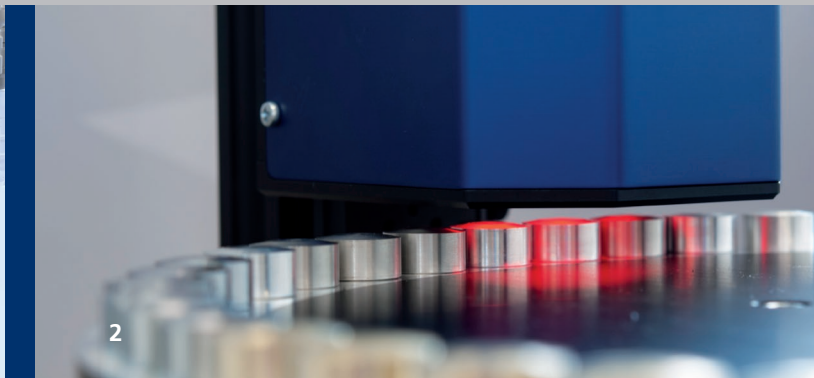




1 Die Rückverfolgung über die gesamte Wertschöpfungskette ist Voraussetzung für eine echte Prozessoptimierung. Dies gilt auch für Massenbauteile.

2 Ein neuartiges Track & Trace-Verfahren nutzt die individuelle Oberflächen-Mikrostruktur von Bauteilen als Marker.



TRACK & TRACE – MARKIERUNGSFREI

Rückverfolgung bis zur letzten Schraube

Nachhaltig produziert und perfekt dokumentiert – Rückverfolgbarkeit gilt als Eckpfeiler der Industrie 4.0. Denn erst die eindeutige Identifizierung einzelner Bauteile und Halbzeuge erlaubt es, im Produktionsprozess gewonnene Daten auf individuelle Teile zurückzuführen. Fraunhofer IPM hat dafür ein neuartiges Track & Trace-Verfahren für Massenbauteile entwickelt. Es nutzt vorhandene Oberflächen-Mikrostrukturen als Unterscheidungsmerkmal, indem eine individuelle Signatur generiert wird, und kommt daher ohne spezielle Markierung aus.

Industrie 4.0 konsequent umgesetzt

Die Qualität komplexer Industrieprodukte kann von der Qualität jedes einzelnen Bauteils abhängen. So kann ein einziger feh-

lerhafter, nur wenige Cent teurer Stecker die Funktionsfähigkeit und Langlebigkeit einer komplexen Elektronik-Steuerbox im Automobil gefährden. Versagt das montierte Bauteil beim Funktionstest, werden sämtliche verbaute Stecker in »Sippenhaft« genommen: Die Gesamtproduktion ist potentiell 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 verknüpfen, um es in der Wertschöpfungskette möglichst bis an den Anfang zurückverfolgen zu können. Nur so lassen sich mithilfe von Inline-Prüfsystemen Ursachen für wiederkehrende Produktionsfehler erkennen und nachhaltig beheben. Dies geht weit über die eigene Produktion hinaus: Auch bei Zulieferern lassen sich bei lückenloser Traceability Fehlerquellen im Produktionsprozess identifizieren.

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Heidenhofstraße 8
79110 Freiburg

Ansprechpartner

Andreas Hofmann
Geschäftsfeldbeauftragter
Produktionskontrolle
Telefon +49 761 8857-136
andreas.hofmann@ipm.fraunhofer.de

www.ipm.fraunhofer.de



3



4

Traceability zu vertretbaren Kosten

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 wie das Aufbringen von RFID-Labels oder Data-Matrix-Codes. Durch die Nutzung der vorhandenen, individuellen Oberflächenstruktur entstehen beim markierungsfreien Track & Trace-Verfahren dagegen keine stückzahlabhängigen Kosten. Zudem werden die Bauteil-Funktionalitäten bei diesem markerfreien Ansatz nicht beeinträchtigt: Das Eingravieren einer Seriennummer oder das Aufbringen eines Barcodes verbietet sich ebenso auf einer Dichtfläche wie auf einer dekorativen Oberfläche. Manche Bauteile sind schlicht zu klein, um überhaupt Markierungen darauf aufbringen zu können. Zudem sind aufgebrachte Marker nicht fälschungssicher. All diese Nachteile gelten für das markierungsfreie Track & Trace-Verfahren nicht, da es nutzt, was ohnehin vorhanden ist: die Bauteiloberfläche.

Auch Massenbauteile sind Unikate

Unter dem Mikroskop weisen nahezu alle technischen Oberflächen zufällige Merkmale wie Mikrostrukturen oder Farbtexturen auf, die das zugehörige Bauteil auf einzigartige Weise kennzeichnen. Das Sensorsystem nimmt definierte Bereiche der Bauteiloberfläche hochaufgelöst mit einem speziell entwickelten Lesegerät auf. Aus der Bildaufnahme mit ihren spezifischen

Strukturverläufen und deren Position zueinander wird eine Signatur errechnet; diese wird, gepaart mit einer ID, in einer Datenbank hinterlegt. Zur Identifizierung des Bauteils zu einem späteren Zeitpunkt im Produktionsverlauf wird der gesamte Vorgang an derselben Bauteilposition wiederholt und die neu ermittelte Signatur mit allen bereits in der Datenbank hinterlegten verglichen. Wird bei einer der Signaturen eine Übereinstimmung festgestellt, ist das gesuchte Bauteil identifiziert und die ID wird zurückgeliefert. Der Sensor ist dabei so ausgelegt, dass eine große Bandbreite an Materialien mit ein und derselben Hardware im Produktionstakt erfasst werden kann – von Kunststoffen über präzisionsbearbeitetes Aluminium und Eisenguss bis hin zu lackierten Oberflächen.

Identifizierung ohne Zeitverlust

Die Bauteil-Rückverfolgung darf in der Produktion keine Zeit kosten. Das neuartige markerfreie Track & Trace-Verfahren nutzt daher ein schnelles kamerabasiertes Sensorsystem als Lesegerät, das die Mikrostruktur hochaufgelöst mit einem CMOS-Bildsensor aufzeichnet und daraus nach einem speziellen Algorithmus die Signatur des jeweiligen Bauteiles erzeugt. Die Reduzierung der Bilddaten auf eine simple Bit-Folge mit geringem Speicherbedarf ermöglicht einen Datenbankabgleich im Produktionstakt und macht das Track & Trace-Lesegerät zu einem inline-fähigen System. Toleranzen in der Positionierung der Bauteile werden softwareseitig anhand geeigneter geometrischer Bezugspunkte berücksichtigt.

Schnittstellen zu Datenbanksystemen können kundenspezifisch realisiert werden.

Fazit und Ausblick

Eine vollständige, markierungsfreie Rückverfolgbarkeit über den gesamten Herstellungsprozess schafft einen deutlichen Mehrwert – insbesondere in Branchen mit hohen Qualitätsstandards wie etwa die Automobilindustrie oder die Medizintechnik. 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 Energie und Material gespart. Die Korrelation von Daten vom ersten Produktionsschritt bis zum Recycling ermöglicht darüber hinaus die Etablierung eines effektiven Produkt-Lebensdauerzyklus-Managements.

3 Selbst kleinste Stanzteile haben Oberflächen, die sich zur markierungsfreien Bauteilidentifizierung eignen.

4 Die zufälligen Mikrostrukturen, die jedes Stanzteil auf einzigartige Weise kennzeichnen, werden beim markierungsfreien Track & Trace-Verfahren auf eine simple Bit-Folge reduziert.