

DIN EN IEC 61757-3-2

ICS 33.180.99

**Lichtwellenleistersensoren –
Teil 3-2: Akustische Sensorik und Schwingungsmessung –
Verteilte Sensorik
(IEC 61757-3-2:2022);
Deutsche Fassung EN IEC 61757-3-2:2022**

Fibre optic sensors –
Part 3-2: Acoustic sensing and vibration measurement –
Distributed sensing
(IEC 61757-3-2:2022);
German version EN IEC 61757-3-2:2022

Capteurs fibroniques –
Partie 3-2: Détection acoustique et mesure des vibrations –
Détections réparties
(IEC 61757-3-2:2022);
Version allemande EN IEC 61757-3-2:2022

Gesamtumfang 50 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2022-05-03 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2024-04-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN IEC 61757-3-2:2022-03.

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

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

- 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.

Deutsche Fassung

**Lichtwellenleitersensoren – Teil 3-2: Akustische
Sensorik und Schwingungsmessung – Verteilte Sensorik
(IEC 61757-3-2:2022)**

Fibre optic sensors – Part 3-2: Acoustic sensing
and vibration measurement – Distributed sensing
(IEC 61757-3-2:2022)

Capteurs fibroniques – Partie 3-2: Détection acoustique
et mesure des vibrations – Détections réparties
(IEC 61757-3-2:2022)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2022-05-03 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 86C/1700/CDV, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61757-3-2, 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 IEC 61757-3-2:2022 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) 2023-02-03
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) 2025-05-03

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.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Komitee des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Gremien ist auf den Internetseiten des CENELEC abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61757-3-2:2022 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 60869-1 ANMERKUNG Harmonisiert als EN IEC 60869-1.

Anhang ZA
(normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen
mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 61757	2018	Fibre optic sensors - Generic specification	EN IEC 61757	2018
IEC 61757-2-2	2016	Fibre optic sensors - Part 2-2: Temperature measurement - Distributed sensing	EN 61757-2-2	2017

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	5
Einleitung.....	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen.....	10
3 Begriffe, Abkürzungen und Symbole.....	10
3.1 Begriffe.....	10
3.2 Abkürzungen.....	13
3.3 Symbole.....	14
4 Leistungsparameter eines verteilten Schallmesssystems.....	15
5 Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Leistungsparameter.....	15
5.1 Simulierter LWL-Sensor (SFS).....	15
5.2 Faserstrecke.....	16
5.3 Geräte zur Signalerzeugung und Verstärkung.....	17
5.4 Optisches Dämpfungsglied.....	17
5.5 Isolierkammer.....	18
6 Prüfverfahren für Leistungsparameter.....	18
6.1 Allgemeines.....	18
6.2 Dynamikbereich.....	18
6.2.1 Allgemeines.....	18
6.2.2 Aufbau.....	18
6.2.3 Anregung.....	18
6.2.4 Datensammlung und -verarbeitung.....	19
6.2.5 Daten im Prüfbericht.....	21
6.3 Frequenzgang.....	21
6.3.1 Allgemeines.....	21
6.3.2 Aufbau.....	21
6.3.3 Anregung.....	22
6.3.4 Datensammlung und -verarbeitung.....	22
6.3.5 Daten im Prüfbericht.....	23
6.4 Wiedergabetreue.....	25
6.4.1 Allgemeines.....	25
6.4.2 Aufbau.....	25
6.4.3 Anregung.....	25
6.4.4 Datensammlung und -verarbeitung.....	26
6.4.5 Daten im Prüfbericht.....	26
6.5 Eigenrauschen.....	26
6.5.1 Allgemeines.....	26

6.5.2	Aufbau.....	26
6.5.3	Anregung.....	27
6.5.4	Datensammlung und -verarbeitung.....	27
6.5.5	Daten im Prüfbericht.....	30
6.6	Räumliche Auflösung.....	30
6.6.1	Allgemeines.....	30
6.6.2	Aufbau.....	31
6.6.3	Anregung.....	31
6.6.4	Datensammlung und -verarbeitung.....	31
6.6.5	Daten im Prüfbericht.....	33
6.7	Übersprechen.....	34
6.7.1	Allgemeines.....	34
6.7.2	Aufbau.....	34
6.7.3	Anregung.....	34
6.7.4	Datensammlung und -verarbeitung.....	34
6.7.5	Daten im Prüfbericht.....	35
6.8	Dämpfungsbudget.....	36
6.8.1	Allgemeines.....	36
6.8.2	Aufbau.....	36
6.8.3	Anregung.....	36
6.8.4	Datensammlung und -verarbeitung.....	36
6.8.5	Daten im Prüfbericht.....	37
6.9	Reflexionsstabilität des Sensors.....	37
6.9.1	Allgemeines.....	37
6.9.2	Aufbau.....	37
6.9.3	Anregung.....	39
6.9.4	Datensammlung, -verarbeitung und Angaben im Prüfbericht.....	39
Anhang A (informativ) Umrechnung der optischen Phasenmessung in Dehnung.....		41
Anhang B (normativ) Anforderungen für Messungen mit geringer Unsicherheit.....		44
B.1	Prüfung mit Einzeltonanregung.....	44
B.2	Prüfen des Frequenzgangs.....	45
Anhang C (informativ) FFT-Fensterfunktionen.....		47
C.1	Flat-Top-Fenster für Frequenzbereichsmessungen von spektralen Scheitelwerten.....	47
C.2	Fensterfunktionen für Rauschmessungen im Frequenzbereich.....	48
Literaturhinweise.....		50
Bilder		
Bild 1 – Verteiltes Schallmesssystem.....		11
Bild 2 – Signalparameter in Bezug auf Zeitreihen und ihre räumliche Punktkennzeichnung.....		14
Bild 3 – Simulierter LWL-Sensor.....		16

Bild 4 – Konfiguration für SFS mit den Positionen TP ₁ , TP ₂ und TP ₃	16
Bild 5 – Prüfaufbau für die Prüfung des Dynamikbereichs.....	18
Bild 6 – Beispiel für ein Dehnungsanregungssignal und wiederhergestellte Phase der IU-Antwort mit Grenzwert bei 17 s.....	20
Bild 7 – Beispiel für eine vergrößerte Ansicht von Dehnungsanregungssignal und wiederhergestellter Phase der IU-Antwort mit Phasensprung bei 16,98 s.....	21
Bild 8 – Prüfaufbau für die Prüfung des Frequenzgangs.....	22
Bild 9 – Die Betragsantwort zeigt die 40 Anregungssignale alle mit dem Betrag.....	23
Bild 10 – IU-Antwort auf Prüfanregung, skaliert in Dehnungseinheiten, dargestellt im Frequenzbereich.....	24
Bild 11 – Normierter Frequenzgang der Interrogationseinheit.....	25
Bild 12 – Prüfaufbau für die Prüfung der Wiedergabetreue.....	25
Bild 13 – Prüfaufbau für Prüfung des Eigenrauschens.....	27
Bild 14 – 2D-Datenfeld, das das zeitlich variierende Schallfeld als Funktion der Entfernung darstellt.....	28
Bild 15 – Schematische Darstellung der Datenverarbeitung des Systemgrundrauschens.....	29
Bild 16 – Beispieldiagramm für Daten des Eigenrauschens.....	30
Bild 17 – Prüfaufbau für die Prüfung der räumlichen Auflösung.....	31
Bild 18 – Räumliche Abtastpunkte für die Bewertung der räumlichen Auflösung.....	32
Bild 19 – Grafischer Ansatz zur Bestimmung der räumlichen Auflösung.....	33
Bild 20 – Prüfaufbau für Messung des Übersprechens.....	34
Bild 21 – Markierte Punkte, die für die Prüfung des Übersprechens abgetastet werden sollen.....	35
Bild 22 – Beispieldiagramm für Prüfergebnisse des Übersprechens.....	35
Bild 23 – Prüfaufbau für die Prüfung des Dämpfungsbudgets.....	36
Bild 24 – Prüfkonfigurationen für die Reflexionsstabilität des Sensors.....	37
Bild 25 – Fertigungsbeispiele für die Erzeugung von Teilreflexionen.....	39
Bild B.1 – Räumliche Abtastpunkte des Faserstreckers.....	44
Bild B.2 – Frequenzbereichsdiagramm der Einzeltonanregung.....	45
Bild B.3 – Diagramm des Frequenzgangs der Einzeltonanregung.....	46
Bild C.1 – Flat-Top-Fenster und Merkmale seiner Fourier-Transformierten.....	47
Bild C.2 – Blackman-Harris-Fenster und Merkmale seiner Fourier-Transformierten.....	48
Bild C.3 – Hamming-Fenster und Merkmale seiner Fourier-Transformierten.....	49
Tabellen	
Tabelle A.1 – Beziehungen zwischen optischer Phase und Dehnung.....	42

Einleitung

Dieses Dokument beruht auf dem SEAFOM Measuring Sensor Performance Document – 02 (SEAFOM MSP-02) [1]¹. Im Rahmen einer Typ-C-Liaison hat SEAFOM dieses Dokument als neues Arbeitsthema vorgeschlagen, was von den teilnehmenden Mitgliedern des IEC SC 86C genehmigt wurde.

ANMERKUNG Mit Ausnahme von Bild 1, Bild C.1, Bild C.2 und Bild C.3 wurden alle Bilder in diesem Dokument mit Genehmigung von SEAFOM entweder im Original oder in geänderter Form aus SEAFOM MSP-02 übernommen.

Die Normenreihe IEC 61757 wird nach dem folgenden Prinzip veröffentlicht: die einzelnen Teile werden mit IEC 61757-M-T benannt, wobei M die Messung bezeichnet und T die Technologie.

¹ Nummern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61757 legt die Terminologie, die charakteristischen Leistungsparameter, die zugehörigen Prüf- und Berechnungsverfahren sowie spezielle Prüfeinrichtungen für Interrogationseinheiten fest, die in verteilten LWL-Schall- und Schwingungsmesssystemen verwendet werden. Dieses Dokument bezieht sich nur auf das Rayleigh-Rückstreu- und Phasendetektionsverfahren durch phasensensitive kohärente optische Zeitbereichsreflektometrie (ϕ -OTDR). Quasistatische und niederfrequente Betriebsarten sind nicht Gegenstand dieses Dokuments.

Fachgrundspezifikationen für Lichtwellenleitersensoren sind in IEC 61757 definiert.

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).

IEC 61757:2018, *Fibre optic sensors – Generic specification*

IEC 61757-2-2:2016, *Fibre optic sensors – Part 2-2: Temperature measurement – Distributed sensing*

3 Begriffe, Abkürzungen und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 61757 und IEC 61757-2-2:2016 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1.1

verteilter LWL-Sensor

LWL-Sensor, der als kontinuierliches Nachweiselement eine räumlich aufgelöste Messung einer Messgröße über einen ausgedehnten Bereich liefert

[QUELLE: IEC 61757:2018, 3.5]

3.1.2

verteiltes LWL-Schallmesssystem

DAS, en: distributed fibre optic acoustic sensing system

Messaufbau, bestehend aus einem verteilten LWL-Sensor, der an eine Interrogationseinheit mit Prozessor, Datenarchiv und Benutzeroberfläche angeschlossen ist, die akustische oder vibrationsinduzierte Störungen (Phasenänderung der Rückstreucentren) in der Faser lokal erfassen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Alternativ wird in der Industrie auch der Begriff verteilte LWL-Schwingungserfassung (en: distributed vibration sensing, DVS) verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1 für einen prinzipiellen DAS-Aufbau. Impulse aus einer kohärenten Quelle werden über einen optischen Zirkulator in die Sensorfaser geleitet, der auch das kohärente Rayleigh-Rückstreusignal abgreift und an einen Detektor weiterleitet, der es anschließend digitalisiert und schnell in Echtzeit erfasst.

Anmerkung 3 zum Begriff: Üblicherweise detektiert ein DAS akustische oder vibrationsinduzierte Störungen bei Frequenzen unter 2 kHz.

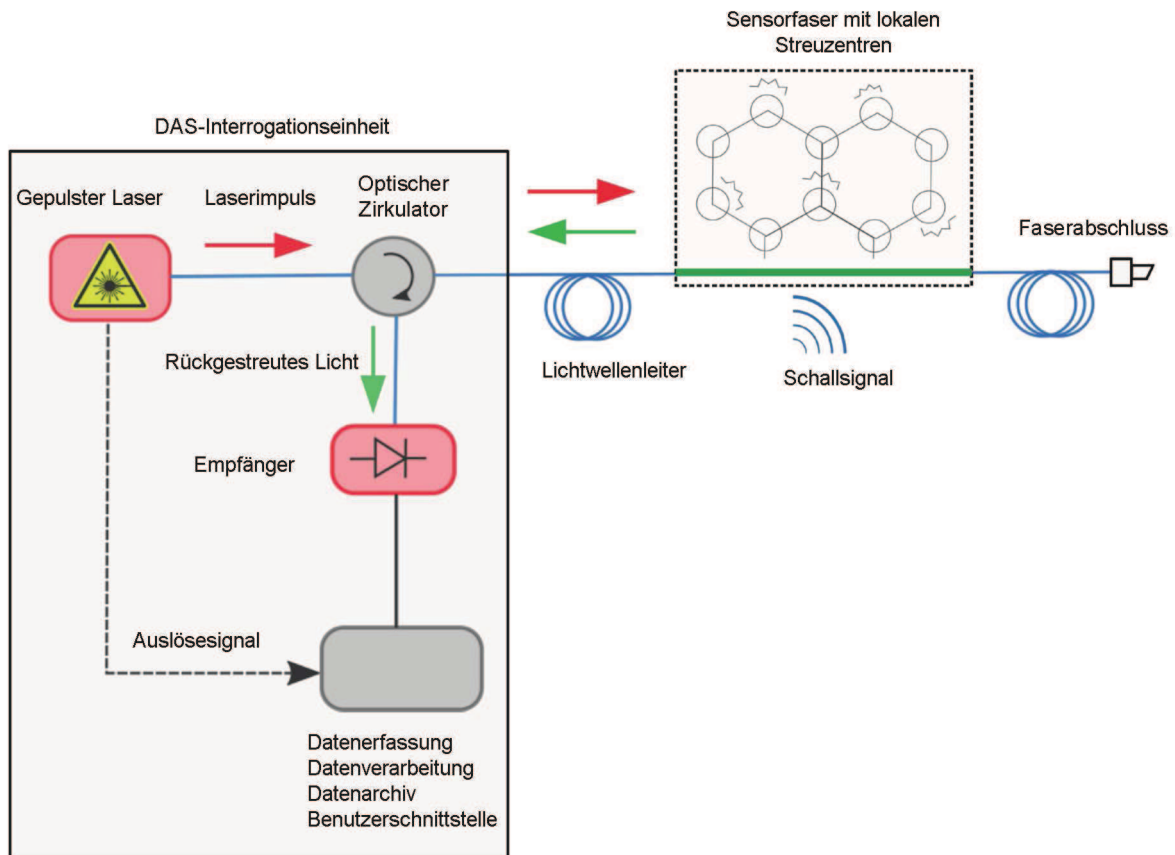


Bild 1 – Verteiltes Schallmesssystem

3.1.3

Abstandsmessbereich

größter Abstand (festgelegt in Längeneinheiten) vom Ausgangsstecker der Interrogationseinheit entlang des simulierten LWL-Sensors, bei dem das DAS ein akustisches Signal mit einer festgelegten Messleistungsfähigkeit unter festgelegten Bedingungen misst

[QUELLE: IEC 61757-2-2:2016, 3.2, modifiziert – an Schallmessung angepasst.]

3.1.4

Faserstrecker

Gerät, bei dem eine äußere Anregung eine linear proportionale Faserdehnung gleichmäßig über die angebrachte Faserlänge bewirkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise besteht das Faserstreckgerät aus einem piezoelektrischen Zylinder mit einer elektrischen Anregung.

3.1.5

Interrogationseinheit

IU, en: interrogation unit

optoelektronisches Messgerät, das mit dem verteilten LWL-Sensor verbunden ist und die dynamische Dehnung entlang der Faser misst und aufzeichnet

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Prozessor, das Datenarchiv und die Benutzerschnittstelle könnten innerhalb der IU kombiniert oder eine einzelne, mit der IU verbundene Einheit sein. Die IU bietet Verarbeitungsfunktionen (standardisiert oder kundenspezifisch), Datenarchivierung (in der Regel standardisiert) und stellt eine Schnittstelle zur Verfügung, um die

Interrogationseinheit zu steuern und „einzustellen“, Verarbeitungsoptionen auszuwählen und die Datenerfassungsoptionen (ausgelöst, zeitgesteuert oder andere) festzulegen und umzusetzen.

3.1.6

Position

optische Entfernung (ausgedrückt in einer Längeneinheit) vom Ausgangssteckverbinder der Interrogationseinheit zu einem gewünschten Abtastpunkt entlang des simulierten LWL-Sensors

[QUELLE: IEC 61757-2-2:2016, 3.7, modifiziert – An simulierten LWL-Sensor angepasst.]

3.1.7

Messzeit

Zeit zwischen unabhängigen akustischen Signalmessungen bei der Durchführung aufeinanderfolgender Messungen entlang des simulierten LWL-Sensors

Anmerkung 1 zum Begriff: Gleichbedeutend ist dies der Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Abtastspur-Zeitstempeln unter diesen Bedingungen (siehe Bild 2).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Interrogationsrate (festgelegt in Hz) ist äquivalent zur Impulsfrequenz für Interrogationseinheiten mit optischer Impulsinterrogation. Sie ist gleich dem Kehrwert der Messzeit (siehe Bild 2).

[QUELLE: IEC 61757-2-2:2016, 3.8, modifiziert – An Schallmessung angepasst.]

3.1.8

Nyquist-Frequenz

Frequenz, repräsentiert durch die Dauer oder Periode der halben Interrogations- oder Abtastrate, je nachdem, was kleiner ist

BEISPIEL Bei einer Interrogationsrate von 20 kHz (20 000 Abtastwerte je Sekunde) beträgt die Nyquist-Frequenz 10 kHz.

3.1.9

Leistungsdichtespektrum

PSD

Quadratwurzel der spektralen Leistungsdichte, abgeleitet aus den in den Frequenzbereich transformierten Zeitreihendaten

3.1.10

Abtastwertnummer

Sequenznummer eines Abtastwerts in einer Zeitreihe

3.1.11

Abtastrate

Rate, mit der akustische Rohdaten von der Interrogationseinheit ausgegeben werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die höchste Abtastrate ist gleich der Interrogationsrate. Die Abtastrate gilt, wenn die Interrogationsrate verringert wird (durch Dezimierung oder anderweitig), bevor sie von der Interrogationseinheit ausgegeben wird.

3.1.12

Abtastpunktnummer

fortlaufend nummerierter räumlicher Abtastpunkt, der über die Länge des Sensors zunimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der erste räumliche Abtastpunkt beginnt bei Null.

3.1.13

räumliche Auflösung

Mittelwert der räumlichen Abtastintervalle, die innerhalb des Bereichs des ansteigenden und/oder abfallenden Kurve einer Sprungantwort liegen, die durch eine örtlich abrupte Änderung des Anregungssignals erzeugt wird, ausgedrückt in Längeneinheiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller der Interrogationseinheit entwirft und/oder implementiert durch Hardware und/oder Software die räumliche Auflösung, die vom Benutzer gesteuert werden darf.

Anmerkung 2 zum Begriff: In Bild 19 ist der graphische Ansatz zur Bestimmung der räumlichen Auflösung dargestellt.

3.1.14

räumlicher Abtastwertabstand

Entfernung (ausgedrückt in Längeneinheiten) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abtastpunkten in einem einzelnen Schallsignal

[QUELLE: IEC 61757-2-2:2016, 3.11, modifiziert – an Schallmessung angepasst.]

3.1.15

räumlicher Abtastpunkt

SSP, en: spatial sample point

einer der Punkte entlang des simulierten LWL-Sensors, die durch die Konfiguration oder den Aufbau der Interrogationseinheit definiert sind und räumlich entlang der Faser als gleichmäßig voneinander entfernte Punkte dargestellt werden, von denen die Interrogationseinheit das rückgestreute Licht abtastet

3.1.16

Dehnungsempfindlichkeit

$\varepsilon_{\text{sens}}$

Grundrauschen des DAS, definiert als Dehnung:

$$\varepsilon_{\text{sens}} = \frac{\lambda \, d\phi}{4\pi \, n \, G \, \zeta} \quad (1)$$

Dabei ist

λ	die optische (Vakuum-) Betriebswellenlänge des DAS;
n	die Brechzahl der Sensorfaser (Gruppenbrechzahl);
G	die vom DAS verwendete räumliche Auflösung;
ζ	der fotoelastische Skalierungsfaktor für Längsdehnung in isotropem Werkstoff (= 0,78);
$d\phi$	das Grundrauschen des Systems in Radiant.

3.1.17

Zeitreihe

Datensatz für einen bestimmten Abtastpunkt, der wie mit der Interrogationsrate abgetastet dargestellt wird

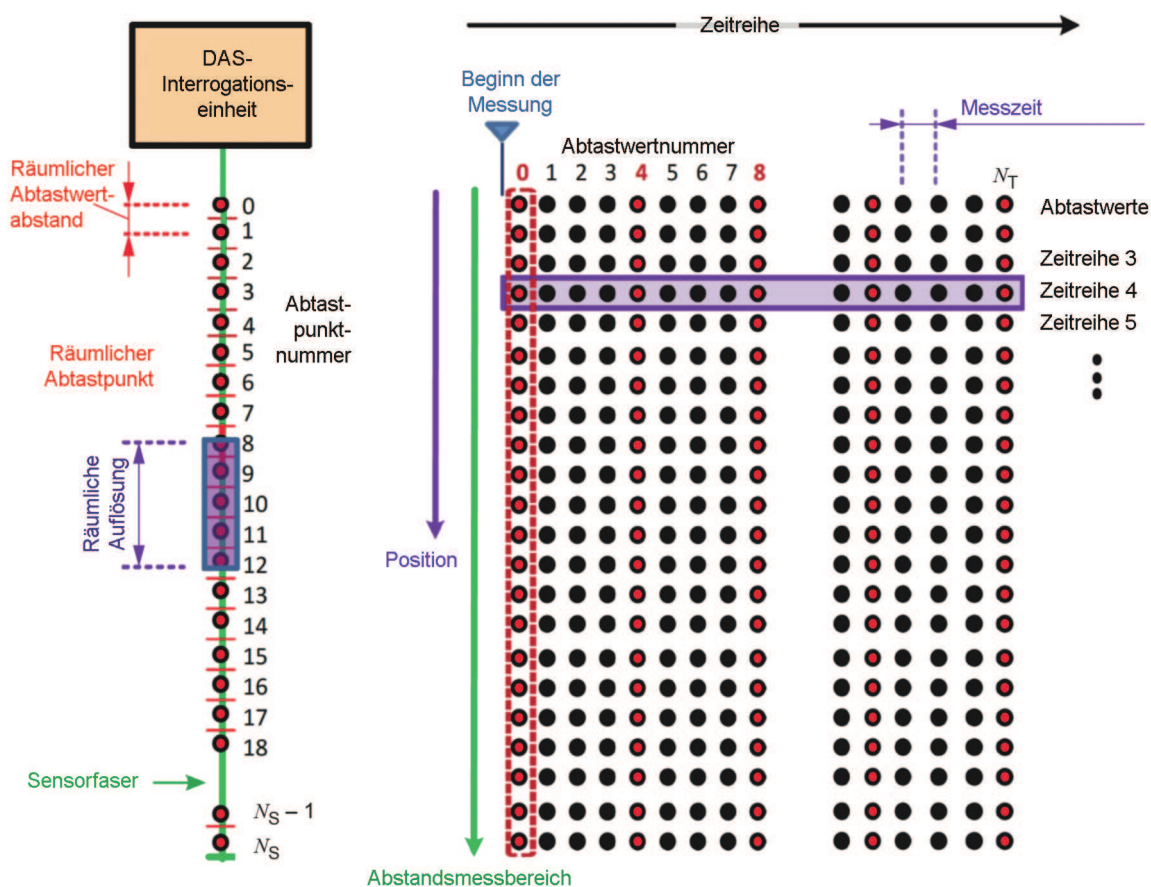
Anmerkung 1 zum Begriff: Zeitreihen können auch mit einer Unterabtastrate der Interrogationsrate dargestellt werden. Unabhängig davon, welche Rate verwendet wird, muss sie für alle in diesem Dokument beschriebenen Prüfungen verwendet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bild 2 veranschaulicht die Signalparameter in Bezug auf Zeitreihen und ihre räumliche Punktkennzeichnung.

3.2 Abkürzungen

CL	Übersprechpegel (en: crosstalk level)
DAS	verteiltes LWL-Schallmesssystem (en: distributed fibre optic acoustic sensing system)
FBG	Faser-Bragg-Gitter (en: fibre Bragg grating)
FFT	schnelle Fourier-Transformation (en: fast Fourier transform)
IU	Interrogationseinheit (en: interrogation unit)
OTDR	optische Zeitbereichsreflektometrie (en: optical time-domain reflectometry)
PR	Teilreflektor (en: partial reflector)

PSD	spektrale Leistungsdichte (en: power spectral density)
RL	Bezugspegel (en: reference level)
SEC	Abschnitt (en: section)
SFS	simulierter LWL-Sensor (en: simulated fibre sensor)
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis (en: signal-to-noise ratio)
SR	Signalantwort (en: signal response)
SSP	räumlicher Abtastpunkt (en: spatial sample point)
TP	Messpunkt (en: test point)



QUELLE: SEAFOM MSP-02 [1], übernommen mit Genehmigung von SEAFOM.

Bild 2 – Signalparameter in Bezug auf Zeitreihen und ihre räumliche Punktkennzeichnung

3.3 Symbole

L_s	Länge des Faserstreckers
$L_{F,tot}$	Gesamtfaserlänge (en: total fibre length)
L_L, L_R	Länge der linken bzw. rechten abfallenden Linie
M, M_C, M_{CN}	Betrag, kompensierter Betrag, kompensierter und normierter Betrag
P	Normierungsfaktor
THD_{FT}	Klirrfaktor (en: total harmonic distortion)
$\mu\epsilon$	technische Einheit für die lineare Dehnung mit einem Verhältnis der Längenzunahme Δl zur Länge l_0 in der Größenordnung von 10^{-6}

4 Leistungsparameter eines verteilten Schallmesssystems

Das technische Betriebsverhalten eines DAS muss durch die folgenden Leistungsparameter charakterisiert werden. Abschnitt 6 beschreibt die zugehörigen Prüfverfahren zur Bestimmung der Parameter:

- a) Dynamikbereich (siehe 6.2);
- b) Frequenzgang (siehe 6.3);
- c) Wiedergabetreue (optional) (siehe 6.4);
- d) Eigenrauschen (siehe 6.5);
- e) räumliche Auflösung (siehe 6.6);
- f) Übersprechen (siehe 6.7);
- g) Dämpfungsbudget (siehe 6.8);
- h) Reflexionsstabilität des Sensors (siehe 6.9).

5 Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Leistungsparameter

5.1 Simulierter LWL-Sensor (SFS)

Jeder der Leistungsparameter muss unter Verwendung eines simulierten LWL-Sensors (SFS) mit einer geeigneten Gesamtfaserlänge ($L_{F,tot}$) bewertet werden, der an den jeweiligen IU-Prüfling angeschlossen wird.

Der SFS muss wie in Bild 3 dargestellt aufgebaut sein. Er muss funktionell aus vier Verzögerungsspulen und drei Faserstreckern bestehen, die miteinander verspleißt sind und eine zusammenhängende Länge darstellen, bei der es sich um $L_{F,tot}$ handelt. In dieser Ansicht sind sie alle mit LWL-Anschlussfasern dargestellt, die am Anfang und Ende der $L_{F,tot}$ mit einem Steckverbindertyp nach Wahl winklig abgeschlossen sind. Am Ende von $L_{F,tot}$ sollte eine Rückstredämpfung von > 50 dB vorhanden sein.

Alle Elemente des SFS müssen in einer isolierten Kammer untergebracht sein, die eine Störfestigkeit gegenüber Schall und Vibrationen bietet (siehe 5.5).

Jeder der drei Faserstrecke besteht aus einer Faser der Länge L_s . Die Faserstrecke befinden sich zwischen den vier Verzögerungsspulen und stellen Positionen für viele der Prüfungen der Leistungsparameter dar. Dies sind TP_1 , TP_2 und TP_3 .

Die Längen der Verzögerungsspulen 1 bis 4 müssen mithilfe der folgenden Beziehungen bestimmt werden:

- a) die Längen der Verzögerungsspulen 1 und 4 werden gleich 250 m gesetzt;
- b) die Längen der Verzögerungsspulen 2 und 3 werden gleich $L_{F,tot}' / 2$ gesetzt.

Dabei ist

$$L_{F,tot}' = L_{F,tot} - 500 \text{ m} - 3 L_s;$$

$L_{F,tot}$ die Gesamtfaserlänge;

L_s die Länge des Faserstreckers.