

## BLECH ROHRE PROFILE

11/2011 November



Mehr braucht es nicht für hochwertige Messungen: Messtisch mit kleinem Messarm und PC.

(Bilder: Meisenbach/Albrecht)



Anka Reitz beim Erfassen der Rohrgeometrie mit dem Messarm.



Anka Reitz arbeitet seit 10 Jahren mit dem TeZet-Messsystem und will nicht darauf verzichten.

### ROHR / BIEGEN

## Wissen, was man misst

Zurück

Beim Automobilzulieferer Veritas ist seit 10 Jahren ein Rohrmesssystem mit dem TeZet CAD Messsystem im Einsatz. Eingesetzt wird das System im Prototypenbau, zur Einrichtung der Maschinen und zur Prüfung der Machbarkeit.

Der Messraum im Muster- und Prototypenbau für die Rohrfertigung bei Veritas sieht unspektakulär aus. Ein Tisch mit einem kleinen Messarm, zusammengeklappt kaum höher als 80 cm, ein PC samt Monitor, Tastatur, Maus, Drucker und eine kleine Spannvorrichtung zum Halten der zu messenden Rohre. Alles zusammen reicht aus, um dafür zu sorgen, dass die rund 20 Rohrbiegemaschinen exakt die Biegeergebnisse liefern, die gefordert sind.

Dass dies alles funktioniert, dafür sorgt seit mehr als 15 Jahren die Musterbauerin Anke Reitz. Etwa 10 Jahre arbeitet sie jetzt mit einem Messsystem und der Messsoftware TeZetCAD für die Rohrbearbeitung von der TeZet Technik AG.

„Hauptsächlich vermessen wir Metallrohre. Überwiegend Kraftstoffleitungen und Bremsleitungen,“ erläutert Anke Reitz ihre Aufgabe. „Wir machen die ersten Teile, wir sind die Prototypenbauer. Bei uns wird erstmals getestet, ob die angefragten Rohrbiegeteile überhaupt auf unseren Maschinen machbar sind und wenn ja mit welchen Genauigkeiten.“

Da in diesem frühen Stadium eines Auftrags keine Lehren vorhanden sind, ist die Qualitätskontrolle auf eine zuverlässige Messsystematik angewiesen. „Es gibt keine andere Möglichkeit zu prüfen, ob die Teile i.O. oder nicht i.O. sind.“ Und mehr noch, es lässt sich nur über Messungen des gebogenen Rohrs herausfinden, wo Abweichungen auftreten und welche Korrekturen erforderlich sind.

Anke Reitz spart sich großartige Erklärungen und exerziert eine Messung samt Korrekturvorgang am praktischen Beispiel durch. Sie setzt dabei den relativ kleinen und leichten Messarm von Microscribe ein, mit dem ein Arbeitsraum von 1,67 m abgedeckt wird. Über die Schnittstelle RS232 oder USB werden die Daten der Messpunkte sofort eingelesen und in TeZetCAD weiterverarbeitet. Die Tastrichtung wird dabei miterfasst.

Ausgangspunkt für die Messung ist eine Zeichnung des gebogenen Rohrs mit den Angaben kartesischer XYZ-Werte. „Diese Werte gebe ich in die Messsoftware und in die Biegemaschine ein. Damit errechnet sich auch die theoretische Länge, die ebenfalls in der Maschine erfasst wird. Dann biege ich das Teil auf der Biegemaschine und messe anschließend das fertige Teil. Die Messsoftware liefert am Bildschirm sofort sowohl die Daten des gebogenen Rohrs als auch Korrekturwerte für jede einzelne Biegung. Diese Korrekturwerte werden in die Messmaschine übertragen und bei der nächsten Biegung stimmen die Teile, meistens.“ Die Biegemaschine richtet sich Anke Reitz dabei selber ein, denkt sich die Werkzeuge aus und überlegt, wie das Teil zu biegen ist.

Der gesamte Messvorgang ist dabei denkbar einfach und leicht zu erlernen. Das Rohr wird in der Spannvorrichtung gehalten, wobei es auf die Lage nicht ankommt. Mit einem berührungslosen Infrarot Sensor wird das Rohr am Anfang, vor und nach jeder Biegung und am Ende erfasst. Mit den Messpunkten ermittelt TeZetCAD die Strecken zwischen den Radien und erstellt mit Kenntnis des Rohrdurchmessers ein 3D-Modell des Rohrs.

### Berührungslos Messen mit dem Messarm

Zum Messen reicht es, die U-förmige Messgabel über das Rohr zu schieben. Akustische Signale einer Geräuschführung erleichtern es dem Nutzer, sich voll und ganz auf die Messung zu konzentrieren. Akzeptierte und nicht-akzeptierte Messungen werden mit eindeutigen Geräuschen quittiert, so dass der Anwender ohne den Blick vom Bildschirm zu nehmen weiß, ob er die Messung wiederholen muss. Die berührungslosen Messungen werden dabei von den meisten Anwendern bevorzugt, weil Verschiebungen des Rohrs während des Vorgangs ausgeschlossen sind. Das Messsystem selbst arbeitet mit 6 Achsen, wobei es die sechste Achse erlaubt, auch Verdrehungen zu erfassen.

Das Ergebnis ist für Rohrbiegeanwendungen mehr als genau genug. Wenn ein definiertes Prüfteil mit dem Messsystem zweimal gemessen wird, wird eine Genauigkeit, in diesem Fall eine Übereinstimmung beider Messergebnisse zwischen 0,04 und 0,07 mm erreicht.

Zur Auswertung wird das Ergebnis unmittelbar von TeZetCAD am Bildschirm angezeigt, und zwar sowohl als 3D-Bild als auch in Form von Tabellen mit den Messwerten. In der 3D-Darstellung werden dabei das Masterrohr und das gemessene Rohr angezeigt. Anke Reitz lässt in ihrem System das Masterrohr in der Farbe Rot, das aus den Messdaten generierte echte Rohr in der Farbe blau darstellen. Nach Wahl eines Toleranzbereichs, beispielsweise 1 mm rund um den Rohrfumfang, schiebt TeZetCAD beide Rohre virtuell übereinander. Abweichungen des gemessenen Rohrs vom Master über die zulässigen Toleranzen hinaus werden hier als rote Mantelflächen erkennbar. So wird optisch sofort sichtbar, was nicht passt.

Zur Korrektur dieser Fehler wirft TeZetCAD Korrekturwerte für jede Biegung aus, und zwar in Form von Tabellen oder als digitale Daten. „Manche Maschinen brauchen dann nur die Korrekturwerte, andere brauchen die Daten des Rohrs samt den Korrekturwerten.“

Die errechneten Korrekturen kompensieren die bei Biegevorgängen typische Rückfederung, indem an den zu korrigierenden Biegungen ein größerer Umschlingungswinkel gebogen wird als in der Zeichnung gefordert. Da sich vor allem bei kompliziert gebogenen Rohrleitungen die Rückfederungen einzelner Radien auf das Gesamtbauteil auswirken, ermittelt TeZetCAD die Wirkung der Korrekturwerte jeder einzelnen Biegung auf die Gesamtgeometrie, gleicht die Korrekturen über den Gesamtverlauf ab und gibt so einen kompletten Satz an Korrekturwerten für alle Biegeradien und Verdrehungen eines Rohrbauteils aus. Die hinterlegten Korrekturalgorithmen sind dabei so gut, dass nach Anke Reitz „in 90 Prozent aller Fälle, das Rohr nach der ersten Korrektur den Vorgaben entspricht.“

Das die Korrekturwerte von Anke Reitz als Blatt ausgedruckt und manuell an den Rohrbiegemaschinen genauso eingetippt



Ein Planausdruck der Biegungen bringt zusätzliche Sicherheit bei der Kontrolle.



In der Serie wird üblicherweise mit einer Lehre gearbeitet.



Die Korrekturdaten werden manuell an der Rohrbiegemaschine eingegeben.

werden wie es in der Tabelle steht, erscheint etwas anachronistisch, ist aber das Ergebnis von schlechten Erfahrungen mit dem digitalen Datenaustausch bei einigen Maschinen. Die Wirkungen von Fehlern bei digitalem Datenaustausch sind schwieriger zu erkennen und folgenreicher als manuelle Tippfehler.

Überhaupt verlässt man sich weniger auf digitale Daten: „Wir haben so viele Probleme mit Modellen von Kunden, wo deren Koordinaten mit unseren nicht übereinstimmen. Da sind dann beispielsweise die Anstauhungen nicht berücksichtigt usw. Deswegen nehmen wir die Koordinatentabellen, die sind für uns ausschlaggebend und da merken wir am schnellsten, wo es hakt“, so Anke Reitz.

#### Vertrauen ins Messsystem

Anke Reitz ist sich nach 10 Jahren Erfahrung sicher mit dem Messsystem. TeZet erfüllt die Grundbedingungen an ein Messsystem: sie weiß, was sie misst und sie ist sich sicher, dass die Messungen richtig sind. Einige Lehrenfehler hat sie beispielsweise schon durch TeZetCAD aufgedeckt. Allerdings habe ein Mitarbeiter der Entwicklungsabteilung früher im Musterbau gearbeitet und wisse, dass man sich auf das System verlassen könne. Er lasse, wenn sie Probleme hat, die Lehre auch nachmessen.

Es sei ihr noch nie passiert, dass das System versagt habe. Messfehler allerdings, wenn etwa die Radien nicht richtig abgegriffen worden seien, fallen ihr heute bei der manuellen Eingabe der Korrekturwerte ein. Wenn etwa die Korrekturwerte für eine Verdrehung sich vor und nach einem Biegeradius aufheben, lasse sich das in aller Regel auf die Messung zurückführen.

Meist fertigt Veritas auf eine Genauigkeit von 1 mm, die bei Veritas als T1 bezeichnete Genauigkeit, in der Regel sind die Ergebnisse aber genauer.

Man vertraut bei Veritas auf das System, verschweigt aber auch nicht, dass es durchaus Grenzen gibt. Das können einerseits Anwendungen sein, wo wegen Kollisionen auf einer konkreten Biegemaschine Konturen nicht biegebar sind. Hier wird dann in Absprache mit dem Kunden festgelegt, ob beispielsweise Änderungen bei der Verdrehung erlaubt sind und welche Punkte definiert eingehalten werden müssen. In diesen Fällen fordert Anke Reitz durchaus eine Lehre oder ein Modell an. „Wenn es Probleme gibt, dann bekomme ich ein 3D-Modell, damit ich sehe, was wichtig ist. Denn an der Lehre ist einfach besser zu sehen, wie die Biegungen zu machen sind. Wenn es ganz kritisch ist, dann ist eine Lehre das genauere Mittel.“ Das gilt auch bei der Serienfertigung.

Auch in Zukunft mit Messarm

Ganz praktisch sind die Forderungen der Anwenderin an ein Messsystem: Die Software und das Programm müssen einfach zu bedienen sein. Und die Messmaschine sollte leicht sein, wie die Ausstattung bei TeZet es ist. Keine schweren Arme, die unflexibel sind. Sie bevorzugt den leichten und flexiblen Messarm, den sie vor kurzer Zeit sogar noch zusammen mit einem Laptop mobil einsetzen konnte.

Sechs bis siebenmal am Tag misst Anke Reitz mit dem System. Mehr nicht, denn meistens reiche eine Korrektur aus. „Es ist wirklich eine Ausnahme, wenn ich zweimal messen muss, und dann stimmen die Rohre. Meistens geht es schneller. Und zur Not druckt die Maschine noch eine Auflagezeichnung aus, mit der zusätzlich vor Ort kontrolliert werden kann. In diesem Einsatz hat sich die geführte Messung mit dem Messarm in Kombination mit TeZetCAD bewährt. Ein optisches Messsystem, mit dem sie notgedrungen einige Zeit arbeiten musste und das in der Serienfertigung bei Veritas erfolgreich eingesetzt wird, war nach ihrer Ansicht für die Anforderungen des Musterbaus zu aufwändig. Und solange es mit dem TeZet-Messsystem erstens schnell und zweitens zuverlässig funktioniert, sieht sie auch keinen Bedarf, auf ein anderes System zu wechseln.

Volker Albrecht

#### Veritas AG

Veritas ist ein modernes Familienunternehmen mit Konzernsitz in Gelnhausen (Hessen). Als Automobilzulieferer agiert die Veritas AG weltweit und beschäftigt mehr als 2600 Beschäftigte an sieben Standorten. Das Umsatzvolumen liegt bei rund einer halben Milliarde Euro.

Das Spektrum von Veritas umfasst das Verbinden, Dichten und Transportieren im Automobil. Metall- und Kunststoffleitungen von der Brems- bis zur Kraftstoffleitung vom Tank bis zum Motor.

Veritas ist Entwicklungspartner mit allen Möglichkeiten der Simulation, der Verifizierung und der Produktvalidierung.

Die Bearbeitung metallischer Rohre findet im Werk Hailer, nahe Gelnhausen, sowie im österreichischen Mieders statt.

Veritas AG  
 D-63571 Gelnhausen  
 Tel.: +49 6051 821-0  
 Internet: [www.veritas-ag.de](http://www.veritas-ag.de)  
 TeZet Technik AG  
 CH-5330 Zurzach  
 Tel.: + 41 56 2493760  
 Internet: [www.TeZet.com](http://www.TeZet.com)