

DIN EN 4867

ICS 49.025.01

**Luft- und Raumfahrt –
Lasermarkierung durch Verfärbung;
Deutsche und Englische Fassung EN 4867:2019**

Aerospace series –
Laser surface marking by discoloration;
German and English version EN 4867:2019

Série aérospatiale –
Marquage au laser par décoloration;
Version allemande et anglaise EN 4867:2019

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (EN 4867:2019) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Werkstoffe, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-02-04 AA „Oberflächenschutz“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt- Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO/TR 25901:2007 siehe DIN-Fachbericht ISO/TR 25901:2008-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN-Fachbericht ISO/TR 25901:2008-11, *Schweißen und verwandte Verfahren — Terminologie*

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt — Lasermarkierung durch Verfärbung

Aerospace series —
Laser surface marking by discoloration

Série aérospatiale —
Marquage au laser par décoloration

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. Februar 2019 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kurzbeschreibung	5
4.1 Allgemeine Beschreibung des Prozesses	5
4.2 Anwendbarkeit und Grenzen des Prozesses	5
5 Technische Anforderungen	6
5.1 Informationen für den Verarbeiter	6
5.2 Werkstoffe und Ausrüstung	6
5.2.1 Einstellung der Lasermarkierungsausrüstung	7
5.2.2 Strahlführungs- und Fokussierungssystem	7
5.2.3 Lasermarkierungs-Parameter	8
5.3 Markierungsverfahren	8
5.3.1 Vor dem Markieren	8
5.3.2 Markierung während des Herstellungsprozesses	9
5.3.3 Nach der Markierung	9
5.3.4 In Produktion befindliche Teile	9
5.3.5 Sichtprüfung	10
5.3.6 Beleuchtungsverhältnisse	10
5.3.7 Markierungsgenauigkeit	10
5.3.8 Direkte Prüfung	10
5.3.9 Indirekte Prüfung	10
5.3.10 Anforderungen an die Sehschärfe	11
5.4 Ummarkierung	11
5.5 Qualifizierung des Personals	12
5.5.1 Allgemeines	12
5.5.2 Ausbildung und Erfahrung	12
6 Qualitätsanforderungen	13
6.1 Allgemeine Anforderungen	13
6.2 Prüfhäufigkeit	13
6.3 Zulassung des Verarbeiters	13
6.4 Prozesszulassung	13
6.5 Allgemeine Punkte	14
6.6 Instandhaltung	14
Anhang A (informativ) Informationen zur Anwendbarkeit des Prozesses	15
Literaturhinweise	17

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 4867:2019) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Markierungsregeln für Produkte, Halbzeuge und gebrauchsfertige Teile der Luft- und Raumfahrt fest, die eine Oberflächenmarkierung durch Verfärbung mithilfe einer Laserquelle benötigen, um Teile zu identifizieren und/oder ihre Rückverfolgbarkeit zu verbessern.

Diese Art der Markierung kann für eine Vielzahl von Werkstoffen (sowohl metallische als auch nichtmetallische) und Beschichtungen (Lacke, Anstrichstoffe...) verwendet werden. Sie stimmt mit der Teiledefinition überein.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 4179, *Luft- und Raumfahrt — Qualifizierung und Zulassung des Personals für zerstörungsfreie Prüfungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Markierung

Vorgang des Anbringens einer oder mehrerer Kennzeichnungen auf einer Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Art der Markierung kann aus einem oder mehreren Laserpulsen auf der gleichen Markierungsfläche bestehen.

3.2

Markierungsfläche

zulässige Fläche des Teils, auf der die Markierung vorgenommen werden soll

3.3

Arbeitsabstand

(Strahlschweiß-) Abstand zwischen der Oberfläche des Werkstücks und einem Norm-Bezugspunkt der Ausrüstung, der auf die eigentliche Fokussierungslinse oder das Spiegelzentrum rückverfolgbar ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist nur ein praktischer Bezugsabstand.

3.4

Kennzeichnung

Informationen, die auf der Markierungsfläche angebracht werden

3.5

permanente Kennzeichnung

Kennzeichnung, die über die gesamte Lebensdauer des Teils erkennbar bleibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Auf der markierten Fläche werden keine weiteren Arbeiten ausgeführt (mechanische Bearbeitung, Schleifen usw.).

3.6

zeitweilige Kennzeichnung

Kennzeichnung, die nicht über die gesamte Lebensdauer des Teils erkennbar sein muss

3.7

Hersteller

Organisation, die den Werkstoff und/oder das Produkt in der Form und dem Zustand herstellt, in der/dem es an den Besteller geliefert wird, entweder direkt oder über einen Lieferanten

[QUELLE: ISO 8591-1:1989, Definition 2.1.9]

3.8

Lieferant

Person oder juristische Person, die an einem Unternehmen, einem Vertrag oder einer Bestellung beteiligt ist und sich dem Kunden gegenüber verpflichtet hat, die darin genannten Bestimmungen zu erfüllen

3.9

Maske

physisches Muster zwischen der Laserquelle und dem Teil, das die Intensität der Übertragung des Laserstrahls auf das Teil bestimmt

4 Kurzbeschreibung

4.1 Allgemeine Beschreibung des Prozesses

Die Hauptzielsetzung der Laser-Oberflächenmarkierung durch Verfärbung besteht darin, die Identifizierung von Produkten und/oder deren Hersteller zu ermöglichen, um die Herkunft des Teils und eine angemessene Rückverfolgbarkeit sicherzustellen.

4.2 Anwendbarkeit und Grenzen des Prozesses

Der Lasermarkierungsprozess ist anwendbar auf:

- metallische Werkstoffe;
- nichtmetallische Werkstoffe;
- Verbundwerkstoffe (Verbundstoff mit organischer Matrix, Verbundstoff mit keramischer Matrix und Verbundstoff mit metallischer Matrix);
- Polymere;
- Elastomere;
- keramische Werkstoffe;
- Lackierungen und Anstriche;

- Beschichtungen;
- geschweißte Teile; und
- Teile mit Oberflächenausführung.

Er ist nicht anwendbar auf:

- weiche Werkstoffe wie Gele, Schäume;
- transparente Werkstoffe für Laser; und
- nicht kohäsive Werkstoffe (z. B. Pulver).

5 Technische Anforderungen

5.1 Informationen für den Verarbeiter

- Werkstoffnorm-Referenz;
- Wärmebehandlung (falls erforderlich);
- Oberflächenbehandlung (falls erforderlich);
- zu markierende Flächen;
- Fläche, die nicht markiert werden darf;
- Spezifikation für die Prüfung von Teilen und/oder Proben.

5.2 Werkstoffe und Ausrüstung

Für die Anwendung der Markierung durch Verfärbung kann die empfohlene Vorrichtung mit einer Laserquelle, mit einem Abtastsystem und einem optischen Positionierungssystem ausgestattet werden.

Die Laserstrahlleistung je Flächeneinheit (in Watt pro Flächeneinheit) muss abhängig vom zu markierenden Werkstoff angepasst werden. Außerdem muss die bestrahlte Fläche durch ein Linsensystem an die Größe der Kennzeichnung angepasst werden.

Die Markierung kann ohne Maske durchgeführt werden. Die Verwendung einer Maske kann komplexere Markierungen ermöglichen.

Das zu markierende Produkt und die Maske müssen während des Markierungsvorgangs in einer festen Position gehalten werden.

Die Maske kann für permanenten oder für Einmalgebrauch ausgelegt sein und sie muss dem Laserstrahl widerstehen. Im Falle einer Verschlechterung, muss sie durch eine neue Maske ersetzt werden. Die Maske kann aus jeglichen Werkstoffarten bestehen. Sie darf die Oberfläche des zu markierenden Produkts nicht verunreinigen.

Die Baugruppe für den Markierungsvorgang besteht aus einer Lasermarkierungsvorrichtung, einer Maske und dem zu markierenden Produkt. Sie kann auch Vorrichtungen für ein Spiegelsystem und ein Linsensystem bieten, damit der Laserstrahl auf die Oberfläche des zu markierenden Produkts eingestellt werden kann.

Es ist zulässig, das Produkt zwischen zwei Markierungsvorgängen zu bewegen, z. B. wenn ein Produkt viele Markierungen auf einer oder mehreren Flächen benötigt; oder auch wenn die Mustermarkierung in mehrere Nebemuster unterteilt ist (z. B. ein Großformatmuster, das die maximale Mustergröße überschreitet, die durch die Lasermarkierungsvorrichtung erzielt werden kann).

Die Maske muss sich zwischen der Laserquelle und dem Teil befinden, wie in Bild 1 dargestellt.

Bediener müssen alle Vorkehrungen in Bezug auf die Verwendung einer Laserquellenvorrichtung treffen und müssen qualifiziert sein, damit sichergestellt ist, dass die Kennzeichnung lesbar ist.

Alle erforderlichen Parametereinstellungen der Markierlaserausrüstung müssen vom Bediener nach der Markierungsspezifikation selbst vorgenommen werden.

Die Maske muss regelmäßig kontrolliert werden, der Turnus ist abhängig von der Leistung des Lasers und von der Art der Maske.

Der Werkstoff, aus dem die Maske besteht, darf nicht mit dem zu markierenden Werkstoff interagieren.

Wenn der zu markierende Werkstoff mit der Maske in Berührung kommt, dürfen Werkstoffe, aus der die Baugruppe für Lasermarkierungsvorgänge besteht (Klebstoff, Paste, Klebeharz...), den zu markierenden Werkstoff nicht verunreinigen oder sie müssen beseitigt werden, falls dies der Fall ist (z. B. durch ein geeignetes Lösemittel).

Die Verschlechterung der Maske darf die Markierungsqualität nicht beeinträchtigen.

5.2.1 Einstellung der Lasermarkierungsausrüstung

Identifizierung der Ausrüstung:

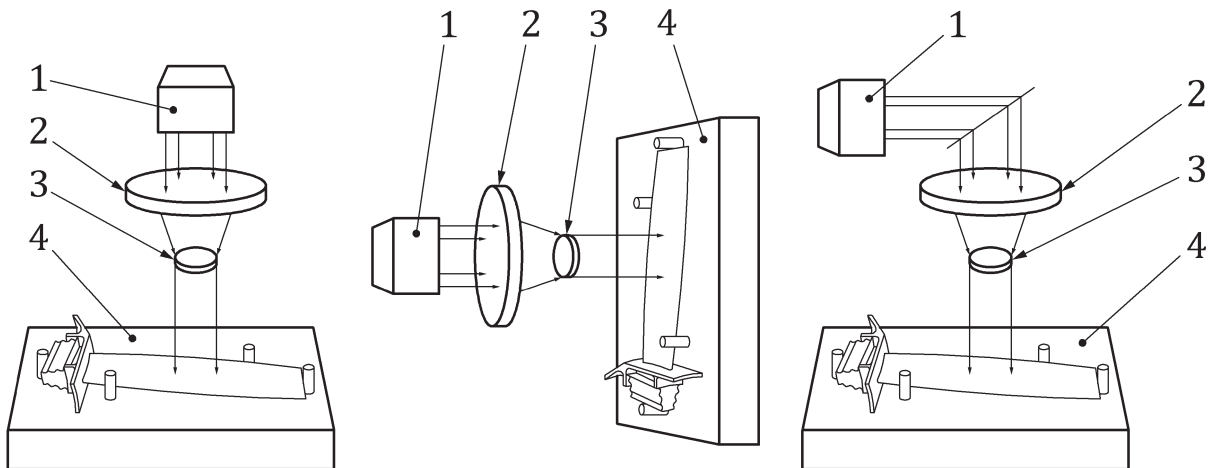
- Art der Quelle (z. B. Nd: YAG), Modell, Hersteller;
- Nennleistung;
- Anzahl der kombinierten Laser;
- Werte des Herstellers oder gemessene Werte (z. B. Wellenlänge, Strahldivergenz).

5.2.2 Strahlführungs- und Fokussierungssystem

Der Bediener muss die Ausrüstung einstellen und die folgende Parameterliste speichern:

- Abstand von der Strahlquelle zum Fokussierungssystem, falls erforderlich;
- Strahldurchmesser am Eingang zum Fokussierungssystem;
- Fokussieroptik;
- Brennweite;
- nominelle Brennfleckgröße und Messverfahren, falls erforderlich;
- Strahlengangschutzsystem;
- Pulsbreite;

- Vorwärtsgeschwindigkeit;
- Pulsüberdeckung;
- Laserenergie (in Joule);
- an der Oberfläche abgegebene Laserleistung (in $\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$).



Legende

- 1 Lasersystem
- 2 optisches System (optional)
- 3 modulare Maske, falls erforderlich
- 4 zu markierendes Teil

Bild 1 — Verschiedene Baugruppenarten für Lasermarkierungsvorgänge

5.2.3 Lasermarkierungs-Parameter

Die Leistung der Laserquelle muss an den zu markierenden Werkstoff und die Art der Maske angepasst werden.

Pulsparameter:

- Pulsenergie;
- Pulsdauer;
- Strahlprofil.

5.3 Markierungsverfahren

5.3.1 Vor dem Markieren

- Oberflächen, die Markierungen erhalten sollen, müssen gründlich gereinigt werden, um Öl, Wasser, Fett, Schmutz, Lackrückstände und andere Fremdkörper, Hydraulikflüssigkeit, Kraftstoff, Markierungsfarbe und andere Oberflächenverunreinigungen zu entfernen.
- Die Oberflächenreinigung muss mit einer Methode durchgeführt werden, die in der Lage ist, alle Oberflächenverunreinigungen vollständig zu beseitigen.

- Alle zur Markierung vorgesehenen Flächen sind, sofern erforderlich, durch abschleifendes Strahlen mit den angegebenen Strahlmitteln zu reinigen (nach Absprache zwischen Hersteller und Kunde). Alle Strahlmittel müssen frei von Kontaminationen sein, die den Trägerwerkstoff beeinträchtigen.
- Nach der Reinigung ist eine Sichtprüfung der zu markierenden Oberfläche durchzuführen. Es sollten keine sichtbaren Unvollkommenheiten zu erkennen sein. Werden Unvollkommenheiten festgestellt, sind diese zu melden, damit vor der Markierung Abhilfemaßnahmen eingeleitet werden können.

Mechanische oder chemische Eigenschaften sind von diesem Markierungsprozess nicht betroffen:

- Im Falle einer Ummarkierung muss die vorherige Markierung entfernt oder gelöscht werden (siehe 5.4), die neue Markierung muss auf der spezifizierten Fläche erfolgen.
- Der Oberflächenzustand des zu markierenden Teils beeinflusst die Genauigkeit der Lesbarkeit der Kennzeichnung. Es ist notwendig, sicherzustellen, dass der anfängliche Oberflächenzustand die Lesbarkeit der Kennzeichnung nicht verhindert (z. B. Kratzer, Kerben, Dellen ...).

5.3.2 Markierung während des Herstellungsprozesses

Die Teile dürfen keiner Zug-, Biege-, Torsions- oder sonstigen Beanspruchung sowie keiner Kondensation ausgesetzt sein (relative Luftfeuchte zwischen 30 % und 80 %).

Die zu markierende Oberfläche wird vor dem Laserstrahl positioniert, damit die Markierung nicht verzerrt wird. Im Falle eines Teils ohne ebene Oberfläche (konvexe oder konkave Oberfläche) muss die Markierung lesbar sein.

Der Markierungsvorgang kann zwischen zwei Herstellungsschritten eines Teils durchgeführt werden, wobei die Kennzeichnung jedoch durch nachfolgende Vorgänge möglicherweise unlesbar gemacht werden kann (Beispiel: Wärmebehandlung, chemische Behandlung, mechanische Bearbeitung, Bohren, Schleifen, Lackieren, Beschichten). Eine Oberflächenbehandlung kann durchgeführt werden, wenn die Kennzeichnung abhängig von den Spezifikationsanforderungen mit bloßem Auge, optischer und/oder elektronischer Vorrichtung lesbar bleibt.

5.3.3 Nach der Markierung

Die Markierung muss frei von Verbrennungen, Blasen und Diskontinuitäten wie Kratzern, Brüchen oder anderen Beschädigungen sein.

Eine Sichtprüfung erfolgt nach der Markierung (siehe 5.3.5 Sichtprüfung).

Die Stichprobenprüfung von Teilen muss zwischen Hersteller und Besteller je nach Risikoeinstufung der jeweiligen Teile vereinbart werden.

5.3.4 In Produktion befindliche Teile

Die Kennzeichnung muss während aller Herstellungsphasen lesbar bleiben, im Falle des Entfernens der Kennzeichnung muss das Teil erneut markiert werden, um die Identifizierung der Teile zu gewährleisten.