



Oberfläche so einzigartig wie der Fingerabdruck

Markierungsfreie Verfolgung von Einzelteilen

Erst die eindeutige Identifizierung einzelner Bauteile und Halbzeuge ermöglicht es, im Produktionsprozess gewonnene Daten auf individuelle Teile zurückzuführen. Am Fraunhofer IPM wurde dafür ein neuartiges Track-and-Trace-Verfahren für Massenbauteile entwickelt. Es nutzt vorhandene Oberflächenstrukturen als Unterscheidungsmerkmal und kommt daher ohne spezielle Markierung aus..

Norbert Saum, Alexander Förste, Alexander Bertz, Andreas Hofmann und Daniel Carl

Wenn Produktionsmaschinen künftig untereinander kommunizieren, wird es nicht nur darauf ankommen, dass „geredet“ wird, sondern auch darauf, was „gesagt“ wird. Die richtige Mess- und Prüftechnik wird dabei eine wichtige Rolle spielen. Denn sie liefert den Großteil der Daten, die in der Fertigung ausgetauscht werden müssen, damit die Digitalisierung auch tatsächlich zu mehr Effi-

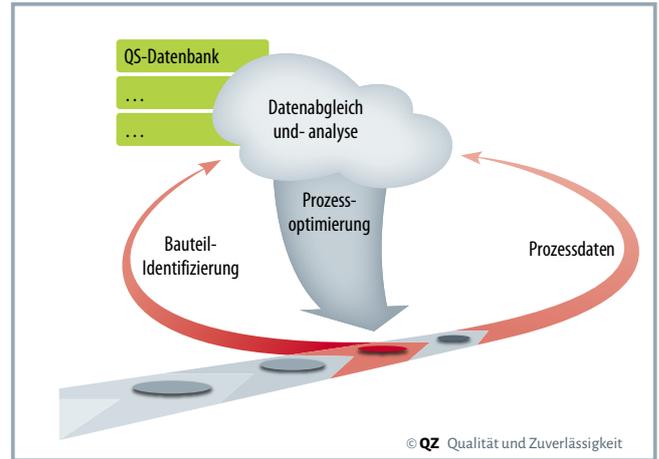
zienz und zu besserer Produktqualität führt. Die Qualität komplexer Industrieprodukte hängt von der Qualität jedes einzelnen Bauteils ab. Ein einziger fehlerhafter, nur wenige Cent teurer Stecker kann beispielsweise die Funktionsfähigkeit und Langlebigkeit einer komplexen Elektronik-Steuerbox im Automobil gefährden. Versagt das montierte Bauteil beim Funktionstest, werden sämtliche verbauten Halbzeuge in „Sippenhaft“

genommen: Das Gesamtprodukt ist fehlerhaft und muss als Ganzes aussortiert werden. Das verursacht hohe Kosten, und der Lerneffekt für eine bessere Produktion ist oft gleich null.

Ziel muss es daher sein, jedes noch so kleine Bauteil und Halbzeug mit einer individuellen Signatur zu versehen, um es in der Wertschöpfungskette möglichst bis an den Anfang zurückverfolgen zu kön- >>>

Bild 1. Sichere Rückverfolgbarkeit: Jedes Bauteil und die dazugehörigen Prozessdaten werden miteinander abgeglichen und analysiert. Zusätzlich wird das Ergebnis in einer QS-Datenbank gespeichert.

(Quelle: Fraunhofer IPM)



INFORMATION & SERVICE

LITERATUR

- 1 Bitkom-Studie 2014: „Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland“. www.bitkom.org/Publikationen/Industrie-40-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland.html (letzter Zugriff: 17.03.2016)
- 2 Broy, M. (Hrsg.): Cyber-Physical Systems: Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme (acatech diskutiert), Springer-Verlag, Heidelberg 2010
- 3 IT Innovation Readiness Index 2014: www.freudenberg-it.com/de/it-innovation-readiness-index-2014/ueberblick-2014.html (letzter Zugriff: 17.03.2016)

AUTOREN

- M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Norbert Saum**, geb. 1980, ist Projektleiter in der Gruppe Inline-Messtechnik,
Dr. Alexander Förste, geb. 1984, ist Projektleiter in der Gruppe Inline-Messtechnik,
Dr. Alexander Bertz, geb. 1980, ist Gruppenleiter Inline-Messtechnik,
Dipl.-Phys. Andreas Hofmann, geb. 1968, ist Geschäftsfeldbeauftragter Produktionskontrolle, und
Dr. Daniel Carl, geb. 1976, ist Abteilungsleiter Produktionskontrolle beim Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik (IPM) in Freiburg.

KONTAKT

Daniel Carl
 T 0761 8857-549
daniel.carl@ipm.fraunhofer.de
 Halle 1, Stand 1502

QZ-ARCHIV

Diesen Beitrag finden Sie online:
www.qz-online.de/1313008

nen. Nur so lassen sich mithilfe von Inline-Prüfsystemen Ursachen für wiederkehrende Produktionsfehler erkennen und nachhaltig beheben. Die Rückverfolgbarkeit oder Traceability ist daher ein Grundpfeiler der Industrie 4.0. Traceability verknüpft die gesammelten Prozessdaten mit jedem einzelnen Bauteil – und das zu jedem Zeitpunkt (Bild 1). Erst diese Zuordnung erlaubt die bauteilspezifische Analyse großer Datenmengen, die z. B. zur automatischen Selbstoptimierung von Prozessen im Sinne von Industrie 4.0 genutzt werden kann [1].

Eine ganzheitliche und vollständige Traceability setzt somit voraus, dass Aufenthaltsort, Zustand und Historie von Rohstoffen, Halbzeugen, Teilkomponenten und fertigen Produkten entlang der kompletten Wertschöpfungskette bis in die Anwendung zu jedem Zeitpunkt bekannt sind [2]. Sensorbasierte Elektroniksysteme, die eine schnelle und sichere automatische Identifizierung (Auto-ID) von Bauteilen während ihres gesamten Produktionszyklus gewährleisten, sind dafür unabdingbar. Herkömmliche Verfahren identifizieren die Bauteile in Produktion und Logistik meist kontaktlos über optische, magnetische oder induktive Verfahren bzw. mittels Funktechniken – und das kann Probleme bereiten.

Etablierte Markierungsmethoden scheitern meist

Rückverfolgungsverfahren von Massenbauteilen dürfen vor allem eines nicht sein: teuer. Doch viele der etablierten Markierungsmethoden scheitern bereits an dieser Anforderung: Sie erfordern zusätzliche kostspielige Produktionsschritte. Andere Verfahren wiederum sind nicht praktikabel, da sie bestimmte Funktionen der Bauteile beeinträchtigen.

Etablierte Markierungsmethoden scheitern meist

Das Eingravieren einer Seriennummer in eine Dichtfläche verbietet sich ebenso wie der Barcode auf einer dekorativen

Das Eingravieren einer Seriennummer in eine Dichtfläche verbietet sich ebenso wie der Barcode auf einer dekorativen

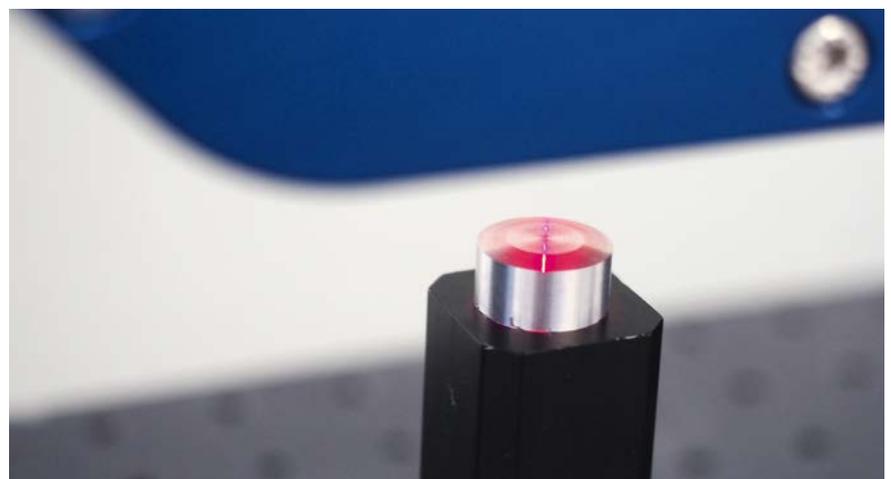


Bild 2. Kamerabasiertes Prüfsystem: Die Mikrostruktur des Bauteils wird hochauflösend aufgezzeichnet und daraus ein unverwechselbarer Code generiert. (© Fraunhofer IPM)

Oberfläche. Und manche Bauteile sind einfach schlicht zu klein, um überhaupt Markierungen darauf aufbringen zu können. Zudem sind aufgebrachte Marker nicht fälschungssicher. All diese Nachteile gelten nicht für ein Tracing-Verfahren, das das Fraunhofer IPM entwickelt hat und gemeinsam mit der Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. und Industriepartnern im Projekt „Track4Quality“ weiter vorantreibt. Es kommt ohne zusätzliche Markierung aus, indem es nutzt, was ohnehin vorhanden ist: die Bauteiloberfläche.

Technischen Oberfläche mit zufälligen Merkmalen

Unter dem Mikroskop weisen nahezu alle technischen Oberflächen zufällige Merkmale wie Mikrostrukturen oder Farbtexturen auf. Diese sind einmalig wie der Fingerabdruck eines Menschen. Das gilt auch für die meisten Massenbauteile.

Das Sensorsystem nimmt definierte Bereiche der Bauteiloberfläche hochaufgelöst mit einer Industrie-Kamera auf. Aus der Bildaufnahme mit den spezifischen Strukturverläufen und deren Position zueinander wird eine numerische Kennung errechnet und in einer Datenbank hinterlegt. Zur späteren Identifizierung wird der gesamte Vorgang wiederholt. Stimmen die Kennungen überein, so handelt es sich um das gesuchte Bauteil. Der Sensor ist dabei so ausgelegt, dass eine große Bandbreite an Materialien mit ein und derselben Hardware im Produktionstakt erfasst werden kann – von spritzgegossenen Kunststoffen über präzisionsbearbeitetes Aluminium und Eisenguss bis hin zu lackierten Oberflächen.

Die Bauteil-Rückverfolgung darf in der Produktion keine Zeit kosten. Das neuartige markerfreie Verfahren nutzt daher ein schnelles, kamerabasiertes Sensorsystem, das die Mikrostruktur hochaufgelöst mit einem CMOS-Bildsensor aufzeichnet und daraus nach einem speziellen Algorithmus einen unverwechselbaren Code generiert – den „Fingerabdruck“ des hergestellten Teils (Bild 2).

Beim wiederholten Aufnahmen der Bauteiloberfläche mit dem Sensorsystem wird dieser Fingerabdruck erneut generiert und mit allen in einer Datenbank vorhandenen Fingerabdrücken verglichen.

Dabei genügt bereits eine teilweise Übereinstimmung zweier erfasster Fingerabdrücke für eine sichere und eindeutige Bauteilidentifizierung.

Oberfläche als unveränderliches Kennzeichen

In einer Studie wurde das markerfreie Rückverfolgungsverfahren in einer Produktionskette für Molded Interconnect Devices (MID) auf seine Praxistauglichkeit getestet. Die Fingerabdrücke von 30 dieser dreidimensionalen Spritzguss-Kunststoffträger wurden testweise vom Fraunhofer IPM erzeugt. Anschließend durchliefen die Versuchsträger bei Hahn-Schickard alle üblichen Prozessschritte der Herstellungskette wie beispielsweise Temperaturschocktests, Laserstrukturierung, CO₂-Schneestrahlnreinigung, nasschemische Reinigung, Metallbeschichtung, Reflow-Löten und Leitleben. Trotz dieser Prozessschritte und zusätzlicher auf einigen Substraten aufgebrachter Leiterbahnen, die den Fingerabdruckbereich anteilig überdeckten, wurden die Bauteile sicher erkannt.

Nachdem so die grundsätzliche Tauglichkeit und die Robustheit des Verfahrens gezeigt werden konnte, arbeiten die Wissenschaftler vom Fraunhofer IPM nun an der Überführung in die Produktionsumgebung. Den Stand der Entwicklungsarbeiten präsentiert das Fraunhofer IPM in Stuttgart auf der Control. Eine vollständige, markierungsfreie Rückverfolgbarkeit durch Herstellungsprozesse hindurch schafft einen deutlichen Mehrwert – insbesondere in Branchen mit höchsten Qualitätsstandards wie in der Automotive- oder der Medizintechnikbranche. Erst die bauteilspezifische Analyse großer Mengen von Prozess- und Betriebsdaten ermöglicht dabei eine Optimierung der Produktionsprozesse.

Markerfreie Traceability-Verfahren eignen sich für ganz unterschiedliche technische Oberflächen und unterliegen fast keinen Einschränkungen in puncto Bauteilgröße oder -kosten. Durch den Wegfall des gesamten Markierungsprozessschritts werden Emissionen und Energieverbrauch reduziert sowie Ressourcen und Material eingespart. Die Korrelation von Daten vom ersten Produktionsschritt bis zum Recycling ermöglicht die Etablierung eines effektiven Produkt-Lebensdauerzyklus-Managements. ■