

# DIN EN 4650:2023-06 (D/E)

Luft- und Raumfahrt - Leitungs- und Kabelkennzeichnungsverfahren durch UV-Laser;  
Deutsche und Englische Fassung EN 4650:2023

Aerospace series - Wire and cable marking process, UV Laser; German and English  
version EN 4650:2023

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
Einleitung .....	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen .....	10
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	10
3.1 Begriffe .....	10
3.2 Symbole und Abkürzungen .....	15
4 Anforderungen .....	15
4.1 Anforderungen hinsichtlich der Kennzeichnung von Leitungen mit UV-Laser.....	15
4.2 Konstruktionsunterlagen .....	16
4.3 Anforderungen an das Verfahren .....	16
4.3.1 Laserwellenlänge .....	16
4.3.2 Laserkennzeichnungssysteme mit Maske (siehe Abschnitt 8).....	16
4.3.3 Scanning-Laserkennzeichnungssysteme (siehe Abschnitt 8).....	17
4.3.4 IR-Strahlung.....	18
4.4 Anforderungen an das System .....	19
4.4.1 Lasertyp.....	19
4.4.2 Regelung der Laserleistung.....	19
4.5 Anforderungen an die Qualität - Allgemeines.....	19
4.5.1 Beschädigung der Isolierung.....	19
4.5.2 Lesbarkeit und Dauerhaftigkeit .....	19
4.5.3 Kontrast der Kennzeichnung.....	19
5 Regelungen hinsichtlich der Qualitätssicherung.....	19
5.1 Verantwortlichkeit hinsichtlich der Prüfung.....	19
5.1.1 Allgemeines.....	19
5.1.2 Prüfgeräte und Prüfeinrichtungen .....	19
5.2 Prüfung der Qualitätskonformität.....	20
5.2.1 Allgemeines.....	20
5.2.2 Prüfungsbedingungen.....	20
5.3 Verifizierungsprüfung .....	20
5.4 Prüfung der Qualitätskonformität.....	21
6 Prüfverfahren.....	21
6.1 Konstruktionsunterlagen .....	21
6.2 Laserwellenlänge (siehe Abschnitt 8) .....	21
6.3 Laserpulslänge (siehe Abschnitt 8) .....	21
6.4 Angewendete Laserfluenz .....	21
6.4.1 Kennzeichnungssysteme mit Maske .....	21
6.4.2 Kennzeichnungssysteme mit Scanning-Laser.....	22
6.5 Laserpunktüberlappung in Kennzeichnungssystemen mit Scanning-Laser.....	23
6.6 IR-Strahlung.....	23
6.7 Lasertyp.....	24

6.8	Regelung der Laserleitung .....	24
6.9	Beschädigung der Isolierung.....	24
6.10	Lesbarkeit und Dauerhaftigkeit .....	24
6.11	Kontrastmessungen der Kennzeichnung .....	24
7	Verpackung .....	24
8	Hinweise.....	24
8.1	Prinzip des Kennzeichnungsverfahrens .....	24
8.1.1	Allgemeines.....	24
8.1.2	Laserkennzeichnungssysteme mit Maske.....	24
8.1.3	Kennzeichnungssysteme mit Scanning-Laser .....	25
8.2	Kennzeichnungsfähigkeit von Leitungen .....	25
8.3	Eigenschaften von mit UV-Laserkennzeichnung versehenen Materialien der Isolierung .....	26
8.3.1	Allgemeines.....	26
8.3.2	Tiefe der Kennzeichnung.....	26
8.3.3	Dauerhaftigkeit der Kennzeichnung.....	27
8.3.4	Farbe der Kennzeichnung .....	27
8.3.5	Hintergrundfarbe der Polymerisolierung.....	27
8.3.6	Pilze .....	27
8.4	Laserwellenlänge .....	27
8.5	Pulslänge.....	28
8.6	Impulsfrequenz.....	28
8.7	Lasertyp.....	28
<b>Anhang A (normativ) Informationen zu Verfahren zur Messung der Punktüberlappung für die Kennzeichnung mit Scanning-Laser und zu Laserstrahl-Verteilungsprofilen .....</b>		
A.1	Verfahren zur Messung der Punktüberlappung.....	30
A.1.1	Messverfahren für die „hoch überlappende“ Kennzeichnung mit Scanning-Laser .....	30
A.1.2	Messverfahren für die „gering überlappende“ Kennzeichnung mit Scanning-Laser .....	31
A.2	Laserstrahl-Fluenzverteilungsprofile: gaußförmiges und gleichmäßiges Flat-Top-Profil.....	32

## Bilder

Bild 1	— Schema einer typischen Anordnung zur Kalibrierung der Laserkennzeichnungsfluenz.....	23
Bild 2	— Beispiel für Zeichenpunkte .....	25
Bild A.1	— Punktmessung für die „hohe Überlappung“ .....	31
Bild A.2	— Beispielabbildung .....	31
Bild A.3	— Optische Messung der Punktbreite für den Durchmesser $D$ .....	31
Bild A.4	— Beispiel für die Messung der Block-Kennzeichnungen .....	32
Bild A.5	— Beispiel für die Berechnung der Punktüberlappung.....	32
Bild A.6	— Fluenzverteilung in Abhängigkeit von Profiltypen .....	33

## Tabellen

Tabelle 1	— Wesentliche Änderungen im Vergleich zur früheren Ausgabe.....	7
Tabelle 2	— Daten für die erste Verifizierungsprüfung.....	20

<b>Tabelle 3 — Lasertyp .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabelle A.1 — Zulässige Grenzwerte für die Punktbreite.....</b>	<b>32</b>