dieser Schnitt auch am Datensatz, also dem virtuellen Rohteil, durchgeführt. Nun ist der Zugriff auf das zu vermessende Merkmal wieder gegeben und es kann jeder Punkt am realen Bauteil mit der im Datensatz beschriebenen Position verglichen werden.

Ist das Messprogramm für ein Bauteil einmal erstellt, kann die Vermessung der definierten Messpunkte automatisch ablaufen und für beliebig viele Teile wiederholt werden. Dies bedeutet gerade für die Serienvermessung von Bauteilen einen erheblich reduzierten Aufwand. Moderne Software bietet darüber hinaus eine Reihe weiterer Arbeitserleichterungen. So kann die Liste der anzufahrenden Messpunkte auch im Nachhinein mit relativ geringem Aufwand erweitert oder gekürzt werden. Sogar der Austausch des Datensatzes des virtuellen Rohteils ist im Nachhinein noch möglich, ohne dass das Messprogramm komplett neu geschrieben werden muss. Dies kommt bei neuen Änderungsständen des gleichen Bauteils häufig zum Tragen.

Bereits während der laufenden Messung können erste Ergebnisse grafisch dargestellt werden. Neben der grafischen Darstellung (Bild 3) kann auch die Information zu den einzelnen Messpunkten für einen Erstmusterprüfbericht ausgegeben werden. Bei einer Serienvermessung von mehreren Bauteilen können darüber hinaus statistisch Auswertungen der Messpunkte durchgeführt werden. Trends in Maßabweichungen können so systematisch herausgearbeitet werden und die Basis für Ursachenforschung für Maßabweichungen und sowie für die Ableitung entsprechender Gegenmaßnahmen bilden.

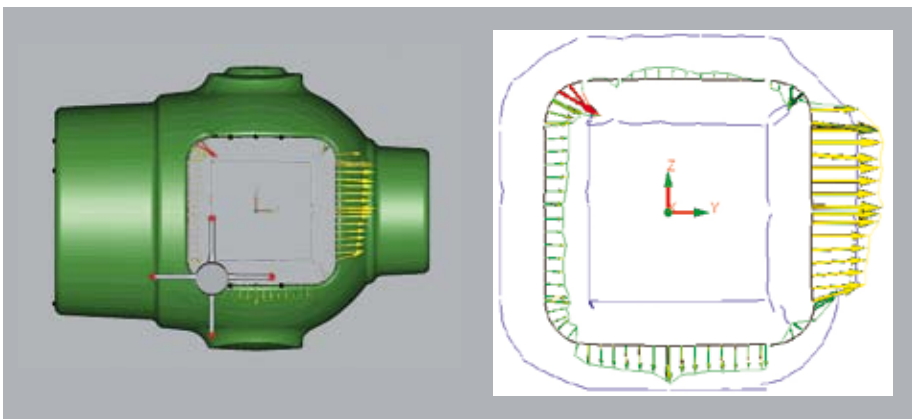


Bild 3: Grafische Darstellung von Messergebnissen – die Pfeile markieren die Abweichung der Messpunkte von der Soll-Position, die innere und die äußere blaue Linien markieren das zulässige Toleranzfeld für Maßabweichungen