

Einführung in die 3D-Messtechnik

Einleitung

Auf dem heutigen hochtechnisierten Markt besteht ein großer Bedarf hinsichtlich der dreidimensionalen Erfassung von Teilen, Produkten und Umgebungen. Unabhängig davon, ob es um kleine Bauteile mit exakten Durchmessern, die Ausrichtung großer Anlagen, das Einrichten von Werkzeugmaschinen oder sogar die Dokumentation ganzer Gebäude und Umgebungen geht, dank Dimensionsmessdaten können Unternehmen fundiertere Entscheidungen treffen und hochwertigere Produkte herstellen. Die dreidimensionale Erfassung der Messdaten bietet den Unternehmen eine größere Transparenz und eine höhere Zuverlässigkeit in Bezug auf die Genauigkeit und Vollständigkeit der Messungen – und ganz nebenbei ist diese Vorgehensweise auch viel effizienter.

Der technische Fortschritt hat leistungsstarke tragbare 3D-Messgeräte hervorgebracht, mit denen Unternehmen keinerlei Abstriche bei Genauigkeit oder Vielseitigkeit machen müssen. Mit der 3D-Messtechnologie lässt sich die Digitalisierung komplexer Teile und Umgebungen stark beschleunigen und Unternehmen sind dadurch in der Lage, schnell und einfach umfassende hochauflösende Daten zu erfassen und die Qualität von Produkten zu verifizieren. Physische Prüfvorrichtungen und herkömmliche Handmessgeräte wie Messschieber, Senklote und Bandmaße wurden durch vielfältige Messgeräte für die Vermessung und Inspektion von Bauteilen, Produkten und Umgebungen ersetzt. In den folgenden Kapiteln werden die unterschiedlichen 3D-Messgeräte, ihre Funktionsweise und ihre jeweiligen Einsatzmöglichkeiten beschrieben.

Mobile Messarme

Ein wichtiger Aspekt der Qualitätskontrolle ist die Produktinspektion. Früher, als Hersteller noch mit fest installierten Koordinatenmessgeräten (KMG) arbeiteten, hatten sie oft mit Engpässen zu kämpfen. Um bei dieser Methode die Produktqualität zu gewährleisten, mussten die zu prüfenden Teile aus der Fertigungslinie genommen und in einen temperaturgeregelten Raum gebracht werden, wo die Vermessung stattfand. Darüber hinaus stellten stationäre KMGs eine bedeutende Investition dar.

Andere Inspektionsmethoden bedürfen klassischer Handmessgeräte wie Mikrometer und Messschieber, doch verzerren hier Abweichungen zwischen verschiedenen Anwendern die Ergebnisse und führen später im Fertigungsprozess zu Fehlern. Außerdem sind Handmessgeräte für komplexe Teile nur sehr eingeschränkt nutzbar, und sie können nicht direkt mit CAD-Daten verknüpft werden.

Durch den Einsatz einer exakten, kostengünstigen tragbaren Messlösung wie z. B. einem Messarm direkt in der Fertigungslinie kommt es nicht mehr zu Verzögerungen, und die Effizienz steigt deutlich. Es gibt keine Abweichungen mehr zwischen den Messergebnissen der verschiedenen Bediener und der direkte Vergleich mit CAD-Daten ist möglich.

Ein Messarm ist ein tragbares KMG, das die Position eines Messtasters im dreidimensionalen Raum bestimmt, speichert und die Ergebnisse über eine Software ausgibt. Um die Position der Tasterspitze berechnen zu können, müssen der Drehwinkel jedes Gelenks und die Länge jedes Armsegments bekannt sein. Ausgestreckt liegt die radiale Reichweite normalerweise zwischen 65 cm und 2,00 m (1,30 m bis 4,00 m Arbeitsvolumen).

Der Winkel jedes Drehgelenks wird mittels optischer Drehimpulsgeber bestimmt. Diese Impulsgeber ermitteln den Drehwinkel inkrementell, indem sie Linien zählen, welche in einem präzisen Abstand auf einer gläsernen Reibbeschleife aufgebracht sind und die zugehörige Software wandelt das Ergebnis in Winkeländerungen um. Messarme verfügen normalerweise über sechs oder sieben Rotationsachsen, die zusammen ein großes Bewegungsspektrum ermöglichen. Da die Geräte tragbar sind, können Sie damit einfache Vermessungen prozessbegleitend oder direkt am Teil durchführen. Somit entfallen Stillstände in der Produktion und Engpässe in der Qualitätskontrolle gehören der Vergangenheit an. Unternehmen, die einen Messarm installiert haben, konnten die Effizienz ihrer Produktion steigern und Produkte schneller ausliefern. Dadurch, dass Berichte automatisch vom Computer generiert werden, halten sie darüber hinaus auch problemlos Qualitätsstandards ein.



Typische Anwendungen für Messarme sind:

- Dimensionsanalyse: Messungen zur Geometrie- und Toleranzkontrolle
- CAD-basierte Inspektion: Messungen im direkten Vergleich mit CAD-Daten, um Abweichungen in Echtzeit zu erkennen
- On-Machine-Inspection (OMI): Inspizieren von Bauteilen auf der Maschine, auf der sie hergestellt werden
- Erstmusterprüfung: Vermessung einzelner Teile, um sie mit den Soll-daten zu vergleichen
- Ausrichtung: Bauteile ausrichten, um Abweichungen in der relativen Lage zu beurteilen
- Reverse Engineering: Bauteile und Gegenstände digitalisieren, um CAD-Modelle mit kompletter Oberfläche zu erzeugen

Gelenkarme mit Laser Line Probe-Aufsätzen

Offt bestehen die zu inspizierenden Produkte oder Teile aus weichen, verformbaren Materialien. Durch Kontaktmessung zu exakten Messergebnissen zu kommen, gestaltet sich in diesem Fall äußerst schwierig. Dank der Lasertechnologie ist es aber möglich, auch ohne direkte Berührung hochpräzise Messungen durchzuführen.

Mit einer Laser Line Probe, welche direkt am Gelenkarm angebracht wird, können Anwender Abmessungen und Merkmale des Objekts auch kontaktlos messen. Zur Erfassung von Messpunkten projiziert ein Hochleistungslaser einen Strahl auf die Oberfläche des Objekts und eine Kamera beobachtet den Laserstrahl, um die Position der Oberflächenpunkte zu bestimmen.



Der Laser scannt Oberflächen mit einer Scanrate von 45.000 Punkten pro Sekunde und ermöglicht es Anwendern, umfangreiche Punktwolkendaten schnell und einfach zu erfassen. So werden Aspekte von Teilen deutlich, die in einem taktilen Verfahren evtl. nicht erkannt würden. Eine Punktwolke, auch als Scan bezeichnet, besteht aus Millionen von Punkten in einem Gitternetz mit gleichmäßigen Abständen.

Typische Anwendungen für Messarme mit Laser Line Probe-Aufsatz sind:

- Berührungslose Prüfung: Weiche, verformbare und komplexe Formen prüfen; Vergleiche zwischen Punktwolken und CAD, schnelle Prototypenentwicklung, Reverse Engineering und 3D-Modellierung durchführen
- CAD-basierte Inspektion: Messungen im direkten Vergleich mit CAD-Daten; Abweichungen vom Soll in Echtzeit erkennen
- Reverse Engineering: Bauteile oder Gegenstände digitalisieren, um CAD-Modelle mit kompletter Oberfläche zu erzeugen

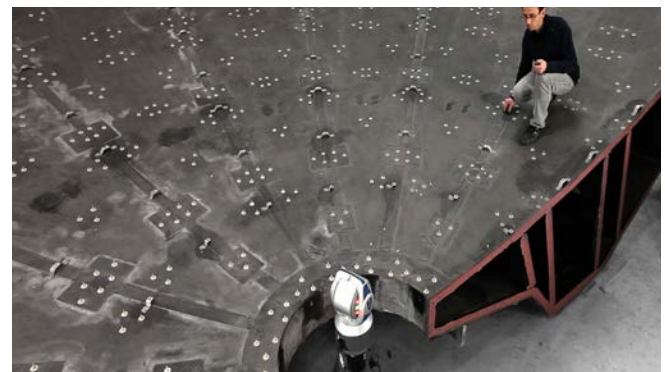
Lasertracker

In vielen Industrieanwendungen sind hochpräzise Vermessungen großer Teile an der Tagesordnung. Ein Lasertracker ist ein tragbares Koordinatenmessgerät, mit dem Anwender schnell und einfach ihre Ziele hinsichtlich Präzision erreichen und Messgeräte und Hilfsmittel wie Klavierdraht, Senklote, Messmaschinen, Theodoliten, optische Nivellierinstrumente und Totalstationen ersetzen können.

Durch sein großes Messvolumen macht der Lasertracker die Inspektion von Teilen vieler verschiedener Größen möglich. Bei großen Teilen und bei Messungen, die verschiedene Ausrichtungen erfordern, kommen Ausschuss und Stillstandszeiten besonders teuer. Mit dem Lasertracker liegen die nötigen 3D-Daten vor, um Teile gleich auf Anhieb (und ohne Ausschuss) richtig zu produzieren, und zwar schnell genug, um besagte teure Stillstandszeiten zu reduzieren.

Die Funktionsweise eines Lasertrackers ist ganz einfach: Er misst zwei Winkel und eine Distanz. Der Tracker richtet einen Laserstrahl auf einen Spiegelreflektor, der an das zu vermessende Objekt gehalten wird. Das vom Reflektor gespiegelte Licht geht den gleichen Weg wieder zurück und trifft an derselben Stelle wieder in den Tracker ein, an der es ihn verlassen hat.

Es gibt verschiedene Arten von Reflektoren, doch der gängigste ist der sphärisch montierte Reflektor (SMR). Beim Wiedereintritt des Lichts in den Tracker messen zwei Winkelmessgeber den Höhen- und den Drehwinkel, während die 3D-Position des Reflektors über ein hochpräzises ADM (Absolute Distance Meter) ermittelt wird.



Typische Anwendungen für Lasertracker sind:

- Ausrichtung: Echtzeit-Feedback bei der Positionierung von Objekten
- Aufstellung: Anordnung/Ausrichtung von Maschinenfundamenten
- Inspektion von Bauteilen: digitale Aufzeichnung der Ist-Daten im Vergleich zu den Soll-Daten
- Werkzeugbau: Werkzeuge mit nur einer Person einrichten und inspizieren
- Fertigung und Integration von Baugruppen: wichtiges Echtzeit-Feedback bei der Positionierung
- Reverse Engineering: hochpräzise digitale Scandaten erfassen

3D-Bildgebungsgeräte

Mit auf Drehtischen oder Robotern montierten automatisierten Messgeräten können Anwender schnell und präzise Inspektionen durchführen und Baugruppen verifizieren und dabei deutlich Zeit und Geld sparen.

3D-Bildgebungsgeräte sind berührungslose Messgeräte, die engmaschig Oberflächendaten von Teilen sammeln. Üblicherweise werden Flächen von 100 bis 1.000 Quadratmillimetern erfasst. Da 3D-Bildgebungsgeräte lediglich auf das gewünschte Ziel gerichtet und ausgelöst werden, lassen sie sich hervorragend in automatisierte Lösungen integrieren.

3D-Bildgebungsgeräte verwenden Projektionen strukturierten Lichts, z. B. ein bestimmtes Linien- oder Punktmuster. Diese Projektionen werden von einer oder mehreren Kameras beobachtet. Anhand einer Reihe von Änderungen der Projektionen lassen sich für jeden Pixel in der Kamera 3D-Koordinaten ermitteln. Beispielsweise gibt ein 3D-Bildgebungsgerät mit einer 4 Megapixel-Kamera 4 Millionen Punkte pro Messung aus.

3D-Bildgeber, die mit strukturiertem Licht arbeiten, können bei schwierigen Oberflächen eine sehr hohe Messgenauigkeit erzielen. Auch zur Datenerfassung von Merkmalen sind sie geeignet, allerdings hängt hier ihre Genauigkeit von der Auflösung der Kamera ab, da diese für den Abstand der erfassten Punkte auf dem Teil maßgeblich ist.

Typische Anwendungen für 3D-Bildgebungsgeräte sind:

- Erstmusterprüfung, prozessbegleitende Prüfung und Endabnahme: digitale Aufzeichnung der Ist-Daten im Vergleich zu den Soll-Daten z. B. von Blechteilen
- Teile und Baugruppen, Außenhaut von Flugzeugen, Werkzeuge und Formen, Gussteile und bearbeitete Bauteile
- Reverse Engineering: hochpräzise digitale Scandaten zum Einsatz in der Bestandsdokumentation, in der Produktentwicklung für den Zubehörmarkt und der virtuellen Montage sammeln
- Schnelle Prototypenentwicklung: 3D-Modelle zum Einsatz in der Werkzeuganpassung und der schrittweisen Produktverbesserung herstellen



Laserscanner für große Volumina

Die Vermessung ganzer Umgebungen wie z. B. Gebäudefasaden, komplexen Rohrsystemen oder auch eines Tatorts kann zeitraubend und umständlich sein. Viele Unternehmen haben sich daher Laserscanner für große Volumina angeschafft, die unglaublich detailreiche dreidimensionale Bilder von Geometrien und komplexen Umgebungen erzeugen können. Im Vergleich zu herkömmlichen Messverfahren wie Bandmaßen, Laser-Entfernungsmessern, Digitalkameras und Totalstationen kann ein Laserscanner bei großen Volumina Millionen von 3D-Datenpunkten schnell, einfach und kostengünstig erfassen.

Das Prinzip des Laserscanners ist einfach: Phasenverschiebungssysteme senden einen Laserstrahl mit bekannter Frequenz aus („ausgesendetes Licht“). Ein Teil des Strahls wird dann zum System zurückgeworfen („reflektiertes Licht“). Die Phase dieses „reflektierten Lichts“ wird daraufhin mit der bekannten Frequenz verglichen. Der Unterschied zwischen den beiden Wellenspitzen ist die sogenannte „Phasenverschiebung“. Scanner, die mit Phasenverschiebung arbeiten, gehören zu den genauesten und schnellsten Scannern auf dem Markt.



Der Unterschied zwischen den beiden Wellenspitzen ist die sogenannte „Phasenverschiebung“. Scanner, die mit Phasenverschiebung arbeiten, gehören zu den genauesten und schnellsten Scannern auf dem Markt.

Typische Anwendungen für Laserscanner für große Volumina sind:

- Facility Management: 3D-Dokumentation für das allgemeine Anlagenmanagement sowie Nachrüstungsprojekte
- Forensik, Spurensuche: Flugbahnen von Geschossen/Blutspritzern erfassen, umfassende Beweissicherung am Tatort
- Unfallrekonstruktion: 3D-Modelle zur Ursachenanalyse oder zur Verwendung vor Gericht erzeugen
- Architektur und Hoch- und Tiefbau: Bestandsdokumentation von Gebäuden, 3D-Modelle zur Verwendung in Gebäudeinformationsmodellen (BIM) entwickeln
- Denkmalschutz: Dokumentation von Gegebenheiten zur Erhaltung, Restauration und Dokumentation von Baudenkmälern



Zusammenfassung

Die 3D-Messtechnik bietet Herstellern, Anbietern von Vermessungsdienstleistungen, Architekten, Ingenieuren und Bauunternehmern, der Polizei und vielen anderen Anwendern leistungsfähige, vielseitige Messwerkzeuge. Sie ermöglicht es Unternehmen, ihre Abläufe effizienter zu gestalten ohne Abstriche bei der hohen Messgenauigkeit zu machen, die in den genannten Anwendungen erforderlich ist. Mit Lösungen wie tragbaren Messarmen, Lasertrackern und 3D-Laserscannern können Anwender große Datenmengen sammeln, um Bauteile bis ins kleinste Detail abzubilden; schwierige Oberflächen und Umgebungen lassen sich schneller und exakter vermessen, als es mit herkömmlichen Messgeräten je möglich wäre.

Tragbare Koordinatenmessgeräte erlauben zudem die Vermessung während der Fertigung und liefern direkt in der Produktionshalle einheitliche, exakte Daten. Mit Lösungen für die 3D-Dokumentation, einschließlich 3D-Laserscannern, können Anwender die Vor-Ort-Bedingungen in Farbe aufzeichnen und sie in Gerichtsprozessen, für Renovierungen und im Denkmalschutz einsetzen. FARO Technologies ist ein führender Hersteller aller genannten Lösungen. Dank modernster 3D-Technologie kann FARO den Anwendern stets das richtige Produkt für ihre individuellen Messanforderungen bieten.

Neugierig geworden? Besuchen Sie www.faro.com oder sehen Sie sich unter www.faro.com/city eine interaktive Übersicht der besten Lösungen nach Branche an.



Hauptsitz Europa

FARO Europe GmbH & Co. KG
Lingwiesenstrasse 11/2
70825 Kornal-Münchingen
Deutschland
info@faro-europe.com
Kostenlose Rufnummer: 00 800 3276 7253

FARO Swiss Holding GmbH

Wiesengasse 20
8222 Beringen
(Kanton Schaffhausen)
Schweiz
info@faro-europe.com
Telefon +41 52 6871922