

Qualitätssicherung optischer Markierungen

**Ein Bericht der beic Ident GmbH
zum Thema: Verifikation**

Qualitätssicherung optischer Markierungen

Qualität ist wichtig – auch bei der Identifikation der Produkte

Überall und täglich immer wieder wird in allen Bereichen unseres Lebens die Frage nach der Qualität eines Produktes gestellt. In den produzierenden Unternehmen sind dafür in der Regel Qualitätskontrollsysteme eingerichtet. Diese überwachen die Einhaltung bestimmter Vorgaben mit geeigneten Prüfeinrichtungen, z.B. die Maßhaltigkeit des Produktes. Um das Produkt eindeutig identifizieren zu können, erhält es heute in vielen Fällen eine optische Markierung in Form eines Barcodes, oft sogar als Direktmarkierung (DPM). Diese Markierung wird, z.B., für die Steuerung der Anlagen innerhalb des Produktionsprozesses oder auch für die Rückverfolgbarkeit des Produktes verwendet.

Die Praxis zeigt fast immer, dass der Qualität dieser optischen Markierung auf dem Produkt im Gegensatz zu der Qualität des Produktes kaum Beachtung geschenkt wird. Manchmal schaut sich jemand den Barcode nach dem Erstellen nur an. Der Barcode sieht gut aus. Dann muss er auch lesbar sein. Aber, und dessen müssen wir uns stets bewusst sein, wir haben weder einen Barcode-Dekoder noch ein Qualitätsbewertungssystem für Barcodes im Kopf. Dadurch sind wir ohne geeignete Hilfsmittel nicht in der Lage, die Lesbarkeit oder gar die Qualität der Markierung zu bewerten. Wir können nur einige wenige Parameter mit unseren Augen prüfen, sofern die Regeln, nach denen der Barcode im konkreten Anwendungsfall aufgebaut ist, genau bekannt sind. Da wäre z.B. die Prüfung, ob die notwendige Ruhezone, also ein an den Barcode grenzender Bereich, frei von Störungen ist. Wie schon erwähnt, stellt eine solche einfache Überprüfung noch nicht sicher, dass der Barcode wirklich lesbar ist. Im günstigsten Fall wird dann häufig noch ein Barcodeleser verwendet, um die Lesbarkeit des Barcodes nachzuweisen. Diese Art der Überprüfung reicht aber auch nicht aus.

Warum? Nicht jeder Barcodeleser liest jeden Barcode gleich gut. Das ist u.a. in der Hardware und den Dekodier- Algorithmen des verwendeten Scannermodells begründet. Es kommt also recht häufig bei Barcodes mit Qualitätsmängeln vor, dass der eine Barcodeleser den Code liest, der andere nicht. (Abbildung 1) Und ist ein Barcode dann einmal nicht lesbar, gibt es häufig eine Unterbrechung des Prozesses oder es



Abbildung 1

entstehen weit höhere Kosten, wenn ein Kunde die Lesbarkeit der Codes bemängelt. Oft werden in diesem Fall ganze Chargen einer Produktion an den Hersteller zurück gesendet.

Risiken, wenn die Qualität Optischer Markierungen vernachlässigt wird:

- Informationen sind nicht lesbar oder werden verfälscht
- erhöhter Zeitaufwand für Identifikation
- zusätzliche Kosten für neue Markierung
- Unterbrechung in Fertigung wegen Leseproblemen
- Rücksendungen von Produkten mit Identifizierungsproblemen
- Unzufriedenheit des Kunden
- Zusätzliche Kosten für Transport und Handling reklamierter Produkte

Ohne Qualitätsbewertung werden schlechte Barcodes erst erkannt, wenn sie nicht mehr lesbar sind. Und wenn das auftritt, ist bereits eine unbekannte Anzahl von Produkten mit schlechten Barcodes in die Prozesskette gelangt.

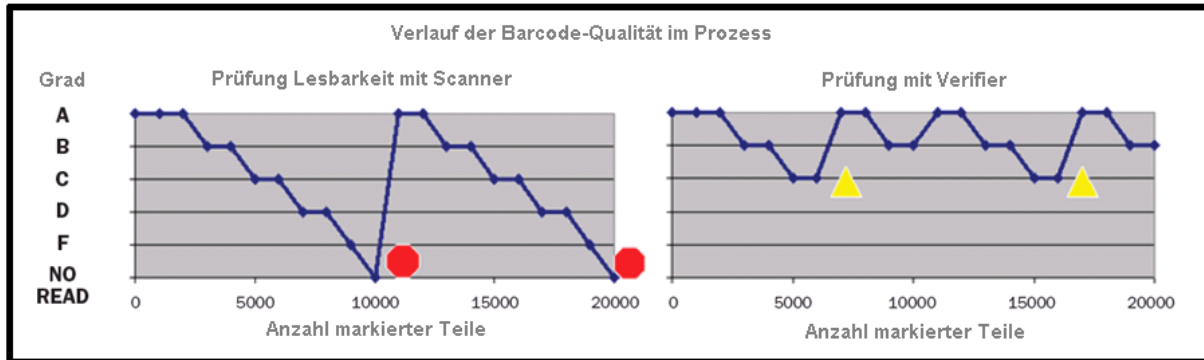


Abbildung 2

Ist ein Produkt nicht identifizierbar, so kann es auch nicht weiterverarbeitet bzw. verwendet werden. Jeder Barcode, der nicht lesbar ist, verursacht eine Verzögerung oder gar Unterbrechung eines Prozesses und wirkt sich negativ auf die Effizienz eines Systems aus. Es entstehen zusätzliche Kosten. Mit dieser Erkenntnis lässt sich deutlich eine Einheit zwischen Produktqualität und Identifizierbarkeit des Objektes ableiten. Für die Qualitätskontrolle in den Unternehmen, insbesondere für diejenigen, die die Markierungen selbst erstellen, besteht damit die Notwendigkeit, die Qualitätssicherung der optischen Markierungen in die Qualitäts-Kontrollsysteme zu integrieren.

Die Lösung der Qualitätsprobleme – Verifikation nach Internationalen Normen

Das Ermitteln der Qualität eines Barcodes nennt man Verifikation. Die Messgeräte heißen Verifier. Ein Verifier misst verschiedene mechanische und optische Parameter, die durch eine entsprechende Norm vorgegeben sind, und bewertet damit die Qualität des Barcodes.

Es gibt verschiedene Ausführungen von Verifier (Abbildung 3). Einige Geräte können nur lineare Barcodes (1D), andere nur zweidimensionale Barcodes (2D) und wiederum andere Geräte 1D- und 2D-Barcodes gleichermaßen verifizieren. Für die Verifikation von 1D-Barcodes können sowohl laserbasierte als auch Kamera-Systeme verwendet werden.

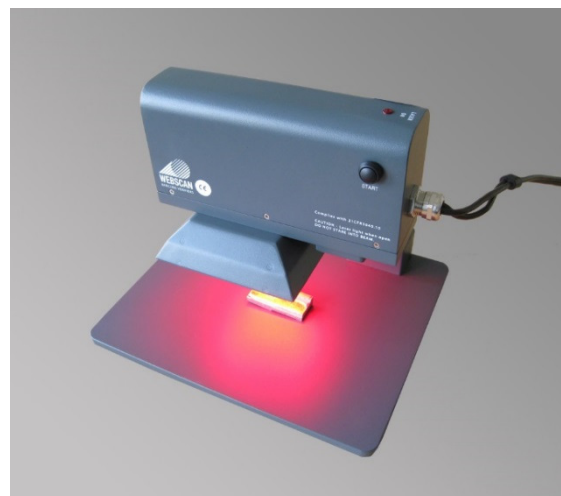


Abbildung 3

Verifier für 2D-Barcodes verwenden ausschließlich Kamera-Systeme. Es gibt Verifier, die separat auf einem Prüfplatz aufgebaut werden und es gibt Verifier, die in der Produktionslinie für eine 100%-Kontrolle fest integriert sind (Inline-Verifier). Und dann ist da noch die Besonderheit mit den Direktmarkierungen. Einige Verifier sind nur zur Prüfung gedruckter Codes, andere sowohl dafür als auch für die Qualitätsbewertung direktmarkierter Barcodes geeignet.

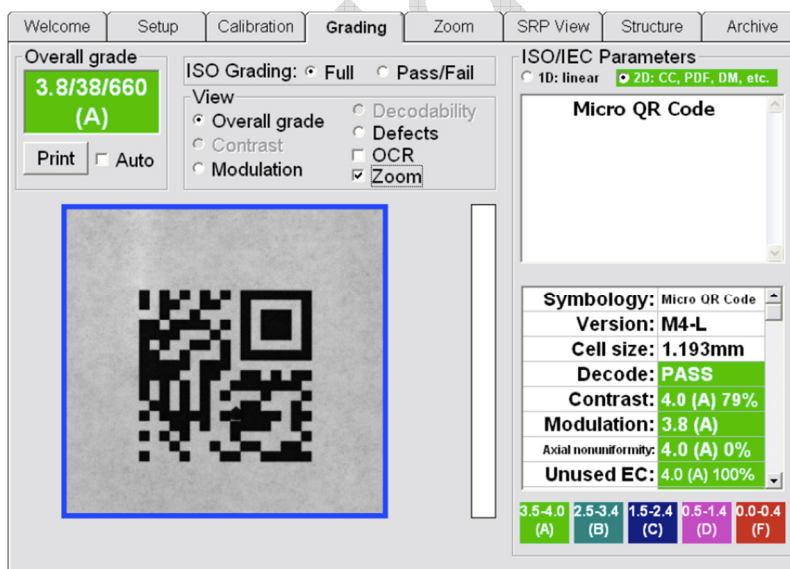
Die Qualität der Barcodes ermittelt ein Verifier nach international gültigen Normen (Tabelle 1).

ISO/IEC 15416	Bar code print quality test specification – Linear symbols
ISO/IEC 15415	Bar code print quality test specification – Two-dimensional symbols
ISO/IEC TR 29158 (AIM-DPM-1-2006)	Direct Part Mark (DPM) Quality Guideline
SAE 9132	Data Matrix Quality Requirements for Parts Marking (Metal)
MIL-STD-130	Identification Marking of U.S. Military Property

Tabelle 1

Wichtig zu wissen: Es kommt vor, dass z.B. ein Kunde an seinen Lieferanten die Forderung stellt, eine fest vorgegebene Qualität einer Datamatrix-Markierung, oft noch als Direktmarkierung, nach der Norm ISO/IEC 16022 zu verifizieren. Das ist nicht korrekt. Die ISO/IEC 16022 beschreibt, wie ein Datamatrix erstellt wird, seine Parameter und deren Toleranzen. Sie beschreibt nicht, wie die Verifikation durchzuführen ist (**ISO/IEC 16022 Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Bar code symbology specifications – Data Matrix**).

Die erfolgreiche Verifikation eines Barcodes nach einer geeigneten Norm stellt sicher, dass der Barcode mit jedem Lesegerät, welches diesen Barcodetyp und dessen Markierart unterstützt, prozesssicher gelesen wird. Welche Norm im konkreten Fall angewendet werden muss, hängt in erster Linie von der verwendeten Markierart (Etikettendruck, Direktmarkierung



mit Laser, Nadelprägung, Inkjet, etc.) und dem zu bewertenden Barcodetyp (Symbology), 1D oder 2D, ab. Nicht jeder Verifier unterstützt alle Normen. Und wenn ein Verifier eine Norm unterstützt, so kommt es vor, dass er diese u.U. nicht vollständig unterstützt (Stichwort: Beleuchtung). So ist bei der Auswahl des geeigneten Prüfgerätes einiges zu beachten.

Abbildung 4

Betrachten wir die Normen nach ihrer Relevanz, so finden die ISO/IEC-Normen in den meisten Fällen Anwendung.

ISO/IEC 15415: Die Norm beschreibt die Methoden der Qualitätsbewertung und deren Parameter für gedruckte 2D-Codes unter Berücksichtigung weiterer Normen. Sie wird in der Regel für die Bewertung der Qualität von 2D-Codes auf Etiketten angewandt.

ISO/IEC 15416: Die Norm beschreibt die Methoden der Qualitätsbewertung und deren Parameter für gedruckte 1D-Codes unter Berücksichtigung weiterer Normen. Sie wird in der Regel für die Bewertung der Qualität von 1D-Codes auf Etiketten angewandt.

ISO/IEC TR 29158 (ehemals AIM-DPM-1-2006): Die Norm beschreibt die Methoden der Qualitätsbewertung und deren Parameter für direkt auf eine Materialoberfläche aufgebrachte 2D-Codes. Basis dieser Norm ist die ISO/IEC 15415 mit einigen wesentlichen Änderungen / Ergänzungen, die u.a. verschiedene Markierarten als auch die unterschiedliche Materialien und Materialoberflächen berücksichtigen.

Jede dieser Normen beschreibt fest vorgegebene Methoden, wie die Verifikation durchgeführt werden muss. Die Qualität wird durch Messwerte definierter Parameter dargestellt. Dabei gibt es Pflichtparameter, welche also immer zu ermitteln sind. Diese bestimmen das Ergebnis der Bewertung. Und es gibt optionale Parameter, welche Zusatzinformationen liefern. Der Verifier vergleicht die gemessenen Werte der einzelnen Parameter mit den entsprechenden vorgegebenen Parametern aus der angewandten Norm. Er ermittelt daraus für jeden Parameter einen Bewertungsgrad sowie nach einer festen Regel für die Zusammenfassung der Bewertung einen Gesamtgrad. Bewertungsgrade werden angegeben mit den Zeichen A, B, C, D und F bzw. 4, 3, 2, 1 und 0. Dabei bedeuten A und 4 „Sehr gut“ und F und 0 „Fehler“. Alle Messergebnisse einschließlich notwendiger zusätzlicher Angaben, wie z.B. Datum und Uhrzeit der Verifikation, Identifikation des Objektes, welches die Markierung trägt, eindeutige Identifikation des Messgerätes, etc., werden in einem Verifikationsprotokoll zusammengefasst.

Integration der Verifikation in den Prozess

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Qualitätssicherung der optischen Markierungen in das eigene Qualitätsmanagement zu integrieren. Welche Methode geeignet ist, hängt in erster Linie von den Anforderungen ab. Unabhängig von der verwendeten Methode gilt allerdings die Empfehlung, dass es innerhalb der Qualitätskontrolle einen Verantwortlichen gibt, der mindestens Grundkenntnisse in der Bewertung optischer Markierungen erwirbt / besitzt. Denn es besteht immer die Notwendigkeit, die Bewertungsergebnisse aus dem Verifikationsprotokoll richtig zu interpretieren, insbesondere dann, wenn eine Bewertung ein schlechteres Ergebnis erzielt, als gefordert ist. Grundkenntnisse der angewendeten Normen sind dabei sehr hilfreich.

Wird eine Qualitätsbewertung eher selten gefordert, so lohnt sich u.U. die Anschaffung eines Verifiers nicht. Dann kann man die Qualitätsbewertung über einen externen Dienstleister einkaufen. Ist es dagegen notwendig, die Qualitätsbewertung der Barcodes regelmäßig durchzuführen, so ist die Anschaffung eines Verifiers angeraten. Dazu sind bei der Planung der Integration des Prüfprozesses einige wichtige Fragen zu beantworten.

1. Werden gedruckte oder direktmarkierte (DPM) Barcodes verifiziert?
2. Handelt es sich dabei um 1D- oder 2D-Barcodes?
3. Ist eine 100%-Kontrolle erforderlich oder eine Prüfung von Stichproben ausreichend?
4. Wird ein gedrucktes Protokoll, eventuell auch in Form eines PDF oder HTML, benötigt?
5. Wie und wo werden die Messergebnisse und Bilder der Qualitätsbewertung archiviert?
6. Welche Schnittstelle(n) für den Datentransfer muss der Verifier unterstützen?

Die Antworten der ersten beiden Fragen bestimmen, welche Normen der Verifier unterstützen muss. Es gibt jedoch ein kleines Problem, obwohl es selten vorkommen dürfte. Für direktmarkierte lineare Barcodes existiert keine ISO-Norm. Die ISO/IEC 15416 berücksichtigt nicht die unterschiedlichen direktmarkierten Materialien und Materialoberflächen, u.a. wegen der eingeschränkten Definition der Beleuchtung. Aus diesem Grunde wird die ISO/IEC 15416 für einige Anwendungen von direktmarkierten 1D-Barcodes nur näherungsweise Anwendung finden können.

Für eine 100%-Kontrolle wird der Verifier, ein Inline-Verifier, direkt in die Produktionslinie integriert. Da ein Inline-Verifier als fertiges Modul nicht existiert, ist dieser Aufbau relativ aufwendig. Aus den notwendigen Baugruppen, wie Kamera, Beleuchtung, etc., wird unter Berücksichtigung der anzuwendenden Normen der Verifier, individuell auf die Anwendung abgestimmt, aufgebaut. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, Inline eine Trendanalyse der Qualität der Markierung mit einem Stationären Scanner vorzunehmen. Viele Scanner auf Kamerabasis haben eine Funktion integriert, mit der sich die Qualität eines Barcodes, meist jedoch eingeschränkt auf die Symbology Datamatrix, überwachen lässt.

Wichtig zu wissen: Die Überwachung von Änderungen der Qualität einer Markierung ist keine Verifikation! Für das Bestimmen der Qualität in Stichproben ist zusätzlich nach wie vor ein Verifier notwendig.

Beste Erfahrungen wurden damit gemacht, dem Anwender das Ergebnis einer Verifikation optisch eindeutig darzustellen. Darstellungen in Form einer Signalleuchte oder eines Bildschirmes in der Farbe Grün für Gut bzw. in der Farbe Rot für Schlecht haben sich bewährt. Denn es ist nicht in jedem Fall notwendig, unmittelbar nach der Verifikation alle ermittelten

Qualitätsparameter auszuwerten, wenn die Ergebnisse automatisch abgespeichert werden. Trotzdem kann es erforderlich sein, die Details der Bewertung darzustellen. In der Regel unterstützen die Verifier, bzw. die zugehörige PC-Software, den direkten Protokoll-Ausdruck. In vielen Fällen ist zusätzlich das Erstellen des Protokolls als PDF oder HTML möglich. Abhängig vom verwendeten Verifier wird die Speicherung der Messergebnisse in verschiedenen Formaten, wie Textformat CSV, Access-Datenbank MDB, etc., unterstützt. So kann man diese Daten aus anderen Anwendungen heraus nutzen, z.B. für statistische Auswertungen oder das Suchen ganz bestimmter Prüfergebnisse.

Microscan DPM Verification Results

beic
WIR BRINGEN LÖSUNGEN AUF DEN PUNKT

PASS
Mark Quality: PASS
Result Sequence Number: 00000189
November 01 2012 13:32:25

String Value
Raw Data: |><RS>05<GS>12V077991289<GS>IP4202435<GS>S10936<RS><EOT>

Minimum Passing Grade: 3 (B)

Mark Quality Verification - AIM DPM-1-2006

Overall Grade: 4 (A) DPM4.0/16/640/90
Cell Contrast Grade: 4 (A) Value = 82%
Axial Non-Uniformity Grade: 4 (A) Value = 0,00
Grid Non-Uniformity Grade: 4 (A) Value = 0,10
Unused Error Correction Grade: 4 (A) Value = 1,00
Fixed Pattern Damage Grade: 4 (A)
Cell Modulation Grade: 4 (A)
Reference Decode Grade: 4 (A)
Min Reflectance Grade: 4 (A) Value = 67%
Cell Size: Value = 0,51 mm
Print Growth: X/Y = -13% / -1%
Size: Height / Width = 10,26 / 10,26 mm
Angle: 0 Degree
ECC Level: ECC200

Calibration: Selected Light: 90 Calibrated Since Restart - Last: November 01 2012 11:39:07

Exposure-2897	Gain-248	Aperture-16	Wavelength-640
Cal. Target Contrast-80%	Calibrated Since Startup-TRUE		Pixels/Inch-5.35
Min/Max Raw Contrast Values-0/250	Reader Name-10.0.1.231		Pixels/mm-21,1 (Calculated)
SW / FW- v2.3.1.15 / 2.4.1.9	Cal. Exposure-2139	Cal. Gain-248	Cal. Black Offset-0x0166
Secure Camera-FALSE	Aperture Percentage-80		
Mean Light/Cal. Mean Light-202/190	Min/Max X Dimension Limits-1,1/99,0	Cal. Target Reflectance-85%	

Standards

ISO/IEC 16022:2006	ISO/IEC 15415:2004	ISO/IEC 15418:1999
ISO/IEC 15434:2006	AIM DPM-1-2006	ANSI MH10.8.2 - 2006
ATA SPEC2000 Chapter 9	ATA CSD0	SAE AS9132A - 2/16/2005

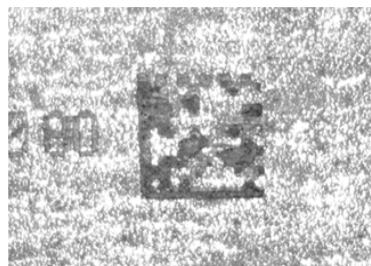
Contact Information:
www.MICROSCAN.com Email: HelpDesk@microscan.com Phone: 1-800-251-7711

Customer Data:
Verification Datamatrix

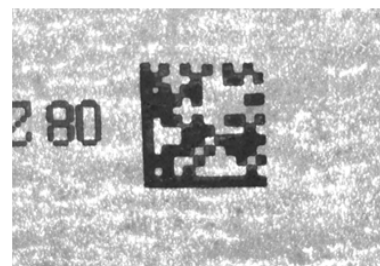
Abbildung 5

Um sicherzustellen, dass der markierte Barcode prozesssicher lesbar ist, wird in der Regel, intern oder extern durch den Kunden, die für die Qualitätsbewertung zu verwendende Norm und ein Qualitätsgrad der Markierung, welcher mindestens erreicht werden muss, vorgegeben. Das wird dann in der Konfiguration des Verifiers auch eingestellt. Realistische Vorgaben für gedruckte Barcodes sind der Grad A (4) oder B (3). Bei direktmarkierten Codes wird sehr häufig der Grad C (2) als minimal zugelassene Bewertung angegeben. Die Ursache liegt darin, dass aufgrund des markierten Materials, der Materialoberfläche, etc. manchmal ein Grad A (4) oder Grad B (3) nicht erreichbar ist (s. dazu ISO/IEC TR 29158 Kapitel B.1 Scanning environment examples).

Bei der Verifikation von direktmarkierten Barcodes gilt es, noch einen besonderen Aspekt zu beachten. Unterschiedliche Materialien und Materialoberflächen stellen sich in einem Bild bei verschiedenen Beleuchtungen auch unterschiedlich dar. Die Markiermethode spielt dabei ebenfalls eine Rolle. Daraus ergibt sich die Konsequenz, will man die Markierung in ihrer Qualität bewerten, müssen negative Einflüsse durch Material und Oberfläche, weitgehend ausgeblendet werden. Das kann man u.a. mit unterschiedlichen Beleuchtungen erreichen. Dem trägt die ISO/IEC TR 29158 Rechnung, in der mehrere Beleuchtungsarten definiert sind, welche für die



Beleuchtung DOAL



Dome-Beleuchtung

Abbildung 6

Verifikation verwendet werden dürfen. Die Abbildung 6 zeigt sehr anschaulich, welchen Einfluss die verwendete Beleuchtungsart auf die Erkennbarkeit des Barcodes haben kann. Im konkreten Fall handelt es sich um ein und dieselbe Markierung, hergestellt mit einem Tintenstrahldrucker auf einer verzinkten Oberfläche. Im linken Teil der Abbildung ist die Markierung mit der Beleuchtung senkrecht von oben (DOAL – Diffuse On Axis Light) sehr schlecht zu erkennen. Die Dome-Beleuchtung (diffuse Beleuchtung aus vielen verschiedenen Richtungen) ist in diesem Fall wesentlich besser geeignet. Alle Elemente des Datamatrix sind klar zu erkennen.

Das führt dann auch zu einer realistischen und besseren Qualitätsbewertung, weil die Markierung optimal im Bild dargestellt wird und, mit Ausnahme des Hintergrundes, negative Einflüsse der markierten Materialoberfläche weitgehend ausgeblendet werden. Im Verifikationsprotokoll muss deshalb die Beleuchtungsart, die zu dem entsprechenden Ergebnis geführt hat, stets angegeben werden. Wir lernen also, die Beleuchtung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Erkennbarkeit des Barcodes, insbesondere bei Direktmarkierungen. Daraus muss aber auch zwangsweise abgeleitet werden, dass das, was für den Verifier gilt, ebenso für den Kamera-Scanner Gültigkeit hat. Die Beleuchtungsart, die zu optimalen Bewertungsergebnissen mit dem Verifier geführt hat, sollte dann auch in der Anwendung mit dem Scanner verwendet werden, um prozesssicheres Lesen zu erreichen.

In der Praxis kommt es glücklicherweise häufig vor, dass nicht nur eine spezielle Beleuchtungsart sondern mehrere zu annähernd gleich guten Bewertungen führen. Und solange man einen Einfluss auf die Erstellung der Markierung hat, sollte man das auch anstreben. Insbesondere, wenn die Markierungen nicht nur in einem geschlossenen Bereich gelesen werden, beugt man damit eventuell größeren Problemen vor.

Denn es ist nicht zu erwarten, dass überall dort, wo der Barcode gelesen werden muss, auch exakt die Beleuchtungsart verwendet wird, mit der die besten Qualitätsbewertungen möglich wurden. Aus diesem Grunde ist sehr zu empfehlen, dass die Verifikation einer Direktmarkierung nach ISO/IEC TR 29158 immer mit mehreren Beleuchtungsarten durchgeführt wird. Und stellt sich dann heraus, dass mit nur einer Beleuchtungsart ein Ergebnis nach Vorgaben erreicht werden kann, so entsteht Handlungsbedarf. In einigen Fällen lässt sich das Problem einfach durch Modifikation von Parametern im Beschriftungsgerät lösen. In anderen Fällen, wenn es dann möglich ist, muss eine Veränderung der Materialoberfläche im Bereich der Beschriftung selbst vorgenommen werden. Der schlimmste Fall, die bisher angewandte Beschriftungsmethode ist nicht geeignet. Das ist aber äußerst selten der Fall.

Wie aus dem Vorangegangenen hervorgeht, handelt es sich bei diesem Thema um einen umfangreichen und sicherlich in vielen Aspekten auch komplizierten Sachverhalt, der nur mit einem entsprechenden Wissen und Know-how in Angriff genommen werden kann. Wie die Erfahrung zeigt, ist dieses Spezialwissen in vielen Fällen noch nicht dort vorhanden, wo die Qualitätskontrolle optischer Markierungen gefordert wird. Vertrauen Sie deshalb, wie in anderen Bereichen ebenfalls, auf Spezialisten, die Ihnen dieses Wissen in fundierten Seminaren vermitteln und Ihnen bei der Planung und Umsetzung einer Qualitätssicherung optischer Markierungen zur Seite stehen.

Mit unserer Erfahrung aus mehr als 10 Jahren sind wir in der Lage, Sie mit den Methoden der Qualitätssicherung optischer Markierungen vertraut zu machen und Sie auf eventuelle Diskussionen mit Kunden / Lieferanten vorzubereiten. Gerne unterbreiten wir Ihnen ein individuelles Angebot. Vertrauen Sie auf das „Know-how vom Experten“.

Ihr Team der beic Ident GmbH