

**DIN EN 61757-2-2**

ICS 33.180.99

**Lichtwellenleistersensoren –  
Teil 2-2: Temperaturmessung –  
Ortsaufgelöste faseroptische Messung  
(IEC 61757-2-2:2016);  
Deutsche Fassung EN 61757-2-2:2017**

Fibre optic sensors –  
Part 2-2: Temperature measurement –  
Distributed sensing  
(IEC 61757-2-2:2016);  
German version EN 61757-2-2:2017

Capteurs fibroniques –  
Partie 2-2: Mesure de la température –  
Détections réparties  
(IEC 61757-2-2:2016);  
Version allemande EN 61757-2-2:2017

Gesamtumfang 33 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-06-16 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2018-06-01.

## Nationales Vorwort

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61757-3-1:2015-03.*

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Die Norm-Nummer und der deutsche Titel des Norm-Entwurfs E DIN EN 61757-3-1:2015-03 „Lichtwellenleistersensoren – Teil 3-1: Temperaturmessung – Abgesetzte Erfassung“ wurden zur Norm geändert in DIN EN 61757-2-2 „Lichtwellenleistersensoren – Teil 2-2: Temperaturmessung – Ortsaufgelöste faseroptische Messung“.

Lichtwellenleistersensoren –  
Teil 2-2: Temperaturmessung –  
Ortsaufgelöste faseroptische Messung  
(IEC 61757-2-2:2016)

Fibre optic sensors –  
Part 2-2: Temperature measurement –  
Distributed sensing  
(IEC 61757-2-2:2016)

Capteurs fibroniques –  
Partie 2-2: Mesure de la température –  
Détections réparties  
(IEC 61757-2-2:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-06-16 angenommen. CENELEC-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 Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees 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 Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

**CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61757-2-2:2017 D

## **Europäisches Vorwort**

Der Text des Dokuments 86C/1323/CDV, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61757-2-2, erarbeitet vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61757-2-2:2017 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2018-04-06
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-10-06

Diese Norm muss zusammen mit EN 61757-1:2012 gelesen werden.

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

## **Anerkennungsnotiz**

Der Text der Internationalen Norm IEC 61757-2-2:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

## Inhalt

|                                                                              | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                   | 2     |
| Einleitung .....                                                             | 5     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                    | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                               | 6     |
| 3 Begriffe .....                                                             | 6     |
| 4 Allgemeiner Prüfaufbau zur Messung der Betriebsverhaltenskenngößen .....   | 10    |
| 4.1 Allgemeines und Prüfaufbauanforderungen .....                            | 10    |
| 4.2 Aufzuzeichnende allgemeine Pflichtangaben .....                          | 12    |
| 5 Messverfahren für Betriebsverhaltenskenngößen .....                        | 13    |
| 5.1 Temperaturmessfehler .....                                               | 13    |
| 5.1.1 Prüfverfahren und Bedingungen .....                                    | 13    |
| 5.1.2 Kennwertberechnung .....                                               | 13    |
| 5.2 Räumliche Auflösung .....                                                | 15    |
| 5.2.1 Prüfverfahren und Bedingungen .....                                    | 15    |
| 5.2.2 Kennwertberechnung .....                                               | 15    |
| 5.3 Temperaturwiederholbarkeit .....                                         | 16    |
| 5.3.1 Prüfverfahren und Bedingungen .....                                    | 16    |
| 5.3.2 Kennwertberechnung .....                                               | 16    |
| 5.3.3 Gleichungen .....                                                      | 17    |
| 5.4 Räumliche Temperaturunsicherheit .....                                   | 18    |
| 5.4.1 Prüfverfahren und Bedingungen .....                                    | 18    |
| 5.4.2 Kennwertberechnung .....                                               | 18    |
| 5.5 Umgebungstemperaturstabilität .....                                      | 19    |
| 5.5.1 Prüfverfahren und Bedingungen .....                                    | 19    |
| 5.5.2 Kennwertberechnung .....                                               | 20    |
| 5.6 Aufwärmzeit .....                                                        | 21    |
| 5.6.1 Prüfverfahren und Bedingungen .....                                    | 21    |
| 5.6.2 Kennwertberechnung .....                                               | 22    |
| 5.7 Dämpfungsbereich .....                                                   | 23    |
| 5.7.1 Prüfverfahren und Bedingungen .....                                    | 23    |
| 5.7.2 Kennwertberechnung .....                                               | 24    |
| Anhang A (informativ) Tabelle der Messkenngößen des Betriebsverhaltens ..... | 25    |
| Anhang B (informativ) Punktdefekt-Effekte .....                              | 27    |
| B.1 Allgemeines .....                                                        | 27    |
| B.2 Punktdefekt .....                                                        | 27    |
| B.3 Prüfverfahren und Bedingungen .....                                      | 27    |
| Literaturhinweise .....                                                      | 30    |

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 31 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## **Bilder**

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 – Beispiel einer Temperaturabtastspur mit Temperaturmusterpunkten .....                                                        | 9  |
| Bild 2 – Allgemeiner Prüfaufbau: Einseitig .....                                                                                      | 11 |
| Bild 3 – Allgemeiner Prüfaufbau: Schleifenkonfiguration.....                                                                          | 11 |
| Bild 4 – Temperaturmessfehlerberechnung: Schritt 1).....                                                                              | 14 |
| Bild 5 – Temperaturmessfehlerberechnung: Schritte 2) und 3).....                                                                      | 14 |
| Bild 6 – Temperaturmessfehlerberechnung: Schritte 4) und 5).....                                                                      | 15 |
| Bild 7 – Veranschaulichung der räumlichen Auflösung .....                                                                             | 16 |
| Bild 8 – Temperaturwiederholbarkeit, berechnet mit Hilfe von Bild 4.....                                                              | 17 |
| Bild 9 – Räumliche Temperaturunsicherheit, berechnet mit Hilfe von Bild 4.....                                                        | 19 |
| Bild 10 – Umgebungstemperaturzyklen (Beispiel eines DTS-Instrumentes mit einem<br>Betriebstemperaturbereich von 0 °C bis 40 °C) ..... | 20 |
| Bild 11 – Berechnungsverfahren für die Umgebungstemperaturstabilitätskennwerte .....                                                  | 21 |
| Bild 12 – Beispiel zur Erläuterung der Berechnung der Aufwärmzeit.....                                                                | 22 |
| Bild B.1 – Punktdefektmessung (Beispiel).....                                                                                         | 28 |

## **Tabellen**

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle A.1 – Tabellenvordruck für die Messkenngrößen des Betriebsverhaltens ..... | 25 |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|

## **Einleitung**

Es wurde entschieden, die Normenreihe IEC 61757 mit folgender Logik neu zu strukturieren. Ab jetzt werden die Unterteile als IEC 61757-M-T unnummeriert, wobei M die Größe(nmessung) und T die Technologie bezeichnet.

Der bestehende Teil IEC 61757-1:2012 wird bei der nächsten Überarbeitung mit IEC 61757 unnummeriert und wird als „Schirminorm“ für die gesamte Normenreihe dienen.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61757 ist die Bauartspezifikation für orts aufgelöste Temperaturmessungen durch Lichtwellenleiter-Sensoren, auch als orts aufgelöste faseroptische Temperaturmessung (DTS) (en: distributed temperature sensing) bekannt. DTS beinhaltet die Anwendung von Effekten der Raman-Streuung, der Brillouin-Streuung und der Rayleigh-Streuung. Darüber hinaus werden Messungen, die auf der Raman-Streuung und der Rayleigh-Streuung basieren, nur mit einer einseitig offenen Faser ausgeführt. Messungen, die auf der Brillouin-Streuung basieren, werden mit einer einseitig offenen Faser oder einer Faserschleife ausgeführt. Die Technik, die von beiden Seiten gleichzeitig Zugang hat (z. B. optische Brillouin-Analyse im Zeitbereich (en: Brillouin Optical Time Domain Analysis, BOTDA)), wird hier Schleifenkonfiguration genannt. IEC 61757-1:2012 ist eine Fachgrundspezifikation für LWL-Sensoren.

Dieser Teil von IEC 61757 legt die wichtigsten DTS-Betriebsverhaltenskenngößen fest und die Verfahren zu deren Bestimmung. Über die Gruppe der Betriebsverhaltenskenngößen hinaus ist eine Liste von zusätzlichen Kenngößen festgelegt worden, um die Festlegung der Messspezifikationen und ihrer zugehörigen Prüfverfahren zu unterstützen. Die Festlegungen dieser zusätzlichen Kenngößen werden aus informatischen Gründen zur Verfügung gestellt und müssen im Satz der Betriebsverhaltenskenngößen enthalten sein.

Ein allgemeiner Prüfaufbau, in dem alle Kenngößen durch eine Gruppe von Prüfungen erlangt werden können, ist festgelegt. Die speziellen Prüfungen werden innerhalb des Abschnittes für jede Messung einer Kenngröße beschrieben. Im Abschnitt 4 wird dieser allgemeine Prüfaufbau dargestellt und beschrieben zusammen mit einer Liste allgemeiner Informationen, die dokumentiert werden sollten basierend auf dem speziellen DTS-Instrument und dem Prüfaufbau, die zur Messung dieser Kenngößen nach IEC 61757-2-2 verwendet worden sind.

Anhang A stellt einen Vordruck einer Tabelle von Betriebsverhaltenskenngößen zur Verfügung, welcher zur Aufnahme der Werte der Betriebsverhaltenskenngößen für ein gegebenes DTS-Instrument und eine ausgewählte Konfiguration des optischen Prüfaufbaus verwendet werden sollte.

Anhang B enthält Anleitungen zur optischen Bestimmung von Punktdefekt-Effekten.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

IEC 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary* (verfügbar unter <http://www.electropedia.org>)

IEC 61757-1:2012, *Fibre optic sensors – Part 1: Generic specification*

IEC/TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 61757-1:2012, IEC 60050, IEC/TR 61931, ISO/IEC Guide 99 (VIM) und die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **Dämpfungsbereich**

gesamter kumulierter optischer Verlust (Verlust in eine Richtung), der durch das DTS-System toleriert wird, ohne dass das festgelegte Betriebsverhalten der Messung um mehr als einen bei einer gegebenen Position (Ort), räumlichen Auflösung und Messzeit gegebenen Faktor beeinflusst wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Teil des gesamten kumulierten Verlustes können die Faserdämpfung und die durch Bauteile wie Steckverbinder, Spleiße, Knicke in der Faser und Dämpfungsglieder eingebrachten Punktdefekt-Verluste sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Dämpfungsbereich wird in Dezibel (dB) angegeben.

### 3.2

#### **Abstandsmessbereich**

maximaler Abstand, ausgehend vom Ausgangssteckverbinder des DTS-Instruments, entlang des LWL-Sensors, bei dem das Instrument die Temperatur mit einem festgelegten Messbetriebsverhalten unter festgelegten Bedingungen misst

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese unterstützende Kenngröße steht eng mit dem Dämpfungsbereich des Instruments in Zusammenhang. In Prüffällen, die zum Beweis oder zur Überprüfung der angegebenen Spezifikationen verwendet werden, muss die Gesamtfaserlänge gleich oder länger als der festgelegte Abstandsmessbereich sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Abstandsmessbereich wird in Längeneinheiten (m oder km) angegeben.

### 3.3

#### **Umgebungstemperaturwiederholbarkeit**

##### **Umgebungstemperatur-Wiederholpräzision**

Unterschied der gemessenen konstanten LWL-Sensortemperatur bei einer festgelegten Instrumententemperatur (z. B. der Nennbetriebstemperatur) vor und nach der Temperaturwechselbeanspruchung des Instruments über den gesamten Instrumentenbetriebstemperaturbereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Kenngröße leitet sich von der Umgebungstemperaturstabilität ab.

### 3.4

#### **Umgebungstemperaturstabilität**

Unterschied der gemessenen konstanten LWL-Sensortemperatur vor, während und nach der Temperaturwechselbeanspruchung des DTS-Instruments über den gesamten Instrumentenbetriebstemperaturbereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definitionen für den ungünstigsten Fall des Umgebungstemperatureffekts, den oberen/unteren Umgebungstemperatureffekt und die Umgebungstemperaturwiederholbarkeit leiten sich von dieser Definition ab.

### 3.5

#### **oberer/unterer Umgebungstemperatureffekt**

Unterschied der gemessenen konstanten LWL-Sensortemperatur bei der oberen und unteren Temperaturgrenze des Instrumentenbetriebstemperaturbereichs

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Kenngröße leitet sich von der Umgebungstemperaturstabilität ab.

### 3.6

#### **heißer Punkt**

Länge des LWL-Sensors ( $\Delta L$ ), die einer messbaren Temperaturänderung ( $\Delta T$ ) ausgesetzt ist, welche erheblich größer als die Umgebungstemperaturwiederholbarkeit ist und welche durch die Referenztemperaturgeräte in den zwei Temperaturkammern bestätigt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Abschnitt 4 und Bild 7.

### **3.7**

#### **Ort**

*L*

optische Entfernung (festgelegt in einer Längeneinheit) vom DTS-Ausgangssteckverbinder zu einem gewünschten Temperaturmusterpunkt entlang des LWL-Sensors

Anmerkung 1 zum Begriff: Der entfernteste Ort vom DTS-Ausgangssteckverbinder für eine einzelne Prüfung wird mit *Z* m angegeben und wird zum Vergleich der Messergebnisse mit den angegebenen Spezifikationen oft gleich dem Abstandsmessbereich gewählt.

### **3.8**

#### **Messzeit**

Zeit zwischen unabhängigen Temperaturmessungen bei der Durchführung aufeinanderfolgender Messungen an einem einzelnen LWL-Sensor

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Kenngröße beinhaltet die Erfassungszeit und die Verarbeitungszeit der Messdaten. Diese Kenngröße ist durch den Anwender üblicherweise unter einigen eingeschränkten Formen wählbar. Mehrfache unabhängige Temperaturmessungen können zusammen gemittelt werden, um eine Gesamtmesszeit zu erhalten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Gleichbedeutend ist es der Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Temperaturabtastspur-Zeitstempeln unter diesen Bedingungen.

### **3.9**

#### **Punktdefekt**

örtliche Abweichung eines LWL-Sensors von seinen optischen und mechanischen Nenneigenschaften, die an einem einzelnen Ort auftritt oder über eine Länge, die erheblich geringer als die räumliche Auflösung des DTS ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Festlegung eines Punktdefektes umfasst einen weiten Bereich an Umständen, welche ähnliche Auswirkungen auf die Temperaturabtastspur haben können. Beispiele sind:

- ein Punktverlust wie z. B. ein schlechter Faserspleiß;
- eine Rückreflexion, wie sie durch einen Steckverbinder hervorgerufen werden kann;
- ein begrenzter Bereich mit hoher Dämpfung wie z. B. eine Biegung oder ein Knick in der Faser;
- eine physische Unterbrechung der Faser wie z. B. ein Spleiß zwischen zwei Fasern mit unterschiedlichem Kerndurchmesser.

### **3.10**

#### **Punktdefekt-Temperaturversatz**

Unterschied zwischen den Mittelwerten der Temperaturmusterpunkte in zwei Zonen der Temperaturabtastspur auf jeder Seite eines Punktdefektes, wo die eigentlichen LWL-Sensortemperaturen gleich sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Punktdefekt-Temperaturversatz kann positiv, negativ oder null sein.

### **3.11**

#### **Musterabstand**

Entfernung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Temperaturmusterpunkten in einer einzelnen Temperaturabtastspur

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.