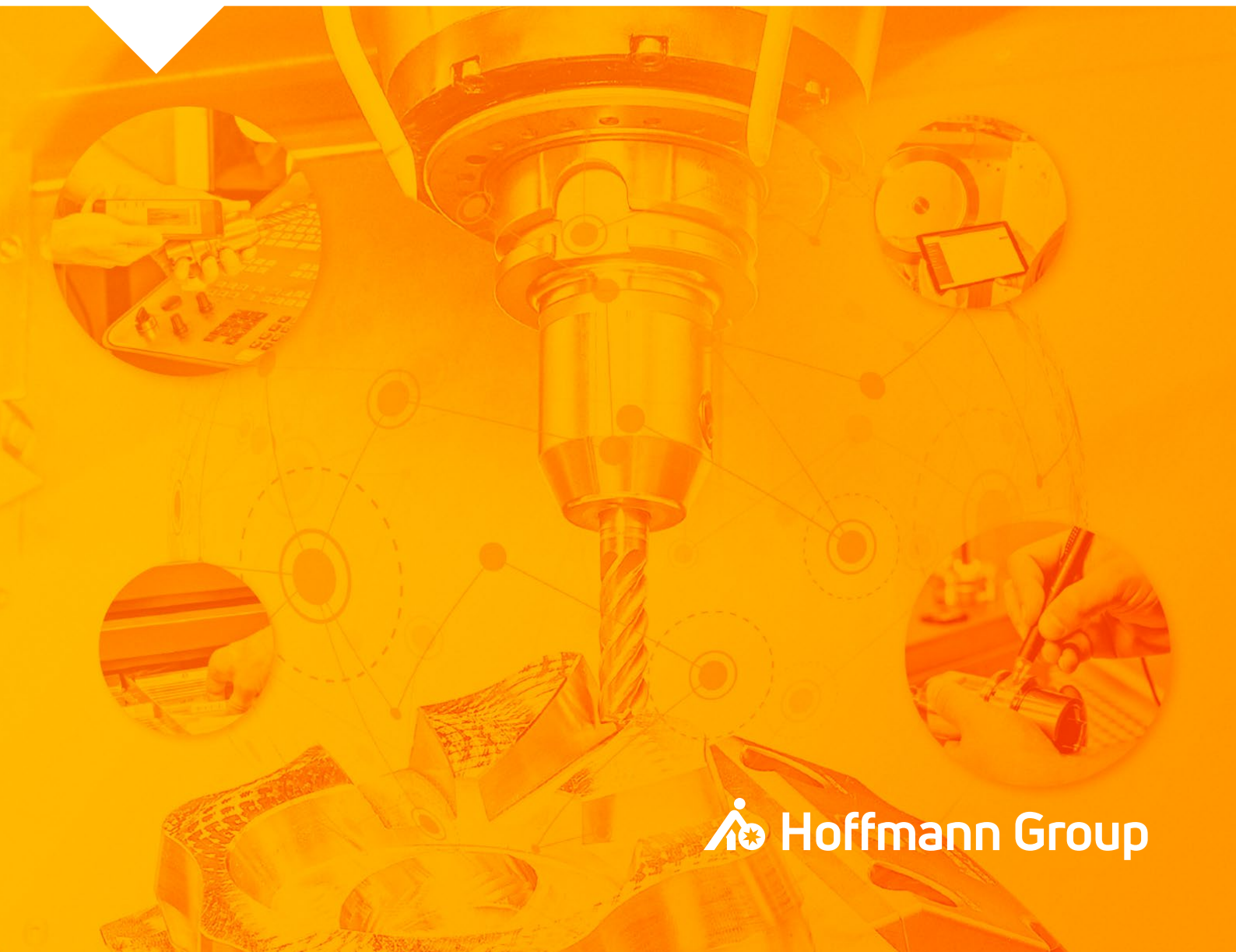


Serialisierungstechnologien - Grundlage für die digitalisierte Fertigung.





Einleitung

Begriffe wie Industrie 4.0, Smart Factory, digitale Fertigung prägen seit einiger Zeit Fachmessen und Internetauftritte verschiedener Firmen im industriellen Umfeld. Die Thematik ist für viele Unternehmen – insbesondere KMU – oftmals schwer greifbar und zu komplex.

Mit diesem Whitepaper wollen wir fertigen- de KMUs mit einem überwiegend zerspanenden Fokus kondensiert einen wichtigen Baustein im Kontext der Digitalisierung der eigenen Fertigung näherbringen.

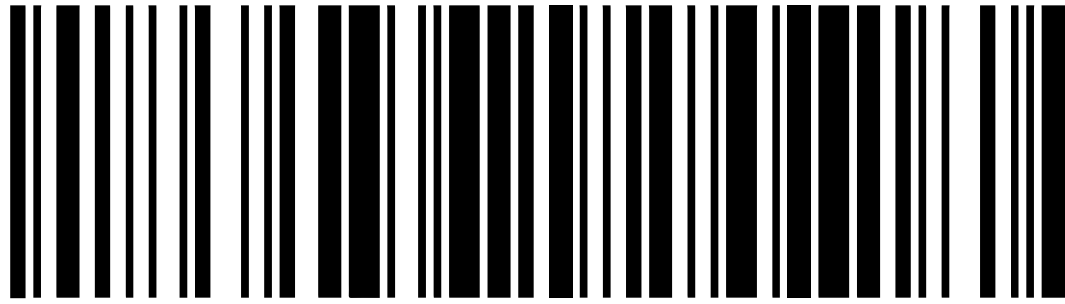
Die Grundlage jeder Digitalisierung im Produktionsumfeld ist die „Serialisierung“ der in der Fertigung eingesetzten Werkzeuge – sprich die eindeutige, digital verwertbare Kennung der Werkzeuge.

Wir zeigen und erläutern relevante Technologien in diesem Umfeld – sodass KMUs in Gesprächen um das weite Bereich der „digitalen Fertigung“ in diesem Thema sattelfest werden und eine solide Basis für ihre ersten Schritte definieren können.

Die hierin wiedergegebenen vier Technologien: Barcode, QR-Code, Data Matrix (DM)-Code und RFID, welche teilweise heute im Alltagsleben, aber besonders im industriellen Umfeld ihre Anwendung finden.

Nachfolgend gehen wir zum tieferen Verständnis auf die einzelnen Varianten näher ein.

	Barcode	QR-Code	DM-Code	RFID
Geringer Platzbedarf	●○○	●●○	●●●	●●●
Datendichte	●○○	●●○	●●●	●●○
Datenkapazität	●○○	●●●	●●○	●●○
Geringe Fehleranfälligkeit	●○○	●●○	●●○	●●●
Verfügbarkeit Lesegeräte	●●●	●●●	●●○	●●○
Beschriftungsflexibilität	●○○	●●○	●●●	●●○
Industrielle Eignung	●○○	●●○	●●●	●●●



7427807 807 742

Die Barcode-Technologie

Bei einem Barcode handelt es sich um einen linearen Strichcode. Die Information wird in Form unterschiedlich breiter Striche und Leerräume bereitgestellt und kann je nach Ausführung und Norm ein rein numerischer (vgl. Norm EAN13) oder auch ein alphanumerischer, also aus Buchstaben und Zahlen bestehender Code (vgl. Norm Code128) sein.

Um einen Barcode sicher auslesen zu können, muss einerseits eine entsprechend hohe Druckqualität und andererseits ein ausreichend großer Freiraum (genannt Ruhezone) vor und nach dem Barcode gewährleistet sein, um nicht fälschlicherweise als Leerraum erkannt zu werden. Ein Strichcode kann durch verschiedenste Verfahren auf eine Oberfläche aufgebracht werden, die Mehrzahl der gängigen Druckverfahren sowie bei entsprechend geeignetem Oberflächenkontrast auch eine Laserbeschriftung können dazu verwendet werden.

Die Erkennung des Strichcodes erfolgt rein optisch durch ein Datenerfassungsgerät mit Rot- oder Infrarotlicht mit integrierter Dekodier-Einheit. Durch definierte Start- und Endezeichen kann das Lesegerät die Leserichtung erkennen und den Strichcode aus beiden Richtungen entschlüsseln. Je nach Ausführung und Qualität des Lesegerätes muss der Barcode möglichst parallel ausgerichtet und ohne Verzerrung (konvex, konkav) unter der Leseinheit platziert werden.

Barcodes werden seit 1973 in erster Linie im Einzel- und Großhandel zur Identifizierung der Waren bzw. deren Verpackung eingesetzt. Im industriellen Umfeld werden Barcodes ebenfalls für das Neuwarenhandling und automatisierte Logistikprozesse genutzt. Im Produktionsumfeld konnte sich der Barcode außerhalb des Neuwarenhandlings aufgrund der Fehleranfälligkeit (Schmutz, Reflexionen, Flüssigkeiten) nicht durchsetzen.

Vorteile

- Einfache Erzeugung durch eine Vielzahl an Druck- oder Beschriftungsmethoden
- Verschiedene Formate und Informationsdichten
- Günstige Lesegeräte und weite Verbreitung

Nachteile

- Hoher Platzbedarf für gute Lesbarkeit
- Fehleranfälligkeit durch Schmutz, Reflexionen oder Flüssigkeiten
- Ausrichtung parallel zur Leseinheit notwendig

Die QR-Code-Technologie

Der QR-Code ist heute der am weitesten verbreitete 2-dimensionale Matrix-Code. Unter einem Matrix-Code versteht man einen optisch lesbaren Code aus quadratischen Punkten und Lücken, die in zwei Dimensionen (Matrix) codierte Daten enthalten. Die Daten können so in einer sehr hohen Dichte auf kleinstem Raum komprimiert werden. Der QR-Code zeichnet sich durch seine quadratische Form und die drei erkennbaren Suchhilfen (Quadratische Fenster in den Ecken des Codes) aus.

Ein QR-Code kann auf entsprechend geeigneten und kontrastreichen Oberflächen durch unterschiedliche Druckverfahren aufgebracht werden. Aufgrund des im Vergleich zum Barcode größeren Informationsgehalt bei deutlich geringerem Platzbedarf wird der QR-Code häufig zur Serialisierung einzelner Komponenten direkt und untrennbar, bspw. durch Laserbeschriftung auf die entsprechenden Bauteile oder Werkzeuge aufgebracht. Die Leserichtung ist aufgrund der drei Suchhilfen nicht relevant, der QR-Code kann somit aus jeder Richtung und teilweise unter bestimmten Perspektiven noch gut gelesen werden.

Aufgrund der weiten Verbreitung des QR-Codes gibt es vielseitige Lesemöglichkeiten. In der Regel werden Datenerfassungsgeräte mit Kameras verwendet, und nicht zuletzt sind auch ein Großteil der mobilen Endgeräte mit Kamerafunktion heute in der Lage einen QR-Code zu erkennen und zu decodieren. Im industriellen Umfeld werden aufgrund ihrer höheren Erfassungssicherheit teilweise Laserscanner verwendet. Um etwaige Beschädigungen des Codes ausgleichen zu können, gibt es Fehlerkorrektur-Stufen von 7% bis zu 30% fehlendem Code.



Verwendung finden QR-Codes seit 1994 verbreitet in allen Bereichen des Privatlebens, aktuell beispielsweise auch als eindeutiger digitaler Impfnachweis in den entsprechenden Applikationen oder als digitale Information auf einer analogen Visitenkarte. Auch eine URL, bzw. Internetseite, kann problemlos als QR-Code abgebildet werden. Im industriellen Umfeld eignet sich der QR-Code zur Serialisierung sämtlicher Komponenten mit einer Mindestgröße. Hierbei muss speziell auf Spiegelungen und eine ausreichend große Oberfläche für eine Beschriftung geachtet werden.

Vorteile

- Einfache Erstellung durch Freeware-Generatoren
- Hoher Informationsgehalt
- Lesegeräte stehen unter anderem durch Standard-Smartphones in der Breite zur Verfügung.
- Bis zu 10fach kleiner als ein Barcode

Nachteile

- Für industrielle Komponenten teilweise zu groß

Die Data Matrix-Code-Technologie

Der Data Matrix-Code ist neben dem QR-Code der am häufigsten verwendete, optisch lesbare 2D-Code. Er besteht i.d.R. aus mehreren Komponenten und kann rechteckig oder quadratisch ausgeführt werden. Alle Data Matrix-Codes haben zusammenhängende Begrenzungslinien in einer Ecke des jeweiligen Codefeldes, um bei einer perspektivischen Blickrichtung eine Ausrichtkorrektur vornehmen zu können. Ein maßgeblicher Unterschied zum QR-Code ist die neben dem quadratischen Feld als Informationsträger ebenfalls mögliche Verwendung einzelner runder Punkte zur Darstellung des Gesamtcodes. Damit ergeben sich weitere Aufbringungsmöglichkeiten, speziell im industriellen Umfeld

Ein Data Matrix-Code kann auf verschiedensten, auch metallischen Oberflächen aufgebracht werden. Aufgrund seiner hohen Datendichte kann der Data Matrix-Code deutlich kleiner als ein QR-Code ausgeführt werden, und ist somit auch für kleine Bauteile oder Werkzeuge geeignet. Zur Beschriftung ist die Nutzung der gängigen Drucktechnologien ebenso möglich, wie eine Laserbeschriftung oder der bei einer Verwendung des punktierten Codes möglichen Nadelgravur eines Bauteiles. Die Nadelgravur bietet speziell für die Kennzeichnung verbauter Komponenten über deren Produktlebensdauer hinaus eine robuste und dauerhafte Identifikationsmöglichkeit.

Die optische Erfassung und Decodierung findet vergleichbar zum QR-Code über Kamerasysteme und entsprechende Datenerfassungsgeräte statt. Im Gegensatz zum QR-Code benötigen handelsübliche Smartphones mit Kamerafunktion spezielle Applikationen (Apps), um den mit der Kamera erfassten Code entschlüsseln zu können. Im Produk-



tionsumfeld werden auch beim Data Matrix-Code professionelle Laserscanner verwendet. Die zur Entschlüsselung verwendeten Fehlerkorrekturen können bis zu 30% fehlenden Code kompensieren bzw. korrigieren.

Der Data Matrix-Code findet sich seit 1980 häufig im industriellen Umfeld, beispielsweise aufgrund der möglichen Nadelgravur auf chargen- und dokumentationspflichtigen Bauteilen für die Automobilindustrie. Durch die kleinen Abmaße und die trotzdem hohe Fehlerkompensation kann der Data Matrix-Code als idealer Code zur Serialisierung von Komponenten in der zerspanenden Industrie angesehen werden. Im privaten Umfeld wird er heute beispielsweise zur digitalen Frankierung und aktuell zur Chargennachverfolgung und Erkennung von Fälschungen pharmazeutischer Produkte genutzt.

Vorteile

- Kleinster gängiger 2D-Code
- Höchste Datendichte
- Punktierbare Codierung möglich
- Durch das Data Matrix-Code bezogene Datenbezeichnungskonzept GS1 ist bereits ein skalierbarer Industriestandard seit August 2018 verfügbar (vgl. VDMA Einheitsblatt 34193_2020)

Nachteile

- Spezielle Lesegeräte oder Applikationen für Smartphones nötig



Die RFID-Technologie

Die RFID-Technologie ermöglicht ein berührungsloses und automatisches Identifizieren entsprechend mit einem Sender (Transponder) versehener Elemente durch ein spezielles Lesegerät. Technisch wird dies durch elektromagnetische Wellen in unterschiedlichen Frequenzbereichen gelöst. Der Transponder muss nicht unmittelbar einen Kontakt zum Lesegerät haben, sondern kann innerhalb einer kleinen Reichweite von bis zu mehreren Millimetern einfach in dessen Nähe sein. Der passive RFID Transponder besitzt keine eigene Stromversorgung, sondern wird durch das elektromagnetische Wechselfeld des Lesegerätes während des Kontaktvorganges mit dem nötigen Strom versorgt. Es gibt für spezielle Anwendungen aktive Transponder mit integrierter Energiequelle und Sendereichweiten über mehrere Meter. Es werden einmalig oder mehrfach beschreibbare Dauerspeicher eingesetzt. In der einfachsten Form beinhaltet der einmalig beschriebene Dauerspeicher allein eine unveränderliche Identitätskennung (Beispiel Stempelkarten, Zugangsberechtigungssysteme).

Ein RFID Transponder kann in verschiedensten Formen auf zu identifizierenden Komponenten aufgebracht werden. Die Größe des eigentlichen Transponders ist vergleichbar mit der Größe eines Reiskornes (<1mm). Um die Platzierung des Transponders zu erleichtern, wird er in unterschiedlichsten Trägerformen angeboten: Selbsthaftende

Klebetags, Einpresselemente, Vergussfähig (bspw. innerhalb eines Schlüsselanhängers) oder in den kleinsten gekapselten Bauformen sogar zur Implantierung in lebenden Organismen. Durch den robusten Aufbau der Transponder ist eine Identifikation über viele Jahre und unter widrigsten Umständen sichergestellt.

Das Lesen oder Identifizieren des RFID Transponders wird durch für die entsprechende Sendefrequenz geeignete Lesegeräte in Form von Handlesegeräten mit USB-Anschluss oder Bluetooth, fest montierten Lesestationen oder multifunktionellen mobilen Endgeräten gewährleistet.

Die RFID-Technologie wird seit 1960 in allen Bereichen eingesetzt. Weit verbreitet ist beispielsweise die Nutzung als Diebstahlsicherungssystem im Einzelhandel oder bei einer Transponderbasierten Wegfahrsperrung im KFZ-Bereich, der Identifizierung von Fahrzeugen in Mautsystemen, aber auch in nicht technischen Bereichen wie der Tierkennzeichnung werden heute RFID Transponder eingesetzt. Im industriellen Umfeld kann die robuste und prozesssichere lesbare Technik speziell zur dauerhaften Identifikation von jeglichen Komponenten und deren Chargennachverfolgung genutzt werden.

Vorteile

- Robuste Technologie mit hoher Lesesicherheit, auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen
- Flexible Aufbringungsmöglichkeiten
- Geringer Platzbedarf
- Dauerhafte und Berührungslose Identifikation

Nachteile

- RFID Transponder muss in geeigneter Form in oder auf der Komponente montierbar sein (Beispiel: Werkzeugaufnahme mit Chip-Aufnahmebohrung)
- Keine Direktbeschriftung, Transponder müssen zugekauft werden
- Spezielle Lesegeräte notwendig

Fazit

Die ideale Kennzeichnung zur Serialisierung hängt von verschiedenen Faktoren ab. Im industriellen Umfeld herrschen teils schwierige äußere Bedingungen - die Komponenten sind Schmutz, Temperatur, Flüssigkeiten und Korrosion ausgesetzt und müssen über einen kompletten Produktlebenszyklus identifizierbar sein. Ist eine Lösung durch RFID-Chips möglich, stellt diese Lösung die höchste Sicherheit und dauerhafte Lesbarkeit in Aussicht. Für eine Direktbeschriftung durch Laser oder beispielsweise die sehr beständige Nadelgravur auch für kleine

Komponenten eignet sich insbesondere der Data Matrix-Code. Der Data Matrix-Code kann durch den seit 2018 genutzten VDMA-Standard als optimale Grundlage zur Serialisierung von Werkzeugen und Werkzeugaufnahmen im zerspanenden Umfeld betrachtet werden. Der klassische Barcode sowie der QR-Code finden sich im Umfeld der Produktion in der Regel zur Verwaltung von Neukomponenten, beispielsweise zur Einlagerung in digitalisierte Werkzeugausgabesysteme und weniger im fertigungsnahen Umfeld mit schwierigen äußeren Bedingungen.