



# WHITE PAPER

*Lasermarkierung  
Für die Ewigkeit: Die Idee mit Licht zu beschriften*



Einleitung	1
1. Vorteile von Lasermarkiersystemen und Anwendungsbeispiele in der fertigen Industrie	2-3
2. Entscheidungskriterien für Lasermarkiersysteme im Vergleich zu anderen Beschriftungsverfahren	4
3. Lasermarkiersysteme – für jede Anforderung das Passende	5
4. Die Technologie hinter den unterschiedlichen Beschriftungsverfahren und Codes	6-8





## EINLEITUNG

Was haben Bremsättel, Schuhe, Cola und Kuh-Ohrmarken gemeinsam? Die permanente Kennzeichnung per Laser. Ob Los- oder Chargennummer, Mindesthaltbarkeitsdatum, amtliche Registrierung oder weitere Daten – das Beschriften mit dem Laser ist aus der Produktion von Konsum- und Industriegütern nicht mehr wegzudenken. Mit ihren einzigartigen Eigenschaften garantiert die Lasermarkierung äußerst zuverlässige, sehr flexible und automatisierte Kennzeichnungen für die „Ewigkeit“. Zahlreiche Branchen, wie beispielsweise Automobil-, Mode-, Lebensmittelindustrie und Medizintechnik, setzen Lasermarkierung zu Identifizierungs-, Kennzeichnungs-, Branding-, Produktsicherheits- und Rückverfolgungszwecken erfolgreich ein. Mit dem Einsatz der Lasermarkierung erzielen fertige Unternehmen eine Effizienzsteigerung in der Produktion, erreichen höchste Präzisions- und Qualitätskennzeichnung der Werkstücke mit Oberflächen jeglicher Art und können gleichzeitig höchste Hygieneanforderungen ihrer produzierten Güter erfüllen. Hinzu kommt, dass sie durch direkte Werkstückkennzeichnung Folgekosten sparen, wie beispielsweise für den Verbrauch von Zusatzstoffen und dabei gleichzeitig die Umwelt schonen. Kurzum: Lasermarkierung ist eine sichere, wirtschaftlich erfolgversprechende und technisch wirkungsvolle Lösung zur dauerhaften Kennzeichnung von Oberflächen aller Art. Sie hält rauesten Bedingungen stand, gewährleistet Rückverfolgbarkeit über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg und ermöglicht Individualisierung, Design, Qualitätssicherung und Plagiatsschutz. Obwohl die Lasermarkierung im Vergleich zu anderen Verfahren viele Vorteile bietet, entscheidet die Anwendung, ob die Vorteile voll ausgeschöpft werden können. Dieses Whitepaper liefert nützliche Informationen und dient als Leitfaden, um die Entscheidung zu erleichtern.





## 1. VORTEILE VON LASERMARKIERSYSTEMEN UND ANWENDUNGSBEISPIELE IN DER FERTIGENDEN INDUSTRIE

### *Vorteile von Lasermarkiersystemen*

Lasermarkiersysteme bieten die ideale Möglichkeit, einzelne Zeichen, komplexe Grafiken oder Codes (wie z. B. Data Matrix Codes) über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg auf Gegenständen jeglicher Art zu markieren. Die Vorteile der Lasermarkierung liegen auf der Hand:

- Direkte werkstückkennzeichnung – untrennbar vereint mit dem werkstück, dauerhaft, permanent, abriebfest, trotz mechanischer beanspruchung sowie wasser-, lösungsmittel-, öl-, temperatur- und uv-beständig
- Markierung von oberflächen jeglicher art – fragile bis massive werkstücke
- Kontinuierlich kontrastscharf und lesbar
- Flexibel, da zeichen, texte, codes oder grafiken individuell und variabel anpassbar sind
- Entspricht höchsten hygienedesignanforderungen – medizintechnik
- Effizient und produktiv bei hoher stückzahl, durch automatisierung
- Ohne zusatzkosten, da keine verbrauchsmaterialien und werkzeuge notwendig sind
- Umweltfreundlich und ohne gefährliche zusatzstoffe – keine abfallprodukte, wie bei etiketten und lösungsmittelfrei
- Fälschungssicher, weil nicht ablösbar
- U.V.M.

Anwendungsbeispiele in der fertigen industrie → Automobil- und lebensmittelindustrie sowie medizintechnik profitieren von lasermarkierung

Glatte oder raue oberflächen mit wenig platz zur kennzeichnung? Das sind die herausforderungen, mit denen die automobilbranche täglich konfrontiert wird. Die lasermarkierung auf kleinsten abmaßen, gepaart mit dauerhafter haltbarkeit, bietet dafür die optimale lösung. Bremsättel beispielsweise stellen hohe anforderungen an markiertechnologien. Sie sind über ihren produktlebenszyklus hinweg härtesten bedingungen ausgesetzt, wie feuchtigkeit, dreck, starker hitze und salz. In zeiten von massenrückrufaktionen garantieren sogenannte DPM-verfahren (Direct Part Marking) lebenslange rückverfolgung der gekennzeichneten teile – beispielsweise durch nicht ablösbare chargennummern. Ink-Jet-, Label- oder Thermotransferdruck-lösungen halten diesen ansprüchen nicht stand. Die anforderungen, produktionsprozesse bis zum anfang der lieferkette zurückzuverfolgen, sind heute höher denn je. „Machen Sie doch einfach einmal die Motorhaube Ihres Autos auf – Sie werden überrascht sein, wie viele Direct Part Markings (DPM) per Lasermarkierung Sie finden werden. Fast jeder stecker, jede muffe ist heute laserbeschriftet. In höchster geschwindigkeit wird jedes einzelne bauteil mit einer individuellen zeichenfolge durch (Laser-)licht beschriftet.





Im Falle einer Rückrufaktion kann schnell zurückverfolgt und gehandelt werden – das macht die Technik der Lasermarkierung für unsere Kunden so wertvoll“, erklärt Benjamin Westdickenberg, Country Manager D/A/CH, Datalogic Automation S.r.l. Niederlassung Central Europe, Holzmaden.

In der Lebensmittelindustrie ist die Kennzeichnung mit Lasermarkierung ebenfalls Standard. Hohe Stückzahlen mit individuellem Mindesthaltbarkeitsdatum bei identischem Etikett? Die individuelle Kennzeichnung auf unzähligen Oberflächen, wie Metall, Glas, Kunststoff oder organische Materialien per Laser punktet hier mit ihren einzigartigen Vorteilen. Besonders hervorzuheben sind flexible, individuelle, schnelle und automatisiert erzeugte Markierungen, die die Produktioneffizienz erhöhen – und das bei Erfüllung höchster Hygieneanforderungen.

Für die Medizintechnik hat die Erfindung und Weiterentwicklung der Lasermarkierung entscheidende Fortschritte und Erleichterungen bei der Qualitätskontrolle, dem Hygienesdesign und der Gewährleistung von Fälschungssicherheit bewirkt. Winzige Flächen mit reichlich Information versehen? Mit der Lasermarkierung ist das auch bei den Röhrcen des 96er-Racks, die oft gerade mal einen Milliliter fassen oder anderen kleinen, medizinischen Instrumenten und Verpackungen möglich.

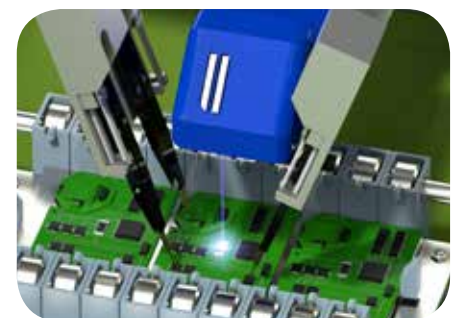


Bei der Lasercodierung werden wichtige variable Produktinformationen direkt oder auf laseraktivierbare Etiketten aufgebracht.

Per Laser können komplexe Informationen, wie beispielsweise Data Matrix Codes, individuell und direkt auf eine Vielzahl von unterschiedlichen Oberflächen, in verschiedenen geometrischen Formen aufgebracht werden. Auch nach der Reinigung mit Alkohol zeigt die permanente Lasermarkierung ihre Stärke – konventionelle Verfahren, wie Ink-Jet-Systeme würden an dieser Stelle Probleme bekommen. Die nachfolgende Auflistung zeigt die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten, die die Lasermarkierung für unterschiedliche Branchen bietet:

- Produktionseffiziente markierung in der automobilindustrie
- Millimetergenaue markierung von elektronikkomponenten
- Flexible, softwaregesteuerte lasermarkierung für verpackungen der lebensmittel- und einzelhandelsindustrie, wie z. B. Mindesthaltbarkeitsdatum, produktionsdaten

- Hochsterile, kontrastreiche und präzise lasermarkierung von medizinischen sowie chirurgischen instrumenten und geräten
- Fortlaufende kennzeichnung von pharmazeutischen verpackungen
- Mikroskopisch kleine, permanente markierung von produkten zur bekämpfung von produktpiraterie oder zu design- und brandingzwecken
- U.V.M.





## 2. ENTSCHEIDUNGSKRITERIEN FÜR LASERMARKIERSYSTEME IM VERGLEICH ZU ANDEREN BESCHRIFTUNGSVERFAHREN

Ob Individualisierung, Branding- oder Rückverfolgung – die Anwendung entscheidet darüber, ob und welches Verfahren sich zur Oberflächenbehandlung ideal eignet. In der Praxis kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz. Die einzelnen Verfahren werden an späterer Stelle kurz erläutert. Nachfolgend werden unterschiedliche Verfahren unter Betrachtung verschiedener Kriterien, wie beispielsweise Haftung, Kontrast bis hin zu Anschaffungskosten gegenübergestellt. Danach werden unterschiedliche Oberflächen mit unterschiedlichen Laserverfahren in Zusammenhang gebracht.

### Lasermarkiersysteme im Vergleich zu anderen Verfahren

	Lasermarkiersysteme	Nadelprägesysteme	Ritzprägesysteme	Bedruckungssysteme			Etikettiersysteme
				Ink-Jet-drucksystem	Label-drucksystem	Thermo-transfer-drucksystem	
Anhaftung	+	+	+	-	-	-	-
Kontrast	+/-	-	-	+	+	+	+
Verbrauchskosten	niedrig	niedrig	niedrig	hoch	hoch	hoch	hoch
Baugröße	+	+	+	+	-	-	-
Sicherheitsanforderung	hoch	hoch	hoch	niedrig	niedrig	niedrig	niedrig
Umwelt	+	+	+	-	-	-	-
Zeit	+	-	-	+	-	-	+
Stückkosten	niedrig	niedrig	niedrig	hoch	hoch	hoch	hoch
Anschaffungskosten	hoch	hoch	hoch	mittel	mittel	mittel	hoch

### Welches Laserverfahren eignet sich für welche Oberfläche?

	Eisen und Stahl	Titan	Metalle	Thermoplastische Materialien	Papier, Holz, organische Materialien	Glas, transparente Materialien	Alle Oberflächen, je nach Beschichtung
Wärmebehandlung	X	X					
Lasergravur	X	X	X	X	X	X	X
Laserätzen			X				
Laserablation							X
Aufschäumen				X			
Farbveränderung/Schwärzen/Bleichen				X			
Karbonisierung/Gravur mit Karbonisierung				X	X		
Laserinnengravur						X	

Zusätzlich ist zu beachten, dass für jedes Material der richtige Laser mit der entsprechenden Wellenlänge ausgewählt werden muss. Ein CO<sub>2</sub>-Laser kann beispielsweise nicht auf Metall gravieren, aber dafür auf organische Materialien. Umgekehrt kann der Faserlaser nicht auf organischem Material aber auf Metall markieren.

Was einst als Hemmnis galt, ist heute ein klarer Vorteil der Lasermarkierung – die Kosten. Die Anschaffungskosten sind höher als bei konventionellen Systemen, wie Ink-Jet-, Label- oder Thermo-transferdruckverfahren. Dennoch erreicht man mit Lasermarkierung unter normalen Voraussetzungen viel schneller die Amortisationsschwelle. Dies wird durch eine gesteigerte Produktionseffizienz ermöglicht – und das bei Verbrauchs- und Instandhaltungskosten nahe Null.

Überdies ist das Argument der Baugröße für die Kaufentscheidung relevant. Kompakt, All-in-One oder modular anpassbar mit Kopf und Steuergerät – die Lasermarkierung bietet derzeit eine unglaubliche Vielfalt für individuelle Anforderungen jeglicher Branchen. Nicht jede Markiertechnologie ist für jede Anwendung geeignet und nicht immer ist ein Lasermarkiersystem die beste Wahl. Bei extrem hohen Geschwindigkeiten im „Marking-on-the-fly“ auf unterschiedlichen Kunststoffen haben nach wie vor beispielsweise Ink-Jet-Systeme ihre Berechtigung.



Lighter Suite ist die Software für Lasermarkierung für alle Datalogic Laserkennzeichnungsprodukte





### 3. LASERMARKIERSYSTEME – FÜR JEDE ANFORDERUNG DAS PASSENDE

Datalogic Automation bietet als führender Hersteller der industriellen Automation branchenübergreifend optimale Lasertechniklösungen für individuelle Applikationen als Stand-Alone-Anwendung oder integriert in Produktionslinien. Diese Zahl spricht für sich: Etwa zwanzigtausend Systeme zur Lasermarkierung von Datalogic sind derzeit weltweit erfolgreich im Einsatz. Neben der Hardware ist auch die Software ein wichtiges Entscheidungskriterium. Diese Entscheidung hängt von der Applikation ab. Datalogic Automation bietet passend zu in Europa entwickelten Lasermarkiersystemen die intuitiv bedienbare, offene Software „LIGHTER Suite“ für alle Stand-Alone-Anwendungen oder integrierte Lösungen mit optimalem Preis-Leistungsverhältnis. Die Software ermöglicht produktives Customizing und Scripting für flexible, individuelle Layouts sowie eine einfache Anbindung an übergelagerte Systeme, wie SAP. Barcodescanner, mobile Datenerfassungs-Terminals, Sensoren und Bildverarbeitungssysteme komplettieren das breite Produktportfolio von Datalogic Automation.

Für alle gängigen Lasertechniken, wie Faserlaser, CO<sub>2</sub>-Laser und DPSS-Laser (Diode Pumped Solid State-Laser = Diodengepumpte Festkörperlaser) werden entsprechende All-in-One- und Einzellösungen (Markierkopf und Steuerung separat) angeboten.

#### Lasermarkiersysteme für jede Anforderung

	All-in-One	Markierkopf + Steuerung separat
Faserlaser	 <p>UNIQ, der erste, ultrakompakte 15-W-All-in-One-Faserlasermarkierer, Wellenlänge 1060-1070 nm</p>	 <p>AREX, die einfache Lösung als Einzelplatzgerät bis hin zu vollautomatisierten Arbeitszentren in Produktionslinien als 10 W, 20 W, 30 W und 50 W Faserlaser</p>
CO <sub>2</sub> -Laser	 <p>EOX 10 W, der mit 10 W und 10,6 µm Wellenlänge als All-in-One-Lösung höchste Flexibilität bei der Integration in Produktionslinien und bei Stand-Alone-Systemen bietet</p>	 <p>EOX 30 W, der mit 30 W und 10,6 µm Wellenlänge, separatem Markierkopf und separater Steuerung höchste Flexibilität bei der Integration in Produktionslinien und bei Stand-Alone-Systemen bietet</p>
DPSS-Laser (Festkörperlaser)	 <p>ULYXE, der mit dem integrierten 6,5 W DPSS Laser das beste Preis-Leistungsverhältnis auf Kunststoff und Metall, Wellenlänge 1064 nm bietet</p>	 <p>VLASE-Serie, welche in verschiedenen Wellenlängen – 1064, 532, und 355nm – und einem Leistungsbereich von bis zu 20 W verfügbar ist</p>

#### Lasermarkiersysteme für jedes Material

In Abhängigkeit vom eingesetzten Material eignen sich unterschiedliche Lasermarkiersysteme von Datalogic Automation S.r.l zur Oberflächenbehandlung.

	CO <sub>2</sub> -Laser EOX	YAG-/YVO4-Laser ULYXE / VLASE	Faser-Laser UNIQ/AREX	
Kunststoffe	Polyethlen (PE)	++	++	++
	Polycarbonat (PC)	++	++	++
	Polypropylen (PP)	++	++	++
	Polyacetal (POM)	++	+++	+++
	Polybutylenterephthalat (PBT)	++	+++	+++
	Polyethylenterephthalat (PET)	++	-	-
	Acryl-Nitrilbutadien-Styrol (ABS)	++	+++	+++
	Epoxid	+++	+++	+++
	Phenol	+++	+++	+++
	Harnstoff	+++	+++	+++
	Polyvinylchlorid	+++	+++	+++
	Polyamid (PA)	++	+++	+++
Metalle	Silikon	-	++	++
	Eisen/Stahl	-	+++	+++
	Aluminium	-	+++	+++
	Nickel	-	+++	+++
	Edelstahl	-	+++	+++
	Kupfer	-	++	+
Andere	Gold	-	++	+
	Keramik	++	++	++
	Holz	+++	+	+
	Papier	+++	+	+
	Glas	+++	-	-
Gummi	+++	+++	+++	

Legende: nicht geeignet - | geeignet + | gut geeignet ++ | sehr gut geeignet +++



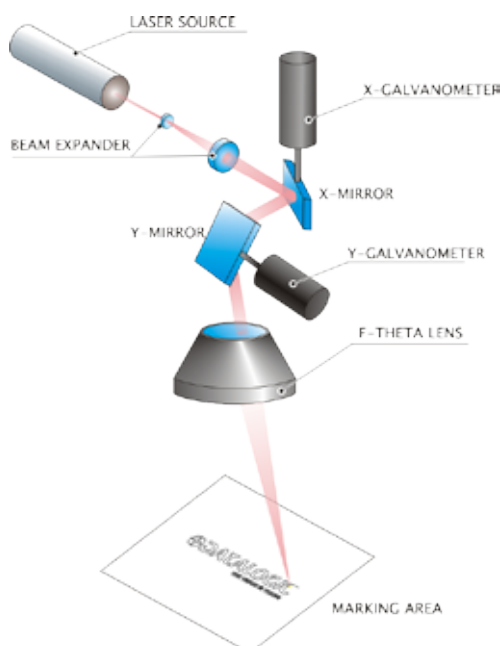
## 4. DIE TECHNOLOGIE HINTER DEN UNTERSCHIEDLICHEN BESCHRIFTUNGSVERFAHREN UND CODES

### *Die Technologie hinter den unterschiedlichen Beschriftungsverfahren Lasermarkiersysteme*

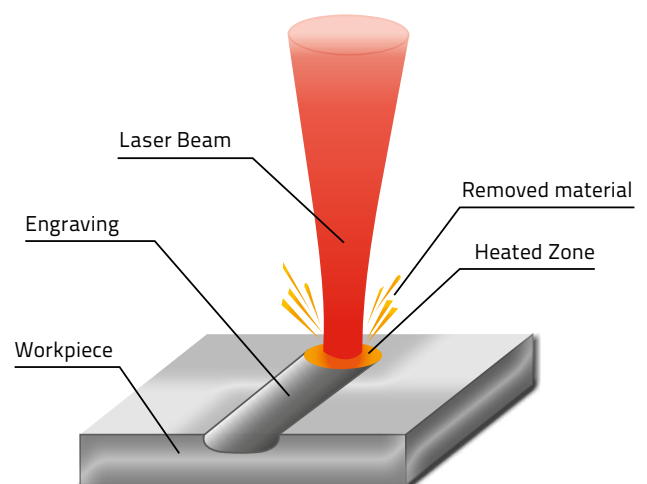
Blitzschnell, permanent und punktgenau – doch welches Prinzip steckt hinter der unglaublichen Kraft der Lasermarkiersysteme? Licht als elektromagnetische Energie, entspricht dem, für das menschliche Auge sichtbaren Bereich des Wellenspektrums (380 – 780 Nanometer (nm) Wellenlänge). Lasermarkiersysteme nutzen meist die gebündelten Kräfte der unsichtbaren

Wellenlängen, wie Infrarot (> 780 nm) und UV (< 380 nm), zur permanenten Markierung von Gegenständen jeglicher Art. Mit einem gebündelten Laserstrahl wird dabei präzise auf die Oberfläche des zu beschriftenden Gegenstandes fokussiert. Durch bewegliche Spiegel kann der Zielpunkt genau anvisiert werden. Je nach Leistungseigenschaften der Laserquelle wird die Oberfläche in Sekundenschnelle mit Impulsspitzenleistungen von einigen Kilowatt mittels Direct Part Marking (DPM) sofort beschriftet. Somit können Informationen beispielsweise als Barcode oder als Data Matrix Code individuell und direkt auf eine Vielzahl von unterschiedlichen Oberflächen in vielerlei Formen

aufgebracht werden. Die Technologie der permanenten Kennzeichnung per Laser ist standardisiert und bewährt. Kennzeichnungssysteme haben sich kontinuierlich über Jahre hinweg weiterentwickelt und manifestiert. Von Ritzpräger-, über Nadelpräger- hin zu Thermotransfer-, Ink-Jet- und Labeldruckverfahren – jede Technologie besitzt ihre Daseinsberechtigung und beruht auf verlässlichen Standards. Wo jedoch Druckverfahren sowie Ritz- und Nadelpräger an ihre technischen Grenzen stoßen, wie z. B. die Realisierung von sehr kleinen Beschriftungen oder maschinenlesbaren Codes, kommen heute Lasermarkierer zum Einsatz, deren Schriftbild sowohl feiner als auch kontrastreicher ist.

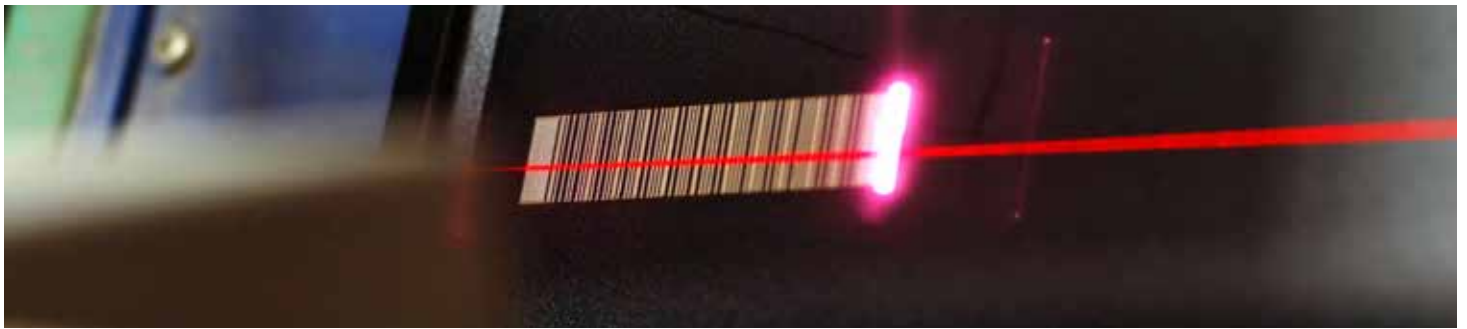


Beim Lasermarkierprozess wird mithilfe motorisierter, durch spezielle Soft- und Hardware gesteuerte Spiegel ein Lichtstrahl auf die zu bearbeitende Oberfläche gerichtet. Die Bewegungen entlang der X- bzw. Y-Achse werden mit der Leistungsmodulation des Lasers synchronisiert, sodass kontaktfrei eine permanente Kennzeichnung auf der Oberfläche aufgebracht werden kann.



Beim Lasergravieren wird die zu markierende Oberfläche mit einem Laserstrahl lokal bis zum Verdampfungspunkt erhitzt.





Eines sei jedoch gesagt: die Nutzung der geballten Kraft der Lichtenergie setzt in der Praxis auch die Einhaltung hoher Sicherheitsstandards voraus. Ein direkter (Augen-)Kontakt mit dem Laserstrahl ist gefährlich. „Wir in Deutschland richten uns im Umgang mit Lasermarkiersystemen nach höchsten Sicherheitsvorschriften. Das ist nicht überall so. In China zum Beispiel wird mit dem Thema Lasersicherheit oft deutlich „hemdsärmeliger“ umgegangen“, erklärt Benjamin Westdickenberg von Datalogic Automation S.r.l. Für Laser besteht die Verpflichtung einer Klassifizierung entsprechend ihrer Gefährlichkeit. Die Zuordnung zu einer bestimmten Laserklasse informiert Anwender über mögliche Gefährdungen und gibt Hinweise auf geeignete Schutzmaßnahmen. Somit werden Unfälle vermieden und die Technologie kann sicher eingesetzt werden. „Datalogic Automation hat jahrelange Erfahrung in Lasermarkierung und bietet durchdachte Lasermarkiersysteme und Zusatzmodule mit einem hohen Qualitäts- und Sicherheitsanspruch“, ergänzt Westdickenberg. LASER – Das Wort Laser ist ein Akronym und setzt sich aus den Anfangsbuchstaben der englischen Bezeichnung Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation zusammen, zu Deutsch: Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung.

## Nadelprägesysteme

Mittels mechanischer Bewegungen einer Nadel werden Texte oder Data Matrix Codes generiert. Das Verfahren eignet sich jedoch nur für äußerst robuste Werkstücke, wie beispielsweise Stahl und Aluminium.

## Ritzprägesysteme

Im Gegensatz zum Nadelprägen wird beim Ritzprägen die Nadel nicht über eine Auf-/Ab-Bewegung ins Material gestoßen, sondern in das Werkstück gepresst.

## Bedruckungssysteme (z. B. Ink-Jet-, Label- oder Thermotransferdruck)

Die Oberfläche des Werkstückes wird beim Ink-Jet- und Labeldruck nicht direkt verändert. Diese Druckverfahren bringen die gewünschten Daten mittels eines Mediums (Farbe, Tinte) auf die Werkstücke auf. Beim Thermotransferdruck werden die Elemente mittels punktueller Hitzeeinwirkung auf Thermopapier aufgebracht.

## Etikettiersysteme

Das Etikettieren kommt mit automatisierten Etikettiermaschinen in der Industrie oft zum Einsatz. Hierbei werden die Etiketten mit Hilfe von Leim oder anderen Verbindungsmitteln auf die Werkstücke angebracht.

*Tipp:* Das Laser-Etikettiersystem „ELK10“ ist eine wirtschaftliche Alternative zu Thermotransferdrucksystemen. Die Kombination aus einem EOX-Laser von Datalogic Automation und dem Dalektron-Etikettierer „Macro“ bietet schnelle und präzise Kennzeichnung. Dabei entstehen keine Verbrauchsmaterialien, wie bei Thermotransferdrucksystemen.



## CODES

### Barcode

Der Barcode, auch Strichcode genannt, ist eine Abbildung von Daten in binären Symbolen, die von entsprechenden Lesegeräten maschinell eingelesen werden können.



### Data Matrix Code

Der Data Matrix Code ist einer, der bekanntesten Typen der 2D-Codes und wird zu Identifizierungs- und Rückverfolgungszwecken als individuelles, rechteckiges Codebild auf Oberflächen aller Art aufgebracht.





Weitere Informationen: [datalogic.com](http://datalogic.com).

Datalogic Automation S.r.l. Niederlassung Central Europe,  
Gottlieb-Stoll-Str. 1, 73271 Holzmaden  
E-Mail: [info.automation.de@datalogic.com](mailto:info.automation.de@datalogic.com)

## Hintergrundinformationen

### Laser-Kennzeichnung von Datalogic

Datalogic hat über 20 Jahre Erfahrung in der Produktion von Industrielaserquellen und -systemen und bietet die umfangreichste Produktpalette für Lösungen im Bereich Laser-Kennzeichnung auf dem Markt an. Mit den leistungsfähigen Faser-, Festkörper- und CO<sub>2</sub>-Lasermarkierern können nahezu alle Materialien markiert werden. Alle Laser-Kennzeichnungssysteme lassen sich mit der integrierten Lighter-Software steuern.

### Datalogic Gruppe

Datalogic ist ein weltweit führendes Unternehmen für die automatische Datenerfassung und industrielle Automatisierung und zählt zu den Branchenführern bei Produkten und Lösungen zur Rückverfolgung, Überprüfung und Erkennung in der industriellen Automatisierung und in Logistikprozessen. Das umfassende Produkt- und Lösungsspektrum beinhaltet industrietaugliche Laserscanner, Kameras und Bildverarbeitungssysteme, Lasermarkiersysteme, Sensoren und Sicherheitstechnik.

