

Competence Guide
Direct Part Marking

COMPETENCE GUIDE DIRECT PART MARKING

SICK

Herausgeber und ©: SICK AG, D-79183 Waldkirch; Germany
1. Auflage 2007

Inhalt: Detlef Deuil, Dipl.-Ing. (FH),
Leiter Marketing & Vertrieb 2D-Code Reader & Hand-held Line, SICK AG
Steffen Nübling, Dipl.-Ing. (BA), Produktmanager 2D-Code Reader, SICK AG
Florian Endres, Dipl.-Ing. (FH)
Satz, Grafik und Realisierung: Grafikteam Werbeagentur GmbH, Offenburg

Rechtliche Hinweise:

Alle Informationen und Daten in diesem Buch wurden sorgfältig ausgewählt, geprüft und zusammengestellt. Eine Haftung oder Garantie für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit kann nicht übernommen werden.
Darüber hinaus kann auch für angegebene Websites – gleich in welcher Form – keine Haftung übernommen werden. Sie liegt bei den Betreibern der Websites.

Das gesamte Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Art der Vervielfältigung – auch in Teilen – bedarf der schriftlichen Zustimmung der SICK AG.

INHALT

DIRECT PART MARKING	6
DAS CODIEREN	8
1. Codestrukturen	11
1.1. 1D-Codes	12
1.2. 2D-Codes	13
1.3. OCR/OCV	16
1.4. Informationsdichte	17
1.5. Auswahl der geeigneten Codestruktur	18
2. Übersicht der Codearten	20
2.1. 1D-Codearten	20
2.2. 2D-Stapelcodes	22
2.3. 2D-Matrixcodes	23
3. Der Data Matrix ECC200 Code	24
3.1. Codeelemente und -aufbau	26
3.2. Datenkapazität und Symbolgröße	28
3.3. Datenredundanz	30
3.4. Codeerzeugung	30
3.5. Qualitätsmerkmale der Codeerstellung	32
DAS MARKIEREN	34
1. Übersicht der Markierverfahren	37
2. Laser	40
2.1. Funktionsweise der Lasermarkierung	40
2.2. Lasertypen	40

INHALT

2.3. Beschriftungsverfahren beim Lasern	41
2.4. Bewertung der Lasermarkiersysteme	42
2.5. Qualitätsmerkmale der Lasermarkierung	43
3. Tintenstrahl	47
3.1. Funktionsweise der Tintenstrahlmarkierung	47
3.2. Tintenstrahltypen.	47
3.3. Bewertung von Tintenstrahlmarkiersystemen	48
3.4. Qualitätsmerkmale der Tintenstrahlmarkierung.	49
4. Nadelprägen	51
4.1. Funktionsweise der Nadelprägung	51
4.2. Nadelprägertypen	52
4.3. Bewertung von Nadelprägesystemen	56
4.4. Qualitätsmerkmale der Nadelprägung	57
5. Elektrochemisches Ätzen	60
5.1. Funktionsweise des Markierverfahrens.	60
5.2. Bewertung des Markierverfahrens	60
5.3. Qualitätsmerkmale beim elektrochemischen Ätzen.	62
6. Platzierung der Codemarkierung.	64
6.1. Oberflächenbeschaffenheit des Objektes	64
6.2. Geometrie des Objektes.	66
DAS LESEN	68
1. Lesegeräte	72
1.1. Lasertechnologie.	72
1.2. Kameratechnologie	73

1.3. Mobile Handscanner	74
1.4. Festmontierte Scanner	75
1.5. Funktionsprinzip Zeilenkamera	77
1.6. Funktionsprinzip Matrixkamera	77
1.7. Bewertung festmontierter Barcode-Lesegeräte (Kameratechnologie)	78
1.8. Auswahl des geeigneten Lesegerätes	80
2. Die Beleuchtung des Objektes	82
2.1. Verhalten eines Objektes bei Beleuchtung	84
2.2. Beleuchtungen	85
2.3. Auswahl der geeigneten Beleuchtung	92
2.4. Umgebungsbedingungen	94
3. Verifikation von Data-Matrix-Codes	96
3.1. Verifikation nach ISO/IEC 16022	97
3.2. Verifikation nach ISO/IEC 15415	98
3.3. Verifikation nach EN 9132	98
3.4. Verifikation nach AIM DPM-1-2006	99
3.5. Die Bewertungskriterien zur Verifikation	100
4. Erfolgsfaktoren der guten Lesung	104
DIE PARTNER.	108
NORMEN	117

DIRECT PART MARKING

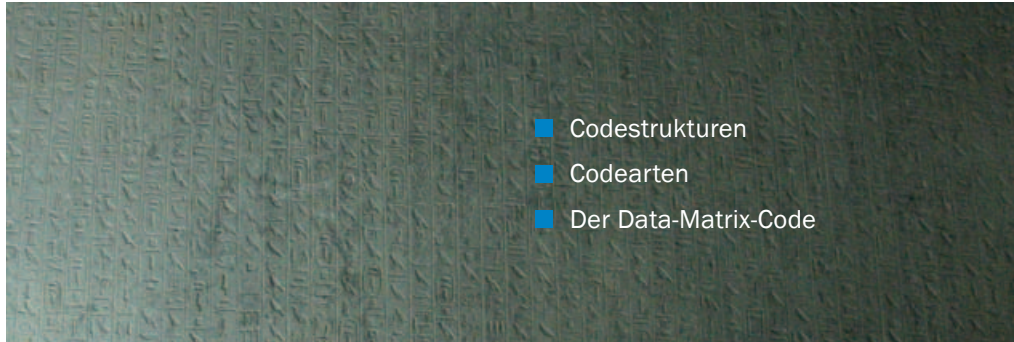
Vor über 30 Jahren begann der Siegeszug des Barcodes, der jede Form der Warenwirtschaft und Logistik revolutioniert hat. Der Grundstein wurde gelegt – getreu dem Motto: schwarz auf weiß – mit dem Drucken eines Strichcodes auf ein Etikett. Der große Vorteil besteht in der einfachen und kontrastreichen Darstellung des Codes. Was gut gedruckt ist, kann auch gut gelesen werden.

Das hat sich stark gewandelt: Denn es besteht zunehmend der Wunsch, auch Einzelkomponenten, Baugruppen, wie z. B. Leiterplatten oder mechanische Teile eines Automobils oder Flugzeugs, dauerhaft mit einer identifizierbaren Markierung zu versehen. Die Entwicklung von 2D-Matrixcodes sowie die rasante Performancesteigerung in der Bildverarbeitung erlaubten die Anwendung neuer, etikettenfreier Direktmarkierverfahren, wie z. B. Nadelprägung, Lasermarkierung oder Tintenstrahl, sprich: dem Direct Part Marking (DPM). DPM übersteht im Vergleich zum Etikett widrigste Produktions- oder Betriebsprozesse sowie Umwelteinflüsse und beugt ganz nebenbei Produktpiraterie vor. Dem Anwender erschließen sich damit neue Möglichkeiten in der Rückverfolgbarkeit von Einzelkomponenten oder Baugruppen, da diese nahezu unzerstörbar, dauerhaft markiert und identifizierbar sind. Das Einlesen der Codes muss schnell und zuverlässig geschehen, um die gewünschte Prozesssicherheit und Produktivität in der Fabrikautomation zu gewährleisten. Erst das richtige Zusammenspiel aller Faktoren – Codierung, Markierung und Lesung – eröffnet dem Anwender ein erfolgreiches Direct Part Marking.

Der vorliegende „Competence Guide“ dient als Leitfaden durch die gesamte Welt des Direct Part Marking (DPM), in dem die Prinzipien der Codierung, die Techniken der Direktmarkierung und die entscheidenden Rahmenbedingungen der prozesssicheren Lesung des DPM-Codes in der Fabrikautomation dargestellt werden.

Als führender Hersteller intelligenter Sensoren und Sensorlösungen ist SICK ein kompetenter und starker Partner rund um das Thema Direct Part Marking. Unter Einbindung führender Markiertechnikhersteller bietet SICK ein weltweites Partnernetzwerk zur zielsicheren Konzeption und effizienten Anwendung von Direct Part Marking.

ERFOLG MIT SYSTEM



- Codestrukturen
- Codearten
- Der Data-Matrix-Code

DAS CODIEREN



- Laser
- Tintenstrahl
- Nadelprägung
- Elektrochemisches Ätzen
- Platzierung der Codemarkierung

DAS MARKIEREN



- Lesegeräte
- Beleuchtung des Objektes
- Verifikation von Data-Matrix-Codes
- Erfolgsfaktoren der guten Lesung

DAS LESEN

DAS CODIEREN





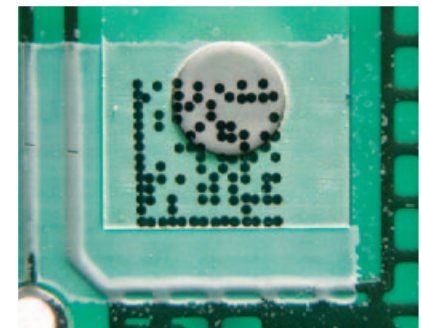
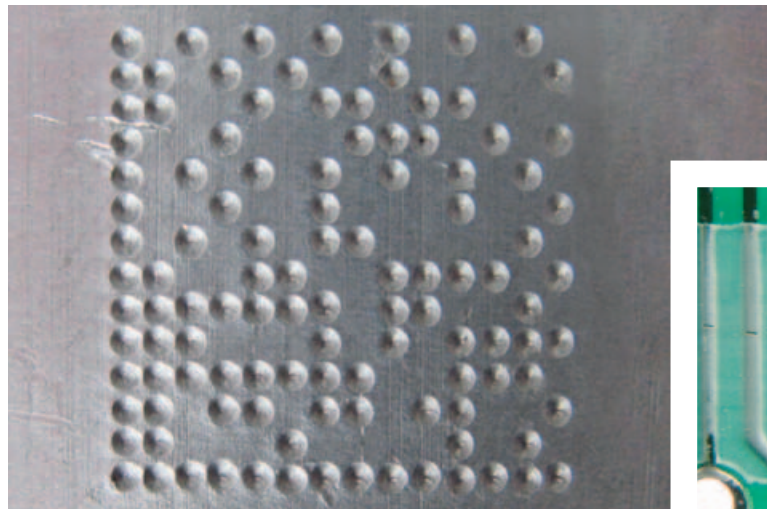
DAS CODIEREN

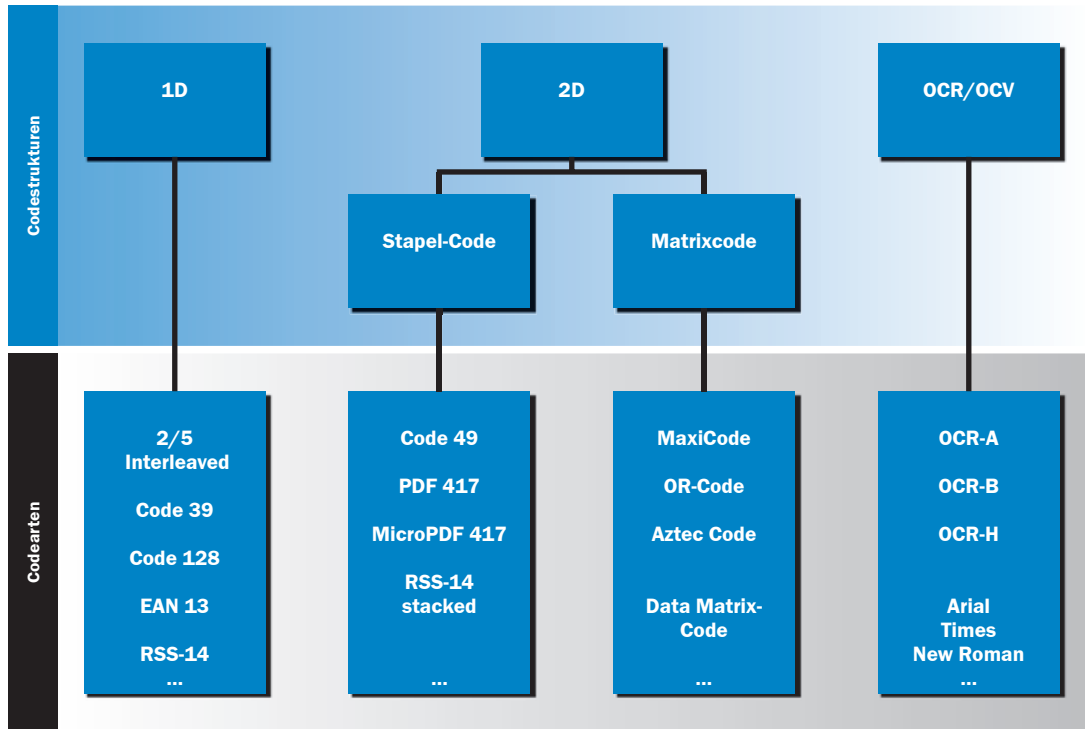
Die Anzahl verfügbarer und etablierter Codes ist groß. Der Anwender hat damit viele Möglichkeiten, gleichzeitig aber auch das Problem, die geeignete Codierung zu finden:

- *Welcher Code ist für meine spezifische Applikation geeignet?*
- *Was ist der Unterschied zwischen 1D und 2D, oder zwischen Code 39, 2/5 Interleaved und Data Matrix?*

Dieses Kapitel soll das Basiswissen zu den unterschiedlichen Codestrukturen, -arten, und ihrem Leistungsumfang vermitteln und damit dem Anwender die Auswahl der geeigneten Codierung erleichtern. Ergänzend werden die grundlegenden Elemente der verschiedenen Codestrukturen erläutert, um bei der „Erzeugung“ des Codes elementaren Fehlern vorzubeugen. Denn: Je besser der Code zur spezifischen Applikation passt und je besser die Qualität des aufgetragenen Codes ist, desto höher ist die Lesegüte, umso besser läuft die Anwendung.

Nadelprägung auf Stahl und
Tintenstrahl auf Kunststoff





1. Codestrukturen

Die Codierung im industriellen Einsatz wird unterteilt in drei Codestrukturen. Dabei lassen sich jeder Codestruktur bestimmte Codearten zuordnen, die jeweils ihrerseits besondere Eigenschaften aufweisen und deshalb in bestimmten Applikationsfeldern und Branchen ihre Anwendung finden.

Alle Codearten besitzen, je nach Codestruktur, einen charakteristischen Aufbau und bestimmte Merkmale, die für eine stabile Codelesung wichtig sind.

DAS CODIEREN

1.1. 1D-Codes

Eindimensionale Codestrukturen, die Barcodes („Bar“ von engl. bar „Balken“), waren die ersten verfügbaren Codes. Barcodes werden im deutschen Sprachraum auch als Strichcode, 1D-Code oder Linearcode bezeichnet.

Grundbestandteile eines 1D-Codes mit Ruhezonen, Startzeichen, der eigentlichen Information und dem Stoppsymbol



Der Barcode ist aus parallel angeordneten Elementen, den Balken (dunkel) und Lücken (hell), aufgebaut. Über die Breite der Balken und Lücken und deren Abfolge ist die im Code enthaltene Information definiert. Die minimale Modulbreite (Balkenbreite) kann frei gewählt werden, muss aber auf die verwendeten Lesegeräte abgestimmt sein. Typische Modulbreiten sind 0,15 bis 1 mm. Zusätzlich besitzt der Barcode ein Start- sowie ein Stoppsymbol am Anfang und Ende des Codes. Diese bestehen aus einer von der Codeart abhängigen, fest definierten Abfolge von Balken und Lücken. Sie gewährleisten die Erkennung der Codeart. Vor dem Startzeichen und hinter dem Stoppsymbol muss sich eine sogenannte Ruhezone befinden, in der sich keinerlei störende



Strukturen befinden sollten. Nur so hebt sich der Code eindeutig vom Hintergrund ab und ist identifizierbar. Diese Ruhezone sollte circa zehnmal so breit sein wie die minimale Modulbreite.

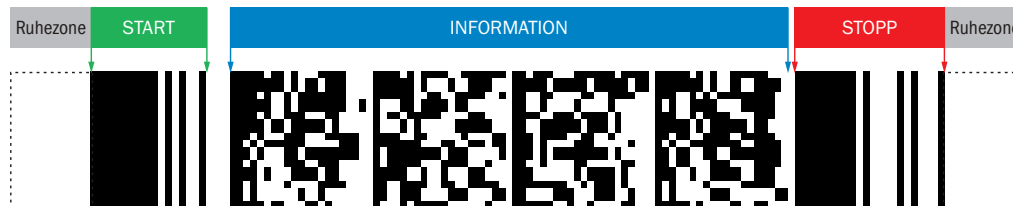
Optional können fast alle Codearten um Prüfziffern erweitert werden. Mit dieser Prüfziffer wird die Plausibilität des Leseergebnisses überprüft: Die Prüfziffer wird nach einer definierten Formel aus dem Leseergebnis des Barcodes berechnet und mit dem Prüfzifferwert, um den der Barcode erweitert wurde, verglichen. Stimmen beide Werte überein, wird der Codeinhalt ausgegeben. Stimmen sie nicht überein, gibt das Lesegerät das Ergebnis „kein Code gelesen/no read“ aus. Eine Fehlinterpretation, und damit eine Fehlinformation, wird damit vermieden.

1.2. 2D-Codes

Mit zweidimensionalen Codes kann im Vergleich zu eindimensionalen Barcodes die Informationsdichte deutlich erhöht werden. Bei zweidimensionalen Codes unterscheidet man zwei Codestrukturen: Stapelcodes und Matrixcodes.

1.2.1. Stapelcodes

Stapelcodes bestehen aus mehreren Reihen übereinander gestapelter 1D-Codes, welche von je einem Start- und Stoppsymbol, die sich über die gesamte Codehöhe erstrecken, umrahmt werden. Vor dem Startzeichen und hinter dem Stoppsymbol muss sich, wie beim Barcode, eine Ruhezone befinden. Das Start- und Stoppsymbol definiert auch hier die Codeart.



Grundbestandteile eines Stapelcodes mit Ruhezone: Start- und Stoppsymbol und der codierten Information

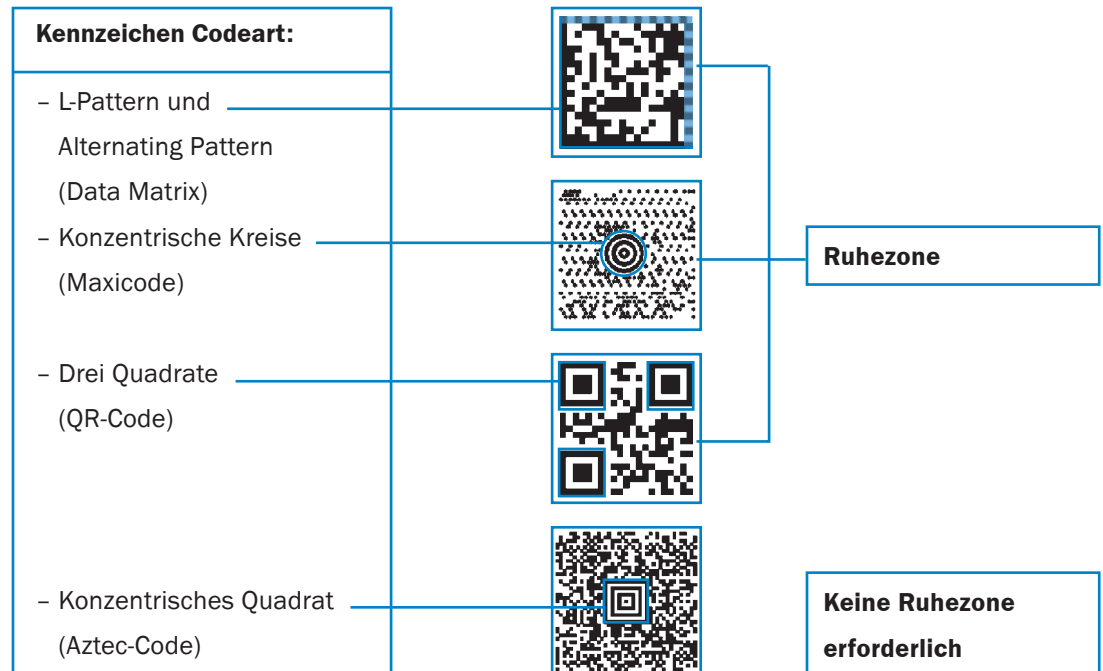
DAS CODIEREN

1.2.2. Matrixcodes

Da die Informationsdichte für viele Anwendungen oft noch immer nicht ausreichte, wurden die Matrixcodes entwickelt.

Im Vergleich zu Linear- und Stapelcodes bestehen Matrixcodes aus hellen und dunklen Elementen, oft quadratischen Zellen. Diese sind in einer normativ festgelegten Art und Weise zueinander angeordnet. Die Zellgröße kann frei gewählt werden, sollte aber auf die Lese- und Markiertechnik abgestimmt sein. Üblicherweise liegt die Zellgröße zwischen 0,1 und 0,6 mm.

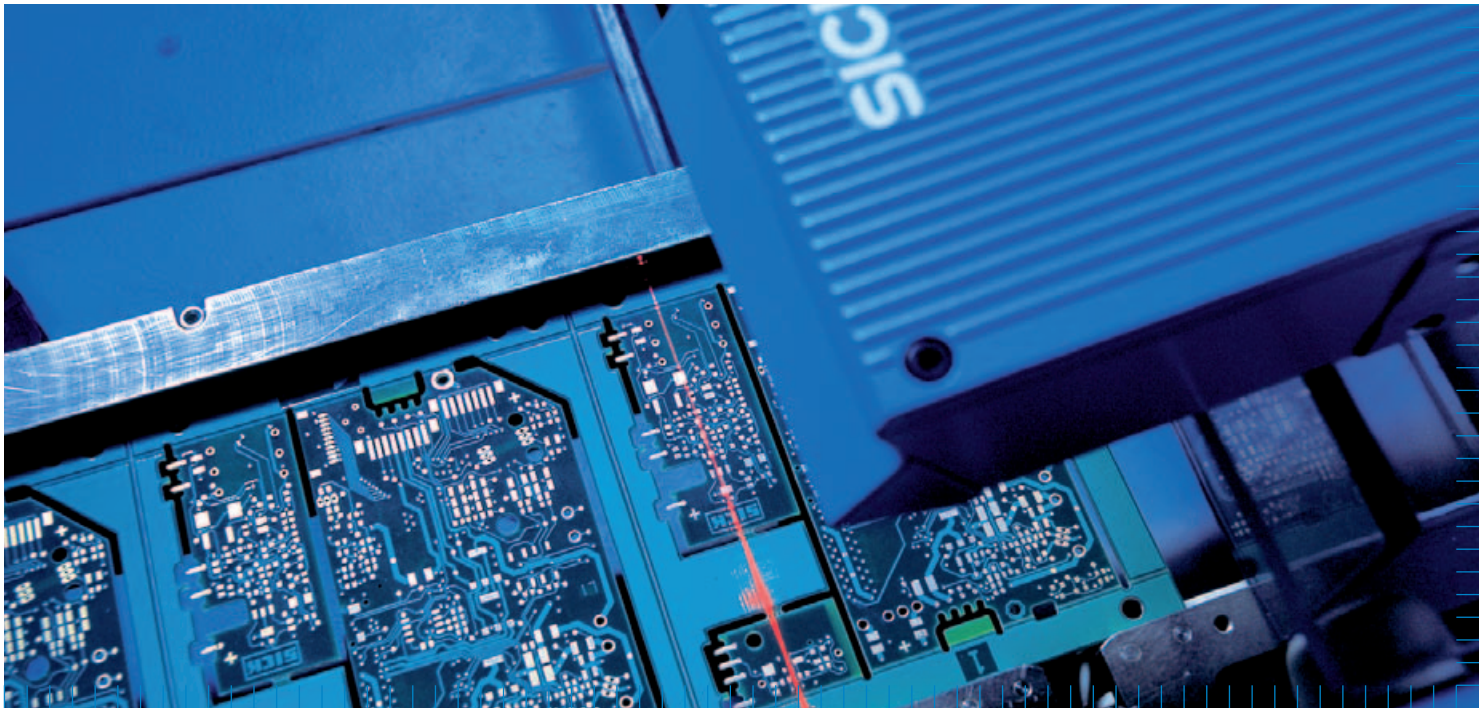
Grundbestandteile eines
Matrixcodes



Jeder Matrixcode besteht aus einem Datenfeld und zusätzlichen codeabhängigen Suchmustern (engl. finder pattern). Anhand dieser Suchmuster kann der Code auf einem Objekt gefunden und identifiziert werden.

Matrixcodes benötigen in der Regel ebenfalls eine Ruhezone. Diese umgibt den gesamten Code und wird zur eindeutigen Code-Identifizierung benötigt. Im Vergleich zu den 1D-Codes ist die Ruhezone verhältnismäßig klein, da sie lediglich der Breite einer Matrixcode-Zelle entspricht.

Die meisten 2D-Codes besitzen eine Datenredundanz im Code. Im Vergleich zur Prüfziffer der 1D-Codes sorgt dies für eine deutliche Verbesserung der Lesesicherheit, da es nicht nur möglich ist, die Plausibilität des gelesenen Inhalts zu prüfen. Ein Teil der Code-Information lässt sich durch mathematische Algorithmen reproduzieren und diese Information bleibt, trotz der Zerstörung eines Teil des Codes, erhalten. Mit dieser so erhöhten Datensicherheit wurde das direkte Markieren, speziell mit dem Data-Matrix-Code, möglich.



DAS CODIEREN

1.3. OCR/OCV

OCR und OCV sind keine Codierungen. OCR und OCV stehen für die Erkennung von menschenlesbaren, alphanumerischen Zeichen durch ein automatisches Identifikationssystem.

1.3.1. OCR

OCR (Optical Character Recognition) steht für die automatische Erkennung gedruckter Zeichen oder ganzer Textstrings durch optische Abtastung. Ursprünglich wurden spezielle Schriftarten entwickelt und normiert: OCR-A (DIN 66008, ISO 1073-1); OCR-B (ISO 1073-2); OCR-H (DIN 66225).

Die gestiegene Leistungsfähigkeit der Lesesysteme und verbesserte Algorithmen erlauben inzwischen auch die Erkennung von „normalen“ Druckerschriftarten bis hin zu Handschriften (z. B. bei der Briefverteilung). Voraussetzung für die Lesung des Textes ist das vorherige Einlernen der jeweiligen Schriftart. Die Lesegeräte können dann die aufgenommenen Zeichenstrukturen mit



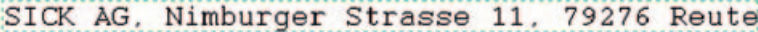



den in einer Datenbank hinterlegten Strukturen vergleichen und damit alle bekannten Zeichen tatsächlich erkennen und den „gelesenen“ String als Leseergebnis ausgeben.

1.3.2. OCV

Im Vergleich zum OCR wird beim OCV (Optical Character Verification) kein Textstring gelesen, sondern ein zuvor eingelernter Text wird mit dem aufgebrauchten Text verglichen. Das geschieht über Bildverarbeitungsalgorithmen wie z. B. Ermittlung der Pixelsumme oder Konturerkennung. Ergebnis der OCV-Identifikation ist also ein „WAHR“ oder ein „FALSCH“ mit einer ergänzenden Bewertung von Richtigkeit, Qualität und Lesbarkeit des Strings.

1.4. Informationsdichte

Der folgende Größenvergleich zwischen den verschiedenen Codestrukturen (anhand exemplarisch ausgewählter Codearten) macht deutlich, wie stark sich die Informationsdichte der einzelnen Strukturen unterscheidet.

	OCR/OCV
	1D-Code
	2D-Stapelcode
	2D-Matrixcode

Der Dateninhalt und die Strichstärke bzw. Zellgröße ist bei allen Codes identisch.

DAS CODIEREN

1.5. Auswahl der geeigneten Codestruktur

Für die Auswahl der geeigneten Codestruktur sind folgende Kernfragen von Bedeutung:

Welcher Platz steht auf dem zu identifizierenden Objekt für den Code zur Verfügung?

Wie viele und welche Daten sollen im Code platziert werden?

*Wie kann ich den Code aufbringen?
Welches Trägermaterial nutze ich in meiner Anwendung?*

Besteht das Risiko, dass Codes verschmutzt werden?

Muss ein Mensch den Code lesen können?

Welche Branche beliefere ich mit meinen Produkten und gibt es dort eventuell spezifische Vorgaben?

Welche applikatorischen Rahmenbedingungen sind gegeben?

Wie viel darf meine Lesestelle kosten?





Abhängig vom vorhandenen Platzangebot auf dem Objekt sind einige Codestrukturen besser geeignet als andere, da die Informationsdichten unterschiedlich hoch sind. Beispielsweise können mit 2D-Matrixcodes sehr viele Informationen auf wenig Platz untergebracht werden.

Abhängig von der Datenmenge, d. h. der Zeichenanzahl, sind bestimmte Codestrukturen besser geeignet als andere, da die Codeabmessung bei Codestrukturen mit geringer Informationsdichte nicht mehr ins Sichtfenster des Lesegerätes passen.

Matrixcodes können direkt auf das Objekt, Barcodes sollten für eine hohe Lesesicherheit auf ein zusätzliches Trägermaterial aufgebracht werden.

Abhängig von Prüfziffern und Datenredundanz sind bestimmte Codestrukturen sicherer zu lesen als andere. Umgebungsbedingungen wie Verschmutzung oder eine mögliche Zerstörung des Codes müssen berücksichtigt werden.

In der Luftfahrtindustrie werden z. B. Kabelbäume vom Menschen identifiziert. Hilfreich kann deshalb die zusätzliche Aufbringung von Klarschrift bzw. OCR/OCV sein.

Branchenspezifische Vorgaben und Standards sind in bestimmten Branchen üblich. D. h. der Anwender muss sich in der Auswahl des Codes danach richten. Eine Auflistung der derzeit gültigen Normen und Standards ist dem Kapitel „Normen“ zu entnehmen.

Produktionsgeschwindigkeiten, Abstände vom Objekt zum Lesegerät, benötigte Lesefeldgrößen sind typische Bedingungen.

Die Codestruktur definiert die Anforderungen an das Lesesystem und damit den Preis. Darüber hinaus bestimmt das zu verwendende Markierverfahren ebenfalls die laufenden und Investitionskosten.

DAS CODIEREN

Auswahltablelle als Entscheidungshilfe und Gegenüberstellung der einzelnen Codestrukturen mit deren wichtigsten Kriterien



Codestruktur		Preis Lesegerät	Platzbedarf	Informationsdichte	Lese-sicherheit	Menschl. Lesbarkeit	Branche
Klarschrift (OCR)		hoch	sehr hoch	gering	gering	ja	Pharma-, Lebensmittel-, Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie
1D		gering	hoch	mittel	mittel	mittels zusätzlicher Klarschrift	Konsumgüterindustrie, Paket- und Postdienste
2D	Stapel-codes	mittel	mittel	hoch	mittel	nein	Pharma-, Konsumgüterindustrie, Paket- und Postdienste
	Matrix-codes	mittel	gering	sehr hoch	hoch	nein	Automobil-, Elektronik-, Pharma-, Luft- und Raumfahrt- sowie Lebensmittelindustrie

2. Übersicht der Codearten

Jede Codestruktur unterteilt sich in verschiedene Codearten. Jede Codeart hat ihre besonderen Merkmale und Vorteile oder Nachteile für bestimmte Anwendungen.






2.1. 1D-Codearten

Wichtige Merkmale der 1D-Codes sind der verwendbare Zeichensatz, die Eigensicherheit und die Datenmenge bzw. der Platzbedarf.

Es gibt Codearten, die nur numerische Zeichen unterstützen und andere, die alphanumerische oder sogar den kompletten ASCII-Zeichensatz verschlüsseln können. Die Eigensicherheit ist ein Maß dafür, wie anfällig der Code hinsichtlich Fehl-



interpretationen ist. Die Datenmenge eines Linearcodes ist theoretisch unbegrenzt. In der Praxis ist sie jedoch stark limitiert, da der Code im Lesefenster des Lesegerätes und auch auf dem Objekt Platz finden muss.

	Codename	Zeichensatz	Eigen-sicherheit	Platzbedarf	Norm	Anwendungs-bereich
	2/5 Interleaved	numerisch	gering	gering	ISO/IEC 16390	Paket- und Postdienste
	Code 39	alpha- numerisch	mittel	hoch	ISO/IEC 16388	Paket- und Postdienste
	Code 128	ASCII	hoch	gering	ISO/IEC 15417	Paket- und Postdienste
	EAN 13	numerisch	hoch	gering	DIN EN 797	Paket- und Postdienste
	RSS-14	numerisch	hoch	sehr gering	ISO/IEC 24724	Konsumgüter- wirtschaft





Gegenüberstellung der
gängigen 1D-Codearten

DAS CODIEREN

2.2. 2D-Stapelcodes

Die einzelnen Arten der Stapelcodes unterscheiden sich in der Datenkapazität und finden in sehr spezifischen Branchen Verwendung. Im Vergleich zu den Matrixcodes spielen sie eher eine untergeordnete Rolle.





Gegenüberstellung der gängigsten 2D-Stapelcodes

	Code-name	Max. Anzahl Zeichen				Symbolgröße (Reihen)	Norm	Anwendungsbereich
		numerisch	alphanumerisch	ASCII	ISO			
	Code 49	81	49	49		2-8	ANSI/AIMBC6	Fotobranche
	PDF 417	2710	1850	1400	1108	3-90	ISO/IEC 15438	Paket- und Postdienste
	Micro-PDF 417	366	250	180	150	4-44	ISO/IEC 24728	Paket- und Postdienste
	GS1 DataBar stacked	14				2	ISO/IEC 24724	Konsumgüterwirtschaft

2.3. 2D-Matrixcodes

Die Matrixcodes zeichnen sich besonders durch die höchste Datenkapazität und die höchste Informationsdichte aller Codearten aus. Durch ihre speziellen Finder Pattern (Suchmuster) sind sie vergleichsweise leicht voneinander zu unterscheiden. In bestimmten Branchen haben sich verschiedene Codearten bereits etabliert und zum Standard entwickelt.

Gegenüberstellung der gängigsten 2D-Matrixcodes

	Code-name	Max. Anzahl Zeichen nach Datenart				Symbolgröße (Zellen x Zellen)	Besonderheiten	Norm	Anwendungsbereich
		numerisch	alphanumerisch	ASCII	ISO				
	Maxi-Code	138	-	93	93	28,14 x 26,65 mm	Finder Pattern: rundes Bull's eye, feste Symbolgröße, hexagonale Zellen	ISO/IEC 16023	Transportlogistik (Paketdienstleister)
	QR-Code	7089	4296	-	2953	21x21-105x105	Finder Pattern: drei Quadrate, kann auch japanische Kanji-Zeichen codieren	ISO/IEC 18004	Elektronik, Automobil (hauptsächlich Asien)
	Aztec-Code	3832	-	3067	1914	15x15-151x151	Finder Pattern: quadratisches Bull's eye, benötigt keine Ruhezone	ISO/IEC 24778	E-Ticketing, Transportlogistik
	Data Matrix ECC200	3116	2335	1982	1556	10x10-144x144; 18x8-48x16	Finder Pattern: L-Pattern, auch rechteckige Symbole möglich	ISO/IEC 16022	Elektronik, Automobil, Luftfahrt, Pharma- und Lebensmittelverpackung

DAS CODIEREN

3. Der Data Matrix ECC200 Code

Unter den Matrixcodes hat sich der Data Matrix ECC200 am stärksten durchgesetzt. Er wird weltweit in fast allen Industriezweigen am häufigsten eingesetzt. Der Data Matrix ECC000 wurde 1989 entwickelt und bis 1995 kontinuierlich zum heutigen Data Matrix ECC200 Standard optimiert. Die Kennung „ECC200“ steht dabei für die Verwendung des Reed-Solomon-Algorithmus zur Fehlerkorrektur. Aufgrund seiner hohen Prozesssicherheit hat er sich als Standard etabliert und gewährleistet so eine weltweit einheitliche Datenkommunikation.



Die herausragenden Merkmale des Data Matrix ECC200 sind:

- weltweit einheitliche Standardisierung
- einfache Herstellung
- Vielzahl anwendbarer Markierverfahren (Laser, Nadelprägung, Tintenstrahl etc.)
- hohe Lesesicherheit, basierend auf dem verwendeten Fehlerkorrekturalgorithmus
- geringer Platzbedarf
- maximale Datenkapazität
- kleine Ruhezone

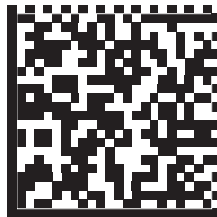


DAS CODIEREN

3.1. Codeelemente und -aufbau

Komponente

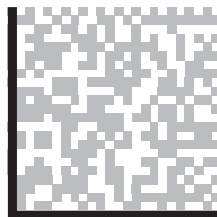
Beschreibung



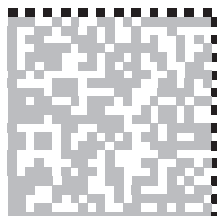
Schwarze und weiße Elemente des Codes werden als Zelle bezeichnet. Jede Zelle repräsentiert ein Bit, wobei eine helle Zelle einer binären „0“ und eine dunkle Zellen einer binären „1“ entspricht.
Die Zellgröße ist frei wählbar, muss aber auf die verwendete Lese- und Markiertechnik abgestimmt sein. Je kleiner die Zellgröße, desto höher die Anforderungen an Markier- und Lesegeräte. Zellgrößen von 0,1 bis 0,6 mm werden derzeit häufig verwendet.
Ein guter Kontrast zwischen den hellen und dunklen Zellen im Code ist sehr wichtig, um eine stabile Lesung zu gewährleisten.



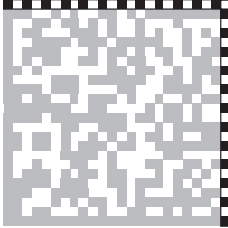
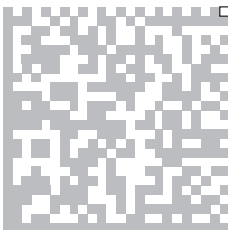
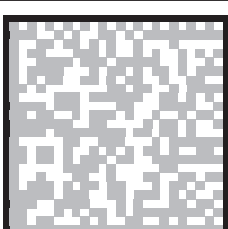
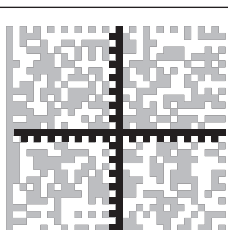
Im **inneren Feld/Datenfeld** sind die codierten Daten enthalten.



Das **L-Pattern** ist Teil des Suchmusters zur Codeartbestimmung und besteht aus dunklen Zellen. Es wird benötigt, um den Code im Bild zu identifizieren, dessen Verzerrung und die Abmessung des Codes zu bestimmen.
Laut Norm ISO/IEC 16022 muss das L-Pattern lückenlos markiert sein und sich über die komplette Codehöhe und -breite erstrecken.



Das **Alternating Pattern** (abwechselnd weiße und schwarze Zellen) ist ein weiterer Teil des Suchmusters. Es dient zur Codeartbestimmung, zur Ermittlung der Zellgröße und der Symbolgröße des Codes.

Komponente	Beschreibung
	<p>Die Symbolgröße ist abhängig von der Datenmenge im Code. Sie wird ermittelt, indem alle schwarzen und weißen Zellen in beiden Dimensionen gezählt werden (die Zellen des Suchmusters werden ebenfalls dazugezählt). Der Data Matrix ECC200 besteht ausschließlich aus einer geraden Anzahl an Zellen. In diesem Fall 24 x 24 Zellen. Weitere Informationen in Kapitel 3.2.</p>
	<p>Die weiße Ecke oben rechts ist das klassifizierende Merkmal des Data Matrix ECC200. Data Matrix 000–140 haben an dieser Stelle eine schwarze Ecke.</p>
	<p>Um den Code herum befindet sich eine Ruhezone (zur Verdeutlichung ist die Ruhezone hier schwarz markiert). Deren Breite/Höhe sollte mindestens die einfache Zellgröße betragen, eine breitere/höhere Ruhezone ist jedoch für eine hohe Prozesssicherheit empfehlenswert. Laut Norm ISO/IEC 16022 dürfen sich keinerlei Störstrukturen (z. B. Bauteile auf dem Objekt, andere Codes oder Klarschrift) in dieser Zone befinden.</p>
	<p>Die Alignment Pattern werden als zusätzliche Orientierungshilfe ab einer Symbolgröße von 32 x 32 und größer benötigt und bei der Codierung automatisch erzeugt.</p>

DAS CODIEREN

3.2. Datenkapazität und Symbolgröße

Data Matrix ECC200 ist hinsichtlich der unterzubringenden Datenmenge sehr flexibel. Die Anzahl der Zeichen, die codiert werden müssen, haben Einfluss auf die Symbolgröße (Anzahl der Zellen in beiden Dimensionen) des Codes. Die nachfolgende Tabelle beschreibt die normativ definierten quadratischen Symbolgrößen und deren jeweilige maximale Datenmenge.

Datenkapazität quadratischer Data Matrix ECC200 in Abhängigkeit von Symbolgröße (Zellenanzahl in Reihen und Spalten) und verwendeter Datenart

Symbolgröße																									
Reihen	10	12	14	16	18	20	22	24	26	32	36	40	44	48	52	64	72	80	88	96	104	120	132	144	
Spalten	10	12	14	16	18	20	22	24	26	32	36	40	44	48	52	64	72	80	88	96	104	120	132	144	
Datenkapazität																									
numerisch	6	10	16	24	36	44	60	72	88	124	172	228	288	348	408	560	736	912	1152	1392	1632	2100	2608	3116	
alphanumerisch	3	6	10	16	25	31	43	52	64	91	127	169	214	259	304	418	550	682	862	1042	1222	1573	1954	2335	
Byte	1	3	6	10	16	20	28	34	42	60	84	112	142	172	202	278	366	454	574	694	814	1048	1302	1556	

Beispiel



Symbolgröße: 36 x 36 Matrix

Dateninhalt: SICK 1D and 2D Competence Guide

Datenkapazität: Maximal 172 numerische Zeichen (Zahlen) oder maximal 127 alphanumerische Zeichen (Zahlen und Buchstaben)

Zusätzlich zu den 24 quadratischen Symbolgrößen existieren noch sechs rechteckige Varianten. Diese Varianten werden häufig an gewölbten Objekten aufgebracht. Eine Anbringung entlang der Längsachse reduziert Verzerrungen des Codes und Reflexionseinflüsse. Bei einer Umstellung von 1D-Barcode auf Data-Matrix-Code kann die rechteckige Form ebenfalls sinnvoll sein, da aufgrund der Geometrie des 1D-Barcodes der verfügbare Platz bereits rechteckig ist.

Symbolgröße						
Reihen	8	8	12	12	16	16
Spalten	18	32	26	36	36	48
Datenkapazität						
numerisch	10	20	32	44	64	98
alphanumerisch	6	13	22	31	46	72
Byte	3	8	14	20	30	47

Datenkapazität des rechteckigen Data Matrix ECC200 in Abhängigkeit von Symbolgröße (Zellenanzahl in Reihen und Spalten) und verwendeter Datenart

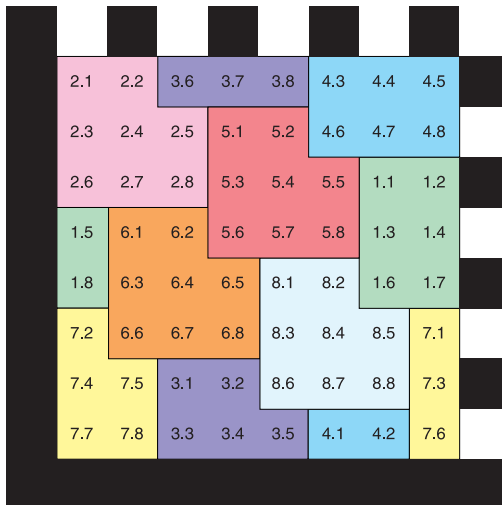
Beispiel



Symbolgröße: 8 x 18 Matrix

Dateninhalt: DPM

Datenkapazität: Maximal 10 numerische Zeichen (Zahlen)
maximal 6 alphanumerische Zeichen
(Zahlen und Buchstaben)



Die Daten werden im Data-Matrix-Code nach einem bestimmten Muster abgelegt. Jede Zelle repräsentiert ein Bit, die dunklen Zellen werden als „1“ und die hellen Zellen als „0“ interpretiert. 8 Bit ergeben zusammen ein Byte und werden beim Data-Matrix-Code auch als Codewort bezeichnet. Innerhalb eines Codewortes können minimal ein alphanumerisches und zwei numerische Zeichen codiert werden.

Die Grafik zeigt die Verteilung der Daten im Code. Die 8 Bit eines jeden Byte sind jeweils in der gleichen Farbe dargestellt.

DAS CODIEREN

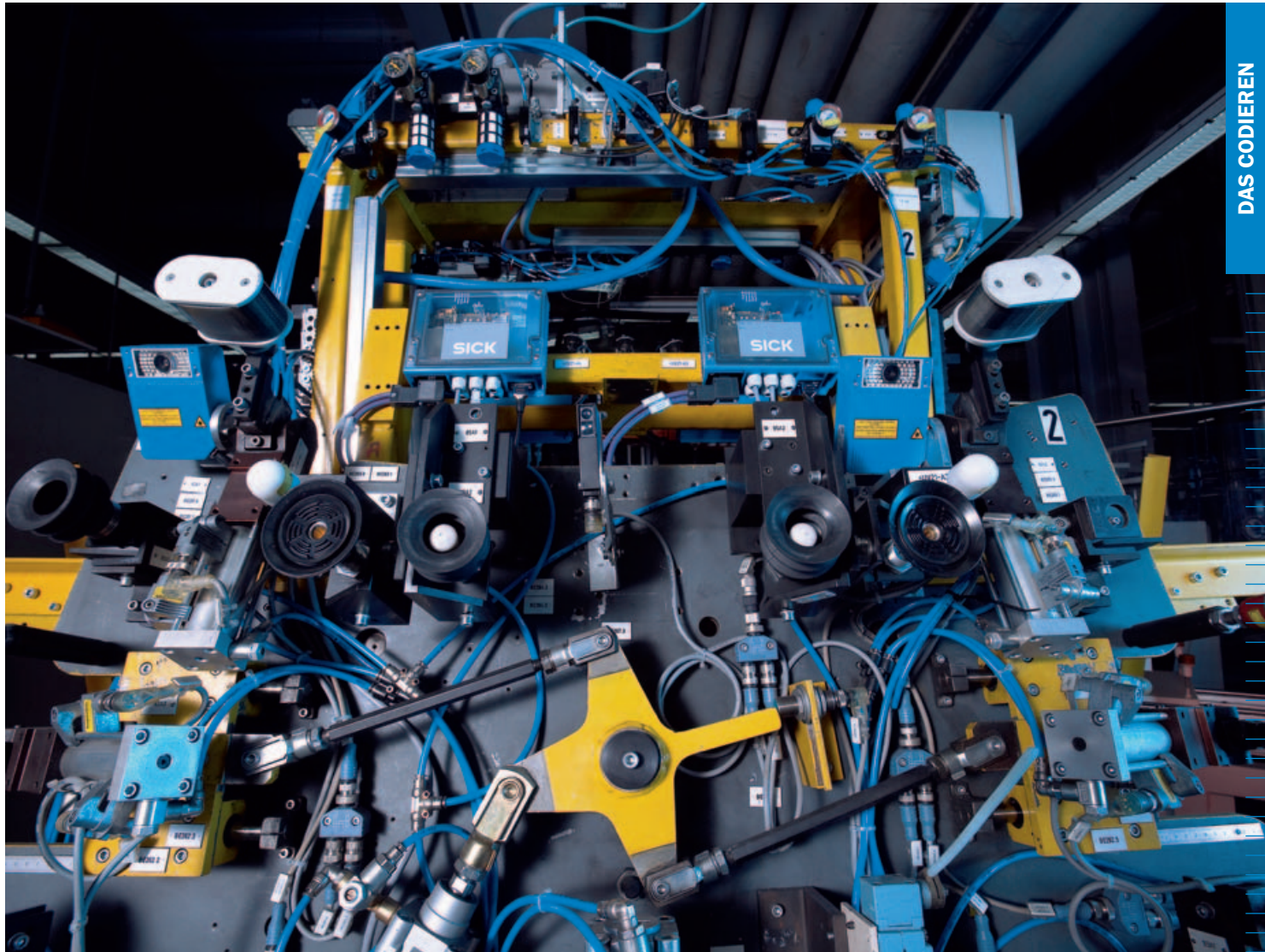
3.3. Datenredundanz

Die Nutzdaten werden mit dem Reed-Solomon-Fehlerkorrekturalgorithmus verschlüsselt. Dieser – aus der Luft- und Raumfahrtindustrie stammende – Algorithmus wurde ursprünglich zur sicheren Datenübertragung in der Satellitenkommunikation genutzt. Grundidee des Reed-Solomon-Fehlerkorrekturalgorithmus ist, dass der gewünschte Dateninhalt zusätzlich mit weiteren redundanten Daten versehen wird, die im Falle einer Zerstörung eine Berechnung der verlorenen Daten möglich machen. Dieser Fehlerkorrekturalgorithmus stellt einen sehr effektiven Kompromiss dar. Zum einen werden zur Gewährleistung einer höheren Sicherheit zusätzliche Daten im Code platziert, zum anderen ist der Platzbedarf des Codes noch immer sehr gering.

Die Datenredundanz beim Data Matrix ECC200 gewährleistet bei teilweiser Zerstörung oder Verschmutzung von bis zu 62% des Codes (je nach Symbolgröße) höchste Lesesicherheit und Prozessstabilität.

3.4. Codeerzeugung

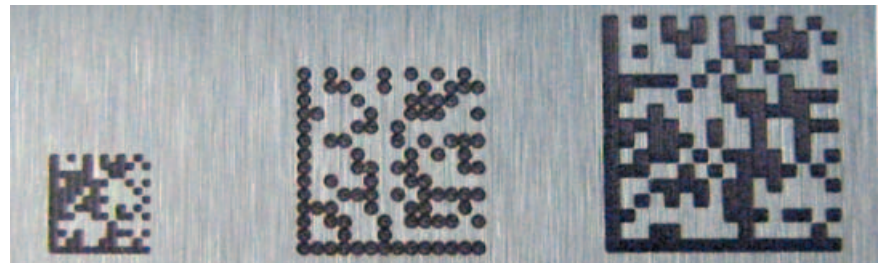
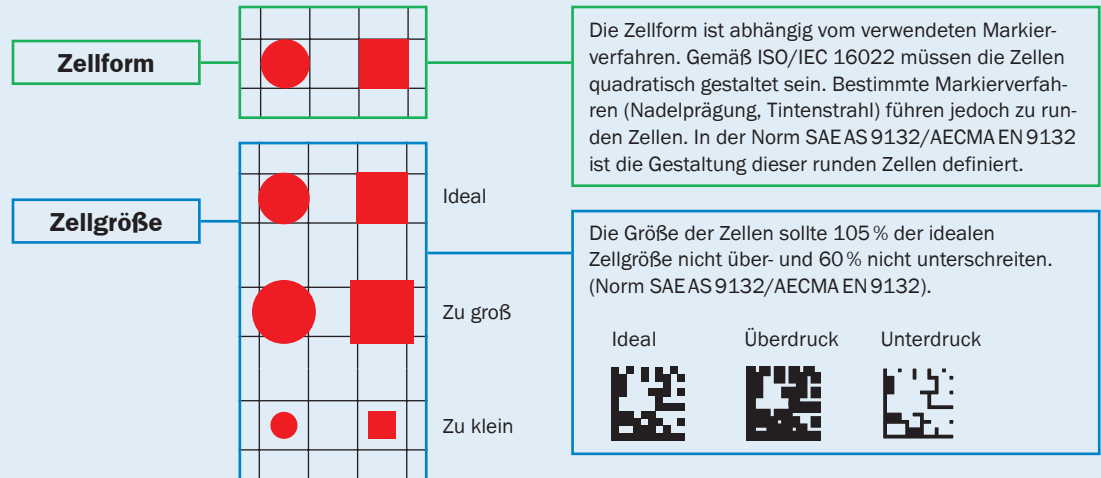
Um die Nutzdaten in einem Code zu verschlüsseln, wird eine sogenannte Code Label Software verwendet. Diese verschlüsselt die Daten völlig automatisch in einem Code, der mit jedem Lesegerät identifiziert werden kann. Die Daten können entweder manuell z. B. per Tastatur eingegeben oder aus einer Datenbank bezogen werden.



DAS CODIEREN

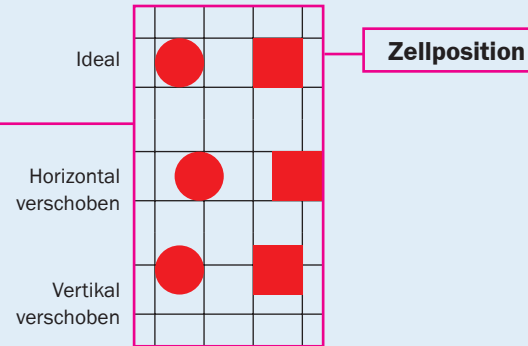
3.5. Qualitätsmerkmale der Codeerstellung

Neben den Grundelementen des Data-Matrix-Codes gelten weitere Empfehlungen, die sich positiv auf die Prozesssicherheit auswirken. Je hochwertiger der Code, desto größer die Prozesssicherheit. Diese Empfehlungen sind in verschiedenen Normen und Vorschriften verankert (siehe Anhang).



Die Zellen sollten möglichst nicht vom theoretischen Referenzgitter, also der idealen Zellposition, abweichen. Eine Abweichung wird als **Dot center offset** bezeichnet.

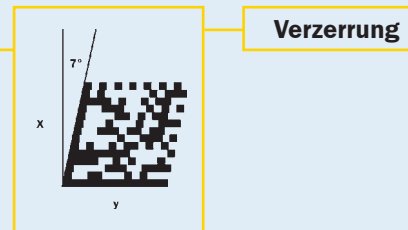
Eine Abweichung von 0–20% gilt als noch tolerierbar (gemäß Norm SAE AS 9132/AECMA EN 9132).



Abhängig vom Markierverfahren können ggf. nur runde Zellen erstellt werden. Auch für die Abweichung vom idealen Kreis gibt es Grenzwerte, damit ein sicheres Auslesen gewährleistet ist. Dabei sollte der Unterschied zwischen D und d nicht mehr als 20% der Zellgröße betragen.



Eine Verzerrung des Codes sollte vermieden werden. Verzerrungen können bei der Markierung (Aufbringung auf gewölbten Oberflächen oder während Objektbewegung) oder bei der Lesung (starke Verkippung des Lesegerätes) entstehen. Idealerweise sollte der Winkel zwischen x- und y-Achse 90° betragen. Eine Abweichung um 7° ist tolerierbar (gemäß Norm SAE AS 9132/AECMA EN 9132).



DAS MARKIEREN





DAS MARKIEREN

Der Auswahl der geeigneten Codierung folgt die Auswahl des passenden Markierverfahrens zum Objekt. Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Methoden:

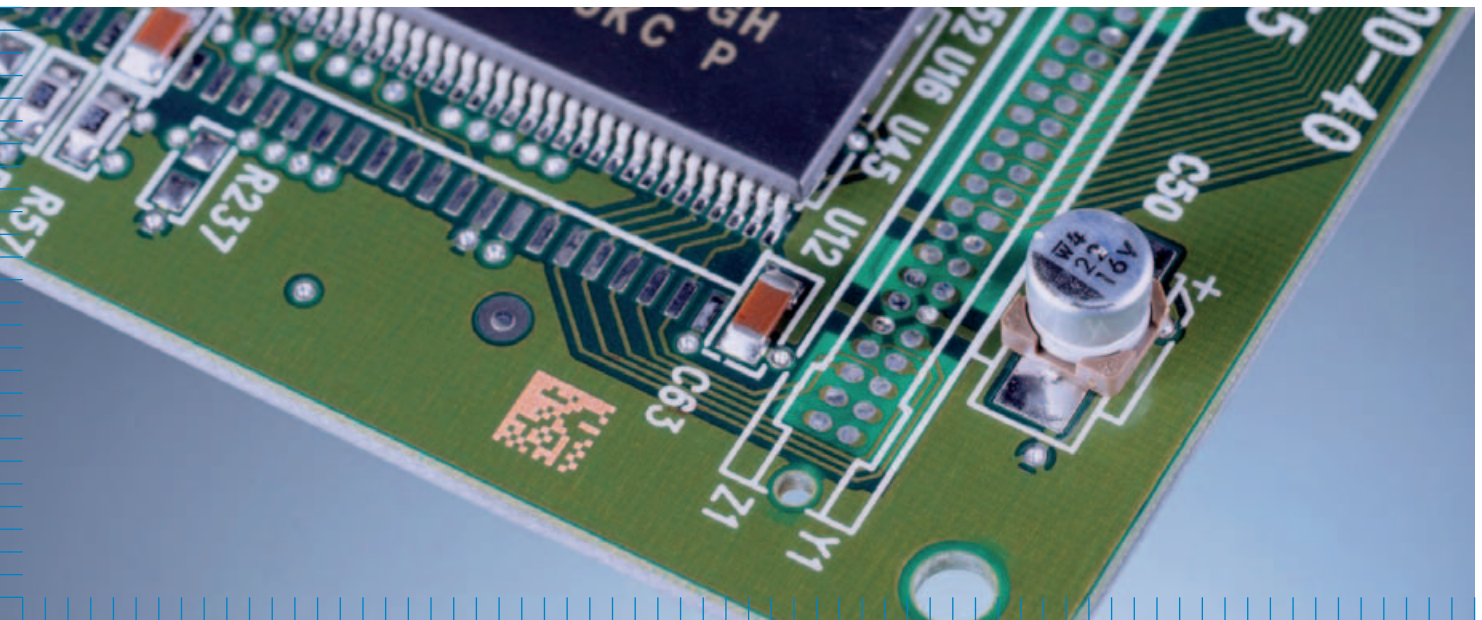
- **Markieren mittels Etiketten:**

Trägermaterial aus Papier, Kunststoff oder Metall wird mit einem Code bedruckt und anschließend auf dem zu markierenden Objekt angebracht. Vorteile: einfache, etablierte Handhabung, sehr gute und stabile Codekontraste.

- **Direkt Part Marking (DPM):**

Das direkte Markieren auf ein Objekt ohne Trägermaterial, heute als Direkt Part Marking (DPM) bekannt, besitzt diverse Vorteile: Dauerhaftigkeit, Robustheit und Flexibilität der Markierung sowie Verhinderung von Produktpiraterie.

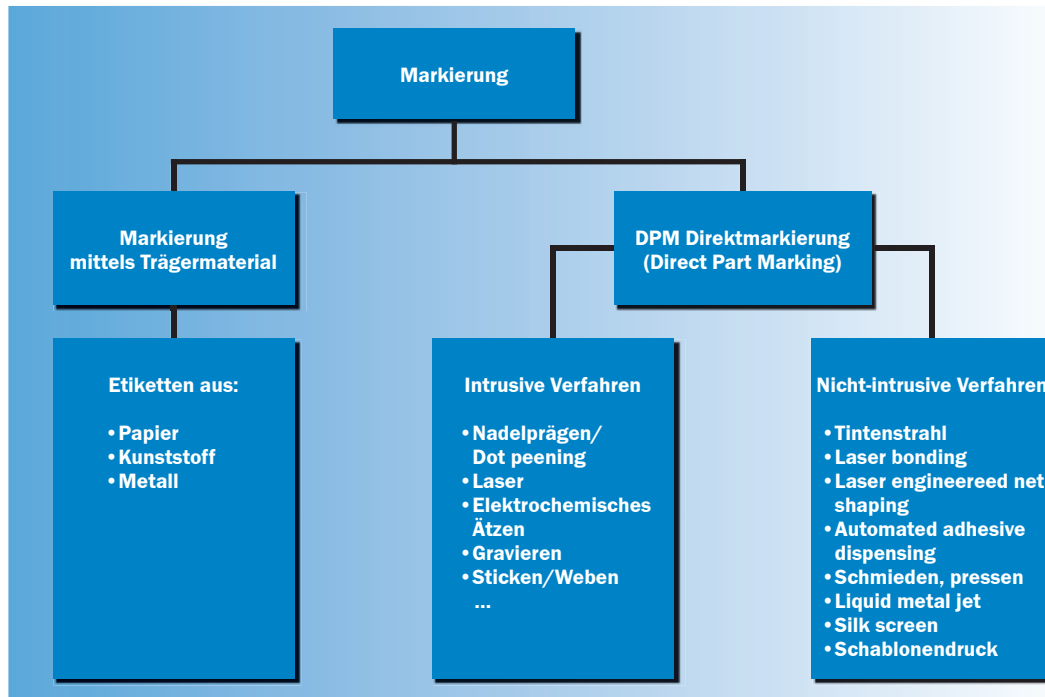
Bei vielen Applikationen überwiegen die Vorteile der Direktmarkierung gegenüber der Anbringung mittels Trägermaterial. Die starke Abhängigkeit der Direktmarkierung vom Werkstoff des Objektes bzw. dessen Oberfläche bedeutet für den Anwender eine neue Herausforderung.



1. Übersicht der Markierverfahren

Bei der Direktmarkierung wird zwischen intrusiven und nicht-intrusiven Verfahren unterschieden:

- Intrusive Verfahren verändern die Oberfläche des Objektes durch anrauen, abschleifen, verdampfen, verbrennen etc.
- Nicht-intrusive Verfahren bringen eine zusätzliche Schicht auf dem Objekt auf und stellen so den Code dar.



Übersicht der Markierverfahren

DAS MARKIEREN

Die heute auf dem Markt gängigsten Verfahren werden in den folgenden Abschnitten ausführlich erläutert. Für einen ersten Überblick stellt die folgende Tabelle entscheidende Kriterien bei der Auswahl des Markierverfahrens gegenüber. Hauptkriterien sind der zu markierende Werkstoff, die Flexibilität des Prozesses, die entstehenden Kosten, die Geschwindigkeit, der Durchsatz und damit verbunden der mögliche Grad an Automatisierung des Markiervorgangs.



	Laser	Tintenstrahl	Nadelprägen	Elektrochemisches Ätzen
Vielfalt beschriftbarer Materialien	hoch	hoch	mittel	gering
Flexibilität (komplexe Objektoberflächen, Abstand Objekt – Markiergerät, die Möglichkeiten der Markierung)	hoch	mittel	mittel	keine
Investition/Anschaffungskosten	hoch	mittel	gering	gering
Benötigte Betriebsmittel	gering	mittel	mittel	mittel
Möglicher Automationsgrad (realisierbare Stückzahlen, Geschwindigkeit des Markiervorgangs)	hoch	hoch	mittel	gering
Art des Markierverfahrens (kontaktlos = kein mechanisches Fixieren des Objektes nötig kontaktbehaftet = mechanisches Fixieren des Objektes nötig)	kontaktlos	kontaktlos	kontaktbehaftet	kontaktbehaftet
Abriebfestigkeit der Markierung	hoch	gering	hoch	hoch

Die unterschiedlichsten Werkstoffe lassen sich – abhängig vom Markierverfahren – direkt beschriften. Dabei sind werkstoffspezifische Besonderheiten zu beachten. Hier unterstützen SICK-Partner der Markiertechnik, (siehe S. 110 ff.), um die richtige und praxistaugliche Lösung zu finden.

		Aluminium	Kupfer	Titan	Eisen	Stahl	Gold	Silber	Magnesium	Keramik	Glas	Kunststoff*	Teflon	Stoff	Holz						
Laser	Gaslaser										•	•	•								
	Festkörperlaser	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•		•	•						
Tintenstrahl		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•						
Nadelprägung		•	•		•	•	•	•				•									
Elektrochemisches Ätzen		•	•	•	•	•	•	•													
										Metalle						Nichtmetalle					

* z. B. POM, PUR, PP, PE, PS, PC, PBT, PA, PVC, ABS

In diesem Kapitel werden die vier gängigsten Markierverfahren der Automobil-, Elektronik- und Luftfahrtindustrie detaillierter betrachtet:

- Laser
- Tintenstrahl
- Nadelprägung
- Elektrochemisches Ätzen

Für alle Verfahren wird zunächst die generelle Funktionsweise erklärt und aufgezeigt, wie die Markierung entsteht. Anschließend werden, abhängig vom jeweiligen Markierverfahren, diverse Produkttypen und Beschriftungsarten erläutert. Die abschließende Betrachtung der jeweiligen Vor- und Nachteile, kombiniert mit einigen Insidertipps, ermöglichen eine Vorauswahl des passenden Markierverfahrens.

DAS MARKIEREN

2. Laser

2.1. Funktionsweise der Lasermarkierung

Beim Markieren von Objekten mit Laser wird durch die Wechselwirkung von Werkstoff und Wellenlänge des Laserstrahls, dem sogenannten Absorptionsverhalten, ein Kontrastunterschied auf dem Objekt erzeugt. Dies kann durch Werkstoffabtrag oder durch eine Veränderung der Werkstoffeigenschaften verursacht werden. Wie der Werkstoff auf die Lasereinwirkung reagiert, hängt vom Werkstoff selbst und den eingestellten Bearbeitungsparametern des Lasers ab. Die Bearbeitungsparameter müssen auf den jeweiligen Werkstoff genau abgestimmt sein und werden im Regelfall in Applikationstests ermittelt. Änderungen der Werkstoffzusammensetzung können zu einem veränderten Kontrast der Markierung führen. Mittels Lasermarkierung lassen sich Barcodes, 2D-Codes und auch Klarschrift markieren.

2.2. Lasertypen

Die Lasertypen werden nach dem optisch aktiven Medium, in dem der Laserstrahl erzeugt wird, unterschieden. Die gängigen Lasertypen zum Markieren von Objekten sind:








- Gaslaser, z. B. CO₂-Laser
- Festkörperlaser, z. B. Nd:YAG-Laser

mit der Untergruppe Faserlaser, z. B. FAYb-Laser.

Gaslaser sind vor allem für die Markierung von Kunststoffen und Glas sehr gut geeignet, Metalle hingegen lassen sich mit ihm nur bedingt markieren. Festkörperlaser eignen sich zum Markieren von fast allen Werkstoffen (Metalle, Keramik, Kunststoffe). Faserlaser überzeugen durch einen hohen Wirkungsgrad, hohe Lebensdauer und geringe Baugröße.

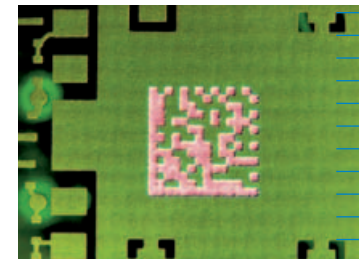
2.3. Beschriftungsverfahren beim Lasern

Die Lasermarkierung kann mittels verschiedener Beschriftungsverfahren durchgeführt werden. Die folgende Tabelle zeigt die verfügbaren Beschriftungsverfahren in Abhängigkeit des zu markierenden Werkstoffes.

Beschriftungsarten	Grafische Darstellung	Funktionsprinzip	Materialien
Abtragen		Abtrag von Beschichtungen	Beschichtete Metalle wie eloxiertes Aluminium, lackierte Werkstoffe oder Verbundstoffe wie Leiterplatten
Gravieren		Das Material verdampft teilweise, Gravur ist an sich farblos, durch die Reaktion mit dem Luftsauerstoff entsteht ein Kontrast.	Metalle, Keramiken sowie einige Kunststoffe
Anlassen		Lokale Erwärmung des Materials bis unterhalb seines Schmelzpunktes. Die entstehenden Anlassfarben sind bis ca. 200 °C stabil.	Bestimmte Metalle wie z. B. Titan
Farbumschlag/ Ausbleichen		Änderung oder Zerstörung bestimmter Zusatzstoffe (wie z. B. Füllstoffe, Additive oder farbgebende Pigmente) im Material	Vorwiegend Kunststoffe
Schäumen/ Karbonisieren		Lokales Schmelzen, dadurch entsteht ein Aufschäumen des Materials	Bestimmte Kunststoffe
Aufschmelzen/ thermisches Abtragen		Veränderung der Oberflächenreflexion durch Aufschäumung des Materials	Metalle, Kunststoffe und Glas
Innengravur		Erzeugung von Mikrorissen im Material	Glas und Acrylglas

Die sieben Beschriftungsverfahren

Abtragen von Beschichtungen auf Leiterplatten



DAS MARKIEREN

Die Beschriftungsart lässt sich durch folgende Parameter einstellen bzw. optimieren:

- Laserleistung
- Bearbeitungsgeschwindigkeit
- Pulsfolgefrequenz

2.4. Bewertung der Lasermarkiersysteme

Herausragendes Merkmal ist – neben der hohen Präzision – das große Spektrum an beschriftbaren Werkstoffen durch die Vielzahl der Lasertypen und Beschriftungsarten. Ob Metall, Kunststoff, Keramik oder Glas: mit dem Laser erhält man ein Maximum an Flexibilität. Diese Flexibilität führt zu einem hohen Automatisierungsgrad im Fertigungsprozess in nahezu allen Branchen.

Vorteile der Lasermarkierung

Vorteile	Kundennutzen
hohe Präzision der Markierungen	stabile Lesung und hohe Prozesssicherheit
viele beschriftbare Werkstoffe	hohe Flexibilität
hohe Beschriftungsgeschwindigkeiten	schnelle Prozesse
nahezu keine Betriebsmittel	geringe Instandhaltungskosten

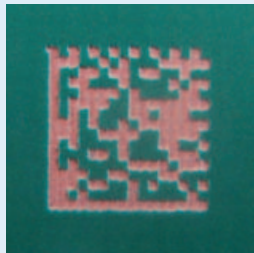
Nachteile der Lasermarkierung

Nachteile	Beispielhafte Auswirkung
hohe Investitionskosten	ab 20.000 bis 50.000 €
Einhaltung von Sicherheitsvorschriften	zusätzliche Investitionskosten; Sicherheitsbeauftragter erforderlich
thermische Belastungen des Werkstoffs	mögliche Mikrorisse bei Metallen/ Keramiken

2.5. Qualitätsmerkmale der Lasermarkierung

Bei der Markierung mit dem Laser ist in erster Linie auf die Erreichung eines hohen Kontrastes zwischen Markierung und Hintergrund zu achten. Folgende Beispiele geben einen Überblick über gut, akzeptabel und schlecht markierte Codes.

Beispiele für gute Codes



Lasertyp: Nd-YAG

Objekt: Leiterplatte

Codequalität: Sehr gutes Kontrastverhältnis durch die Abtragung der Kunststoffschicht bis auf das Kupfer. L-Pattern und die Zellen sind geometrisch sehr sauber gelasert und der Füllgrad der Zellen ist nahezu ideal.

TIPP: Alterung/Oxidation des Kupfers (Schwarzfärbung) führt zu erheblicher Verschlechterung des Kontrastes.

Maßnahmen: Lange Lagerzeiten der Leiterplatte vor dem Identifikationsprozess verhindern oder Auftrag eines transparenten Schutzlackes.



Lasertyp: Nd-YAG

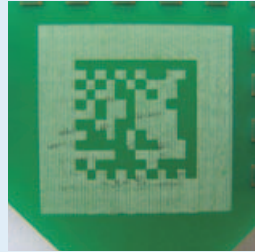
Objekt: Metall

Codequalität: Sehr gutes Kontrastverhältnis zwischen Code und Hintergrund, die Zellen sind quadratisch gestaltet und fast zu 100 % ausgefüllt.

TIPP: Für einen perfekten Code sollten die minimalen Lücken im L-Pattern noch geschlossen werden.



DAS MARKIEREN



Lasertyp: CO₂

Objekt: Leiterplatte

Codequalität: Sehr gutes Kontrastverhältnis zwischen Code und Hintergrund, die Zellen sind geometrisch korrekt angeordnet. Quadratische Zellen würden den Leseprozess stabiler gestalten.

TIPP: Ein Anfassen/Berühren des Codes vermeiden, da dies den Codekontrast erheblich reduziert.

Beispiel für akzeptable Codes



Lasertyp: CO₂

Objekt: Kunststoff

Codequalität: Lesbarer Code trotz geringen Kontrasts zwischen Zellen und Hintergrund.

TIPP: Die Lesbarkeit ließe sich durch Änderung der Beschriftungsparameter des Lasers erhöhen oder durch Verwendung eines Additivs im Kunststoff zur Kontrasterhöhung.

Beispiele für schlechte Codes



Lasertyp: Nd-YAG

Objekt: Metall

Codequalität: Code wegen geringen Kontrasts zwischen Zellen und Werkstoffoberfläche nicht lesbar. Störstrukturen (Riefen) auf der Metalloberfläche senken die Codequalität.

TIPP: Cleaning der Oberfläche wäre hilfreich, um einen durchgängigen Kontrast zwischen Code und Hintergrund zu erzeugen und Störstrukturen zu unterdrücken.



Lasertyp: CO₂

Objekt: Leiterplatte

Codequalität: Schwacher Kontrast und gestörte Ruhezone, damit nicht lesbar.

TIPP: Codeposition ändern. Das Kupfer unter der dünnen Kunststoffschicht reflektiert das Licht der Beleuchtung durch den Kunststoff hindurch. Dadurch ist kaum ein Kontrast vorhanden, wenngleich dieser auf den ersten Blick fürs menschliche Auge sichtbar ist.



DAS MARKIEREN

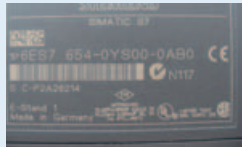


Cleaning bei rauen und/oder reflektierenden Oberflächen



Um einen optimalen Kontrast zwischen Code und Hintergrund zu erzielen, wird mit dem Laser nicht nur der eigentliche Code erstellt, sondern auch dessen Hintergrund bearbeitet. Dadurch lassen sich störende Strukturen, wie etwa bei Gusswerkstoffen oder polierten, blanken Oberflächen, minimieren. Man spricht dabei vom sogenannten Cleaning.

Additive bei kontrastschwachen Kunststoffen



Bestimmte Kunststoffe lassen sich nur schlecht mit Laser markieren. Die Beigabe von zusätzlichen Füllstoffen, Additiven oder farbgebenden Pigmenten in den Ausgangswerkstoff kann das Absorptionsverhalten und somit den Kontrast der Markierung in diesem Fall verbessern. Mit der Frequenzvervielfachung lässt sich das Absorptionsverhalten des Lasers weiter verbessern und eine kontrastreichere Markierung erreichen.

3. Tintenstrahl

3.1. Funktionsweise der Tintenstrahlmarkierung

Beim Tintenstrahl-Markierverfahren erzeugen Farbpigmente, die auf das Objekt aufgebracht werden, den Code. Dabei wird Tinte gezielt auf das Objekt aufgespritzt. Das enthaltene Lösungsmittel verdunstet und der Farbstoff bleibt als Codierung zurück. Für jeden Werkstoff stehen speziell abgestimmte Tinten zur Verfügung, die von den Herstellern entwickelt werden, um bestmögliche Haftung der Tinte auf dem Werkstoff zu gewährleisten.

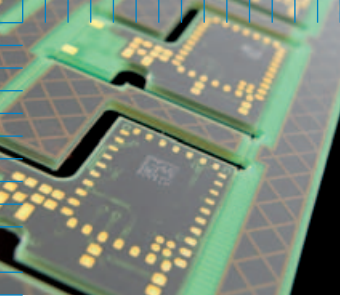
3.2. Tintenstrahltypen

Zwei Tintenstrahl-Markierverfahren existieren:

- Drop-on-demand-Verfahren
- Continuous-Verfahren

Für die Markierung von Data-Matrix-Codes wird überwiegend das Continuous-Verfahren angewendet. Dabei werden einzelne Tintentropfen durch eine Düse gepresst, elektrisch aufgeladen und über zwei elektrisch geladene Platten gezielt auf das Objekt abgelenkt. Die Ablenkung der Tintentropfen kann nur in einer Dimension erfolgen, sodass zusätzlich die Bewegung des Objektes oder des Druckkopfes notwendig ist. Für die Markierung nicht benötigte Tintentropfen werden abgesaugt, bevor sie auf das Objekt treffen, und wieder dem Tintenkreislauf zurückgeführt.

Tintenstrahldrucker unterscheiden sich hauptsächlich in der Anzahl der Düsen und deren Durchmesser. Kleine Düsendurchmesser ergeben eine höhere Auflösung der Markierung. Eine höhere Anzahl der Düsen pro Druckkopf erlaubt höhere Beschriftungsgeschwindigkeiten.



Tintenstrahl auf Leiterplatte

DAS MARKIEREN

Industrielle Tintenstrahlprinter können größere Abstände zwischen dem Druckkopf und dem Objekt realisieren. Sie sind deutlich flexibler, da sie keinen Objekteinzug (ähnlichen einem Blatteinzug) benötigen, sondern auf das zu beschriftende Material und Objekt adaptierbar sind.

3.3. Bewertung von Tintenstrahlmarkiersystemen

Herausragendes Merkmal ist neben niedrigen Anschaffungskosten auch hier das große Spektrum beschriftbarer Werkstoffe. Für jeden Werkstoff stehen haftungsoptimierte Tinten zur Verfügung. Dadurch lassen sich nahezu alle Materialien markieren: Metalle, Keramiken, Glas oder Kunststoffe. Einzig bei Teflon und silikonhaltigen Werkstoffen treten Probleme durch mangelnde Haftung der Tinte auf.

Zusätzliche Flexibilität erlauben hohe Markiergeschwindigkeiten, verbunden mit hohem Automatisierungsgrad, und damit den Einsatz in nahezu allen Branchen.

Vorteile der Tintenstrahlmarkierung

Vorteile	Kundennutzen
geringe Investitionskosten	ab 5.000 bis 20.000 €
viele beschriftbare Werkstoffe	hohe Flexibilität
hohe Beschriftungsgeschwindigkeiten	schnelle Prozesse

Nachteile der Tintenstrahlmarkierung

Nachteile	Beispielhafte Auswirkung
erreicht nur mittlere Präzision der Codequalität	erhöhter Abstimmungsaufwand beim Markier- und Identifikationsprozess
geringe Abriebfestigkeit bei mechanischer Beanspruchung	gedruckter Code könnte bei Weiterverarbeitung mechanisch beschädigt oder zerstört werden: instabiler Prozess
jeder Werkstoff benötigt eine abgestimmte Tinte	hohe Betriebskosten
Objekt sollte sauber sein	zusätzliche Reinigungskosten bei wechselnden Objekten/Werkstoffen oder Trennmitteln, wie Ölen und Fetten
Bewegung des Markierkopfes bzw. Objektes erforderlich	zusätzlicher Investitionsaufwand, Betriebsmittel

3.4. Qualitätsmerkmale der Tintenstrahlmarkierung

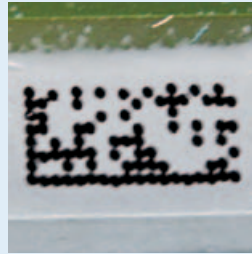
Das Kontrastverhältnis zwischen Markierung und Hintergrund entscheidet auch bei der Tintenstrahlmarkierung über die Lesbarkeit des Codes. Nachfolgende Beispiele geben einen Überblick über gut, akzeptabel und schlecht markierte Codes.

Bei der Markierung mit Tintenstrahl Druckern ist in erster Linie darauf zu achten, dass die Tintenpunkte geometrisch korrekt platziert sind und darüber hinaus nicht verlaufen bzw. ver Wischen. Auch beim Tintenstrahl ist auf die Erreichung ausreichender Kontrastverhältnisse zwischen Code und Hintergrund zu achten.

DAS MARKIEREN



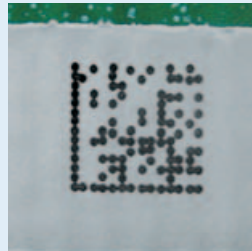
Beispiel für gute Codes



Objekt: Leiterplatte

Codequalität: Sehr gutes Kontrastverhältnis zwischen Code und dem weiß markierten Hintergrund. Die schwarzen Zellen sind sehr genau positioniert und füllen die Zelle, trotz runder Form, gut aus. Das L-Pattern ist dadurch zusammenhängend.

Beispiele für akzeptable Codes



Objekt: Leiterplatte

Codequalität: Gut lesbarer Code mit sehr gutem Kontrast durch weiße Grundierung des Hintergrunds.

TIPP: Eine geringere Abweichung der Position der Zellen (Dot center offset) vom Idealzustand würde die Lücken im L-Pattern (siehe S. 33, Dot center offset) minimieren und die Lesbarkeit erhöhen.



Objekt: Metall, gewölbte Oberfläche

Codequalität: Lesbarer Code. Trotz Verzerrung durch die gewölbte Oberfläche sind Füllgrad und Kontrast ausreichend.

TIPP: Lücken und Verzerrungen reduzieren, um Lesbarkeit zu optimieren.

Beispiele für schlechte Codes



Objekt: Metall

Codequalität: Code wegen Verlauf der Tinte oder Oberflächenrauigkeit nicht lesbar. Die Zellen sind verschwommen und das L-Pattern ist zerstört.

TIPP: Eine Tinte mit erhöhter Haftung ist auszuwählen, evtl. Oberfläche polieren/glätten.



Objekt: Leiterplatte

Codequalität: Code mit roter Beleuchtung des Lesegerätes nicht lesbar, da Kontrast zu gering.

TIPP: Codehintergrund weiß markieren oder Verwendung einer Weißlichtbeleuchtung.



4. Nadelprägen

4.1. Funktionsweise der Nadelprägung

Beim Nadelprägen (Dot peening) erzeugt eine Prägenadel eine Vertiefung je Codezelle des Data-Matrix-Codes. Der für die Lesegeräte sichtbare Kontrastunterschied entsteht durch unterschiedliche Reflexion des Lichtes an den Vertiefungen (Code) und der Objektoberfläche (Codehintergrund). In seltenen Fällen wird eine Codezelle aus vier dicht nebeneinanderliegenden Vertiefungen dargestellt: damit werden größere und annähernd quadratische Codezellen erreicht.

DAS MARKIEREN

4.2. Nadelprägertypen

Es wird nach drei verschiedenen Typen unterschieden:

- pneumatische Nadelpräger
- elektro-magnetische Nadelpräger
- Ritzmarkierer

Folgende Merkmale zeichnen die unterschiedlichen Nadelprägertypen in Handhabung, Markierqualität und Verwendbarkeit aus:



	elektrische/pneumatische Nadelprägung		Ritzmarkierung
Handhabung	manuell	fest installiert	fest installiert
Beschriftbare Materialien	Metalle (Aluminium, Edelstahl) Guss Grafit PVC	Metalle (Aluminium, Edelstahl) Guss Grafit PVC	Metalle und Kunststoffe mit glatter Oberfläche!
Qualität der Codemarkierung	mittel aufgrund manueller Handhabung, sowie abhängig von Wartung der Prägenadeln	gut – mittel abhängig von Wartung der Prägenadeln	hoch da äußerst präzise Positionierung der Codezellen
Einsatzgebiete	Automobilindustrie Luftfahrtindustrie Stahlindustrie Maschinenbau		
Lärmbelastung	hoch	hoch	gering

Zur Erreichung einer optimalen Qualität der Codemarkierung sind folgende Parameter der Nadelprägung entscheidend:

Die Härte des Objektes definiert die Härte der Prägenadel:

Je härter der Werkstoff, umso härter muss die Nadel sein. Die Obergrenze der markierbaren Metalle ist eine Härte von ca. 63 HRC.

Härte und Wandstärke des Objektes definieren die erlaubte Prägekraft:

Die Prägekraft muss an die Materialhärte und Wandstärke des Objektes angepasst werden. Der Vorteil von elektro-magnetischen Nadelprägen im Vergleich zu pneumatischen Systemen liegt in der konstanten Einhaltung der Prägekraft. Pneumatische Systeme leiden häufig unter Schwankungen der Druckluftversorgung im Bereich von ± 15 psi. Die mögliche bzw. erlaubte Eindringtiefe ist dabei von der Wandstärke des Objektes abhängig.

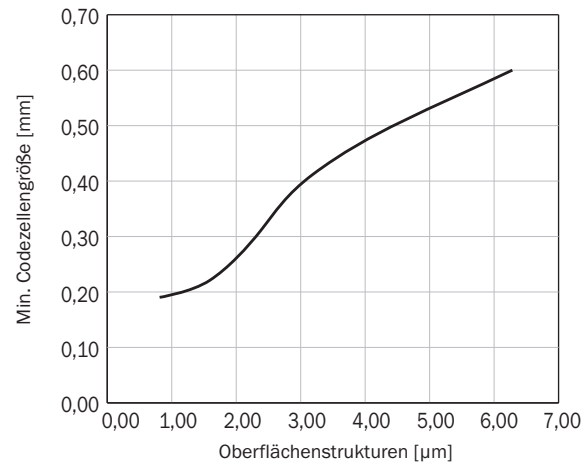
Zusätzlich beeinflusst der Abstand zwischen Prägenadel und Objekt entscheidend die Eindringtiefe – je größer der gewählte Abstand, desto tiefer die Prägung bzw. größer die einzelne Codezelle. Insgesamt hat die Eindringtiefe der Prägung entscheidenden Einfluss auf die Reflexion des Lichtes – eine tiefere Prägung bewirkt eine optimalere Lesung des Codes.

DAS MARKIEREN

Die Oberflächenrauheit definiert den Durchmesser der Prägenadel:

Je rauer bzw. je gröber die Oberfläche, desto größer muss der Durchmesser der Prägenadel sein.
Eine deutliche Unterscheidung der Codezelle vom Objekthintergrund wird damit gewährleistet.

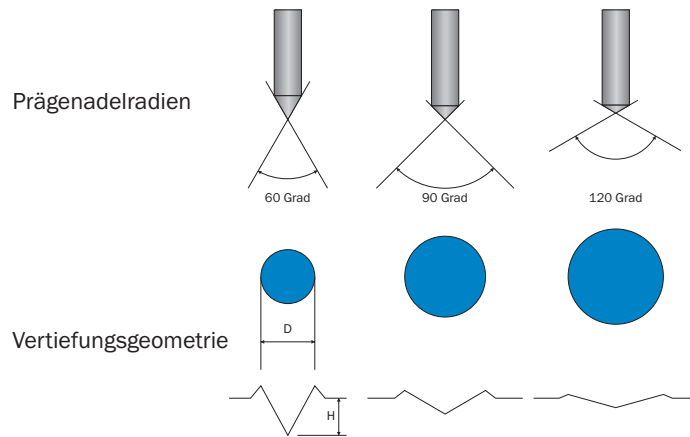
Oberflächenstrukturen/ μm	0,8	1,6	2,4	3,2	6,3
Minimale Codezellgröße/mm	0,19	0,22	0,31	0,41	0,60



2D-Matrixcode auf
Druckgussgehäuse

Die Wandstärke des Objektes definiert die Geometrie der Prägenadel:

Je dünner die Wandstärke des Objektes, desto flacher muss der Nadelradius sein.



Die Norm EN 9132 spezifiziert folgende Nadelgeometrien und deren Verwendung:

Prägenadelradius	60°	90°	120°
Durchmesser einzelner Codezellen	≤ 0,22 mm	> 0,31 mm	> 0,31 mm
Materialhärte	sehr hart		
Objektwandstärke		dünn	dünn

Grundsätzlich ist bei den Nadelprägnern und Ritzmarkierern zu beachten, dass die Qualität der Codemarkierung entscheidend vom Einsatz der zum Werkstoff passenden Nadel sowie der Wartung der Präge- oder Ritznadeln abhängt. Die Nadelspitzen verschleifen, da sie aufgrund der mechanischen Belastungen stumpf werden. Infolgedessen verändert sich der Codekontrast.

DAS MARKIEREN

4.3. Bewertung von Nadelprägesystemen

Die Erstellung eines im Prinzip unzerstörbaren Codes, verbunden mit relativ niedrigen Anschaffungskosten, sind die herausragenden Eigenschaften von Nadelprägesystemen. Besonders die rein mechanische Beanspruchung ohne weitere thermische oder chemische Belastung des Werkstoffes garantieren unveränderte Materialeigenschaften, die speziell im Flugzeugbau unabdingbar sind.

Vorteile des Nadelprägens

Vorteile	Kundennutzen
geringe Investitionskosten	ab 5.000 bis 10.000 €
hohe mechanische, thermische und chemische Beständigkeit des Codes	Rückverfolgbarkeit des Produktes über den gesamten Produktions- und Lebenszyklus
Markierung lackierbar	Rückverfolgbarkeit des Produktes über den gesamten Produktions- und Lebenszyklus
rein mechanische Werkstoffbelastung	keine Veränderung der physikalischen Materialeigenschaften
hohe Markiergeschwindigkeiten	schnelle Prozesse

Nachteile des Nadelprägens

Nachteile	Beispielhafte Auswirkungen
Betriebsmittelausgaben mechanische Objektfixierung ist empfohlen	Wartung und Ersatz von Prägenadeln zur Erreichung höherer und stabiler Qualitäten der Codemarkierung
nur Metalle und Kunststoffe mit ausreichender Wandstärke beschriftbar	geringe Flexibilität
Nadelverschleiß	erhöhter Wartungsaufwand und evtl. abnehmende Qualität der Codemarkie- rung und Codelesung im automatisierten Prozess

4.4. Qualitätsmerkmale der Nadelprägung

Neben dem Erzeugen eines ausreichenden Kontrastes durch Auswahl der richtigen Prägenadel und Prägekraft sind vor allem folgende Merkmale der Codemarkierung zu beachten bzw. einzuhalten:

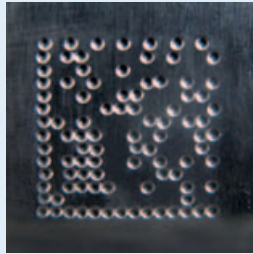
- Schwankungen der Zellgröße (Dot size): 60 ... 105 %
- Schwankungen der Zellposition (Dot center offset): 0 ... 20 %
- Zellovalität: < 20 %
- Codeverzerrung des rechten Winkels: < 7°

Details sind dem Kapitel „3.5. Qualitätsmerkmale der Codeerstellung“ im Teil „Das Codieren“ zu entnehmen. Folgende Beispiele geben einen Überblick über gut, akzeptabel und schlecht erstellte Codemarkierungen:

DAS MARKIEREN



Beispiel für gute Codes



Objekt: Metall

Codequalität: Sehr gutes Kontrastverhältnis zwischen Code und Hintergrund, die Zellen sind gleichmäßig rund und füllen die Größe zu 100% aus. Die Position der einzelnen Zellen weicht nicht von der Idealposition ab.

Beispiel für akzeptable Codes

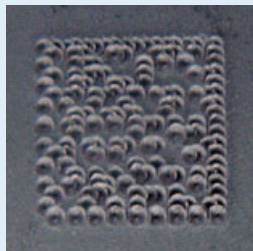


Objekt: Metall

Codequalität: Zellgeometrie, -position und Füllgrad nahezu ideal.

TIPP: Die Ruhezone zur benachbarten Ziffer sollte vergrößert und die Verzerrung reduziert werden, um einen perfekten Code zu erzielen.

Beispiele für schlechte Codes



Objekt: Metall

Codequalität: Nicht lesbarer Code, da sich die Zellen überlappen.

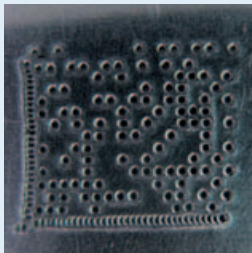
TIPP: Zu stumpfe oder flache Nadel, zu weicher Werkstoff bzw. zu hohe Prägekraft, zu großer Abstand zwischen Prägenadel und Objekt, zu harte Prägenadel können die Ursache der schlechten Qualität sein.



Objekt: Metall

Codequalität: Schlechter Code durch zu spitze Nadel oder zu geringe Eindringtiefe. Die Zellen sind nicht ausreichend ausgefüllt: Füllgrad < 60 %.

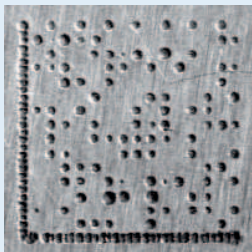
TIPP: Erhöhen der Prägekraft oder Verwendung von Nadeln mit größerem Prägeradius.



Objekt: Metall

Codequalität: Nicht lesbarer Code durch zu starke Abweichung der einzelnen Zellen vom Referenzmuster (Dot center offset).

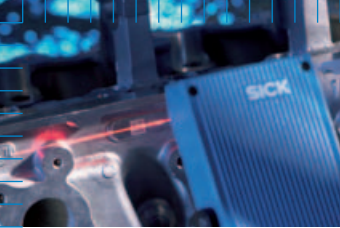
TIPP: Evtl. zu großes Axialspiel des Nadelprägers oder schlechte Fixierung des Objektes. Die Unterschiede beim Zellradius treten häufig schon beim ersten Nadelstich auf, wenn der Nadeldruck nicht optimiert ist. Weiterhin fehlen einzelne Zellen im Alternating Pattern.



Objekt: Metall

Codequalität: Nicht lesbarer Code durch zu starke Schwankung der Zellgrößen.

TIPP: Schwankungen in der Prägekraft oder evtl. nicht genügend fixiertes Objekt und damit schwankende, nicht konstante Abstände zwischen Nadelpräger und Objekt.



DAS MARKIEREN

5. Elektrochemisches Ätzen

5.1. Funktionsweise des Markierverfahrens

Mit Elektrolyse werden beim elektrochemischen Ätzen einzelne Werkstoffschichten abgetragen. Im ersten Schritt wird eine Schablone mit dem Code-Negativ auf das Objekt aufgebracht. Dann wird in diese Schablone ein, auf den Werkstoff abgestimmtes, Elektrolyt gefüllt und die Schablone mit einem Stempel an das Objekt gedrückt. Abschließend wird durch eine Spannung an Objekt und Stempel die Elektrolyse gestartet und dünne Schichten werden von der Objektoberfläche abgetragen.

Ergebnis: Die abgetragenen Stellen reflektieren bzw. absorbieren auftreffendes Licht stärker bzw. weniger stark als die unbehandelten Stellen. Dies erzeugt den notwendigen Kontrastunterschied zur Identifikation der Markierung.

5.2. Bewertung des Markierverfahrens

Herausragendes Merkmal ist die äußerst präzise Erstellung der Markierung. Durch Verwendung des passenden Elektrolyts und Wahl der richtigen „Prägedauer“ lassen sich sehr dünne Schichten von 2,5–100 µm abtragen.

Vorteile des elektrochemischen Ätzens

Vorteile	Kundennutzen
sehr hohe Präzision der Markierungen	stabile Lesung und Prozesse
geringe Eindringtiefe (2,5 bis 100 µm)	geringe Beeinflussung des Werkstoffes
für extrem harte Metalle geeignet	hohe Flexibilität
niedrigste Investitionskosten	ab 2.000 bis 5.000 €

Nachteile des elektrochemischen Ätzens

Nachteile	Beispielhafte Auswirkung
nur für metallische, leitfähige Werkstoffe/ Objekte geeignet	geringe Flexibilität
hohe Betriebsmittelkosten	pro Code ein Stempel erforderlich
Zusatzkosten durch Sicherheits- und Entsorgungsvorschriften	hohe Betriebskosten
erhöhter Reinigungsaufwand zur Elektrolytentfernung	hohe Betriebskosten
je Code ein Stempel erforderlich	geringe Flexibilität
nicht automatisierbar	nur für manuelle Prozesse und begrenzte Stückzahlen verwendbar

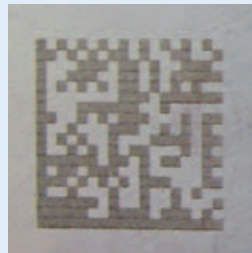
DAS MARKIEREN



5.3. Qualitätsmerkmale beim elektrochemischen Ätzen

Das indirekte, mehrstufige Markieren erfordert viel Erfahrung, um lesbare Codes zu erzeugen. Gute und schlecht markierte Codes zeigen folgende Beispiele.

Beispiel für gute Codes



Objekt: Metall

Codequalität: Sehr gutes Kontrastverhältnis zwischen Code und Hintergrund, die Zellen sind quadratisch gestaltet und zu 100% ausgefüllt.

Beispiele für schlechte Codes



Objekt: Metall

Codequalität: Code wegen vieler Störstellen nicht lesbar.

TIPP: Die Lesbarkeit könnte durch vorheriges Reinigen oder Polieren des Hintergrundes verbessert werden.



Objekt: Metall

Codequalität: Code wegen Korrosion des Werkstoffes nicht lesbar.

TIPP: Das Elektrolyt wurde nach der Markierung nicht ausreichend entfernt.



Objekt: Metall

Codequalität: Der Kontrast zwischen Code und Hintergrund ist zu schwach.

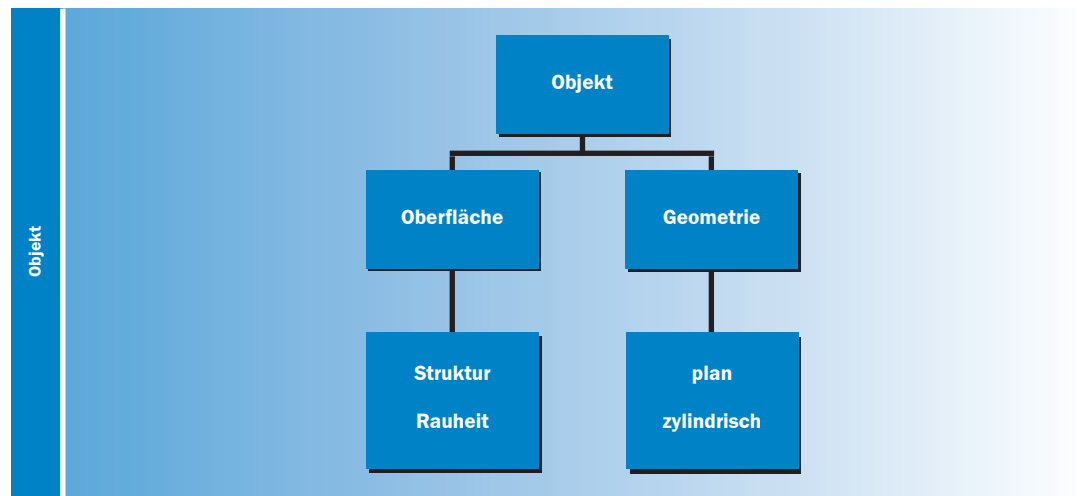
TIPP: Code wegen zu kurzer Elektrolyse-Zeiten oder eines ungeeigneten Elektrolyts nicht lesbar.



DAS MARKIEREN

6. Platzierung der Codemarkierung

Neben der Auswahl des geeigneten Markierverfahrens ist entscheidend, wo der Code aufzubringen ist. Dabei sind die Oberflächenbeschaffenheit und die Form des Objektes zu berücksichtigen.



6.1. Oberflächenbeschaffenheit des Objektes

Typische Beispiele für störende Oberflächenstrukturen sind Schleifspuren, Riefen oder ein Grat bei Gussteilen. Gerade bei Gussteilen hebt sich aufgrund der Oberflächenrauheit der Code nicht deutlich genug von der Oberfläche ab.

Sind die Oberflächenstrukturen so ausgeprägt, dass sich diese negativ auf die Lesbarkeit des Codes auswirken würden, können folgende Verfahren angewendet werden:

- Auswahl einer alternativen Markierposition mit reduzierten Störstrukturen
- Änderung der Beleuchtung zwecks Ausblenden der Störstrukturen: Bei Längsriefen empfiehlt sich je nach Verlauf die Nutzung einer „West-Ost“- oder „Nord-Süd“-Beleuchtung.

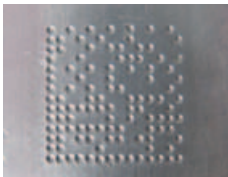


West-Ost-Beleuchtung



Nord-Süd-Beleuchtung

- Nadelprägen: Jede Zelle des Codes sollte um ein vielfaches größer sein als die Strukturen auf der Oberfläche.



- Laser: Cleaning – Polieren bzw. Planen der Oberfläche



- Tintenstrahl: Grundierung mit weißer Farbe zur Kontrastverbesserung



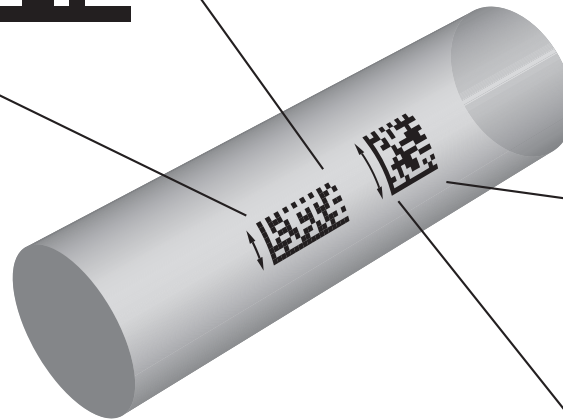
- Unter Einsatz von Etiketten, falls in weiteren Prozessschritten erlaubt

DAS MARKIEREN

6.2. Geometrie des Objektes

Die Geometrie des Objektes hat wesentlichen Einfluss auf die Lesbarkeit eines Codes. Verzerrungen oder suboptimales Reflexionsverhalten werden bei Anbringung des Codes auf einer planen Fläche vermieden. Steht nur eine zylindrische Fläche zur Verfügung, sollte diese möglichst einheitlich gewölbt sein.

empfohlen:



nicht empfohlen:

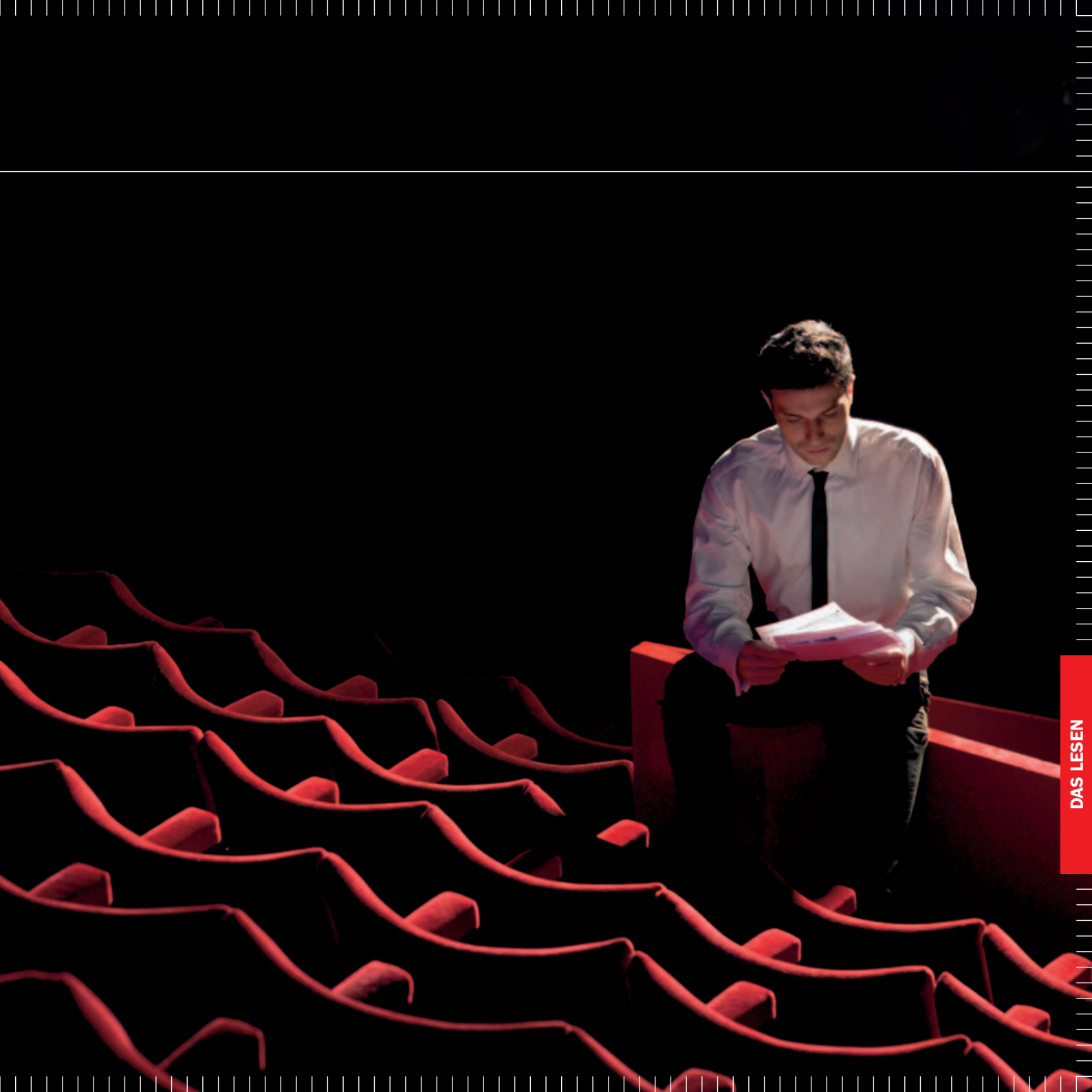
Gemäß Norm AS 9132 gilt folgende Faustregel: Der Data-Matrix-Code sollte sich maximal über eine Strecke von 16% des Durchmessers bzw. 5% des Umfangs des zylindrischen Körpers erstrecken. Rechteckige Codes eignen sich besser zum Markieren von gewölbten Flächen, da diese bei geringerer Höhe den gleichen Dateninhalt beinhalten. Die Ausdehnung des Codes entlang der Achse des zylindrischen Körpers stört bei der Lesung nicht, da die Reflexionen entlang der Achse gleichbleibend sind.



DAS LESEN

DAS LESEN





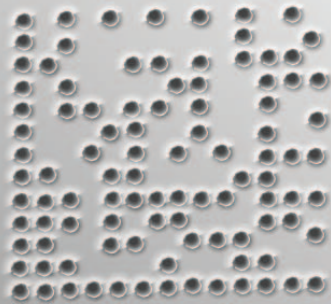
DAS LESEN

DAS LESEN

Ist der passende Code gewählt, das Objekt mit guter Qualität markiert, so kann nun ein geeignetes System zur Lesung der Codes ausgewählt werden. Dabei gilt es zu beachten, dass diverse Faktoren die Qualität des aufzunehmenden Bildes und damit die Lesbarkeit der Codes beeinflussen. Gegenüberliegende Grafik veranschaulicht die Parameter, die bei jeder Code-Identifikation berücksichtigt werden müssen.



Einfluss der Randbedingungen auf die Lesung



Das Codieren:

- Qualitätsmerkmale der Data-Matrix-Code-Erstellung

Das Markieren:

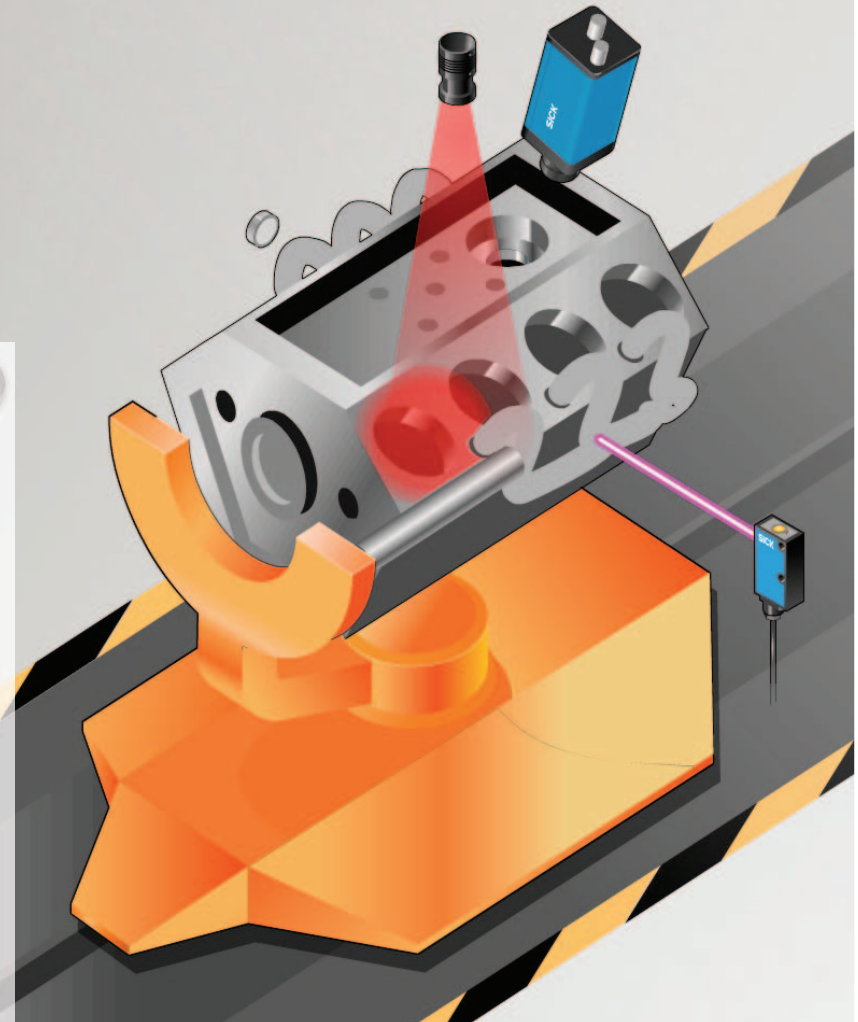
- Übersicht der Markierverfahren
- Qualitätsmerkmale der Lasermarkierung
- Qualitätsmerkmale der Tintenstrahlmarkierung
- Qualitätsmerkmale der Nadelprägemarkierung
- Qualitätsmerkmale des elektrochemischen Ätzens
- Platzierung der Codemarkierung

Das Lesen:

- Auswahl des geeigneten Lesegerätes
- Auswahl der geeigneten Beleuchtung
- Umgebungsbedingungen
- Verifikation von Data-Matrix-Codes
- Erfolgsfaktoren der guten Lesung

Die Partner – Markiersysteme

Bluhm Systeme, BRADY, cab Produktionstechnik, Domino, FOBA Technology + Services, Imaje, Joachim Richter Systeme und Maschinen, KBA-Metronic, Östling Markingsystems, Panasonic Electric Works Europe, ROFIN Laser Marking, Trumpf Laser



DAS LESEN

1. Lesegeräte

Zur Identifikation sprich Lesung von Barcodes werden heute unterschiedliche Abtasttechnologien eingesetzt:

1.1. Lasertechnologie

Barcode-Lesegeräte auf Basis der seit Jahrzehnten etablierten Lasertechnologie tasten den zu identifizierenden Barcode nach hellen und dunklen Balken ab. Das reflektierte Licht wird vom Laserscanner empfangen, wobei die schwarzen Balken schwächer als die weißen Lücken reflektiert werden. Das empfangene Signal wird digitalisiert und anschließend dekodiert.

Laserscanner zeichnen sich in der Regel durch große Leseabstände, einfachste Inbetriebnahme, Schärfentiefe und günstiges Preis-/Leistungsverhältnis aus. Nachteilig ist, dass diese Barcode-Lesegeräte nicht zur 2D-Code-Identifikation geeignet sind.



1.2. Kameratechnologie

Lesegeräte auf Basis der Kameratechnologie nehmen ein Bild vom Objekt auf und durchsuchen dieses mit Bildverarbeitungsalgorithmen nach 1D- bzw. 2D-Codes, um diese anschließend zu dekodieren. Ein Vorteil von Kamerasystemen ist, dass alle Codes 360°, also omnidirektional, mit einem einzelnen Gerät identifiziert werden können. Darüber hinaus eröffnet erst die Bildverarbeitung die Möglichkeit, 2D-Codes und OCR/OCV-Schriften zu identifizieren sowie Direkt Part Marking zu verwenden.

Aufgrund der verschiedenen Abtasttechnologien ergeben sich folgende Einsatzgebiete für die Barcode-Lesegeräte:

	Lasertechnologie	Kameratechnologie		
Lesbare Codestrukturen	1D	1D	2D	OCR/OCV
Anwendbare Markierverfahren	Etiketten Tintenstrahl Laser auf Kunststoffen*	Etiketten Tintenstrahl Laser	Etiketten Tintenstrahl Laser Nadelprägung Elektrochemisches Ätzen	Etiketten Tintenstrahl Laser Nadelprägung Elektrochemisches Ätzen

* aufgrund der Codestruktur und des Markierverfahrens sind höchste Kontrastwerte und Druckqualitäten erforderlich



DAS LESEN

1.3. Mobile Handscanner

Auf Basis von Laser- und Kamertechnologie stehen mobile Handscanner zur manuellen Code-Identifikation zur Verfügung. Die manuelle Erfassung erfolgt in der Regel bei schwer zugänglichen Objekten oder in Bereichen, in denen maximale Bewegungsfreiheit zur Code-Identifikation für den Bediener erforderlich ist.

Mobile Handscanner für 1D-, 2D- und OCR-Identifikation stehen in kabelgebundener und Funkversion (Funkreichweiten von 10 bis 100 m) zur Verfügung. Die Datenanbindung an Host-Computer oder Kassen erfolgt in der Regel mittels USB- oder RS-232-Schnittstelle, sowie Tastatureinschleifung.

Dabei können heute alle gängigen Markierverfahren, also Etiketten und Direkt Part Marking, identifiziert werden.

Typische Einsatzgebiete sind:

- Büroautomation/Dokumentenverarbeitung
- Fabrikautomation
- Lager- und Logistikautomation



- Transportlogistik
- Point of Sales/Retail
- Klinische Analyseautomation



1.4. Festmontierte Scanner

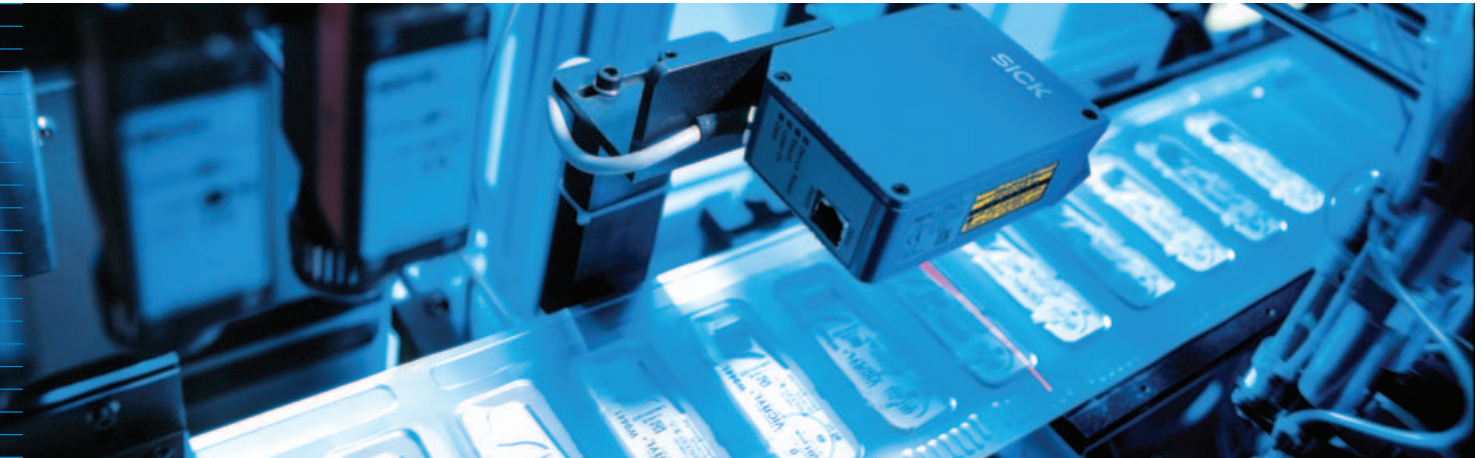
Auf Basis von Laser- und Kameratechnologie stehen festmontierte Scanner zum Einsatz an automatisierten Förderanlagen oder -strecken zur Verfügung. Sie ermöglichen einen hohen Automatisierungsgrad, da sie mit Sensoren oder per Host-Computer vollautomatisch aktiviert und deaktiviert werden können. Wichtig ist hier die exakte Positionierung des Codes im Lesefeld der Barcode-Lesegeräte. Bei Fehlanbringung des Codes oder zu kleinem Lesefeld des ausgewählten Lesegerätes kann die Code-Identifikation nicht erfolgen.

Festmontierte Scanner bieten heute nahezu alle verfügbaren Industrieschnittstellen, wie RS-232, Ethernet, CAN, PROFIBUS, PROFINET, DeviceNet etc. zur Datenanbindung in der Fabrik- und Logistikautomation.

Typische Einsatzgebiete sind:

- Identifikation von Leiterplatten in der Elektronikindustrie
- Variantensteuerung im Automobilbau
- Rückverfolgung von Bauteilen in der Automobil- und Elektronikindustrie
- Briefsortierung
- Dokumentenverarbeitung
- Verpackungsidentifikation von Lebensmitteln, Medikamenten und Kosmetika
- Lager- und Fördertechnik in der Logistikautomation

DAS LESEN



Neben den verwendbaren Markierverfahren ist bei der Barcode-Identifikation mittels festmonierter Scanner auch noch zu berücksichtigen, ob das zu identifizierende Objekt bewegt wird oder nicht:

	Lasertechnologie		Kameratechnologie	
	Schwingspiegel	Rotierendes Spiegelrad	Zeilenkamera	Matrixkamera
1D-Codelesung	Stillstand und geringe Bewegung	Stillstand und Bewegung	Stillstand und Bewegung	Stillstand und Bewegung
2D-Codelesung			Bewegung	Stillstand und Bewegung
Lesefeldbreite	groß	sehr groß	mittel	klein
Mögliche Objektgeschwindigkeit	< 0,10 m/s	< 5 m/s	< 10 m/s	< 6 m/s

Zur Lesung von 2D-Codes werden Kameras eingesetzt, welche sich grundsätzlich in zwei unterschiedliche Technologien untergliedern, deren Funktionsprinzip hier erläutert wird.

1.5. Funktionsprinzip Zeilenkamera



Zwei Laserdioden beleuchten einen schmalen Ausschnitt eines bewegten Objektes. Dieser beleuchtete Ausschnitt wird mit der Zeilenkamera aufgenommen. Die zeilenweisen Aufnahmen werden durch Softwarealgorithmen im Lesegerät wieder zu einem ganzen zweidimensionalen Bild zusammengesetzt. Dieses Bild wird fortlaufend nach Codestrukturen durchsucht und die Codes anschließend dekodiert.

Die zur Aufnahme eingesetzten Kamerasensoren lesen die einzelne Zeile mit einer Frequenz von bis zu 45kHz ein und können dadurch Codes bei einer sehr hohen Fördergeschwindigkeit identifizieren.

1.6. Funktionsprinzip Matrixkamera



Das Bildfeld einer Matrixkamera wird in der Regel mit einer LED-Beleuchtung flächig ausgeleuchtet. Dieser ausgeleuchtete Bildausschnitt wird direkt zweidimensional aufgenommen, vergleichbar mit einer klassischen Digitalkamera. Das so entstandene Bild wird wiederum im Bildspeicher abgelegt, nach Codestrukturen untersucht und dekodiert. Nach dem Durchsuchen des Bildes erfolgt die nächste Aufnahme. Pro Sekunde werden zwischen 10 und 200 Bilder aufgenommen, abhängig von der Dynamik des Kamerachips und der Größe des Bildausschnittes.

DAS LESEN

1.7. Bewertung festmontierter Barcode-Lesegeräte (Kameratechnologie)

Aufgrund der verfügbaren Abtasttechnologien, Gerätetypen, der sehr unterschiedlichen Identifikationsaufgaben, verbunden mit diversen Markierverfahren ergeben sich im Detail viele Vor- und Nachteile der einzelnen Lesegeräte. Diese sind im Einzelfall in Abhängigkeit der Zielapplikation zu betrachten.

Die folgenden Bewertungen sind daher ausschließlich auf festmontierte Barcode-Lesegeräte auf Basis Kameratechnologie zur Identifikation von 1D- und 2D-Codes beschränkt:

Vorteile festmontierter Zeilenkameras

Vorteile	Kundennutzen
große Lesefeldbreite	geringer Positionierungsaufwand von Codes und Lesegerät
eine Bildlänge definiert über Lesetor/Trigger	hohe Prozesssicherheit zur Code-Identifikation
hohe Transportgeschwindigkeiten < 10 m/s	schnelle Prozesse

Nachteile festmontierte Zeilenkameras

Nachteile	Beispielhafte Auswirkungen
Stillstandlesung von 2D-Codes nicht möglich	Datenverlust bei Maschinenstillstand
verzerrte Bildaufnahme bei Vibration	erhöhter konstruktiver Aufwand (Dämpfung)
ohne Fokusverstellung geringe Schärfentiefe	erhöhter konstruktiver Aufwand (Objektführung)

Vorteile festmontierter Matrixkameras

Vorteile	Kundennutzen
Digitalkameraprinzip „friert“ bewegte Bilder ein	Lesung von 2D-Codes in Stillstand und Bewegung, kein Datenverlust bei Maschinenstillstand, reduzierter Integrationsaufwand bei Vibration
große Schärfentiefe	geringerer konstruktiver Aufwand (Objektführung)
Mehrfachlesung	erhöhte Lesesicherheit

Nachteile festmontierter Matrixkameras

Nachteile	Beispielhafte Auswirkungen
kleine Lesefeldbreite und -höhe	erhöhter Positionierungsaufwand von Codes und Lesegerät
nur mittlere Transportgeschwindigkeiten < 6 m/s	begrenzte Transportgeschwindigkeit



DAS LESEN

1.8. Auswahl des geeigneten Lesegerätes



*Wie hoch soll der Automatisierungsgrad der Applikation sein?
Sind festmontierte Scanner oder mobile Handscanner besser
für die Applikation geeignet?*

*1D- oder 2D-Applikation, welches Lesesystem ist am besten
geeignet?*

Werden Etiketten oder direktmarkierte Codes verwendet?

Muss der Code omnidirektional gelesen werden?

Wie groß ist das benötigte Lesefeld?

*Wie stark kann der Abstand zwischen Lesegerät und Objekt
variieren, sprich welche Schärfentiefe (engl. Depth of field –
DOF) ist erforderlich?*

*Mit welcher Transportgeschwindigkeit bewegt sich das Objekt
bzw. der Code?*



Zur Erreichung eines hohen Automatisierungsgrades werden generell festmontierte Scanner eingesetzt, da sie direkt von einer SPS oder einem PC gesteuert werden können. Förderstrecken werden fast ausschließlich vollständig automatisiert und demzufolge mit festmontierten Geräten ausgestattet. An Hand-Arbeitsplätzen und Objekte, welche in Form und Größe und damit verbunden die Codeposition stark variieren, werden meist mit mobilen Handscannern ausgestattet.

Eine reine 1D-Applikation wird in den meisten Fällen mit Laserscannern gelöst, da diese ein größeres Lesefeld abdecken und deutlich mehr Schärfentiefe aufweisen. In 2D-Applikationen kommen auf Zeilen- oder Matrixkamasensoren basierende Kamerasysteme zum Einsatz, da diese das Lesen der zweidimensionalen Codes ermöglichen.

Der Einsatz von direktmarkierten Codes stellt deutlich höhere Anforderungen an das Lesesystem. Ein Kamerasystem ist meistens notwendig, um diese Codes zu identifizieren. Auf Etiketten aufgebrauchte Codes sind meistens sehr kontrastreich und in guter Qualität, die Anforderung an den Codeleser häufig geringer.

Zur omnidirektionalen Lesung von 1D- und 2D-Codes sind Kamerasysteme besonders gut geeignet, da ein Bild des Codes im Bildspeicher abgelegt und dekodiert wird. Die Lesung ist dadurch unabhängig von der Verdrehlage.

Je mehr die Position des Codes variiert, umso größer muss das Lesefeld des Lesegerätes sein. Die Lesefelder sind jeweils den technischen Daten jedes Produktes zu entnehmen. Darüber hinaus ist die minimale Zellgröße (2D)/Auflösung (1D) sowie die absolute geometrische Codegröße zu berücksichtigen, damit der Code ins Lesefeld passt und bei dem geforderten Abstand noch aufgelöst, sprich gelesen, werden kann.

Abhängig davon, wie stark der Abstand zwischen dem Lesegerät und dem Objekt variiert, muss das passende Lesegerät ausgewählt werden. Laserscanner haben im Vergleich zu den Kamerasystemen eine sehr hohe Schärfentiefe, d.h. der Abstand zum Lesegerät kann stark schwanken und der Code kann immer noch sicher identifiziert werden.

Muss im Stillstand gelesen oder im Mischbetrieb (Stillstand und Bewegung) gelesen werden, so kann die Applikation nicht mit einer Zeilen-, sondern nur mit einer Matrixkamera gelöst werden. Bewegt sich das Objekt hingegen sehr schnell, spricht dies für den Einsatz einer Zeilenkamera.

DAS LESEN

2. Die Beleuchtung des Objektes

Für eine stabile Codelesung ist, neben dem geeigneten Lesesystem, die passende Beleuchtung von zentraler Bedeutung. Dabei werden für die Auswahl der Beleuchtung zwei Ziele verfolgt:

- der Kontrast zwischen Code und Hintergrund soll verstärkt werden
- nicht relevante Elemente und Strukturen sollen „ausgeblendet“ werden

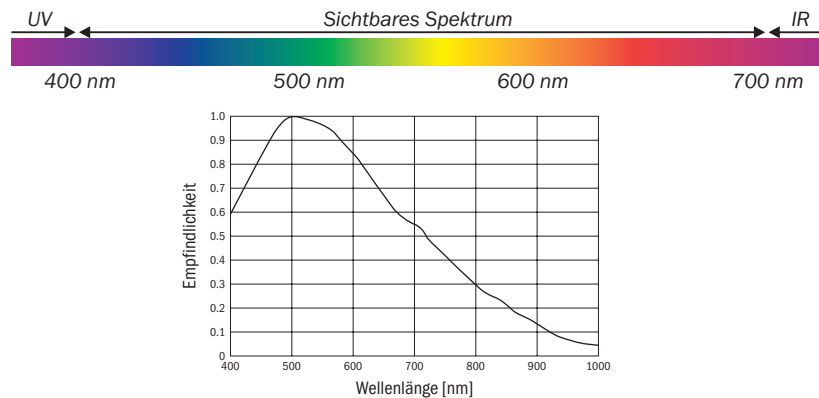
Die charakteristischen Merkmale der Beleuchtung sind:

- die Wellenlänge des Lichtes, d. h. die Farbe der Beleuchtung
- die Intensität des Lichtes
- die Polarisierung des Lichtes



Wellenlänge

Das Reflexionsverhalten der Oberfläche und die spektrale Empfindlichkeit des Kameraschips definieren die Auswahl der geeigneten Farbe. Bei der Codelesung wird häufig Rot- oder Weißlicht verwendet. Der Vorteil des Weißlichtes liegt darin, dass es von allen Objektfarben reflektiert wird, da es sich aus dem ganzen sichtbaren Farbspektrum zusammensetzt.



Beispiel für die spektrale Empfindlichkeit eines Kameraschips: der Einsatz im gesamten sichtbaren Bereich ist möglich.

Intensität

Die Intensität des Lichtes ist abhängig vom Reflexionsverhalten der Oberfläche: Reflektiert ein Werkstoff nur schwach oder ist das Umgebungslicht sehr intensiv oder stark variierend, muss die Intensität der Beleuchtung entsprechend hoch sein. Bei hohen Transportgeschwindigkeiten benötigen Matrixkameras Blitzlichter, um das bewegte Bild „einzufrieren“.

Polarisation

Bei Barcode-Lesegeräten werden Polarisationsfilter dazu verwendet, um bei der Bildaufnahme durch Glasscheiben Spiegelungen zu unterdrücken oder zu vermindern, da reflektierendes Licht (teilweise) polarisiert ist.

DAS LESEN

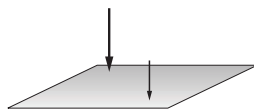
Weiterhin können Polarisationsfilter die Kontraste verbessern, da mit ihnen Streulicht von glänzenden Oberflächen unterdrückt werden kann, weil auch dieses Licht (teilweise) polarisiert ist.

2.1. Verhalten eines Objektes bei Beleuchtung

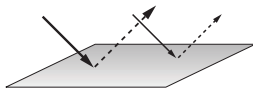
Abhängig von den Werkstoffeigenschaften der Objektoberfläche wird auftreffendes Licht absorbiert, reflektiert, transmittiert oder emittiert. Die Beleuchtung ist so anzupassen, dass ein ausreichender Kontrast zwischen Code und Hintergrund erzeugt wird.

Bei den meisten Applikationen wird für die Codelesung das Reflexions- und Absorptionsverhalten der Objektoberfläche genutzt. Der Code und dessen Hintergrund reflektieren das auftreffende Licht unterschiedlich stark in Richtung Lesegerät, dadurch entsteht der Kontrastunterschied.

Glänzende Oberflächen reflektieren das auftreffende Licht entsprechend dem Einfallswinkel wieder zurück. Matte Oberflächen hingegen absorbieren einen Teil des Lichtes, streuen einen Teil des auftreffenden Lichtes diffus und reflektieren den restlichen Teil.

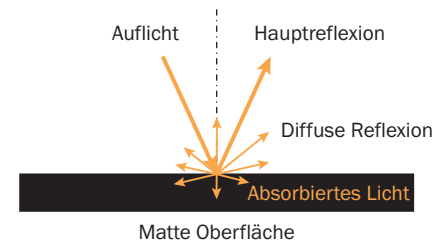
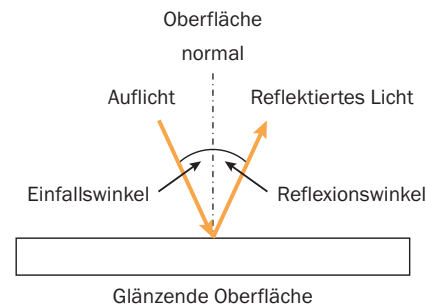


Absorption



Reflexion

Beispiel für das Reflexionsverhalten glänzender und matter Oberflächen

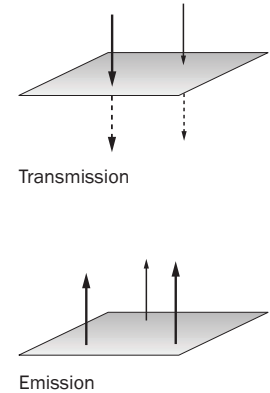


Bei lichtdurchlässigen Objekten wird die Transmission genutzt: Das Objekt wird dazu zwischen Beleuchtung und Lesegerät positioniert. Der Kontrastunterschied entsteht durch das unterschiedliche Transmissionsverhalten der Codezellen.

Die Emission wird für die Lesung fluoreszierender Codes genutzt: Ein nicht sichtbarer Code wird mit UV-Licht angeregt und wird für die Kamera und – je nach emittiertem Spektralbereich – für das menschliche Auge sichtbar.

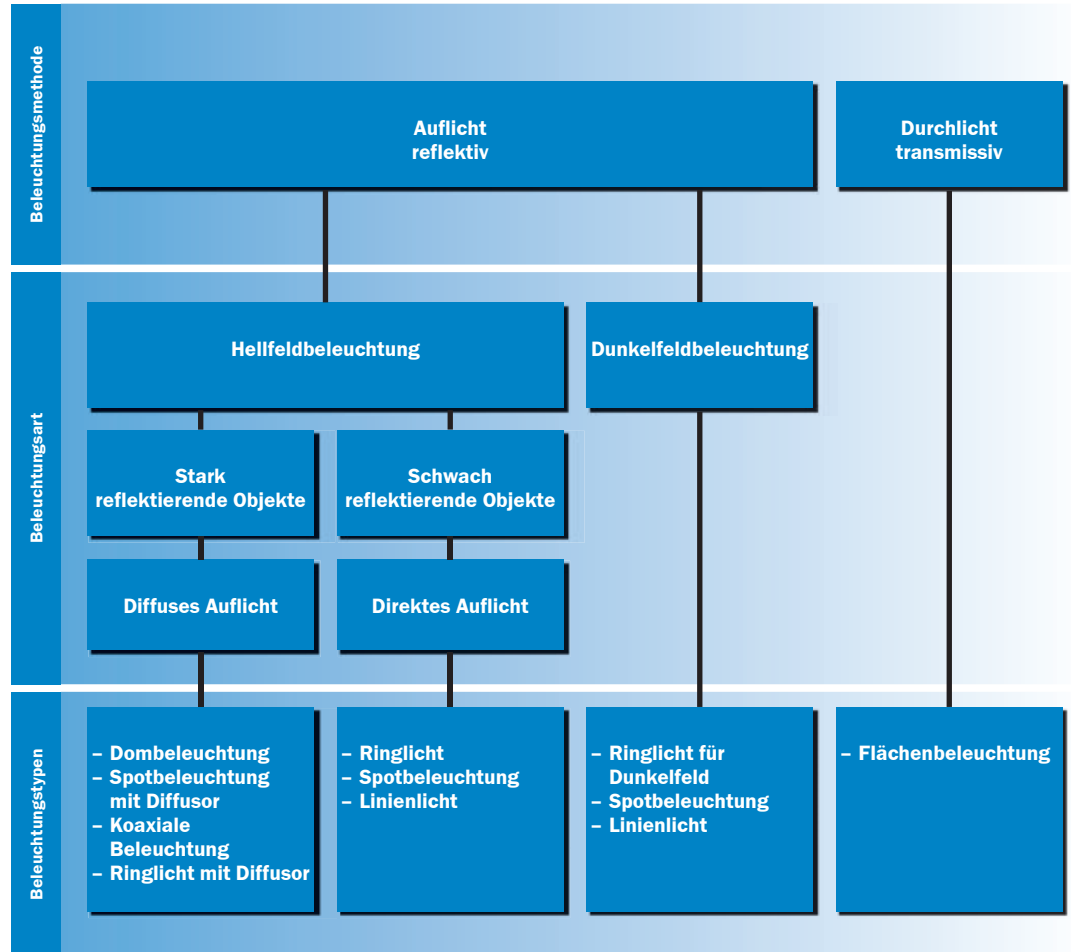
2.2. Beleuchtungen

Die Auswahl der richtigen Beleuchtung ist entscheidend für ein gutes Leseergebnis. Verfügt das Lesegerät über eine interne Beleuchtung, so können über die Position des Lesegerätes verschiedene Beleuchtungsarten erreicht werden. Eine externe Beleuchtung ist jedoch im Vergleich deutlich flexibler auf die gewünschte Applikation anpassbar.



DAS LESEN

Beleuchtungsvarianten



2.2.1. Beleuchtungsmethode: Auflicht oder Durchlicht?

In den meisten Codeleseapplikationen wird die Beleuchtung als Auflicht verwendet.

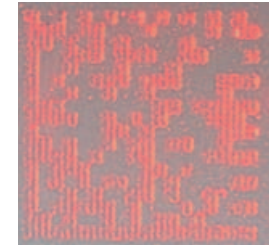
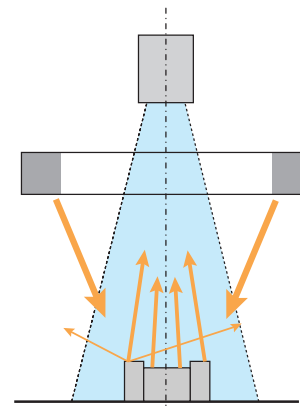
Durchlicht wird nur bei transparenten Objekten, wie z. B. Glasscheiben, Glasflaschen etc. verwendet. Der Kontrastunterschied zwischen Code und transparenten Objekten entsteht durch das Aufleuchten des Codes.

2.2.2. Beleuchtungsart: Hellfeld- oder Dunkelfeldbeleuchtung?

Abhängig von der Codemarkierung sollte die Beleuchtung als Hellfeld- oder Dunkelfeldbeleuchtung eingesetzt werden. Die Beleuchtungsart Hellfeld bzw. Dunkelfeld hängt – bezogen auf die optische Achse des Kamerasystems – von der Beleuchtungsposition ab:

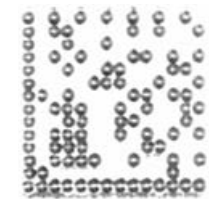
Hellfeldbeleuchtung

Die Lichtquelle ist so zur Kamera und zum Objekt angeordnet, dass der Großteil der Reflexionen parallel zur optischen Achse der Kamera liegt und somit direkt auf den Bildaufnehmer der Kamera trifft. Alle Objekte, die weitgehend senkrecht zur optischen Achse stehen, werden für die Kamera sichtbar. Alle anderen Objekte erscheinen dunkel. Die Hellfeldbeleuchtung eignet sich für die meisten Markierverfahren und ist aus diesem Grund für die Codelesung am gebräuchlichsten.



Beispiel einer Durchlichtbeleuchtung

Schematische Darstellung der Hellfeldbeleuchtung



Beispiel einer Hellfeldbeleuchtung

DAS LESEN

Hellfeldbeleuchtung als direktes oder diffuses Auflicht?

■ Direktes Auflicht:

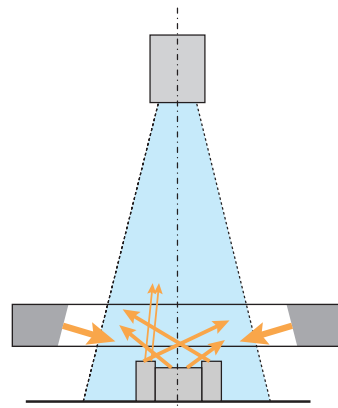
Licht, welches überwiegend parallel zur optischen Achse auf das Objekt trifft, wird als direktes Auflicht bezeichnet. Dieses wird meist bei schwach reflektierenden Oberflächen eingesetzt, da eine hohe Beleuchtungsintensität und ein guter Kontrast schon mit wenig Energie erreicht werden können.

■ Diffuses Auflicht:

Licht, welches in alle Richtungen homogen ausgesendet wird und das Objekt gleichmäßig und „weich“ ausleuchtet, wird als diffuses Auflicht bezeichnet. Für stark glänzende, reflektierende Oberflächen wird diese Beleuchtung eingesetzt, um störende Reflexionen zu reduzieren.

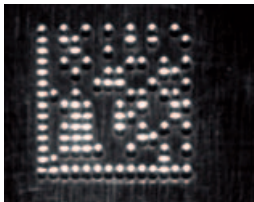
Der Abstand zwischen Objekt und Beleuchtung muss für eine homogene Ausleuchtung sehr gering sein. In einigen Applikationen ist dies aufgrund von Applikationsrahmenbedingungen nicht möglich.

Dunkelfeldbeleuchtung



Die Lichtquelle ist so zur Kamera angeordnet, dass der größte Teil des reflektierten Lichtes nicht parallel zur optischen Achse der Kamera liegt. Lediglich das an Kanten reflektierte Licht verläuft parallel und fällt somit auf den Bildaufnehmer der Kamera. Daraus resultiert, dass die Kanten des Objektes aufleuchten, während der Hintergrund dunkel erscheint. Das Verfahren der Dunkelfeldbeleuchtung eignet sich besonders für Nadelprägung.

Schematische Darstellung der Dunkelfeldbeleuchtung



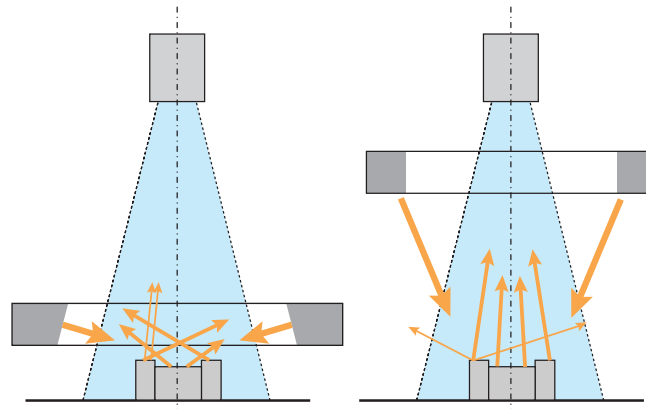
Beispiel einer Dunkelfeldbeleuchtung

2.2.3. Beleuchtungstypen

Die nachfolgend aufgeführten Beleuchtungstypen eignen sich für die unterschiedlichen Beleuchtungsmethoden (Auf- oder Durchlicht) und lassen sich durch eine Veränderung der Position häufig auch für mehrere Beleuchtungsarten (Hell- oder Dunkelfeld) einsetzen.

Ringlicht

Ringbeleuchtungen werden sehr häufig bei der Codelesung eingesetzt. Abhängig vom Ringdurchmesser, dem Abstand zum Objekt und dem Abstrahlwinkel der LEDs, kann die Ringbeleuchtung als Hellfeld- oder als Dunkelfeldbeleuchtung dienen. Zusätzlich kann ein Diffusor-Aufsatz eine homogene Ausleuchtung des Lesefeldes erzeugen, d. h. aus einem direkten wird ein diffuses Auflicht.



Ringbeleuchtungen als Dunkelfeld- und Hellfeldbeleuchtung

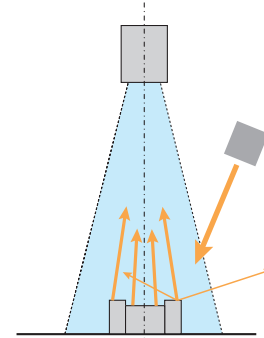
Ringlicht in einer Applikation



DAS LESEN

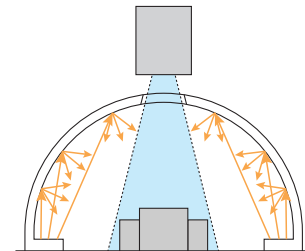
Spotbeleuchtung

Spotbeleuchtungen erzeugen direktes oder, mit einem Diffusor-Aufsatz, diffuses Auflicht. Sie kommen dann zum Einsatz, wenn ein Objekt über sehr große Abstände beleuchtet werden muss. Je nach Positionierung und Winkel, bezogen auf die optische Achse der Kamera, kann die Spotbeleuchtung als Hellfeld- und als Dunkel-feldbeleuchtung dienen.



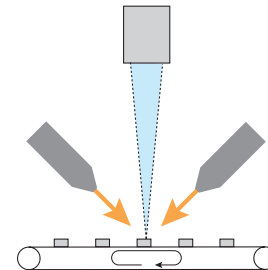
Dombeleuchtung

Eine Dombeleuchtung erzeugt diffuses Licht und wird bei glänzenden Oberflächen eingesetzt, um ungewollte Reflexionen „auszublenden“. Dabei ist das zu identifizierende Objekt innerhalb der Dombeleuchtung zu positionieren. Dies kann für automatisierte Abläufe sowie bei wechselnden Objektgrößen und -formen nachteilig sein.



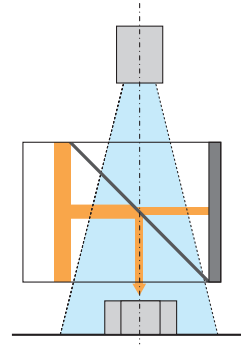
Linienlicht (Barlights)

Das Linienlicht (engl. Barlights oder Linelights) wird als direkte Beleuchtung eingesetzt. Die Variantenvielfalt des Linienlichts ist groß und kann so passend zur Applikation ausgewählt werden.



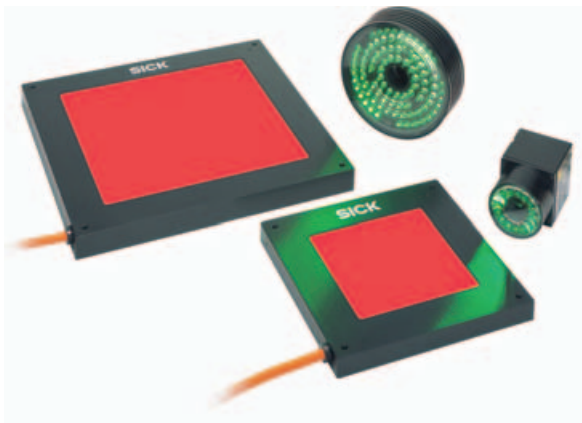
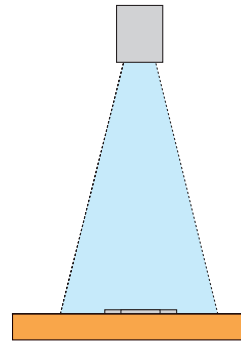
Koaxiale Beleuchtung

Koaxiale Beleuchtungen erzeugen ein sehr homogenes, diffuses und ganzflächiges Licht: Die koaxiale Beleuchtung wird unter dem Kameraobjektiv oder über dem zu identifizierenden Objekt positioniert. Die Kamera sieht durch den halbdurchlässigen Spiegel parallel mit dem Licht entlang der optischen Achse auf das sehr homogen und diffus ausgeleuchtete Objekt. Dieses wird damit sehr detailreich von der Kamera erfasst.



Flächenbeleuchtung (Backlight)

Flächenbeleuchtungen leuchten eine große Fläche homogen aus und werden als Durchlichtbeleuchtung bei der Konturerkennung und nur in speziellen Applikationen zur Codescannung eingesetzt. Flächenbeleuchtungen werden je nach Applikation auch als großflächiges diffuses Auflicht verwendet.



DAS LESEN

2.3. Auswahl der geeigneten Beleuchtung

Zur Auswahl der geeigneten Beleuchtung sind folgende Kernfragen von Bedeutung:



Wie groß ist das Lesefeld der Kamera und damit verbunden die auszuleuchtende Fläche?

Gibt es eine applikatorische Vorgabe bezüglich des Abstandes zwischen Kamera bzw. Beleuchtung und dem Objekt?

Wie stark sind die Einflüsse von Fremdlicht zu berücksichtigen?

Welche Farbe der LEDs sollte gewählt werden?

Ist die Objektoberfläche gewölbt/gekrümmt?

Befinden sich Riefen auf der Oberfläche?

Was darf die Beleuchtung kosten?



Die Beleuchtung sollte entsprechend der Rahmenbedingungen dimensioniert werden. Ring-, Dom-, Spot- und koaxiale Beleuchtungen sind in verschiedenen Durchmessern und damit verbunden unterschiedlichen Beleuchtungsfeldern erhältlich. Linienlichter und Flächenbeleuchtungen können ebenfalls in unterschiedlichen Längen bzw. Flächen genutzt werden. Die ausgeleuchtete Fläche kann dem Datenblatt der Beleuchtung entnommen werden.

Diffuse Beleuchtungen und Dunkelfeldbeleuchtungen erfordern oft sehr geringe Abstände. Hier stoßen z. B. Dombeleuchtungen häufig an applikatorische Grenzen.

Die Beleuchtung sollte die Schwankungen der Intensität des Fremdlichtes kompensieren und die Applikation weitgehend fremdlichtunabhängig gestalten. Das Datenblatt der Beleuchtung gibt Auskunft über die Intensität bezogen auf die Fläche. Als weitere Maßnahmen könnten Abschattungen vor Sonnenlicht, Oberlichtern oder Lichtstrahlern notwendig sein.

Verwendet das Lesegerät keinen Filter, um bestimmte Wellenlängen auszublenden, so kann jede LED-Farbe gewählt werden. Zur Codelesung werden häufig rote Beleuchtungen eingesetzt, da diese fremdlichtunempfindlich sind. Ein Nachteil ist, dass rote Codes, oder beispielsweise schwarze Codes auf grünem Hintergrund, nicht erkannt werden können, da das Licht nicht reflektiert wird bzw. der Kontrastunterschied zu gering ist. Weiße Beleuchtungen haben den Vorteil, dass alle Farben erkannt werden können, da sich Weißlicht aus dem gesamten Farbspektrum zusammensetzt. Grünlicht liefert gute Ergebnisse bei stark glänzenden Objekten.

Durch Einsatz einer homogenen Beleuchtung und evtl. Montage mehrerer Beleuchtungen sollte die Position des Codes vollständig und homogen ausgeleuchtet werden.

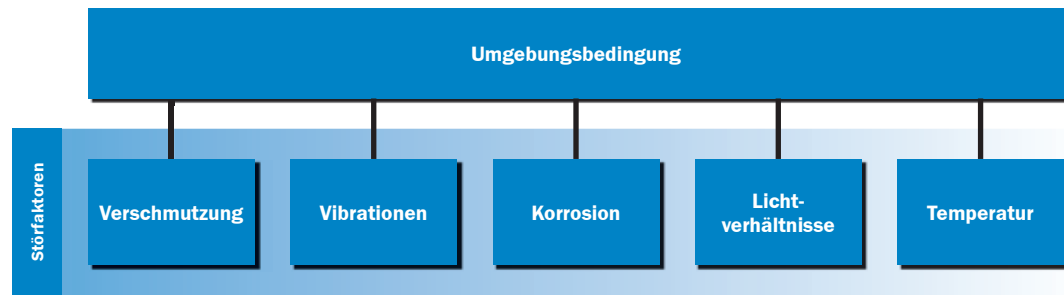
Hier sollte das Auflicht entlang der Riefen, sprich möglichst parallel auftreffen, um die Störstrukturen „auszublenden“.

Eine qualitativ sehr hochwertige Beleuchtung kann auf dem Preisniveau des Lesesystems liegen. Für die meisten Code-Identifikationsaufgaben ist jedoch ein einfacherer Beleuchtungstyp ausreichend.

DAS LESEN

2.4. Umgebungsbedingungen

Die Umgebungsbedingungen können das Lesen der Codes erschweren und sollten optimiert werden. Im Folgenden werden störenden Faktoren aufgezeigt, ihre Auswirkungen und die Gegenmaßnahmen erläutert.



■ Verschmutzung durch Öl, Staub

Die Verschmutzung des Codes bzw. des Lesegerätes durch Staub oder Metallspäne lässt sich in einigen Applikationen nicht vermeiden. Absaugeinrichtungen können hier Abhilfe schaffen. Eine Ölschicht auf dem Objekt führt zu Reflexionen, die ebenfalls nicht genau definierbar sind, da die Dicke und somit das Reflexionsverhalten variiert. Abhilfe bietet eine Beleuchtung, die so positioniert wird, dass die Reflexionen des Ölfilms die Kamera nicht erreichen.



■ Vibrationen

Abhängig vom Lesesystem haben Vibrationen einen stärkeren oder schwächeren Einfluss auf die Lesung. Mechanische Maßnahmen, wie z. B. Dämpfungssysteme können eingesetzt werden.

Zeilenkameras sind empfindlich bei Vibrationen, da das Bild aus Einzelzeilen zusammengesetzt wird. Die Vibration kann zum Versatz der einzelnen Zeilen im Bild führen und die Bildinformation somit unbrauchbar machen.

Matrixkameras sind weniger empfindlich bei Vibrationen, da das gesamte Bild im Bruchteil einer Sekunde „eingefroren“ wird.

■ Korrosion/Oxidation

Korrosion auf metallischen Oberflächen (speziell Stahl und Kupfer) verändert das Reflexionsverhalten und somit den Kontrast im Code. Dies kann zur Verschlechterung der Leseergebnisse führen. Der Einsatz einer transparenten Schutzlackierung oder Vermeidung langer Lagerzeiten markierter Objekte vor dem Identifikationsprozess können dieses Problem lösen.

■ Lichtverhältnisse (Eigen- und Fremdlicht)

Eindringendes Sonnenlicht, starke Deckenbeleuchtungen oder Fahrzeugscheinwerfer können die Lesung negativ beeinflussen. Schnelle Abhilfe schafft die Abschattung des Fremdlichtes. Der Einsatz von lichtintensiven Beleuchtungen oder Lichtfiltern stellt eine weitere Gegenmaßnahme dar.

■ Temperatur

Die Lesesysteme und Beleuchtungen sind häufig auf ein bestimmtes Temperaturspektrum begrenzt. Sind die Umgebungstemperaturen höher oder niedriger als die erlaubten Betriebstemperaturen, ist eine Funktion der eingesetzten Kamerachips nicht mehr gewährleistet.

DAS LESEN

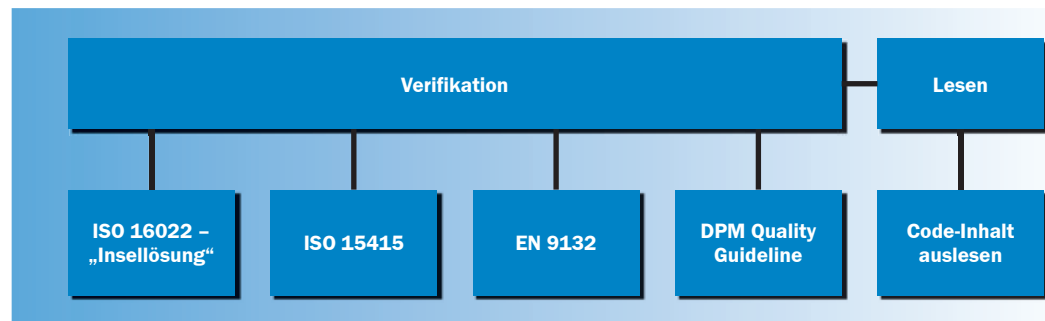
3. Verifikation von Data-Matrix-Codes

In vielen Applikationen ist es ausreichend, den Dateninhalt des Codes auszulesen und an den Host-Rechner weiterzuleiten. Andere Applikationen erfordern jedoch zusätzlich eine Qualitätsbewertung des Codes, die auch Verifikation genannt wird.

Die Verifikation zeigt auf, ob ein Code bestimmte Qualitätskriterien aufweist und wo er Schwachstellen oder Fehler enthält.

Ein Beispiel hierfür ist die sogenannte „Read after Print“-Applikation: Ein Codeleser qualifiziert den Code unmittelbar nach der Markierung und meldet, ob die Codemarkierung qualitativ in Ordnung ist. Verschlechtert sich der Markierprozess, so kann dieser sofort angepasst und dadurch die sichere Code-Identifikation in der nachfolgenden Prozesskette sichergestellt werden.

Die Qualitätskriterien für die Verifikation des Data Matrix ECC200 sind in verschiedenen Normen festgelegt, wobei für die Auswahl der „passenden“ Norm die Frage nach dem Zweck der Verifikation Voraussetzung ist.



3.1. Verifikation nach ISO/IEC 16022

ISO/IEC 16022 Informationstechnik – Internationale Symbologie-Spezifizierung – Data Matrix

Zweck: Insellösung – Bewertung der Codequalität und Lesbarkeit in geschlossenen Produktionsprozessen.

Die Norm ISO/IEC 16022 bezieht sich ursprünglich nur auf Data-Matrix-Codes, die auf Etiketten gedruckt sind. Mit den getroffenen Scannereinstellungen wird der Code gelesen und bewertet. Die Beleuchtung ist nicht genau spezifiziert, d. h. es können die unterschiedlichsten Beleuchtungen und Beleuchtungspositionen angewendet werden. Das Anpassen der Kameraeinstellungen oder der Beleuchtung verändert die Bewertung des Codes.

Dennoch kann die Verifikation nach dieser Norm für eine „interne Qualitätskontrolle“, sprich Insellösung, sehr sinnvoll eingesetzt werden. Dabei wird nicht unbedingt die eigentliche Codequalität bewertet, sondern vielmehr das Zusammenspiel von Code und dem verwendeten Markier- sowie Lesesystem innerhalb einer Prozesskette bzw. einer Produktionslinie. Damit können im laufenden Betrieb sowohl die Herstellung der Markierung als auch die Bedingungen an der Lesestelle überwacht werden. Ziel ist eine konstante Qualität der Codeherstellung und eine prozessstabile Codelesung in den folgenden Produktionsschritten. Eine typische „Read after Print“-Applikation ist z. B. der Druck von Etiketten, hier wird anhand des Gradings nach ISO/IEC 16022 eine Veränderung der Druckqualität, z. B. aufgrund leerer Druckerpatrone, erkannt. Das Grading (Bewertungsergebnis) wird in den Stufen A bis F oder als Zahlenwert 4 bis 0 vom Barcode-Lesegerät ausgegeben.

DAS LESEN

3.2. Verifikation nach ISO/IEC 15415

ISO/IEC 15415 Informationstechnik – Automatische Identifikation und Datenerfassungsverfahren für Strichcode-Druckqualität – 2D-Symbole

Zweck: allgemeingültige, produktionsprozess-unabhängige Bewertung der Codequalität und Lesbarkeit.

Die Norm ISO/IEC 15415 bezieht sich ursprünglich nur auf Data-Matrix-Codes, die auf Etiketten gedruckt sind. Die Qualifizierung wird aber mit speziellen Verifikationsgeräten, sogenannte Verifier, vorgenommen.

Die Geräteparametrierung, die Intensität und der Abstrahlwinkel der Beleuchtung sind gemäß der Norm umzusetzen. Die Verifier sind geeicht, sodass unabhängig vom eingesetzten Verifikationsgerät die Codequalifizierung immer zum selben Ergebnis führt. Damit eignet sich diese Norm zur Verifizierung von 2D-Codes, bei denen sichergestellt sein muss, dass diese von unterschiedlichsten Lesesystemen an jedem beliebigen Produktionsstandort gelesen werden können. Das Grading (Bewertungsergebnis) wird in den Stufen A bis F oder als Zahlenwert 4 bis 0 ausgegeben.

3.3. Verifikation nach EN 9132

EN 9132 Luft- und Raumfahrt – Qualitätsmanagementsystem – Data Matrix – Qualitätsanforderungen für Teilemarkierung

Zweck: Erweiterung zu ISO/IEC 15415 und ISO/IEC 16022 durch Bewertung der Qualität und Lesbarkeit von direktmarkierten Codes in der Luft- und Raumfahrt.

Die EN 9132 berücksichtigt zusätzlich die Markierverfahren Laser, Nadelprägung und elektro-chemisches Ätzen. Dazu werden folgende Kriterien zusätzlich bewertet: Dot center offset, Zellovalität, Zellgröße, und Verzerrungswinkel in der Codemarkierung. Da diese Norm zusätzlich

die Bewertung von direktmarkierten Data-Matrix-Codes spezifiziert, wird diese auch in anderen Branchen wie Luft- und Raumfahrt angewendet.

3.4. Verifikation nach AIM DPM-1-2006

Direct Part Marking Quality Guideline


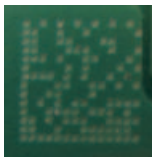


Zweck: Erweiterung zu ISO/IEC 15415 durch Bewertung der Qualität und Lesbarkeit von direktmarkierten Codes.





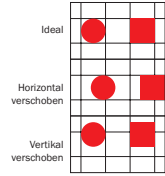
Die Direct Part Marking Quality Guideline berücksichtigt folgende Bewertungskriterien: Beschädigung von fixen Suchmustern, Erweiterung der Modulation aus ISO/IEC 15415 und Bestimmung des finalen Ergebnisses/Grading. Diese Norm lässt sich grundsätzlich auf alle direktmarkierten Data-Matrix-Codes anwenden.

DAS LESEN

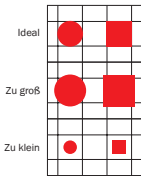

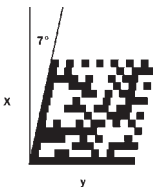

3.5. Die Bewertungskriterien zur Verifikation

Folgende Bewertungskriterien werden je nach Norm zur Verifikation verwendet:

Bewertungs-kriterium	Beschreibung	Grade	Verwendung gemäß Norm				
			ISO/IEC 16022	ISO/IEC 15415	EN 9132	AIM DPM	
1. Dekodierung/ Decoding		Prüft, ob ein Code generell lesbar ist oder nicht. Ein A bedeutet gut lesbar, ein F hingegen nicht lesbar. A (4.0) F (0.0)	Passes Fails	•	•		•
2. Symbol- kontrast/ Symbol contrast		Prüft den Kontrast zwischen den hellen und dunklen Zellen im Code. A (4.0) B (3.0) C (2.0) D (1.0) F (0.0)	SC ≥ 70 % SC ≥ 55 % SC ≥ 40 % SC ≥ 20 % SC < 20 %	•	•	SC > 20 %	CC ≥ 30 % CC ≥ 25 % CC ≥ 20 % CC ≥ 15 % CC < 15 % (cell contrast)
3. Druckzu- wachs/ Print growth		Prüft den Unterschied zwischen idealer und tatsächlicher Zellgröße. A (4.0) B (3.0) C (2.0) D (1.0) F (0.0)	-0,50 D' ≤ 0,50 -0,70 D' ≤ 0,50 -0,85 D' ≤ 0,50 -1,00 D' ≤ 0,50 D' < -1,00 or D' > 1,00	•			
4. Axiale Nicht- linearität/ Axial non- uniformity	 x y x:y = 1.45:1	Prüft das Verhältnis zwischen Länge und Breite des Codes. Ist der Code in der Länge oder Breite gestreckt bzw. gestaucht, so erhält er ein schlechtes Grading für die axiale Nichtlinearität. A (4.0) B (3.0) C (2.0) D (1.0) F (0.0)	AN ≤ 0.06 AN ≤ 0.08 AN ≤ 0.10 AN ≤ 0.12 AN > 0.12	•	•		•

Bewertungs-kriterium	Beschreibung	Grade	Verwendung gemäß Norm			
			ISO/IEC 16022	ISO/IEC 15415	EN 9132	AIM DPM
5. Nicht benötigte Fehlerkorrektur/ Unused error correction		Prüft, wie viele redundante Daten bei der Lesung verwendet werden mussten, um den Dateninhalt dekodieren zu können. Wurde die Redundanz nicht benötigt, fällt dieses Grading am besten aus. A (4.0) UEC ≥ 0,62 B (3.0) UEC ≥ 0,50 C (2.0) UEC ≥ 0,37 D (1.0) UEC ≥ 0,25 F (0.0) UEC < 0,25	•	•		•
6. Gitter-Nicht-linearität/ Grid non-uniformity		Zur Dekodierung wird anhand des Alternating Pattern ein Gitternetz über den Code gelegt, um die Abtastpunkte herauszufinden. Die Gitter-Nicht-linearität prüft die Abweichung des Gitternetzes vom idealen Gitternetz. A (4.0) GN ≤ 0,38 B (3.0) GN ≤ 0,50 C (2.0) GN ≤ 0,63 D (1.0) GN ≤ 0,75 F (0.0) GN > 0,75		•		•
7. Modulation		Prüft die Einheitlichkeit der Reflexion von dunklen und hellen Zellen. A (4.0) MOD ≥ 0,50 B (3.0) MOD ≥ 0,40 C (2.0) MOD ≥ 0,30 D (1.0) MOD ≥ 0,20 F (0.0) MOD < 0,20		•		• (cell modulation)
8. Beschädigung der fixen Suchmuster/ Fixed pattern damage		Prüft die elementaren Merkmale des Codes (Ruhezone, Such- und Taktmuster sowie Referenzzellen) auf Defekte und bildet einen Durchschnittswert. A (4.0) AG = 4.0 B (3.0) AG ≥ 3.5 C (2.0) AG ≥ 3.0 D (1.0) AG ≥ 2.5 F (0.0) AG < 2.5		•		•
9. Abweichung Zellposition/ Dot center offset		Prüft die Abweichung der Position der Zelle von ihrer theoretischen idealen Position. 0% ... 20%			•	

DAS LESEN

Bewertungs-kriterium	Beschreibung	Grade	Verwendung gemäß Norm						
			ISO/IEC 16022	ISO/IEC 15415	EN 9132	AIM DPM			
10. Zellgröße/ Cell size		Prüft den Füllgrad der Zelle. Speziell bei genadelten Codes weicht diese häufig von der nominalen Größe ab.		60 % ... 105 %				•	
11. Zellovalität/ Dot ovality		Prüft das Ausmaß der Abweichung der Zellen von einer runden Form.		120°, 90°, 60°				•	
12. Verzerrungs- winkel/ Angle of distortion		Prüft die Abweichung des realen Winkels zwischen den Zeilen und Spalten des Data-Matrix-Codes vom Idealfall. Im Idealfall beträgt dieser Winkel 90°.		± 7°				•	
13. Min. Refle- xion/Min. reflectance		Bestimmt den Grad der Reflexion des Objektes.							MR ≥ 5 % MR < 5 %
Gesamtbewer- tung/Overall symbol grade		Dieses Grading kann als Zusammenfassung der Kriterien gesehen werden. Ausgegeben wird immer das schlechteste der verwendeten Kriterien.	A (4.0) B (3.0) C (2.0) D (1.0) F (0.0)		Kriterium 1. bis 5.	Kriterium 1., 2., 4. bis 8.	Kriterium 2., 9. bis 12.	Kriterium 1., 2., 4. bis 8., 13.	

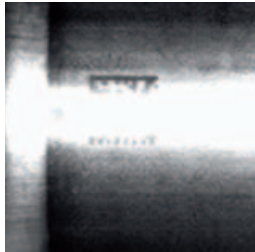



DAS LESEN

DAS LESEN



4. Erfolgsfaktoren der guten Lesung

In den einzelnen Kapiteln wird deutlich, dass sehr viele verschiedene Faktoren Anteil an einer guten und prozessstabilen Lesung haben. In der folgenden Tabelle wird anhand von vier verschiedenen Applikationsfotos aufgezeigt, welche Fehler bei den einzelnen Elementen der Lesung gemacht werden können.

DAS CODIEREN	DAS MARKIEREN	
	Markierung	Objekt
 <p>Störende Reflexionen</p>	<p>verursacht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> – ungeeignete Platzierung des Codes auf dem Objekt, z. B. auf einer gewölbten Fläche 	<p>verursacht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> – störende Strukturen auf der Oberfläche – spiegelnde Folie bei verpackten Produkten – reflektierende Verschmutzung wie z. B. Öl – gewölbte Oberflächen, welche das Licht sehr inhomogen reflektieren
 <p>Geringer Kontrast</p>	<p>verursacht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> – ungeeignete Platzierung des Codes auf dem Objekt, z. B. auf einem störenden Hintergrund – Wahl eines ungeeigneten Markierverfahrens oder Markierparameters für das jeweilige Material, z. B. Tintenstrahl mit schwarzer Tinte auf grünen Leiterplatten 	<p>verursacht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> – Alterung des Codes, wie z. B. Korrosion bei Metallen – störende Strukturen, Oberflächenrauheit, z. B. Gussteile – ähnliches Reflexionsverhalten von Codemarkierung und Codehintergrund

DAS LESEN		
Lesegeräte	Beleuchtung	Umgebung
verursacht durch – ungeeignete Platzierung des Lesegerätes, z. B. ungeeigneter Winkel zwischen Lesegerät, Beleuchtung und Objekt	verursacht durch – Auswahl einer ungeeigneten Beleuchtung, z. B. direktes Auflicht bei stark reflektierenden Objekten – ungeeignet positionierte Beleuchtung	verursacht durch – reflektierende Verschmutzung wie z. B. Öl – störendes Fremdlicht, z. B. Sonneneinstrahlung, Deckenbeleuchtung, Flurförderfahrzeuge etc.
verursacht durch – schlechte Abstimmung zwischen Lesegerät und Beleuchtung – ungeeignete Parametrierung des Lesegerätes	verursacht durch – Wahl eines ungeeigneten Abstands zwischen Objekt und Beleuchtung – Wahl der falschen Beleuchtungsmethode – mangelnde Homogenität der Beleuchtung, Randabfall der Beleuchtungsintensität – Wahl einer ungeeigneten Wellenlänge, z. B. rote Beleuchtung zur Lesung schwarzer Codes auf grünem Hintergrund	verursacht durch – reflektierende Verschmutzung wie z. B. Öl – störendes Fremdlicht, z. B. Sonneneinstrahlung, Deckenbeleuchtung, Flurförderfahrzeuge etc.

DAS LESEN

DAS CODIEREN	DAS MARKIEREN	
	Markierung	Objekt
 <p>Qualität der Codegeometrie</p>	<p>verursacht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> – ungeeignete Platzierung des Codes auf dem Objekt, z. B. auf einer gewölbten Fläche – mangelnden Füllgrad der Zellen, z. B. zu geringe Eindringtiefe bei nadelgeprägten Codes – Verzerrungen im Code, bedingt durch zu hohe Markiergeschwindigkeit/zu hohen Durchsatz – Zellovalität z. B. durch Bewegung der Objekte beim Markiervorgang mittels Tintenstrahl – Abweichung der Zellposition, ungeeignete Einstellung des Markiersystems 	<p>verursacht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> – gewölbte Oberfläche – störende Strukturen auf der Oberfläche
 <p>Unscharfe Konturen</p>	<p>verursacht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wahl eines ungeeigneten Markierverfahrens oder Markierparameters, z. B. Lasermarkierer nicht korrekt im Fokus 	

DAS LESEN		
Lesegeräte	Beleuchtung	Umgebung
verursacht durch <ul style="list-style-type: none"> – Bewegungsunschärfe, hervorgerufen durch schlechte Anpassung des Lesegerätes an die Transportgeschwindigkeit des Objektes – Beschleunigungen der Objekte während des Lesens – ungeeignete Parametrierung des Lesegerätes 	verursacht durch <ul style="list-style-type: none"> – Wahl einer zu geringen/zuhohen Beleuchtungsintensität, z. B. Überblendung des Bildes 	verursacht durch <ul style="list-style-type: none"> – zu hohe Geschwindigkeit der Objekte im Fertigungsprozess, – nicht konstante Beschleunigung der Objekte – Vibrationen an der Lesestelle – Staub und Aerosole an der Lesestelle
verursacht durch <ul style="list-style-type: none"> – Abstand zwischen Code und Objekt, außerhalb des Schärfentiefebereichs liegend – Bewegungsunschärfe, hervorgerufen durch schlechte Anpassung des Lesegerätes an die Transportgeschwindigkeit des Objektes 	verursacht durch <ul style="list-style-type: none"> – Bewegungsunschärfe, hervorgerufen durch nicht ausreichende Anpassung der Beleuchtungsblitzdauer 	verursacht durch <ul style="list-style-type: none"> – störenden Ölfilm auf dem Objekt

DIE PARTNER





DIE PARTNER

Als weltweit führender Hersteller intelligenter Sensoren und Sensorlösungen ist SICK ein kompetenter und starker Partner rund um das Thema Direct Part Marking. Mit über 40 Tochtergesellschaften und Beteiligungen in über 20 Ländern auf allen fünf Kontinenten und vielen spezifischen Fachvertretungen ist SICK rund um den Globus für seine Kunden präsent. Neben den fünf Standorten in Deutschland produziert SICK auch in Italien, Ungarn, Israel, China und den USA.

Überall wo lückenlose Rückverfolgbarkeit von Bauteilen, Komponenten und Produkten, maximale Prozesssicherheit und höchste Präzision gefragt sind, bietet SICK innovative Gesamtlösungen rund um die automatische Identifikation. Bei Prozessen wie dem Direct Part Marking liegt für SICK der Schlüssel zum Systemerfolg in der optimalen Kombination der drei Bereiche „Codieren“, „Markieren“ und „Lesung“. Maximale Prozessqualität und Prozessstabilität erreichen wir, weil SICK starke Partnerschaften eingegangen ist, die das Know-how führender Technologieunternehmen in idealer Weise vereinen. Dabei erfüllen wir die höchsten Qualitätsansprüche, um die logistische, technologische und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit unserer Kunden nachhaltig zu sichern. Denn das gehört zwingend zu einer umfassenden Prozess- und Investitionsicherheit.

Deshalb arbeitet die Firma SICK mit kompetenten Partnern aus dem Bereich der Markiertechnik zusammen und kann somit schon bei den Pre-Sales-Services individuelle und intelligente Anwendungsberatung, Engineering und Projekt-Management und bei den After-Sales-Services kompetente Installation, Inbetriebnahme, Site-Management und Abnahme der projektierten Anlagen gewährleisten. Darüber hinaus bietet SICK während der Betriebsphase Wartung, Störungsbehebung und Ersatzteilservice sowie eine Hotline und umfangreiche Trainings an. Ein Rundum-Service, der Ihre Projekte sicher zum Erfolg führt.

Sollten Sie Fragen bezüglich Ansprechpartnern, Kooperationen, weiterführenden Informationen oder einer konkreten Applikation haben, wenden Sie sich einfach an uns. Weitere Informationen finden Sie auf der Internetseite: www.2D-Code.com

TRUMPF

TRUMPF Laser

Die TRUMPF-Gruppe gehört zu den weltweit führenden Unternehmen in der Fertigungstechnik. Innovationen von TRUMPF bestimmen die Richtung – bei Werkzeugmaschinen für die Blech- und Materialbearbeitung, in der Lasertechnik, Elektronik oder Medizintechnik. Sie prägen technische Standards und eröffnen den Anwendern neue und produktivere Möglichkeiten. Im Bereich industrieller Laser und Lasersysteme ist TRUMPF Weltmarkt- und Technologieführer. Das Produktprogramm des Geschäftsfeldes Lasertechnik umfasst Laserschneid- und Laserschweißanlagen für ebene und 3D-Teile, Hochleistungs-CO₂-Laser, lampen- und diodengepumpte Festkörperlaser sowie Beschriftungslaser und -systeme.

Kontakt:

TRUMPF Laser GmbH + Co. KG · Aichhalder Straße 39 · D-78713 Schramberg · Telefon: +49 7422 515-0
Fax: +49 7422 515-108 · mailto: info@de.trumpf-laser.com · www.trumpf-laser.de

LASER**rofin**

LASER MARKING ROFIN Laser Marking

ROFIN-SINAR Technologies Incorporated, mit seinen operativen Hauptsitzen in Hamburg und Plymouth, Michigan, entwickelt, fertigt und vertreibt eine breite Produktpalette von Laserstrahlquellen und laserbasierten Systemlösungen für die unterschiedlichsten Anwendungen. Mit Produktionsstätten in den USA, Deutschland, Großbritannien, Schweden, Finnland, Singapur und Japan ist ROFIN-SINAR einer der weltweit führenden Hersteller von Lasern für die industrielle Materialbearbeitung und verfügt über eine installierte Basis von mehr als 25.000 Lasern bei über 3.000 Kunden weltweit.

Kontakt:

ROFIN-SINAR Laser GmbH · Neufeldstraße 16 · D-85232 Bergkirchen · Telefon: +49 8131 704-0
Fax: +49 8131 704-100 · mailto: info@rofin-muc.de · www.rofin.com

LASER

DIE PARTNER

LASER

Panasonic

ideas for life

Panasonic Electric Works Europe AG

Die Panasonic Electric Works Europe AG vertreibt die weite Produkt- und Dienstleistungspalette des Mutterkonzerns Matsushita Electric Works in Japan. Die SUNX-Lasermarkiersysteme werden vor allem für die Fabrikautomation mit Schwerpunkt Automobil- und Elektronikindustrie entwickelt und vertrieben.

Mit rund 15 Verkaufsniederlassungen in Deutschland, Österreich, den Beneluxstaaten, der Tschechischen Republik, Frankreich, Ungarn, Irland, Italien, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und in Großbritannien sowie vielen anderen Kooperationspartnern – innerhalb und außerhalb des Panasonic-Konzerns – bietet die Panasonic Electric Works Europe AG ein umfassendes Angebot und umfassenden Service für ganz Europa.

Kontakt:

Panasonic Electric Works Europe AG · Rudolf-Diesel-Ring 2 · D-83607 Holzkirchen · Telefon: +49 8024 648-268
Fax: +49 8024 648-111 · mailto: SUNX-LMP@eu.pewg.panasonic.com · www.panasonic-electric-works.com

FOBA®

Laser Marking + Engineering

A Virtek Company FOBA Technology + Services

LASER

Als weltweit tätiges Unternehmen entwickelt, produziert und vertreibt FOBA Produkte für die Laserbeschriftung und Lasergravur. Das weltweite Netzwerk von Vertretungen und Partnern in Ägypten, Australien, Brasilien, Dänemark, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Hong Kong, Iran, Israel, Italien, Kanada, Korea, den Niederlanden, Österreich, Schweden, der Schweiz, Spanien, Taiwan und der Türkei garantiert Kundennähe in höchster Qualität.

Kontakt:

FOBA Technology + Services GmbH · Altenaer Straße 170 · D-58513 Lüdenscheid · Telefon: +49 2351 996-0
Fax: +49 2351 996-210 · mailto: sales@foba.de · www.foba.de



Domino ist ein weltweit führendes Unternehmen der Inkjet-, Laser-, TTO-, Etikettendruck- und Spendertechnologie und bietet komplette Kennzeichnungs- und Drucklösungen zum variablen Drucken von Mindesthaltbarkeit (MHD), Barcodes, Produktverfolgungs-Codes auf Produkte der Lebensmittel-, Getränke-, Pharma- und Elektronikindustrie und für viele andere Branchen. Für das grafische Druckgewerbe bietet Domino Systemlösungen, die vorwiegend Adressen, Barcodes, Nummern etc. auf Papiererzeugnisse, Plastikkarten und Zeitungen aufdrucken. Domino betreibt weltweit ein Netzwerk von Vertretungen und Partnern in über 120 Ländern.

Kontakt:

Domino Deutschland GmbH · Lorenz-Schott-Straße 3 · D-55252 Mainz-Kastel · Telefon: +49 6134 250-50
Fax: +49 6134 250-55 · mailto: info@domino-deutschland.de · www.domino-deutschland.de



Imaje Deutschland

Imaje – eine hundertprozentige Tochter der New Yorker Dover Corporation – entwickelt, produziert und vertreibt weltweit ein breites Spektrum an Kennzeichnungstechnologien wie Tintenstrahl- und Thermodrucker, Laserkodierer und Etikettiersysteme. Neben einem großen Angebot an Softwarelösungen, Betriebsmitteln und maßgeschneiderten Serviceleistungen bietet Imaje individuelle Lösungen für jede Kundenanforderung. Mit mehr als 32 Niederlassungen und 50 Händlern ist Imaje in über 120 Ländern weltweit in der Lebensmittel-, Getränke-, Pharma- und Kosmetikindustrie sowie im Bereich Kunststoffe, Maschinenbau, Elektronik- und Kabelfertigung, Automobil- und Luftfahrtindustrie vertreten.

Kontakt:

Imaje GmbH · Schockenriedstraße 8C · D-70565 Stuttgart · Telefon: +49 711 78403-95 · Fax: +49 711 78403-35
mailto: info@de.imaje.com · www.imaje.de

ETIKETTIERER
TINTENSTRAHL
THERMODRUCK
LASER

ETIKETTIERER
LASER
THERMODRUCK
TINTENSTRAHL

DIE PARTNER

TINTENSTRAHL



BRADY

Brady Corporation ist ein international operierender Hersteller und Vermarkter von Komplettlösungen zur Kennzeichnung und zum Schutz von Betriebsstätten, industriellen Gütern und Personen. Bradys Produkte steigern die Sicherheit, Produktivität und Leistung; sie umfassen hochleistungsfähige Etiketten und Schilder, Sicherheitsvorrichtungen, Drucksysteme einschließlich Software sowie Präzisions-Stanzteile.

Das 1914 gegründete Unternehmen beliefert mehr als 500.000 Kunden in den Bereichen Elektrik und Elektronik, Telekommunikation, Fertigung, Bauwesen, Ausbildung, Medizin und in einer Vielzahl weiterer Industrien. Bradys Firmensitz ist Milwaukee, Wisconsin. Insgesamt sind in Nord- und Südamerika, Europa und Asien/Pazifik mehr als 9.000 Mitarbeiter beschäftigt.

Kontakt:

BRADY GmbH · Otto-Hahn-Straße 5-7 · D-63225 Langen · Telefon: +49 6103/7598-660 · Fax: +49 6103/7598-670
mailto: csgermany@bradyeurope.com · www.bradyeurope.com



Bluhm Systeme

LASER

THERMODRUCK

TINTENSTRAHL

Als Komplettanbieter konzipiert und entwickelt Bluhm Systeme das gesamte Spektrum von industriellen Kennzeichnungs-Lösungen: von der Codier-/Etikettenherstellung bis zur Etikettierung. Die Kennzeichnungssysteme werden nahezu in allen Branchen, wie Logistikautomation, Automobil- und Elektronikindustrie sowie Verpackungsindustrie, eingesetzt. Das Angebotsspektrum umfasst Tintenstrahl- und Laser-Codierer sowie Thermotransfer-Direktdrucker im Codierbereich, aber auch RFID-fähige Etikettendrucker und -spender sowie Sonderetikettieranlagen im Etikettierbereich.

Kontakt:

Bluhm Systeme · Honnefer Straße 41 · D-53572 Unkel/Rhein · Telefon: +49 2224 7708-0 · Fax: +49 2224 7708-20
mailto: info@bluhmsysteme.com · www.bluhmsysteme.com



KBA-Metronic

Die KBA-Metronic Aktiengesellschaft entwickelt und fertigt als mittelständisches Technologieunternehmen Kennzeichnungssysteme. Mit einem innovativen Produktportfolio bietet die KBA-Metronic weltweit flexible, praxisorientierte Komplettlösungen: Tintenstrahldrucker, Laser, Thermotransfer, Heißprägen, Personalisierungs-Scratch-off und vieles mehr. Vertriebs- und Servicepartner in den wichtigsten Industrienationen sorgen für Kundennähe und kundennahe Serviceleistungen unter anderem in den Segmenten Automobil, Elektronik- und Verpackungsindustrie.

Kontakt:

KBA-Metronic AG · Benzstraße 11 · D-97209 Veitshöchheim · Telefon: +49 931 9085-0 · Fax: +49 931 9085-100
mailto: info@kba-metronic.com · www.kba-metronic.com

HEISSPRÄGEN
LASER
THERMODRUCK
TINTENSTRAHL



cab Produkttechnik

Seit 1975 entwickelt und produziert cab Produkttechnik Geräte und Systemlösungen für die Produktkennzeichnung und Barcode Identifikation für Industrie und Handel. cab setzt dabei auf Transfer- und Tintenstrahldrucker und bietet im System auch Etikettierer an. Mit eigenen Niederlassungen in Frankreich, Spanien, Russland, Südafrika, Taiwan und in den USA bietet cab eine kundennahe Betreuung in weltweit über 50 Ländern eine internationale Vertriebs- und Service-Struktur.

Kontakt:

cab Produkttechnik GmbH & Co KG · Wilhelm-Schickard-Straße 14 · D-76131 Karlsruhe · Telefon: +49 721 6626-0
Fax: +49 721 6626-249 · mailto: laser@cabgmbh.com · www.cabgmbh.com

ETIKETTIERER
LASER
TINTENSTRAHL

DIE PARTNER

**ELEKTROCHEMI-
SCHES ÄTZEN
LASER
NADELPRÄGUNG
RITZPRÄGER
TINTENSTRAHL**



Östling Markingsystems

Wenn es um dauerhafte Produktmarkierungen, Kennzeichnungen und Beschriftungen geht, bietet die Östling GmbH in Solingen Nadelpräge-, Ritz-, Laser-, Inkjet-, Ätz- und elektrochemische Markierungsverfahren. Östling ist mit ausländischen Vertriebsstätten in der Schweiz, Singapur, Frankreich und den USA vertreten, welche die Segmente Werkzeugmaschinen-, Automobil, Luftfahrt- und Elektronikindustrie bedienen.

Kontakt:

Östling Markiersysteme GmbH · Brosshauser Straße 27 · D-42697 Solingen · Telefon: +49 212 2696-0
Fax: +49 212 2696-199 · mailto:info@ostling.com · www.ostling.com



Joachim Richter Systeme und Maschinen

**LASER
NADELPRÄGUNG
RITZPRÄGER**

Das Unternehmen Joachim Richter ist spezialisiert auf die Entwicklung und den Bau von Markierungs- und Sondermaschinen sowie auf Lasertechnik und Roboterzellen rund um die Themen Markieren und Automation. Nadelpräger, Ritzpräger, Graviermaschinen, Stempel und Laserbeschrifteter von Richter finden ihren Einsatz in der Klein-, Mittel- und Großserienfertigung z. B. in der Automobil- und Luftfahrtindustrie, bei denen kurze Prägezeiten gefordert sind. Diese Technik ist für variable Texte oder fortlaufende Nummerierungen geeignet.

Kontakt:

Joachim Richter Systeme und Maschinen · Erlenhöhe 3-5 · D-66871 Konken · Telefon: +49 6384 9228-0
Fax: +49 6384 9228-77 · mailto:info@jr-richter.de · www.jr-richter.de

NORMEN

Organisation/Verband	Name	Titel
Internationale Normen		
International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission	ISO/IEC 15415	Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Bar code print quality test specification – Two-dimensional symbols
	ISO/IEC 16022	Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Data Matrix bar code symbology specification
	ISO/IEC WD 24720 (WD = Working Draft, noch in der Entstehung)	Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Guidelines for direct part marking (DPM)
Association for Automatic Identification and Mobility	AIM DPM Quality Guideline	–
Branchenspezifische Normen		
Automotive Action Industry Group	AIAG B-4	Parts Identification and Tracking Application Standard
	AIAG B-13	2D Symbology White Paper
	AIAG B-14	Guideline for Use of Two Dimensional Symbols with AIAG Trading Partner Labels
	AIAG B-17	2D Direct Part Marking Guideline
Society of Automotive Engineers (International Aerospace Quality Group)	SAE (IAQG) AS 9132 (for America) AECMA EN 9132 (for Europe) SJAC 9132 (for Asia)	Data Matrix Quality Requirements for Parts Marking
Air Transport Association	ATA SPEC 2000 Chapter 9	Automated Identification and Data
National Aeronautics and Space Administration	NASA-STD-6002	Applying Data Matrix Identification Symbols on Aerospace parts
	NASA-HDBK-6003	Application of Data Matrix Identification symbols to Aerospace parts using Direct Part Marking methods/ techniques
Semiconductor Equipment and Materials International	SEMI T2-0298	Specification for Marking of Wafers with a Two-Dimensional Matrix Code Symbol
	SEMI T7-0303	Specification for Back Surface Marking of Double-Side Polished Wafers with a Two-Dimensional Matrix Code Symbol

UNSERE KOMPETENZ IN DEN SEGMENTEN

FABRIKAUTOMATION

Mit intelligenten Sensoren, Sicherheitssystemen und Auto-Ident-Anwendungen realisiert SICK ganzheitliche Lösungen für die Fabrikautomation.

- Berührungsloses Erfassen, Zählen, Klassifizieren und Positionieren von Objekten aller Art
- Wirksamer Schutz von Mensch und Maschine mit wegweisenden Sensoren, Sicherheits-Software und Sicherheits-Dienstleistungen



LOGISTIKAUTOMATION

Sensoren von SICK schaffen die Basis für die Automation von Materialflüssen und die Optimierung von Sortier- und Lagerprozessen.

- Automatische Identifikation durch Barcode- und RFID-Lesegeräte für die Sortierung und Zielsteuerung im industriellen Materialfluss
- Lasermesssysteme erfassen Volumen, Lage und Umriss von Objekten und Umgebungen



PROZESSAUTOMATION

Die Analysen- und Prozessmesstechnik von SICK MAIHAK sorgt in vielen industriellen Verfahren für die optimale Erfassung von Umwelt- und Prozessdaten.

- Komplettelösungen für die Gasanalyse, Staubmesstechnik, Durchflussmessung, Wasseranalyse bzw. Flüssigkeitsanalyse, Füllstandmesstechnik und weitere Aufgaben



Deutschland

SICK Vertriebs-GmbH
Schiesstraße 56
40549 Düsseldorf
Tel. +49 211 5301-0
Fax +49 211 5301-100
E-Mail info@sick.de
www.sick.de

Technische Infoline
Produkt- und Applikationsberatung
Tel. +49 211 5301-270

Österreich

SICK GmbH
Straße 2A,
Objekt M11, IZ NÖ-Süd
2355 Wiener Neudorf
Tel. +43 22 36 62 28 8-0
Fax +43 22 36 62 28 85
E-Mail office@sick.at
www.sick.at

Schweiz

SICK AG
Breitenweg 6
6370 Stans
Tel. +41 41 619 29 39
Fax +41 41 619 29 21
E-Mail contact@sick.ch
www.sick.ch

Weltweit in Ihrer Nähe:

Australien • Belgien/Luxemburg •
Brasilien • China • Dänemark • Finn-
land • Frankreich • Großbritannien •
Indien • Italien • Japan • Niederlande •
Norwegen • Polen • Republik Korea •
Rumänien • Russland • Schweden •
Singapur • Slowenien • Spanien •
Taiwan • Tschechische Republik •
Türkei • USA

Standorte und Ansprechpartner unter:
www.sick.com

Überreicht durch:

