

Die Drahtwendeln für die verschiedensten Bauformen der Wanderfeldröhren für die Signalverstärkung von Satelliten werden bei Thales Electronic Systems in einem komplizierten Prozess mit extrem hohen Anforderungen an die Präzision hergestellt. Bilder: Werth

Drahtbearbeitung mit Multisensor-Koordinatenmessgeräten optimieren

Höhenflüge mit Präzision

Höchste Qualität und Zuverlässigkeit sind für Thales Electronic Systems bei der Herstellung von Wanderfeldröhren für die Signalverstärkung von Satelliten unabdingbar. Bei der Fertigung der Kernkomponenten, den Helix-förmigen Drahtwendel, kommen 3D-Multisensor-Koordinatenmessgeräte von Werth Messtechnik zum Einsatz: Sie erkennen geringste Toleranzabweichungen zuverlässig.

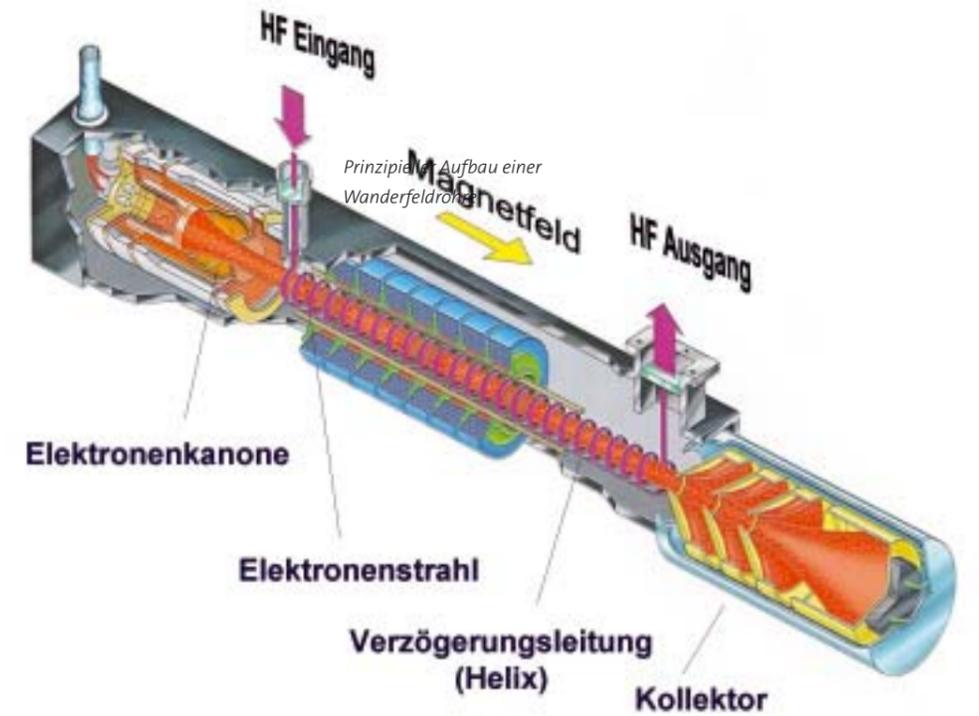
Ohne moderne Satellitentechnik sind viele Bereiche unseres täglichen Lebens wie Fernsehempfang, Telekommunikation, Wettervorhersage oder GPS-Navigation undenkbar. Entscheidende Funktionen dieser künstlichen Himmelskörper beruhen oftmals auf der Technologie von Thales Electronic Systems in Ulm. Dort werden zum Beispiel Wanderfeldröhren für die Signalverstärkung von Satelliten hergestellt.

Bruno Wanderer ist Leiter der Abteilung Drahtbearbeitung im Unternehmen. Dort werden die Drahtwendeln für die verschiedensten Bauformen der Wanderfeldröhren in einem über Jahrzehnte optimierten komplizierten Prozess mit extrem hohen Anforderungen an die Präzision hergestellt. Jedes Bauteil muss die Abteilung nach einem vorbestimmten Zeitplan ohne den geringsten Makel verlassen. Einen entscheidenden Beitrag zur Erfüllung dieses Anspruchs liefert die 3D-Multisensor-Koordinatenmesstechnik von Werth. Wanderer ist froh, dass ihm und seinen fünf Kollegen gleich zwei Koordinatenmessgeräte des Gießener Herstellers zur Ver-

fügung stehen. Denn er weiß: Präzise messtechnische Informationen über das Bauteil schaffen Freiräume für die Fertigung. Nur bei genauer Kenntnis der Ist-Maße müssen die ohnehin sehr engen Fertigungstoleranzen nicht noch zusätzlich um große Reserven für die Messunsicherheit eingeschränkt werden.

Effiziente Verstärkertechnologie von Thales

Das Team der Drahtbearbeitung produziert etwa 20 verschiedene Typen der Wendeln für die Wanderfeldröhren. Die unscheinbaren Gebilde – deren Länge meist zwischen einigen 10 mm und einigen 100 mm beträgt – bestehen aus einem in der Form einer Helix gewickelten Draht aus Molybdän oder Wolfram. Als Herzstück der Wanderfeldröhre dient diese Drahtwendel zur Anpassung der hohen Geschwindigkeit der Welle des Eingangssignals (längerer Weg durch die Wendel) an die niedrigere Geschwindigkeit (abhängig von der Kathodenspannung) des entlang der Wendelachse geführten



Elektronenstrahls in der Röhre. Nur bei exakter Abstimmung der Wendelgeometrie bewegt sich die Eingangssignalwelle (Wanderfeld) mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Elektronenstrahl. Es erfolgt eine Modulierung des Elektronenstrahls durch das Eingangssignal und somit die Verstärkerwirkung. Diese Technologie zeichnet sich durch einen sehr hohen Wirkungsgrad aus. Für volle Auftragsbücher sorgen derzeit vor allem die Betreiber von Satelliten. Derzeit arbeiten rund 560 Mitarbeiter im „Alten Röhrenwerk“ in Ulm, die Tendenz ist steigend. Allein in den Jahren 2011 und 2012 gab es 100 Neueinstellungen.

Ein einzelner Satellit trägt in der Regel gleich mehrere Wanderfeld-Verstärkerrohre auf seiner Umlaufbahn mit sich. Die Satelliten des europäischen Satellitennavigationssystems Galileo sind zum Beispiel ebenfalls mit Hochfrequenz-Verstärker-Technik aus Ulm bestückt. Angesichts der elementaren Funktion wird der Perfektionsanspruch an die Wendeln der Wanderfeldröhren schnell verständlich. Wanderer: „Bei uns findet praktisch eine Hundert-Prozent-Kontrolle statt. Wenn innerhalb unserer Abteilung ein Teil aussortiert werden muss, sind die Kosten noch überschaubar. Wenn aber der Fehler erst innerhalb der nächsten Baugruppe bemerkt wird, dann haben wir es schon mit vergleichsweise hohen Kosten zu tun.“ Rund 10 %, schätzt Wanderer, beträgt die Ausschussrate der Wendelfertigung über das Jahr gerechnet. Die Fehlerquellen sind in der Regel beim Rohmaterial oder im Handling zu suchen. Gelegentlich führen auch Maschinenfehler oder die Beschichtungsbäder zum Überschreiten der extrem engen Toleranzgrenzen. „Dazu muss man wissen, dass unsere Helix-Wendel nach Fertigstellung an der Wickelmaschine mit einer Kupferschicht überzogen werden, bevor sie erneut an einem

der beiden Video Check Geräte von Werth gemessen werden“, so Wanderer.

Im Jahr 1998 war es für das Unternehmen eine kleine Revolution, als ein Koordinatenmessgerät von Werth Messtechnik Einzug hielt. An die Stelle eines noch manuell zu bedienenden Messmikroskops war ein voll ausgestattetes CNC-Multisensor-Koordinatenmessgerät getreten. Eine Investition, die dem Arbeiten in der Abteilung für Drahtbearbeitung einen gewaltigen Schub nach vorne verschaffte. Das Messgerät ist mit einem speziellen hochgenauen und langzeitstabilen Führungssystem ausgestattet. Hierdurch ist es möglich, je nach Messaufgabe zuverlässig Genauigkeiten im Bereich von wenigen Mikrometern oder sogar unter einem Mikrometer zu erreichen. Der Werth Bildverarbeitungssensor verfügt über eine sehr leistungsstarke Konturbildverarbeitung. Auch dies wirkt sich auf die hervorragende Genauigkeit des Messgeräts aus, sorgt aber auch für zuverlässiges Arbeiten im automatischen Betrieb. Mit dem Koordinatenmessgerät hat Thales Electronic Systems im Laufe der Zeit sehr gute Erfahrungen gemacht, sodass das Unternehmen 2011 beschloss, ein weiteres Gerät aus der Video Check Baureihe in Betrieb zu nehmen.

Werth Messtechnik sichert Qualität

„Die Gründe für unseren kompromisslosen Genauigkeitsanspruch sind sicher jedem einleuchtend“, so Wanderer, „denn wenn das Teil da oben in dem Millionen teuren Satelliten nicht funktioniert, dann hat man ein Problem. Da kann man nicht einfach mal wie beim Pkw in die Werkstatt fahren oder einen Techniker hinschicken.“ Im Weltall herrschen extreme Temperaturwechsel und eine starke Strahlung. Schon der kleinste Ausfall

Der Autor



Detlef Feger
Vertriebsleiter
Werth Messtechnik
www.werth.de



Innerhalb des Teams der Abteilung Drahtbearbeitung sind die beiden Video Check Geräte von Werth zum unverzichtbaren Bestandteil der täglichen Arbeit geworden (v.l.): Peter Wöhrle, Stefan Nothdurft, Björn Bendel, Tobias Haug und Bruno Wanderer



Tobias Haug, einem erfahrenen Bediener der Win Werth Software, stehen zahlreiche Funktionen zur Verfügung. Abweichungen vom Sollwert sind für ihn über eine grafische Verlaufskurve sofort erkennbar. Die Bedienerführung erfolgt grafisch interaktiv und ist somit für Anwendungen im Labor- und Werkstattbereich ideal geeignet

kann das Scheitern einer ganzen Mission bedeuten. Wanderer: „Unsere Anforderungen an ein Messgerät sind daher höchst mögliche Genauigkeit bei entsprechender Prüfprozesseignung. Oft geht es bei uns um Toleranzen von wenigen Mikrometern – deshalb brauchen wir Messunsicherheiten von ca. $0,5 \mu\text{m}$, um die Messprozesseignung zu sichern.“

Wanderer und seine Kollegen müssen vor allem darauf achten, dass Durchmesser, Steigung, Parallelität sowie die Stegbreite keine anderen Werte annehmen, als in den Toleranzen festgelegt wurde. Die Messdauer pro Wendel beträgt mit den Video Check Geräten derzeit 30 bis 40 min für mehrere 100 Merkmale. Üblicherweise wird der Werth Video Check mit einer Charge von 15 Objekten bestückt. Das Gerät führt die Messungen dann selbstständig über Nacht durch. Am Folgetag sind die gemessenen Werte als Verlaufskurve am Monitor direkt erkennbar. Bei der Überprüfung der Steigung müssen Toleranzen von $6 \mu\text{m}$ eingehalten werden, die Toleranz für die Parallelität der Windungen erlaubt einen Spielraum von nur $3 \mu\text{m}$.

Wanderer erinnert sich noch gut an die Installation des ersten Video Check Geräts: Es hat damals eine Weile gebraucht, bis die spezifischen Anforderungen gemeinsam mit den Ingenieuren und Technikern von Werth umgesetzt waren. „Man kann mit Werth sehr gut zusammenarbeiten“, sagt der Abteilungsleiter. „Das trifft nicht nur auf die Installationsphase zu, das ist auch später

beim laufenden Betrieb noch der Fall. Wenn wir mittags um 14 Uhr ein Problem haben, dann muss das Messgerät schnellstmöglich wieder funktionieren.“ In solchen eher seltenen Fällen freut sich Wanderer über die ständig erreichbare Service-Hotline bei Werth in Gießen. „Umgehend erhält man einen Rückruf und die Monteure für Südwestdeutschland sind dann schnell zur Stelle, um das Problem anzupacken. Wenn es sein muss, auch am Wochenende.“ Wegen der hohen Zufriedenheit wurde in der Zwischenzeit ein drittes Video Check Gerät für die Wareneingangskontrolle angeschafft.

Und die nächste Investition steht auch bereits an: Vor einigen Monaten haben sich Mitglieder des Wanderer-Teams bei Werth über die zum Patent angemeldete Raster-scanning-Methode „Rotary On The Fly“ informiert, mit der der Video Check nachgerüstet werden kann. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, das zur Messung von Geometrien dient, die auf der Mantelfläche von rotationssymmetrischen Körpern liegen. Es erfolgt eine kontinuierliche Bildaufnahme während der Drehung. Das hat den Vorteil, dass auf die sonst üblichen Start-Stopp-Zyklen verzichtet werden kann. Hierdurch können die bisherigen Messzeiten drastisch reduziert werden. Auch die Werth-Strategie, neue Technologien für schon im Einsatz befindliche Geräte über Nachrüstungen zur Verfügung zu stellen, ist für das Thales-Team ein Argument für Werth Messtechnik als Partner. ■