

Konstruktion

Organ der VDI-Gesellschaften Produkt- und Prozessgestaltung (VDI-GPP) und Materials Engineering (VDI-GME)

Sonderteil
3D-Druck



TITELTHEMA: ELEKTRISCHE AUTOMATISIERUNG

AUTOMATISIERUNG

Mehr Platz im
Schaltschrank –
moderne I/O-Systeme

FLUIDTECHNIK

Ganzheitliches Konzept:
Fünf Säulen der
Energieeffizienz

INGENIEUR-WERKSTOFFE

Thermoplastische
Verbundwerkstoffe
Trends bei der
Werkstoffentwicklung

2D-Codes in der industriellen Kennzeichnung

Kennzeichen mit 2D-Codes haben inzwischen weltweit in vielen Produktionsanlagen Einzug gehalten und optimieren als Informationsträger die Konstruktion und den Fertigungsprozess.

Dabei ist beispielsweise die „lückenlose Rückverfolgbarkeit“ (Englisch: Tracing) von Komponenten und Einzelelementen zu einer häufig angestrebten Zielgröße der Automatisierungstechnik geworden.

Die Realisierung des Tracing setzt voraus, dass bei den betreffenden Teilen alle wichtigen Daten auf maschinell lesbaren und beständigen Kennzeichen aufgebracht sind. Deshalb werden für solche Zwecke Code-gestützte Kennzeichnungen eingesetzt. Dazu gehören 1D-Codes ebenso wie mehrdimensionale 2D-Codes. Die neueren 2D-Codes haben hierbei einen rasanten Bedeutungszuwachs erlebt, weil sie im Vergleich zu den

1D-Codes (Strich-Codes, Barcode) oder der Kennzeichnung mit Buchstaben und Zahlen ein Vielfaches an Information aufnehmen – und wiedergeben können. Außerdem bietet der Data-Matrix-Code eine hohe Fehlerredundanz. Während bei einem konventionellen Kennzeichen mit Ziffern und Buchstaben bei Abnutzung die Ziffer ‚7‘ leicht als ‚1‘ erscheint oder die ‚8‘ als ‚6‘, ist bei der Data-Matrix-Codierung die fehlerfreie Lesbarkeit des Dateninhaltes auch bei 25 Prozent zerstörter Darstellung noch gegeben. Unter den verschiedenen

2D-Codes wie Stapel-, Dot- und Composite-Code (Kombination von Strichcode mit Matrixkomponente) hat sich vor allem der 2D-Data-Matrix-Code durchgesetzt.

Der 2D-Code als wichtiges Element der Prozesssteuerung

Aus der maschinenlesbaren Kennzeichnung via Code lassen sich für den Produktionsprozess neben der Rückverfolgbarkeit weitere Potenziale schöpfen. Dazu

Prüfkriterium	Beschreibung
Kontrast	Grauwertdifferenz zwischen hellen und dunklen Modulen sowie der Übergänge zur Ruhezone.
Modulation	Verhältnis zwischen Schwarz- und Weißanteil. Ein ausgewogenes Verhältnis ist ideal für einen hohen Qualitätswert.
Defekte feste Muster	Feste Muster sind die L-Border, die Ruhezone sowie das gleichmäßig unterbrochene Auflösungsmuster. Je mehr Fehler die Muster aufweisen, desto geringer der Qualitätswert.
Axiale Verzerrung	Verhältnis von horizontaler zu vertikaler Ausdehnung. Für einen hohen Qualitätswert ist ein ausgewogenes Verhältnis ideal.
Allgemeine Verzerrung	Wert für die Beurteilung der generellen Form des 2D-Codes. Ideal ist ein gleichmäßig angeordnetes Muster.
Fehlerkorrektur	Kennzahl für die korrigierten Fehler.
Wachstum	Wert für die Modulgröße.
Gesamtbewertung	Gesamtergebnis der Einzelbewertungen.

Quelle: www.bci-gmbh.de [4]

Tabelle 1 Normgebundene Prüfkriterien für die Darstellungsqualität von 2D-Codes. (Bild: PrintoLUX)

zählt Fachautor Bernhard Lenk in einem aktuellen Aufsatz über „Codes in der industriellen Kennzeichnung“ [1] unter anderem:

- eindeutige Zuordnung von Material und Information,
- eindeutige Zuordnung von Material und Zeit,
- durchgängige Objektverfolgung (Tracking),
- Automatisierung von Transport- und Materialflüssen,
- Kosteneinsparung durch schnelles Auffinden von Objekten,
- permanente, automatisierte Inventur
- nachhaltige Wartungs- und Servicekonzepte,
- Unterstützung von Industrie 4.0 durch Mensch-Maschine- und Maschine-Maschine-Schnittstellen.

Wenn sich dieses Bündel an Optimierungsmöglichkeiten auch nicht mit jedem eingesetzten 2D-Code in ganzer Fülle realisiert, so sind schon Einzelelemente davon so bedeutsam, dass Kennzeichnungen mit 2D-Codes in den Kennzeichnungsrichtlinien großer Produktionsbetriebe in immer größerer Zahl als Standard gesetzt werden. Was beispielsweise für deutsche Automobilkonzerne gilt, bei denen selbst Kableschilder neben ihrer vierzeiligen Textkennzeichnung eine QR-Codierung gleichen Inhalts erhalten, weil dadurch die Lesbarkeit einfacher und schneller vorstatten gehen kann.

Eine umfangreichere Verwendung des QR-Codes in Konstruktion und Produktion schildert die Alfred Kärcher GmbH & Co. KG auf der „Plattform Industrie 4.0“ [2]. Bei der Herstellung von Scheuersaugmaschinen bietet das Unternehmen „... je nach Kundenwunsch 40 000 Varianten“ an. Für die Produktion dieser Maschinen gilt nach Darstellung des Unternehmens: „Zum Fertigungsbeginn einer neuen Maschine wird ein QR-Code erzeugt, mit dessen Hilfe alle produktionsrelevanten Informationen abgerufen werden können. Diese sind ebenfalls auf einem RFID-Chip hinterlegt, der sich seitlich am Werkstückträger befindet, auf dem das vom Kunden individuell zusammengestellte Gerät Stück für Stück entsteht. Die Daten werden an jeder Arbeitsstation ausgelesen – anschließend erscheinen detaillierte Montagehinweise auf dem Bildschirm des entsprechenden Arbeitsplatzes. Die dort zur Fertigung benötigten Einzelteile werden über ein Materialfluss-System (Kanban) zur Verfügung gestellt, das sich am tat-

sächlichen Verbrauch der Produktionslinie orientiert: Diese Methode ist sehr flexibel und ermöglicht es, lokal vorzuhaltende Materialbestände zu verringern und somit den Fertigungsprozess zu optimieren... Am Ende der Montagelinie steht die Prüfung: Nachdem die vollständige Funktionsfähigkeit des Bodenreinigers sichergestellt worden ist, wird dieser über einen Scan des QR-Codes als fertig montiert und geprüft im System verbucht.“

Auch für den fortgeschrittenen Grad an automatisierter Fertigung spielt der Einsatz von 2D-Codes eine zunehmend große Rolle. So gibt es bereits Montagehallen mit codierten Fahrstreifen für automatisierte Bestückungswagen. In den Boden eingelassene Codes und Lesesysteme an den darüber hinweg fahrenden Wagen steuern für die Bestückung der Montageeinheiten die Richtigkeit von Material, Menge und Zeit.

Außerdem verschaffen 2D-Code-Kennzeichnungen Vorteile durch das damit möglich gewordene Verlinken von Komponenten mit übergeordneten Systemen sowie durch die Förderung einer transparenten und einfach zugehbaren technischen Dokumentation.

Für Konstrukteure ist es vor dem Hintergrund der skizzierten Entwicklung

wichtig geworden, bei der Planung von Maschinen und Anlagen zu erkennen und einzubeziehen, welche Elemente und Komponenten mit 2D-Codes zu versehen sind, und welche Funktionen diesen Codes zugewiesen werden sollen.

Herstellung von 2D-Codes – ein Verfahrensvergleich

Bezügliche der Herstellung von 2D-Code Kennzeichnungen finden sich in den Lastenheften beziehungsweise Kennzeichnungsvorschriften vieler Produktionsunternehmen als einsetzbare Optionen die Lasergravur und das „PrintoLUX“-Verfahren, eine erfolgreich gewordene Variante des Digitaldrucks. Diesen beiden Verfahren traut man am meisten zu, wenn darstellungsstarke und hoch beständige 2D-Code Kennzeichnungen auf Schildmaterial aufzubringen sind. Ob sich unter den beiden favorisierten Verfahren ein „Best of“ ermitteln lässt und ein Qualitätsunterschied hinsichtlich der jeweiligen 2D-Code-Darstellung festzustellen ist, sollte ein Test ermitteln, der im Dezember 2017 von einem renommierten Prüflabor vorgenommen wurde. Aufbau und Testergebnisse sind in dem oben erwähnten Reader „Herstellungsverfahren für die industrielle Kennzeichnung“ ausführlich dokumentiert [3].

Das Prüflabor „Barcode Verifier, Technical Support & Documentation“ der REA Elektronik GmbH unterzog dabei die Darstellungsqualität von 2D-Codes einem Vergleichstest. Die zur Prüfung vorgelegten Codes waren durch CO₂-Laser, Faser-Laser und Kristall-Laser sowie durch das PrintoLUX-Verfahren auf Aluminiumschilder gebracht worden. Die in Tabelle 1 gezeigten Prüfkriterien kamen in Anlehnung an die Norm DIN ISO/IEC 15415 zum Einsatz.

Bei allen in dem Test hergestellten Mustern mit 2D-Codes wurde Aluminium als Trägermaterial genutzt, da dieses Schildmaterial im Anlagenbau und Maschinenbau für Kennzeichnungen weit verbreitet ist. Günstige Materialkosten und die einfache Bearbeitung mittels mechanischer Gravur, Stanzen, Bohren und Fräsen sprechen für diese Materialwahl.

Die Bewertung der Einzel- und Gesamtergebnisse erfolgte über einen numerischen Wert (4 = sehr gut, 0 = schlecht) und nach dem amerikanischen Schulnotensystem mit Buchstaben (A bis D beziehungsweise F). ▶



Bild 1 Fachbuch zum industriellen Kennzeichnen mit ausführlichen Informationen zum Druck von 2D-Codes: Hermann Oberhollenzer (Hrsg.), Herstellungsverfahren für die industrielle Kennzeichnung, Springer, Heidelberg 2018, 320 Seiten, ISBN 978-3-662-55331-2, Hardcover, 64,99 Euro; E-Book: (<https://www.springer.com/de/book/9783662553305>)

Klare Ergebnisse

Das PrintoLUX-Verfahren erreichte hinsichtlich der Darstellungsqualität die beste Gesamtbewertung. Auch der Kristall-Laser (Yag-Lasergravur) verdiente sich noch einige Pluspunkte. Dahingegen bekamen Faser-Laser und die beiden geprüften CO₂-Laser schlechte Gesamtnoten.

Auch beim Kontrastwert, dem in der Praxis hohe Beachtung zukommt, erzielte das PrintoLUX-Verfahren mit 48 % das beste Ergebnis, gefolgt von der CO₂-Lasergravur mit dem Gerät Gravograph LS 100 (28 %). Faser- und Kristall-Laser erreichten mit 22 % beziehungsweise 21 % eine Bewertungsstufe schlechter. Der CO₂-Laser Trotec Speedy 400 fiel komplett durch und konnte keiner Bewertung zugeführt werden (N/A no answer).

Insgesamt gibt der Vergleich ein überdurchschnittliches Leistungsvermögen des PrintoLUX-Verfahrens zu erkennen und legt nah, beim Einsatz der Lasergravur die spezifische Variante mit viel Bedacht auszuwählen. Der Einsatz von Gas-Laser-Geräten empfiehlt sich gemäß der Testergebnisse nicht. ■

Literatur

- [1] Bernhard Lenk, Codes in der Industriellen Kennzeichnung, Kapitel 7 in: Hermann Oberhollenzer (Hrsg.), Herstellungsverfahren für die industrielle Kennzeichnung, Springer, Heidelberg 2018, 320 Seiten, ISBN 978-3-662-55331-2, Hardcover 64,99 Euro; E-Book: (<https://www.springer.com/de/book/9783662553305>).
- [2] <https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Anwendungsbeispiele/084-floor-care-zu->

[kunft/beitrag-floor-care-zukunft.html](#)

- [3] Helmuth Bischoff, Praxistest zur Darstellung von 2D-Codes, Kapitel 12, in: Hermann Oberhollenzer (Hrsg.), Herstellungsverfahren für die industrielle Kennzeichnung, siehe [1]
- [4] Industrielle Bildverarbeitung (2017) Resource document. bci GmbH. www.bci-gmbh.de. Zugegriffen: 16. Dezember 2017



Hermann Oberhollenzer

Kontakt:
PrintoLUX GmbH
Dürkheimer Straße 130
67227 Frankenthal
Tel. 0 62 33 / 60 00-902
E-Mail: h.oberhollenzer@printolux.com
www.printolux.com