



Forschungsprojekt ToolCloud

Direct Part Marking: Lesbarkeit optimieren

Direktmarkierungen zuverlässig lesen

GS1 Germany:

Ihr starker Partner für effiziente Geschäftsabläufe

GS1 Germany gehört zum internationalen
GS1 Netzwerk und ist nach den USA die
zweitgrößte von mehr als 110 GS1
Länderorganisationen.
Paritätische Gesellschafter sind das
EHI Retail Institute und der Markenverband.

GS1 Germany hilft Unternehmen aller Branchen dabei, moderne Kommunikations- und Prozessstandards in der Praxis anzuwenden und damit die Effizienz ihrer Geschäftsabläufe zu verbessern. Unter anderem ist das Unternehmen in Deutschland für das weltweit überschneidungsfreie Artikelidentifikationssystem GTIN zuständig – die Grundlage des Barcodes. Darüber hinaus fördert GS1 Germany die Anwendung neuer Technologien zur vollautomatischen Identifikation von Objekten (EPC/RFID) und zur standardisierten elektronischen Kommunikation (EDI). Im Fokus stehen außerdem Lösungen für mehr Kundenorientierung (ECR – Efficient Consumer Response) und die Berücksichtigung von Trends wie Mobile Commerce, Multichanneling, Nachhaltigkeit und Rückverfolgbarkeit.

Einleitung

Ob Werkzeuge, Fahrzeugteile oder Medizinprodukte: DataMatrix-Codes befinden sich auf vielen Objekten. Mit ihrer Hilfe können Einzelteile via Scanning identifiziert, zurückverfolgt und auf Stammdaten zugegriffen werden. Ein weiterer Vorteil: Sie können dauerhaft direkt auf dem Objekt im Direct Part Marking-Verfahren (DPM) platziert werden, beispielsweise mithilfe eines Lasers. Damit die DataMatrix-Codes danach verlässlich lesbar sind, müssen sie korrekt aufgebracht sein. Das ist eine durchaus knifflige Angelegenheit für die Anwender. Um sie bei der Bewältigung dieser Herausforderung zu unterstützen, hat GS1 Germany im Verbundprojekt ToolCloud einen Feldtest an Metallteilen durchgeführt. Dabei wurden die wichtigsten Faktoren identifiziert, um eine optimale Lesbarkeit von direktmarkierten Codes zu garantieren.

Geprüft wurden Codes, die mittels Laser auf Scheiben und Rundlingen aus Aluminium und Stahl mit unterschiedlich behandelten Oberflächen aufgebracht wurden. Die Kennzeichnungen variierten in ihrer Größe, Form sowie durch die Dauer des Lasers mit Lasergeräten unterschiedlichen Typs und Leistung. Als Lesegeräte kamen diverse DPM-Handlesegeräte sowie Smartphones mit sowohl unterschiedlichen Betriebssystemen als auch mit unterschiedlichen Scan-Apps zum Einsatz.

Die Auswertung ergab, dass insbesondere die Größe und die Form des DataMatrix-Codes entscheidend für die Lesbarkeit sind. Ferner ist wichtig, wo der Code platziert wird. Auch macht es einen Unterschied, ob die Oberfläche glatt oder gewölbt ist. Bei stark gewölbten Objekten sind beispielsweise rechteckige DataMatrix-Codes besonders sinnvoll. Weitere wichtige Kriterien sind wiederum der Lasertyp und seine Leistungsparameter sowie natürlich das Lesegerät. Letzteres sollte zum Beispiel je nach den Lichtverhältnissen vor Ort ausgewählt werden, wie der DPM-Feldversuch ebenfalls ergab.

ToolCloud

Unternehmensübergreifendes Lebenszyklusmanagement für Werkzeuge in der Cloud mittels eindeutiger Kennzeichnung und Identifikation



Staatlich gefördertes Projekt ToolCloud

Das Verbundprojekt ToolCloud wird von 2014 bis 2016 im Rahmen der Initiative Industrie 4.0 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Ziel ist es, Werkzeugdaten für alle Unternehmen einer Werkzeug-Supply-Chain durchgängig und permanent bereitzustellen. Dazu sollen digitale Werkzeugbegleitkarten entwickelt werden, die in einer Trusted Cloud über der Werkzeug-Supply-Chain schweben. Dadurch können die Daten unternehmens- und standortübergreifend schnell und einfach abgerufen und aktualisiert werden. Zudem soll durch eine eindeutige Kennzeichnung und automatische Identifikation von

Werkzeugen die automatisierte Übertragung der Werkzeugdaten auf die Maschinen ermöglicht werden.

Am Projekt sind neben GS1 Germany mehrere Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau und ein IT- Unternehmen beteiligt.

Ausgangssituation

In Industrieunternehmen finden sich in der Regel zahlreiche verschiedene Werkzeuge, die auf mehreren Maschinen eingesetzt werden. Für eine sichere und anforderungsgerechte Verwendung von Werkzeugen müssen bei einem Werkzeugwechsel die werkzeugindividuellen Korrektur- und Betriebsdaten auf die Maschine übertragen werden. Dies erfolgt meist durch manuelle Eingaben am Bedienterminal der Maschine unter Zuhilfenahme werkzeugspezifischer Werkzeugbegleitkarten. Während des Lebenszyklus eines Werkzeugs werden diese daher laufend und meist händisch fortgeschrieben. Folglich muss stets sichergestellt sein, dass die Werkzeugbegleitkarte auffindbar und dem entsprechenden Werkzeug zugeordnet ist. Dabei gilt es zu beachten, dass sich ein Werkzeug nicht nur innerhalb eines Unternehmens bzw. an einem Standort befinden kann. Als Beispiele hierfür lassen sich Dienstleistungen wie das Nachschärfen oder die Neuvermessung eines Werkzeugs nennen.

Herausforderung

Die aktuellen Prozesse im Werkzeugmanagement bedingen nicht nur einen erhöhten Zeit- und Kostenaufwand, sowie einen geringen Komfort beim Einrichten der Maschinen, sondern auch eine hohe Fehleranfälligkeit und somit oftmals Ausschussproduktionen oder gar Maschinencrashes. Die Gefahr des Verlusts von Werkzeugbegleitkarten und die mangelnde Übersicht über den tatsächlichen Werkzeugbestand und -zustand stellen weitere Risiken der aktuellen Situation dar. Obwohl einige Insellösungen für die werksinterne automatisierte Übertragung von Werkzeugdaten auf Maschinen existieren, gibt es dennoch keine unternehmensübergreifenden Systeme oder gar Branchenlösungen für ein durchgängiges und automatisiertes Werkzeugmanagement.



GS1 DataMatrix

Im Projekt ToolCloud wurde eine Lösung entwickelt, bei der digitale Werkzeugbegleitkarten in einer Cloud abgelegt sind. Um die Daten mit den Werkzeugen zu verknüpfen, wurden diese mit einem GS1 DataMatrix identifiziert.

DataMatrix-Codes sind winzig klein und können direkt auf Produkten oder Werkzeugen aufgebracht werden. Durch das Scannen der Codes mit Handlesegeräten oder Smartphones können Anwender anschließend auf hinterlegte Stammdaten zugreifen. Der GS1 DataMatrix ist ein standardisierter DataMatrix-Code, in dem GS1 Identifikationsnummern wie die GTIN (Global Trade Item Number, Globale Artikelnummer) oder GIAI (Global Individual Asset Identifier, Globale Anlagegut-Identnummer) verschlüsselt werden.

Der GS1 DataMatrix ist ein zweidimensionaler (2D) Code, der aus quadratischen Modulen (Zellen) besteht, welche innerhalb eines einfassenden Suchmusters angeordnet sind. Der GS1 DataMatrix basiert auf der Symbologienorm ISO/IEC 16022. Sie beschreibt den Algorithmus zur Datenverschlüsselung im Datenträger mittels sogenannter Codeworte (CW). Beim GS1 DataMatrix kündigt ein sogenanntes Funktionszeichen 1 (FNC1) an erster Stelle an, dass die Daten gemäß GS1 Datenbezeichnerkonzept codiert sind.

Auf die Größe kommt es an

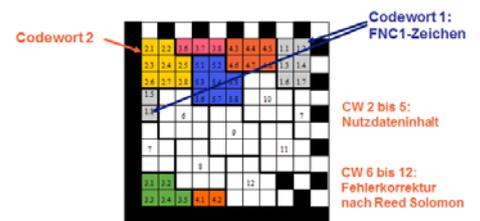
Mit 2D Codes können viele Informationen auf sehr kleinem Platz verschlüsselt werden – bis zu 3.116 numerische und 2.335 alphanumerische Zeichen. Beispielsweise kann eine GTIN im GS1 DataMatrix auf Flächen von unter 5 x 5 mm dargestellt werden. Somit eignet sich der DataMatrix-Code, um Kleinstprodukte im Gesundheitswesen oder Bauteile in technischen Industrien zu kennzeichnen. Gelesen werden können sie mit 2D-Imagern (Lesegeräten mit Kamerasystem). Abhängig von der Anwendung wurden im GS1 System unterschiedliche Mindest- und Maximalgrößen für GS1 DataMatrix Symbole festgelegt.

DPM: Für direktmarkierte Teile (außer medizinische Produkte) liegt die erlaubte Größe für das X-Modul (Breite und Höhe eines Quadrats) zwischen 0,254 mm und 0,615 mm.

Druck/GIAI: Für gedruckte GS1 DataMatrix Symbole, die eine GIAI verschlüsseln, liegt die erlaubte Größe für das X-Modul zw. 0,380 mm und 0,495 mm.

Druck/GTIN: Für gedruckte GS1 DataMatrix Symbole, die eine GTIN verschlüsseln, liegt die erlaubte Größe für das X-Modul zw. 0,255 mm und 0,495 mm.

Beispiel eines GS1 DataMatrix mit FNC1-Zeichen:



Technische Spezifikationen zum GS1 DataMatrix:

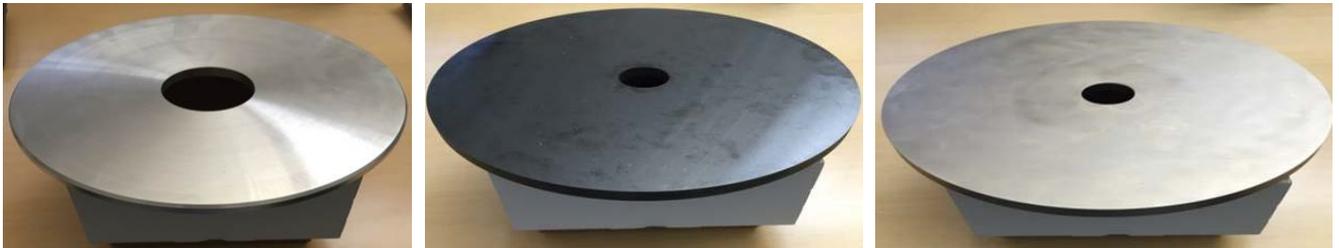
Die technischen Spezifikationen werden beschrieben im Handbuch „GS1 DataBar, GS1 DataMatrix, GS1 QR: Leistungsstarke GS1 Codes für besondere Anforderungen“ unter www.gs1-germany.de/gs1-consult/fachpublikationen/.

Feldtest

Im Projekt ToolCloud wurde getestet, unter welchen Bedingungen eine Direktmarkierung von Werkzeugen mit dem GS1 DataMatrix am zuverlässigsten gelesen werden kann. Aus den Ergebnissen wurden allgemeingültige Empfehlungen für Unternehmen abgeleitet, die sich mit der Direktmarkierung von Stahl und Aluminium beschäftigen.

Objekte

Bei den getesteten Werkstücken handelt es sich zum einen um Scheiben aus unterschiedlichen Metallen und verschiedenen Oberflächen, bei denen der GS1 DataMatrix auf relativ großer Fläche plan aufgebracht werden kann. Zum anderen wurden Rundlinge markiert mit Durchmessern zwischen 7 und 12 mm, ebenfalls von unterschiedlicher Materialbeschaffenheit. Verwendete Metalle: Stahl brüniert, Stahl vernickelt, Aluminium. Getestet wurden ausschließlich neu markierte Werkzeuge, die noch nicht benutzt und im Einsatz waren.



Teststücke: Scheiben



Teststücke: Rundlinge

Direktmarkierung

Die Werkstücke wurden von drei Herstellern von Kennzeichnungssystemen mit GS1 DataMatrix in unterschiedlichen Modulgrößen gekennzeichnet. Die Teile wurden mit quadratischen und rechteckigen GS1 DataMatrix Codes und unterschiedlichen Laserzeiten direktmarkiert (Direct Part Marking, DPM). Es handelt sich bei allen Kennzeichnungsverfahren um Laser-Verfahren. Das sogenannte Anlassen (Einfärben durch Hitzebehandlung), ein alternatives DPM-Verfahren, wurde durch die Anwender im Forschungsprojekt ToolCloud als zu wenig haltbar im Produktivbetrieb eingestuft und daher nicht betrachtet.



Quadratischer GS1 DataMatrix



Rechteckiger GS1 DataMatrix

Testbedingungen

Das Auslesen der GS1 DataMatrix Codes erfolgte in einem Büro mit künstlichem Licht unter nahezu konstanten Lichtverhältnissen durch zwei Testpersonen. Gelesen wurde mit 2D-Scannern von zwei Herstellern sowie mit Smartphones mit unterschiedlichen Betriebssystemen (Android, iOS) und unterschiedlichen Kameraauflösungen. Getestet wurden Apps von drei verschiedenen Anbietern.

Der Feldtest wurde durchgeführt mit freundlicher
Unterstützung von Bluhm Systeme GmbH, REA
Elektronik GmbH, TRUMPF GmbH & Co. KG

Empfehlung

Aus dem Test wurden allgemeine Empfehlungen für Direktmarkierungen abgeleitet. Sie basieren auf den besten beziehungsweise zuverlässigsten Leseergebnissen.

Empfehlungen:

- Nutzen Sie, wenn möglich, eine längere Markierzeit.
- Halten Sie den Scanner schräg, um direkte Reflexionen zu vermeiden.
- Rauen Sie Ruhezonen um die Codes auf und wählen Sie diese möglichst groß.
- Nutzen Sie im besten Fall geeignete 2D-Handlesegeräte.
- Wenn Sie anstelle von DPM-Lesegeräten Smartphones verwenden, wählen Sie Smartphones mit einer Kameraauflösung von mind. 8 Megapixel.

Lesegeräte und Lichteinfluss

Ein sicheres Auslesen ist grundsätzlich eher mit geeigneten Handlesegeräten (DPM-Lesegeräte) als mit Smartphones möglich. Auch mit Smartphones ist das Lesen überwiegend möglich. Es ist jedoch deutlich lichtabhängiger – beispielsweise von der Art der Lichtquelle, Helligkeit, und Reflexionen auf dem zu lesenden Werkstück. Lichtreflexionen durch starkes Deckenlicht oder durch das vom Scanner erzeugte Licht können die Lesbarkeit teilweise stark beeinflussen. Die besten Leseergebnisse wurden mit einer App erzielt, die auch für direktmarkierte Objekte ausgelegt war. Als geeignet für das Scannen haben sich Smartphones herausgestellt, die über eine Kamera mit mindestens 8 Megapixeln verfügen.

Markierung

Kürzere Markierzeiten führen in der Regel zu einer schlechteren Lesequalität – bis hin zu nicht dekodierbar bei kleinstem Durchmesser der Rundlinge. Der Grund: Die Länge der Markierzeit beeinflusst die Tiefe der Laserung. Die optimale Markierzeit sollte ausprobiert werden.

Der GS1 DataMatrix hat auf allen Seiten Hellzonen (Ruhezonen), die ein Modul breit sein müssen. Wie bei Hellzonen anderer Strichcodes darf dieser Bereich nicht markiert werden. Es hat sich in den Tests herausgestellt, dass es bei der Direktmarkierung hilfreich ist, die Ruhezone auf stark reflektierenden Oberflächen aufzurauen. Wird die Ruhezone zudem vergrößert, lassen sich bessere Leseergebnisse erzielen.

Um eine DPM-Markierung sicher lesen zu können, muss mindestens die Qualitätsklasse 1,5 für direktmarkierte GS1 DataMatrix-Symbole erreicht werden (ISO/IEC 15415). Insgesamt sind 5 Qualitätsklassen definiert, wobei 4 der besten Qualität entspricht. Mit einer entsprechend lang gewählten Markierzeit und einer für das Objekt geeigneten Modulgröße lässt sich so eine ausreichende Lesequalität von 1,5 des GS1 DataMatrix erreichen.

Größe und Form der Markierung

Für flache Werkstücke oder Produkte mit großer Oberfläche (Scheiben) haben die Tests ergeben, dass problemlos quadratische GS1 DataMatrix Codes verwendet werden können. Auf den kleinen Rundlinge (zylindrische Werkstücke mit kleinen Durchmessern (7-12 mm) sind quadratische Codes wegen der starken Oberflächenwölbung zu groß.

Die kleinste erlaubte Modulgröße ($X = 0,254$) war auf allen getesteten Werkstücken schwierig bis nicht lesbar. Auf allen Rundlingen ist die Maximalgröße $X = 0,615$ mm zu groß: der Code kann von der Kamera nicht komplett erfasst und damit nicht ausgelesen werden.

Empfehlungen:

- Nutzen Sie abhängig vom Platzangebot die größtmögliche Codegröße (zulässige Modulgrößen: 0,254 – 0,615 mm). Für Rundlinge empfiehlt sich die Zielgröße $X = 0,300$ mm.
- Für Rundlinge mit starker Oberflächenwölbung sollten rechteckige Codes verwendet werden

DPM-Entscheidungsmatrix

	Scheiben (plane Oberfläche)	Rundlinge (gewölbte Oberfläche)
GS1 DataMatrix Form	quadratisch	rechteckig
Anbringung	gut sichtbar, ansonsten frei wählbar	an größtem Durchmesser
Modulgröße	größtmöglich, max. 0,615 mm	Zielgröße ca. 0,300 mm
Ruhezone um den Code	größer wählen, ggf. aufrauen	größer wählen, ggf. aufrauen
Laserzeiten	bessere Leseergebnisse bei längerer Laserzeit	bessere Leseergebnisse bei längerer Laserzeit
Handlesegeräte	DPM-Lesegerät	DPM-Lesegerät
Smartphone	mit Kamera ab 8 Megapixel Auflösung	mit Kamera ab 8 Megapixel Auflösung
Scanengine	App mit DPM-Eignung	App mit DPM-Eignung



Fünf Schritte zum erfolgreichen DPM

So markieren Sie Produkte und Werkzeuge aus Metall direkt mit dem GS1 DataMatrix.

1. Prüfen Sie, welche Oberfläche Sie direktmarkieren möchten.
2. Testen Sie die optimale Größe und Form (inkl. Ruhezeiten) der Direktmarkierung sowie die optimale Markierzeit.
3. Schulen Sie Ihre Mitarbeiter in der korrekten Markierung der Objekte mit den Codes sowie im Auslesen der Codes.
4. Testen Sie die Lesbarkeit der markierten Objekte unter möglichst realistischen Lesebedingungen.
5. Prüfen Sie die Qualität der Direktmarkierung. GS1 Germany unterstützt Sie mit dem Service „DPM-Prüfung (<https://www.gs1-germany.de/gs1-consult/services-tools/strichcode-pruefung/>)“.

Was können wir für Sie tun?

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Erfordert ein konkreter Bedarf schnelles Handeln – oder möchten Sie sich einfach unverbindlich über Themen aus unserem Portfolio informieren? Nehmen Sie Kontakt mit uns auf. Wir freuen uns auf ein persönliches Gespräch mit Ihnen.

GS1 Germany GmbH

Maarweg 133

50825 Köln

T +49 221 94714-217

F +49 221 94714-990

E lehmann@gs1-germany.de