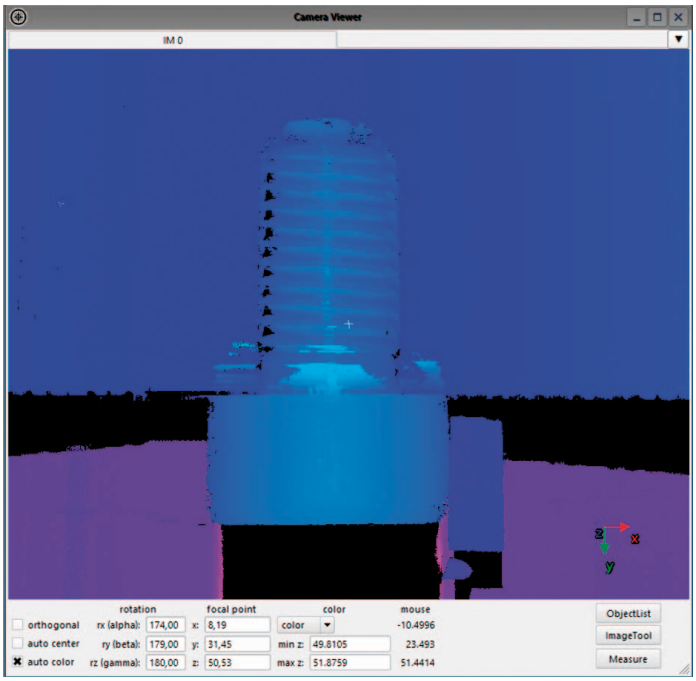
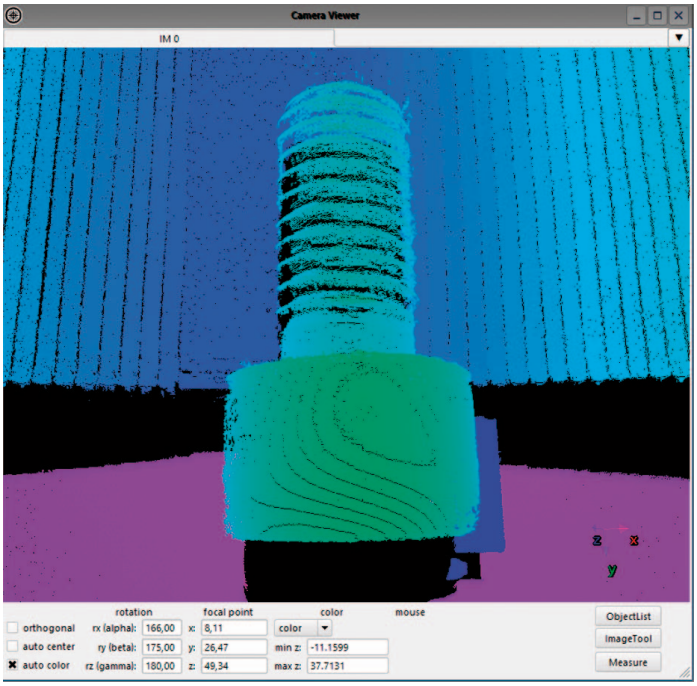
Qualitätsprüfung von Innen- und Außengewinden mit Bildverarbeitung





3D Punktewolken-Aufnahmen mit einem Lasertriangulationssensor aufgenommen

Gewinde können nur einwandfrei funktionieren, wenn sie den Vorgaben genau entsprechen. Die Maßhaltigkeit ist daher eine wichtige Größe. Außerdem kann eine fehlerhafte Ausprägung oder Verschmutzung durch Späne bei der Herstellung zu fehlerhaften Produkten führen. Dies gilt für Außen- sowie Innengewinde. Besonders wichtig ist die Sicherstellung der Funktion bei sicherheitsrelevanten Bauteilen.

Zum Prüfen von Innen- und Außengewinden gibt es fünf Bestimmungsgrößen, sowie die Bestimmung der Lageabweichung des Gewindes zu definierten Bezugsflächen. Für eine Reihe von Funktionen wie z. B. bei hydraulischen Aggregaten oder bei der Anfertigung von Lehren und Messgeräten, ist diese Prüfung unbedingt erforderlich.

Prüfung der wichtigsten Größen

1. Nenndurchmesser
2. Flankendurchmesser
3. Kerndurchmesser
4. Steigung
5. Flankenwinkel

Die Durchführung der Prüfung ist allerdings nicht trivial. Nachfolgend wird die industrielle Bildverarbeitung als mögliche Alternative zu herkömmlichen Messverfahren wie z. B. Schenkelmessuhrgeräte und Messschrauben, beschrieben und bewertet werden.

Prüfung von Außengewinden

Die Prüfung von Außengewinden lässt sich einfach durchführen. Sie können mit manuellen Verfahren genauso geprüft werden wie mit der Industriellen Bildverarbeitung. Herkömmlich wurden spezielle Messgeräte oder Gewindelehren eingesetzt oder es wurde visuell mit dem menschlichen Auge in speziellen Messstationen geprüft. Die manuellen Prüfungen haben den ein oder anderen Nachteil. Gewindelehren nutzen sich ab, die Messgeräte müssen genau kalibriert und eingestellt sein und das menschliche Auge ermüdet nach einer gewissen Zeit. Außerdem ist die Beurteilung durch den Menschen subjektiv geprägt. Die Prüfungen können nicht mit den Taktzeiten einer automatischen Produktion mithalten, liefern keine digitalen Daten zur Weiterverarbeitung, sind zeitintensiv und teuer.

Außengewinde können mit der industriellen Bildverarbeitung sehr einfach auf die fünf Bestimmungsgrößen geprüft werden, die in der DIN 13 für ISO-Profil beschrieben werden.

Automatisch und kontaktlos

Die Gewindeprüfung mit industrieller Bildverarbeitung erfolgt automatisch und vollkommen kontaktlos. Die Messung wird in den Produktionsprozess integriert. So werden Fehler sofort in Echtzeit detektiert und können sofort behoben werden. Dies spart Zeit und Kosten, was in einer effizienten und modernen Produktion gefordert wird. Außerdem sind die Test reproduzierbar. Durch die Analyse der Messwerte können auch Trends sofort erkannt und behoben werden. Daher ist Bildverarbeitung im Produktionsprozess unverzichtbar.

Richtige Beleuchtung

Voraussetzung für verwertbare Aufnahmen ist die richtige Beleuchtung, in diesem Fall ein Durchlicht, welches das Gewinde von unten beleuchtet. Dadurch kann die Kamera sehr gut die Konturen des Gewindes aufnehmen. Vorteilhaft

Autor:
Michael Beising, Geschäftsführer bei EVT

EVT Eye Vision Technology
www.evt-web.com

ist in den meisten Fällen auch ein telezentrisches Objektiv. Dies dient dazu das Objekt – das Gewinde – ohne perspektivische Verzerrung zu erfassen. Ebenso erscheint das Bild unabhängig vom Objektabstand immer gleich groß, allerdings wird es unscharf, wenn das Objekt außerhalb der idealen Objektebene liegt.

3D-Sensor

Die Außengewinde können beispielsweise mit einem Lasertriangulationssensor (3D-Sensor) vermessen werden. Die Triangulationsmethode basiert auf einem Laser und einer Kamera, die die Projektion der Laserlinie aufnimmt. Mit dieser Methode können auch alle fünf Bestimmungsgrößen, aber noch viel mehr, nämlich Unebenheiten die nur mit 3D Inspektion zu sehen sind, ermittelt werden.

Nach der Aufnahme des 3D-Bildes (Punktewolke) erfolgt die Prüfung in mehreren Schritten. Zuerst werden die äußersten Punkte der Gewindekontur bestimmt und in zwei Untergruppen klassifiziert, welche den Gewindekern und Gewindespitze repräsentieren. Im nächsten Schritt werden, basierend auf den Punkten der Gewindekontur, Punkte bestimmt, welche den Zylinder beschreiben zum Nenndurchmesser, Kerndurchmesser, Flankendurchmesser zu definieren.

Neben den globalen Parametern wie Nenn-, Kern- und Flankendurchmesser können auch Informationen über deren Werteverteilung erworben werden. Dies kann z. B. helfen um bei der Gewindeproduktion die Abnutzung der verwendeten Werkzeuge unmittelbar zu bestimmen.

Allerdings, muss bei der 3D Inspektion die Zeit die für die Prüfung benötigt wird optimiert werden, denn für Produktionslinien mit einem sehr hohen Durchsatz könnte die Geschwindigkeit (Stück/Stunde) nicht ausreichen.

Auswertesoftware

Zusätzlich benötigt man die passende Auswertesoftware. Diese stellt die Prozesse für die Prüfmethode und die Algorithmen der passenden Auswertung bereit. Gängig ist hier die Methode des Mustervergleichs. Dabei wird ein einwandfreies Exemplar (Golden Master) mit dem zu prüfenden Produkt verglichen. Die Genauigkeit des Ergebnisses hängt davon ab, wie präzise der Golden Master eingemessen wurde.

Eine andere Methode beinhaltet verschiedenste Messtechnik-Befehle, die beispielsweise den Winkel, Abstände, Durchmesser prüfen und anschließend jeden Parameter einer Schraube einzeln berechnen. Vereint man die Prüfung der einzelnen Parameter in einem einzigen Befehl, d. h. man entwickelt dazu ein Add-on, so erfolgt die Durchführung im Bruchteil einer Sekunde, etwa in der Geschwindigkeit eines Augenzwinkerns. Voraussetzung ist das Einlernen der Kontur mit Hilfe von Tastern. Anschließend können sehr viele Schrauben schnell, hochgenau und effizient im Produktionsprozess einzeln geprüft werden.

Die fünf oben genannten Bestimmungsgrößen sind bei der Außengewindeprüfung einfach mit der entsprechenden Optik und Beleuchtung zu prüfen. Schwieriger wird es bei der Prüfung der Innengewinde.

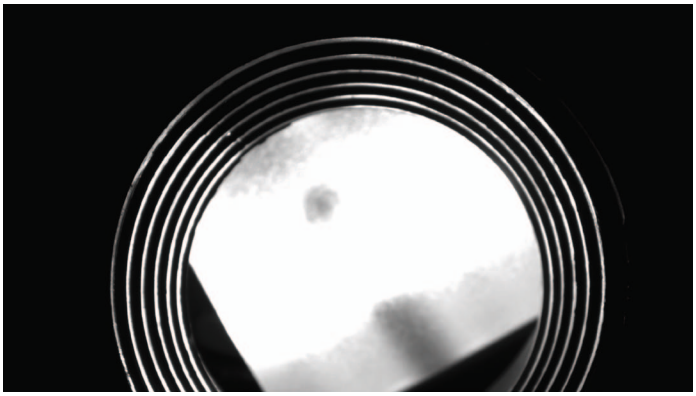
Prüfung von Innengewinden

Die schwer zugängliche Geometrie der Innengewinde stellt eine besondere Herausforderung für den Einsatz optischer Inspektionssysteme dar. Manuelle Sichtprüfungssysteme mit Endoskopen dominieren deshalb die Praxis. Auch die Verwendung von Gewindelehren und anderen Messmaschinen sind üblich. Dies ist ein aufwendiger und zeitintensiver Prüfvorgang.

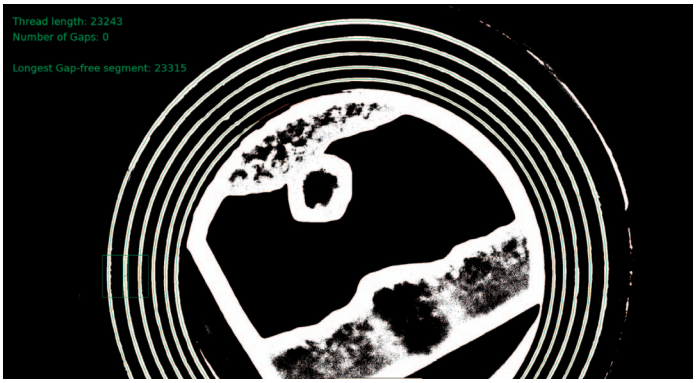
Um die Nachteile zu beheben, wurden viele neue Techniken entwickelt oder befinden sich in Entwicklung. So wird auch mit 3D-Scannern experimentiert. Ein zufriedenstellendes Ergebnis war bisher nicht dabei. Um den wachsenden Anforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit gerecht zu werden, besteht eine große Nachfrage nach praxistauglichen automatisierten Lösungen. Die industrielle Bildverarbeitung ist hier leider Stand heute nur teilweise geeignet. Die 2D-Innengewindeprüfung reicht hier nicht aus.

Die 3D-Inspektion

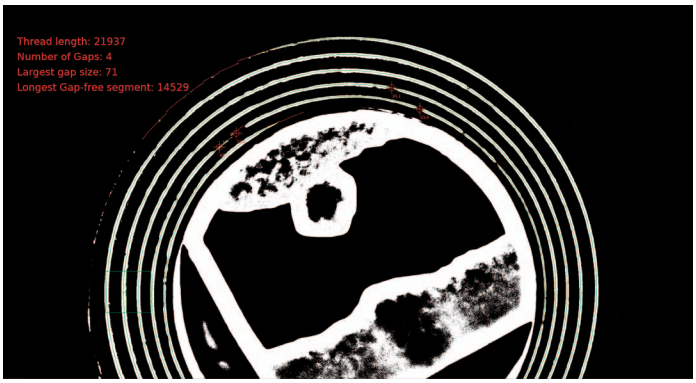
von Innengewinden ist darauf ausgerichtet auch Geometrien im Inneren einer Bohrung zu messen. Mit dem 3D-Scanner können Punktewolken eingezogen werden, aus denen die Gewindeparameter entnommen werden können.



Aufnahme des Innengewindes mit einem Superweitwinkelobejktiv



Innengewinde ohne Fehler



Innengewinde mit Fehler

Stand heute kann das Innengewinde mit Hilfe der Bildverarbeitung das Vorhanden-Sein des Gewindes, Tiefe, Flankenwinkel, Konzentrität, Konizität, Zylindrizität, Koaxialität, Rechtwinkligkeit, Beschädigungen, Späne, Verschmutzungen im Material, Ablagerungen usw… effizient und genau prüfen.

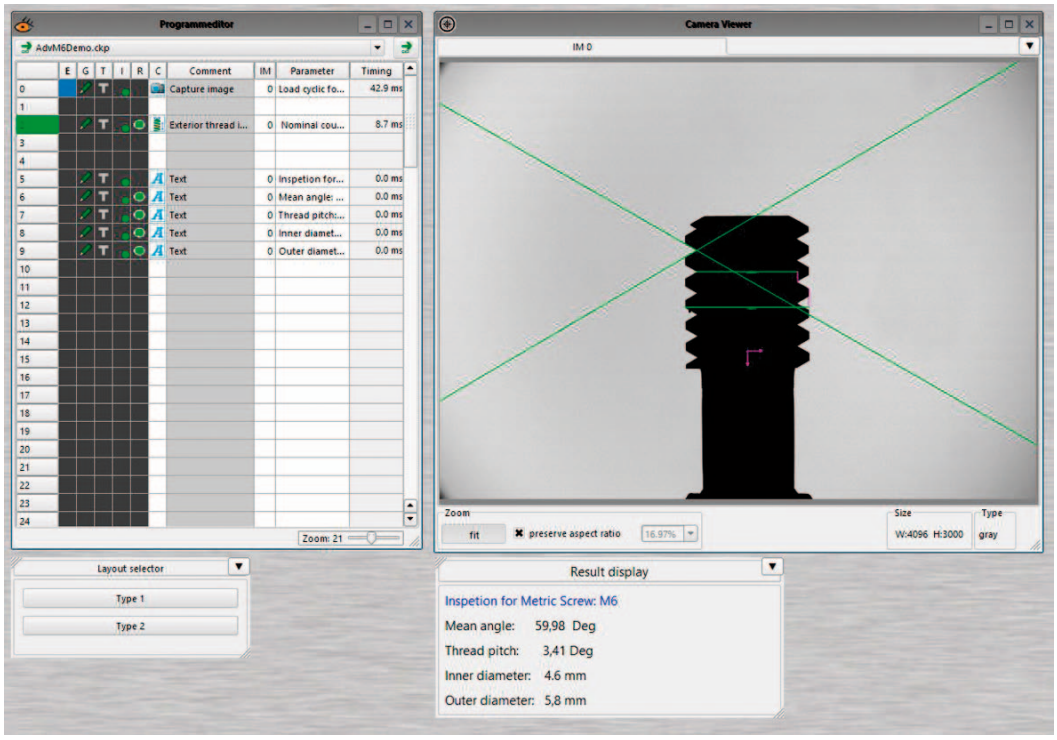
Dazu werden Superweitwinkel-Objektive eingesetzt, die eine komplette Abbildung der Bohrung von außen ermöglichen. Eine solche Optik zur Lochinspektion ist speziell dafür ausgelegt, sowohl den Boden eines Hohlraums als auch dessen senkrechte Wände abzubilden. Der große Sichtwinkel von mehr als 82° macht dies möglich. Dazu muss nicht, wie bei einer taktilen Prüfung in das Innengewinde eingetaucht werden. Dies spart Zeit und reduziert langfristig die Produktionskosten.

Um zu Gunsten der Geschwindigkeit nicht an Abbildungsqualität zu verlieren muss das Bildverarbeitungssystem sehr genau eingestellt sein. Fallen optische Achse und Bohrlochachse nicht zusammen, ergeben sich Verzerrungen und Helligkeitsschwankungen im Bild. Ebenso muss auf die entsprechende Beleuchtung geachtet werden, um Lichtreflexe und Überstrahlung zu vermeiden.

Gefordert wird ein Auswerteverfahren, welches robust gegenüber Abbildungsdefiziten ist. Vorteilhaft ist eine Software, die eine graphische Benutzeroberfläche zur Verfügung stellt und so einen schnellen Aufbau von Prüfprogrammen, einschließlich der Anbindung von Kameras und I/O-Karten ermöglicht. Ebenso wichtig ist eine einfache Anbindung an Profinet oder Modbus. Das Prüfprogramm enthält alle benötigten Prüffunktionen. Wenn benötigte Funktionen fehlen, können diese leicht über Add-ons ergänzt werden.

Fazit

Die industrielle Bildverarbeitung ist immer weiter auf dem Vormarsch und löst bisherige Verfahren ab. Sie lässt sich einfach in die Fertigungsanlagen integrieren und ermöglicht eine berührungslose, zerstörungsfreie und reproduzierbare Qualitätskontrolle, die auch weitgehend automatisiert werden kann. Sie kann an die geforderten Taktzeiten der Linie angepasst werden, arbeitet objektiv und ist immer verfügbar. Außerdem sind die aufgenommenen Daten digital und können problemlos weiterverarbeitet werden. Die industrielle Bildverarbeitung erfüllt die Anforderungen von Industrie 4.0. Sie hilft den Prüfprozess effizienter zu gestalten und zu optimieren.



Der Screenshot zeigt die EyeVision Software mit Auswertungen an einem Außengewinde

Dies können taktile und manuelle Methoden nicht leisten. Allerdings haben sie immer noch in bestimmten Fällen ihre Daseinsberechtigung. Ein Beispiel ist hier die Prüfung von Innengewinden. Es ist heute noch nicht möglich, alle fünf benötigten Prüfparameter mit industrieller Bildverarbeitung aufnehmen zu können.

Zwar können die anderen Qualitätsmerkmale sehr gut mit Superweitwinkel-Objektiven geprüft werden, aber wenn es darum geht die fünf Bestimmungsgrößen von Gewinden zu prüfen, müssen andere Verfahren herangezogen werden.

Die 3D-Inspektion bietet hier vielleicht eine ebenso effiziente wie präzise Lösung. Mit ihr können alle Bestimmungsgrößen der Innen- und auch Außengewinde, sowie zusätzliche Parameter überprüft werden. Allerdings ist die Geschwindigkeit der 3D-Inspektion nicht für alle Produktionsprozesse ausreichend schnell. ◄

Von ISS bis Deep Space - Faszination Weltraumfunk

Aus den Medien erfährt man immer wieder von neuen Raumfahrt-Missionen. Da geht es um Entfernungen, Reisegeschwindigkeiten, Instrumente, Forschungsziele und Zeithorizonte. Doch wie die gewonnenen Daten auch von der Raumsonde zur Erde übermittelt werden, bleibt meist unerwähnt. So ist beispielsweise die Gemeinsamkeit fast aller Missionen, das Deep Space Network der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA, in der Öffentlichkeit kaum bekannt. Dieses Buch stellt es näher vor und beschreibt, wie Satelliten, Raumstationen, Raumsonden und Lander mit der Erde kommunizieren. Dazu dienen ausgewählte Satellitensysteme und Raumfahrt-Missionen als anschauliche Beispiele. Und zum Schluss erfährt der Leser noch, welche Überlegungen etwa für eine Kommunikation über interstellare Distanzen angestellt werden müssen, wie man sich auf realistische Weise dem Thema SETI nähert und was für eine Rolle Laser-Strahlen und Quanten bei der Kommunikation im Weltraum für eine Rolle spielen.

Frank Sichla, 17,5 x 25,3 cm, 92 S., 72 Abb.
ISBN 978-3-88976-169-9, 2018, 14,80 €