

**DIN EN 4532**

ICS 49.060

**Luft- und Raumfahrt –  
LWL-Kabel, 200 µm/280 µm Faser, 2,5 mm Aussendurchmesser –  
Technische Lieferbedingungen;  
Deutsche und Englische Fassung EN 4532:2009**

Aerospace series –  
Cables, optical, single core, 200 µm/280 µm fibre, 2,5 mm outer jacket –  
Technical specification;  
German and English version EN 4532:2009

Série aérospatiale –  
Câbles, optiques, fibre 200 µm/280 µm, diamètre extérieur 2,5 mm –  
Spécification technique;  
Version allemande et anglaise EN 4532:2009

Gesamtumfang 39 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

## 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.

Die vorliegende Norm EN 4532:2009 wurde von ASD-STAN, Fachbereich Elektrotechnik, unter Mitwirkung deutscher Experten des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-04-10 AA „LWL und LWL-Komponenten“ im DIN Normenausschuss Luft- und Raumfahrt.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 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 dieser EN-Norm die Englische Fassung hinzugefügt.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| ISO 1817      | siehe DIN ISO 1817     |
| ISO 2574      | siehe DIN ISO 2574     |
| IEC 60793-1-1 | siehe DIN EN 60793-1-1 |
| IEC 60794-1.2 | siehe DIN EN 60794-1-2 |
| IEC 60874-1   | siehe DIN EN 60874-1   |

## **Nationaler Anhang NA** (informativ)

### **Literaturhinweise**

*DIN ISO 1817, Elastomere — Bestimmung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten*

*DIN ISO 2574, Luft- und Raumfahrt — Elektrische Leitungen für Luftfahrzeuge — Hersteller-Kennzeichnung*

*DIN EN 60793-1-1, Lichtwellenleiter — Teil 1-1: Mess- und Prüfverfahren — Allgemeines und Leitfaden*

*DIN EN 60794-1-2, Lichtwellenleiterkabel — Teil 1-2: Fachgrundspezifikation — Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel*

*DIN EN 60874-1, Steckverbinder für Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterkabel — Teil 1: Fachgrundspezifikation*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt —  
LWL-Kabel, 200 µm/280 µm Faser, 2,5 mm  
Aussendurchmesser —  
Technische Lieferbedingungen

Aerospace series —  
Cables, optical, single core 200 µm/280 µm fibre, 2,5 mm  
outer jacket —  
Technical specification

Série aéronautique —  
Câbles, optiques, fibre 200 µm/280 µm, diamètre extérieur  
2,5 mm —  
Spécification technique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 5. Oktober 2008 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 Management-Zentrum des CEN 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

## Inhalt

Seite

|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                   | <b>3</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                       | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen .....</b>                                                  | <b>4</b>  |
| <b>3 Begriffe .....</b>                                                                | <b>5</b>  |
| <b>4 Beschreibung .....</b>                                                            | <b>5</b>  |
| 4.1 Aufbau einer Primärfaser Typ „A“ (ummantelte Faser) .....                          | 5         |
| 4.2 Aufbau eines einadrigen Kabels Typ „B“ .....                                       | 6         |
| <b>5 Kabeleigenschaften .....</b>                                                      | <b>6</b>  |
| 5.1 Optisches Leistungsvermögen des Kabels .....                                       | 6         |
| 5.2 Angaben zum Aufbau des Kabels (Typ B) .....                                        | 7         |
| 5.3 Mechanische Eigenschaften des Kabels (Typ B) .....                                 | 7         |
| <b>6 Eigenschaften der Lichtleitfaser .....</b>                                        | <b>7</b>  |
| 6.1 Optische und Werkstoffangaben der Primärfaser .....                                | 7         |
| 6.2 Geometrische Angaben der Primärfaser und Konzentrität der Primärbeschichtung ..... | 8         |
| <b>7 Umweltbedingungen .....</b>                                                       | <b>8</b>  |
| 7.1 Temperaturbereich .....                                                            | 8         |
| 7.2 Bereich des Betriebsdrucks .....                                                   | 8         |
| 7.3 Feuchtigkeit .....                                                                 | 9         |
| 7.4 Nukleare Bestrahlung .....                                                         | 9         |
| <b>8 Herstellungsbegleitende Abnahme(-Stück-) prüfungen .....</b>                      | <b>9</b>  |
| 8.1 Allgemeines .....                                                                  | 9         |
| 8.2 Gruppe A — Herstellungsbegleitende Abnahme(-Stück-)prüfungen .....                 | 9         |
| 8.3 Gruppe B — Herstellungsbegleitende Abnahme(-Qualitäts-)prüfungen .....             | 11        |
| 8.4 Gruppe D — Prüfungen zur Bauartzulassung (für Kabel Typ „B“) .....                 | 11        |
| <b>9 Zusätzliche Prüfangaben .....</b>                                                 | <b>14</b> |
| 9.1 Wiederholbarkeit der Prüfergebnisse .....                                          | 14        |
| 9.2 Festlegung der Bedingungen für die Vollenregung .....                              | 15        |
| 9.3 Techniken der Vollenregung .....                                                   | 15        |
| 9.4 Zusätzliche Anforderungen .....                                                    | 15        |
| 9.5 Praktische Durchführung .....                                                      | 15        |
| 9.6 Prüfaufbau für Kälte- und Hochtemperaturprüfungen .....                            | 16        |
| <b>10 Anforderungen an die Kennzeichnung und Verpackung .....</b>                      | <b>16</b> |
| 10.1 Bezeichnung der Primärfaser Typ „A“ .....                                         | 16        |
| 10.2 Bezeichnung des Kabels Typ „B“ .....                                              | 17        |
| 10.3 Kennzeichnung des Kabels .....                                                    | 17        |
| 10.4 Bestellangaben .....                                                              | 18        |
| 10.5 Kabellänge .....                                                                  | 18        |
| 10.6 Trommel zur Lagerung .....                                                        | 18        |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 4532:2009) 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 August 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2009 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für zwei Kabeltypen, Typ A und Typ B.

Typ A, mit Faserummantelung, ist für die Verkabelung zwischen Leiterplatten in Geräten bestimmt.

Typ B, einadrig, ist für die allgemeine Verkabelung zwischen Flugwerk und Geräten bestimmt, die an allen Stellen im Luftfahrzeug, ausgenommen in Triebwerksräumen, installiert werden kann.

Diese Leitungen sind besonders für die Verwendung in militärischen Luftfahrzeugen und für die allgemeinen Anwendungen in zivilen Luftfahrzeugen geeignet.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 2591-306, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente; Prüfverfahren — Teil 306: Schimmelwachstum*

EN 2591-316, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische und optische Verbindungselemente; Prüfverfahren — Teil 316: Ozonbeständigkeit*

EN 3733-001, *Luft- und Raumfahrt — Optischer Rundsteckverbinder, einpolig, selbstsichernde Schraubkuppelung, Betriebstemperatur 150 °C konstant — Teil 001: Technische Lieferbedingungen<sup>1)</sup>*

EN 3745-100\*, *Luft- und Raumfahrt — Faseroptische Leitungen für Luftfahrzeuge — Prüfverfahren — Teil 100: Allgemeines*

ISO 1817, *Rubber, vulcanized — Determination of the effect of liquids*

ISO 2574, *Aircraft — Electrical cables — Identification marking*

IEC 60793-1-1, *Optical fibres — Part 1-1: Measurement methods and test procedures — General and guidance*

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables — Part 1-2: Generic specification — Basic optical cable test procedures*

IEC 60874-1, *Connectors for optical fibres and cables — Part 1: Generic specification*

MIL-HDBK-454B, *General guidelines for electronic equipment*

---

\* Und alle angegebenen zutreffenden Teile.

1) Veröffentlicht als ASD-Vornorm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm.

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 3745-100 und die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### Faserlos

ein Faserlos besagt, dass die Faser durch kontinuierliches Ziehen aus einer einzigen identifizierbaren Vorform, hergestellt wurde

#### 3.2

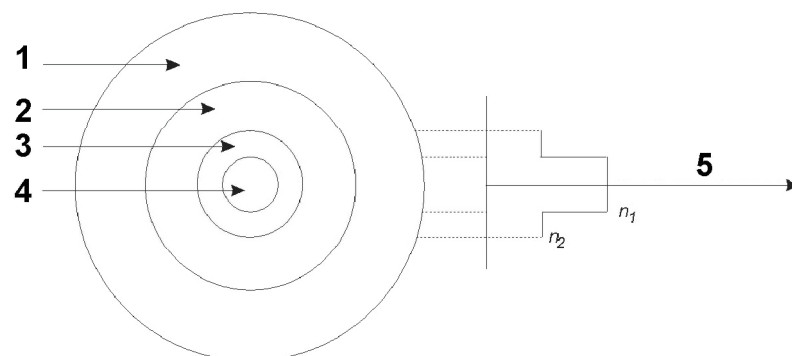
##### Kabellos

ein Kabellos besagt, dass die gesamte Kabellänge aus einem kontinuierlichen Extrusions- und Verseilungsverfahren eines einzigen Faserloses, gefertigt ist

### 4 Beschreibung

#### 4.1 Aufbau einer Primärfaser Typ „A“ (ummantelte Faser)

Das Kabel muss aus einem einzelnen Mehrmodenlichtwellenleiter mit Stufenindex aus (reiner) Quarzfaser (Kern aus reinem Siliciumdioxid mit ausreichend hohem OH-Gehalt, um die Anforderungen an die Härtung durch nuklearer Bestrahlung zu erfüllen) und einem angemessen dotierten Quarzglasmantel, der durch eine Primärbeschichtung geschützt ist, bestehen. Das Kabel muss eine Kompaktader, einen dielektrischen (nicht-leitenden) Aufbau und einen Betriebstemperaturbereich von  $-60\text{ °C}$  bis  $150\text{ °C}$  aufweisen. Die Primärfaser muss aus Kern, Mantel und Primärbeschichtung bestehen. Hinsichtlich der End- und Seitenansichtszeichnung (dritter Winkel) siehe Bild 1.



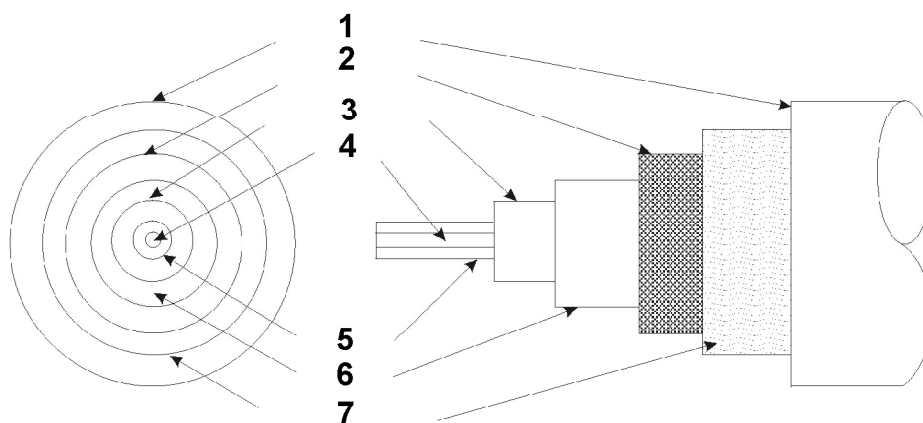
##### Legende

- 1 Außenhülle des Kompaktkabels
- 2 Primärbeschichtung
- 3 Mantel
- 4 Kern
- 5 Brechungsindex

**Bild 1 — Aufbau der Primärfaser Typ „A“**

## 4.2 Aufbau eines einadrigen Kabels Typ „B“

Das Kabel muss aus einem einzelnen Mehrmodenlichtwellenleiter mit Stufenindex aus Quarzfaser (Kern aus reinem Siliciumdioxid mit ausreichend hohem OH-Gehalt, um die Anforderungen an die Härtung durch nuklearer Bestrahlung zu erfüllen) und einem angemessen dotierten Quarzglasmantel, der durch eine Primärbeschichtung geschützt ist, bestehen. Das Kabel muss eine Kompaktader, einen dielektrischen (nichtleitenden) Aufbau mit Zugelementen und Außenmantel, und einen Betriebstemperaturbereich von  $-60\text{ °C}$  bis  $150\text{ °C}$  aufweisen. Das Kabel muss aus Außenmantel, Zugelement, Innenmantel, Außenhülle der Kompaktader und Faser, geschützt durch eine Primärbeschichtung, bestehen. Hinsichtlich der End- und Seitenansichtszeichnung (dritter Winkel) siehe Bild 2.



### Legende

- 1 Außenmantel
- 2 Innenmantel
- 3 Primärbeschichtung
- 4 Kern
- 5 Mantel
- 6 Außenhülle der Kompaktader
- 7 Zugelement

Bild 2 — Aufbau des Kabels Typ „B“

## 5 Kabeleigenschaften

### 5.1 Optisches Leistungsvermögen des Kabels

#### 5.1.1 Optische Isolierung der Kabelummantelung

Die Kabelummantelung muss eine ausreichende optische Isolierung sicherstellen, damit jegliche Aufnahme von Tageslicht nicht größer als  $1\text{ nW}$  über eine für das installierte faseroptische Netzwerk charakteristische Länge ist.

#### 5.1.2 Nutzlebensdauer im montierten Zustand

Die Nutzlebensdauer im montierten Zustand muss  $\geq 25$  Jahre sein.

#### 5.1.3 Mittlere Zeitspanne zwischen zwei Ausfällen (MTBF)

Ausfallrate von  $0,02/100\text{ m}$  über 25 Jahre Lebensdauer.

## 5.2 Angaben zum Aufbau des Kabels (Typ B)

### 5.2.1 Farbe der Ummantelung

Die Ummantelung muss hellviolett gefärbt sein.

### 5.2.2 Kabelaufbau

Kompaktader, dielektrischer Aufbau mit für einzelne Steckverbinder geeigneten Zugelementen.

## 5.3 Mechanische Eigenschaften des Kabels (Typ B)

Mindestbiegeradius des Kabels:

- während der Installation:  $\geq 12$  mm;
- langfristig installiert ( $\geq 25$  Jahre): 30 mm.

Das installierte Kabel muss diesen engen Biegeradius nur über kürzere Abstände beibehalten, die sich auf eine Gesamtheit von nicht mehr als 200 mm je einzelnen Strahlengang summieren dürfen.

## 6 Eigenschaften der Lichtleitfaser

### 6.1 Optische und Werkstoffangaben der Primärfaser

#### 6.1.1 Fasertyp

Quarz, Exponent des Stufenindex  $g > 30$ , Multimode.

Die Abweichung vom idealen Stufenindexprofil bei einem relativen Kerndurchmesser von 0,90 muss kleiner als 4 % der Brechzahldifferenz  $n_{\text{co}} - n_{\text{cl}}$  sein.

Bei einer strukturierten Ummantelung muss der an den Kern angrenzende Bereich eine homogene Ummantelung sein, die einen Außendurchmesser von mindestens  $1,15 \times D_{\text{core}}$  aufweist, wobei die Änderung des Brechungsindex  $n_{\text{max.}} - n_{\text{min.}} \leq 14 \times 10^{-4}$  beträgt.

#### 6.1.2 Brechzahldifferenz des Kerns/der Ummantelung

Prüfverfahren nach IEC 60793-1-A1A. Die Brechzahldifferenz zwischen Kern und Ummantelung beträgt  $N_{\text{co}} - N_{\text{cl}} = (20 \pm 1,2) \times 10^{-3}$  bei einer Wellenlänge von 633 nm; dieser Wert bezieht sich auf den Mittelwert von  $N_{\text{cl}}$  bei eingedrückter Ummantelung.  $g$ -Faktor des Stufenindex  $g > 30$ . Außendurchmesser der Innenummantelung:  $D_{\text{Dinn.cladd}} \geq 1,15 \times D_{\text{core}}$  Brechzahl-Homogenität der Innenummantelung:  $n_{\text{max.}} - n_{\text{min.}} < 14 \times 10^{-4}$ .

#### 6.1.3 Numerische Apertur (theoretisch)

Festgelegt durch  $n_{\text{co}} - n_{\text{cl}}$ , basierend auf einem Brechungsindex für reinen Quarz mit hohem OH-Gehalt von 1,4571 bei einer Wellenlänge von 633 nm (Helium-Neon-Gaslaser).

$$NA_{\text{theor}} = 0,24 \pm 0,01$$

#### 6.1.4 Werkstoffzusammensetzung des Faserkerns

Die Lichtleitfaser muss aus reinem undotiertem Quarz bestehen. Die UV-Absorption der Lichtleitfaser muss nahe an der Absorptionskante mit dem Rückschneideverfahren gemessen werden mit:

- Faserlänge = 4 m, Kürzung auf 1 m Länge,
- Quelle  $\lambda = (220 \pm 5) \text{ nm}$ ,
- $\alpha < 6,0 \text{ dB/m}$ .

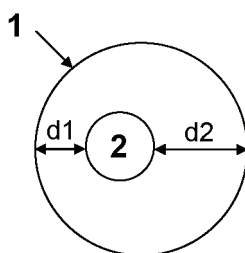
#### 6.1.5 Werkstoffzusammensetzung der Ummantelung

Der Ummantelungswerkstoff muss aus geeignet dotiertem Quarz bestehen. Die Werkstoffanalysen erfolgen durch Mikrosonden oder entsprechende Röntgenanalysen.

### 6.2 Geometrische Angaben der Primärfaser und Konzentrität der Primärbeschichtung

Zur Vermeidung von Mikrobiegung ist  $d_1/d_2 \geq 0,9$ .

Die Primärbeschichtungen müssen für die Herstellung der Spleißung und den Steckverbiedereinbau leicht entfernbar und kompatibel mit der Verkabelung und den Montageverfahren des Steckverbinders sein. Sie müssen mit einer Wassersperre ausgerüstet sein, um eine lange Lebensdauer in feuchter Umgebung sicherzustellen. Siehe Bild 3.



#### Legende

- 1 Primärbeschichtung
- 2 Faser

Bild 3 — Konzentrität der Primärbeschichtung

## 7 Umweltbedingungen

### 7.1 Temperaturbereich

Die Betriebstemperatur muss  $-60 \text{ °C}$  bis  $150 \text{ °C}$  betragen.

### 7.2 Bereich des Betriebsdrucks

Der Bereich des Betriebsdrucks muss  $2\,000 \text{ mbar}$  bis  $11 \text{ mbar}$  umfassen.