

DIN EN IEC 61757-5-1

ICS 33.180.99

Einsprüche bis 2021-08-11

Entwurf

**Lichtwellenleistersensoren –
Teil 5-1: Neigungsmessungen –
Neigungssensoren basierend auf Faser-Bragg-Gitter
(IEC 86C/1674/CD:2020);
Text Deutsch und Englisch**

Fibre optic sensors –
Part 5-1: Tilt measurement –
Tilt sensors based on fibre Bragg gratings
(IEC 86C/1674/CD:2020);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-06-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE oder Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 39 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86C/1674/CD:2020-06 „Fibre optic sensors – Part 5-1: Tilt measurement – Tilt sensors based on fibre Bragg gratings“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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.

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.

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

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	6
4 Symbole.....	7
5 Konstruktion und Eigenschaften.....	8
5.1 Faser-Bragg-Gitter (FBG).....	8
5.2 Aufbau des FBG-Neigungssensors.....	8
5.3 Referenzwellenlänge.....	10
5.4 Stabilitätsverhalten.....	10
5.4.1 Drift und Kriechen.....	10
5.4.2 Hysterese.....	10
5.5 Prüfling.....	11
5.6 Messwertanzeige.....	11
5.7 Nullpunktbezogene Messung.....	11
5.8 Nicht nullpunktbezogene Messung.....	11
5.9 Herstellungscharge.....	11
5.10 FBG-Neigungssensor-Standardmodell.....	11
5.11 FBG-Neigungssensorserie.....	11
6 Zu messende Merkmale und Kennwerte.....	12
6.1 Probenahme und statistische Bewertung.....	12
6.1.1 Probenahme.....	12
6.1.2 Zufällige Probenahme.....	12
6.1.3 Typprüfung.....	12
6.1.4 Reihenprüfung.....	12
6.1.5 Einzelne Stichprobenprüfung.....	12
6.1.6 Ausweisen des Messergebnisses.....	12
6.1.7 Aufbereitung des Prüflings.....	13
6.1.8 Umgebungsprüfbedingungen.....	13
6.1.9 Für die speziellen Kennwerte geforderte Art der Prüfung.....	13
6.2 Bragg-Wellenlänge λ_B	13
6.2.1 Allgemeines.....	13
6.2.2 Messverfahren.....	13
6.2.3 Auswertung.....	14
6.2.4 Bericht.....	14
6.3 Spektralbreite des FBG.....	14
6.3.1 Messverfahren.....	14
6.3.2 Auswertung.....	14

6.3.3	Prüfbericht.....	14
6.4	FBG-Reflexionsgrad.....	14
6.4.1	Messverfahren.....	14
6.4.2	Auswertung.....	14
6.4.3	Bericht.....	15
6.5	Neigungsmessung.....	15
6.5.1	Prüfaufbau.....	15
6.5.2	Messverfahren.....	15
6.5.3	Kalibrierung und Auswertung.....	17
6.6	Skalierungsfaktor κ_θ	17
6.6.1	Allgemeines.....	17
6.7	Temperatur- und Feuchtebereiche.....	17
6.7.1	Allgemeines.....	17
6.7.2	Messverfahren.....	18
6.7.3	Auswertung.....	18
6.7.4	Bericht.....	18
7	Anzugebende Merkmale und Kennwerte.....	19
7.1	Einzelheiten der Konstruktion.....	19
7.2	Aufbau des FBG-Neigungssensors.....	19
7.3	Temperatur- und Feuchtebereich.....	19
7.4	Anforderung an den Anschluss.....	19
8	Empfehlungen für den Einsatz von FBG-Messgeräten.....	19
	Literaturhinweise	20

Bilder

Bild 1 – Beispiele für die Messung von einachsigen Neigungsänderungen mit einer rotierenden Trommel (a) oder einer flexiblen Metallplatte (b).....	9
Bild 2 – Beispiele für durch Neigung verursachte Änderung der Bragg-Wellenlänge.....	9
Bild 3 – Beispiel für einen Neigungssensor mit FBG (schematische Darstellung).....	9
Bild 4 – Schematisches Diagramm eines Neigungsmesssystems.....	15
Bild 5 – Beispiel für die Temperaturabhängigkeit der Bragg-Wellenlängen zweier FBG.....	16
Bild 6 – Beispiel für die Neigungsabhängigkeit der Bragg-Wellenlängen von FBG1 und FBG2.....	16

Tabellen

Tabelle 1 – Für die speziellen Kennwerte geforderte Art der Prüfung.....	13
--	----

Einleitung

Die Normenreihe IEC 61757 ist nach der folgenden logischen Struktur aufgebaut. Unterteile werden als IEC 61757- M - T benannt, wobei M die Maßgröße und T die Technologie angibt.

Lichtwellenleitersensoren – Teil 5-1: Neigungsmessungen – Neigungssensoren basierend auf Faser-Bragg-Gitter

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument definiert Terminologie, Struktur und ein charakteristisches Prüfverfahren eines optischen Neigungssensors auf Grundlage eines Faser-Bragg-Gitters. Fachgrundspezifikationen für Lichtwellenleitersensoren sind in IEC 61757 definiert.

Diese Norm legt die wichtigsten Eigenschaften und Kennwerte eines faseroptischen Sensors für Neigungsmessungen auf Basis eines Faser-Bragg-Gitters als empfindliches Element fest und definiert die Verfahren zu deren Bestimmung.

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 60068-2 (alle Teile), *Environmental testing – Part 2: Tests*

IEC 60874-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification*

IEC 61300-2 (alle Teile), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2: Tests*

IEC 61757, *Fibre optic sensors – Generic specification*

IEC 61757-1-1:2020, *Fibre optic sensors – Part 1-1: Strain measurement – Strain sensors based on fibre Bragg gratings*

IEC 62129-1, *Calibration of wavelength/optical frequency measurement instruments – Part 1: Optical spectrum analyzers*

IEC 62129-2, *Calibration of wavelength/optical frequency measurement instruments – Part 2: Michelson interferometer single wavelength meters*

IEC 62129-3, *Calibration of wavelength/optical frequency measurement instruments – Part 3: Optical frequency meters internally referenced to a frequency comb*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 61757-1-1:2020 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 <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Neigung

Drehwinkel für einen Punkt, der um eine feste Achse rotiert, Quotient aus der von dem Punkt zurückgelegten Länge und dem Abstand vom Punkt zur Achse, positiv oder negativ genommen, je nachdem, ob die Drehung entgegen dem Uhrzeigersinn oder im Uhrzeigersinn beobachtet wird, für einen Beobachter, der in die Richtung schaut, die der Richtung der Achse entgegengesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Drehwinkel kann jeden reellen Wert annehmen, während der in der Geometrie definierte Winkel oder ebene Winkel (siehe IEC 60050-102:2007, 102-04-14) nicht-negativ und auf das geschlossene Intervall $[0, \pi]$ beschränkt ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die kohärente SI-Einheit des Winkels ist Radiant (Symbol rad). Andere für die Verwendung mit dem SI anerkannte Einheiten sind Grad (Symbol °), Minute (Symbol ') und Sekunde (Symbol ") : $1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$, $1' = (1/60)^\circ$, $1'' = (1/60)'$.

[QUELLE: IEC 61757-5-1:2021-07]

3.2

FBG-Neigungssensor

Bauelement, das ein oder mehrere Faser-Bragg-Gitter als empfindliches Element für Neigungsmessungen enthält

3.3

Skalierungsfaktor

κ_θ

Verhältnis der relativen Änderung der Wellenlänge $\Delta\lambda/\lambda_0$ zu einer mechanischen Neigungsänderung $\Delta\theta$ an einem FBG-Neigungssensor, das durch den Skalierungsfaktor κ_θ mit der Einheit 1/rad ausgedrückt und vom Hersteller gemessen wird

$$\kappa_\theta = \frac{\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}}{\Delta\theta}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Skalierungsfaktor κ_θ wird von den Herstellern verwendet, um die Neigungsempfindlichkeit ihrer Produkte anzugeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Skalierungsfaktor κ_θ eines FBG-Neigungssensors nimmt eine lineare Kennlinie an. Betrachtet man das gesamte Messsystem (Sensor, Vorrichtung, Verkabelung), so kann er für die Komponenten des Messsystems einzeln definiert werden. Dies gilt nur für festgelegte Bedingungen. Im Falle einer nichtlinearen Kennlinie kann der Skalierungsfaktor κ_θ innerhalb definierter Fehlergrenzen als linear angesehen werden.

3.4

Temperatureinfluss auf einen FBG-Neigungssensor

Änderung der Bragg-Wellenlänge eines FBG-Neigungssensors, der nur thermischer Anregung ausgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die temperaturbedingte Neigung wird als eine scheinbare Neigung wahrgenommen. Daher ist eine Temperaturkompensation erforderlich, wenn nur ein FBG zur Messung der Neigung verwendet wird.

4 Symbole

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Symbole:

Λ	FBG-Periode
λ_B	Bragg-Wellenlänge
λ_0	Referenzwellenlänge
κ_θ	Skalierungsfaktor
$\Delta\theta$	Neigungsänderung

ΔT	Temperaturänderung
L	Länge
D	Auslenkung
C	Temperaturkompensationskonstante

5 Konstruktion und Eigenschaften

5.1 Faser-Bragg-Gitter (FBG)

Faser-Bragg-Gitter sind in Lichtwellenleiter eingeschriebene Phasenbeugungsgitter. Sie werden häufig unter Verwendung von UV-Licht (z. B. mit einem Excimerlaser bei 248 nm) erzeugt. Die Faser wurde dieser UV-Strahlung ausgesetzt, um ein Interferenzmuster zu erzeugen. Für UV-Licht empfindliche Prozesse führen dann zu Änderungen der Brechzahl des Faserkerns, der für diese empfänglich ist. Das Interferenzmuster ist eine Abbildung einer periodisch wechselnden Brechzahl im Faserkern. Das einfallende und entlang der Faser übertragene Licht wird zusätzlich für eine bestimmte Wellenlänge an diesen Punkten überlagert (konstruktive Interferenz); dieser spektrale Anteil des einfallenden Lichts wird reflektiert. Im übertragenen Licht wird genau diese Wellenlänge (bezeichnet als Bragg-Wellenlänge λ_B) entsprechend dem FBG-Reflexionsvermögen gedämpft.

Der Wert der reflektierten Bragg-Wellenlänge λ_B wird durch die Bragg-Bedingung bestimmt:

$$\lambda_B = 2 \cdot n_{eff} \cdot \Lambda \quad (1)$$

Nach Gleichung (1) hängt die Bragg-Wellenlänge λ_B des FBG von der effektiven Brechzahl des FBG und der FBG-Periode Λ ab. Die Spektralbreite des Scheitels der Bragg-Wellenlänge wird grundsätzlich durch die Anzahl der Gitterperioden und die Stärke der Modulation der Brechzahl bestimmt (siehe IEC 61757-1-1:2020, 5.1).

5.2 Aufbau des FBG-Neigungssensors

Der FBG-Neigungssensor kann aus verschiedenen Werkstoffen und in verschiedenen Formen als Segment eines Lichtwellenleiters mit einem oder mehreren FBG-Sensoren aufgebaut sein (im Folgenden als Bragg-Gitterfaser bezeichnet). Der FBG-Neigungssensor ist in der Lage, sowohl absolute als auch relative Neigung zu messen, eignet sich aber eher für die Neigungsüberwachung anhand relativer Neigungsänderungen. Die Bezugsachse für absolute Neigungsmessungen ist die vertikale Achse.

Wird der Sensor so geneigt, dass sich durch die Neigung die auf den FBG-Sensor wirkende Zugkraft ändert, so kann die Neigung durch Messung der reflektierten Bragg-Wellenlänge des FBG gemessen werden (siehe Bild 1 a) und b)). Im Beispiel von Bild 1 a) bewirkt die Neigungsänderung eine Änderung des Drehmoments aufgrund der Neupositionierung des Gewichts, die wiederum eine Änderung der auf das FBG ausgeübten Zugkraft bewirkt, was zu einer Änderung der reflektierten FBG-Wellenlänge führt (siehe Bild 2 a), b) und c)). Das Verfahren zur Umrechnung einer Neigungsänderung in eine Änderung der Bragg-Wellenlänge ist nicht Bestandteil dieser Norm und darf je nach Hersteller unterschiedlich sein.

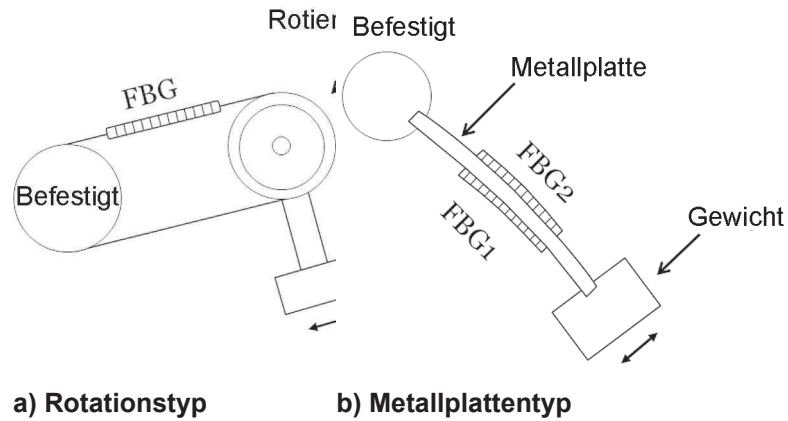


Bild 1 – Beispiele für die Messung von einachsigen Neigungsänderungen mit einer rotierenden Trommel (a) oder einer flexiblen Metallplatte (b)

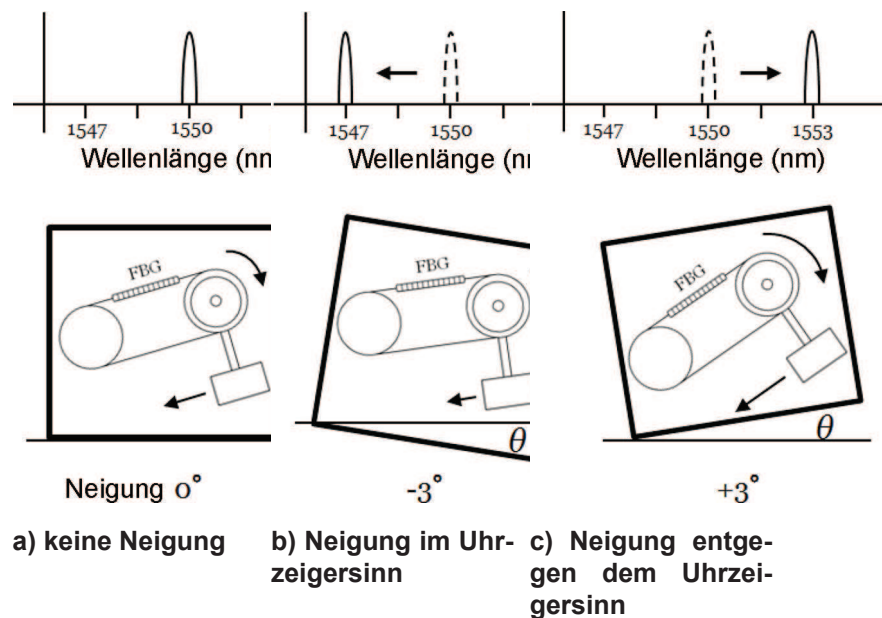


Bild 2 – Beispiele für durch Neigung verursachte Änderung der Bragg-Wellenlänge

Eine optische Quelle und ein Detektor sind mit dem neigungserkennenden FBG verbunden, wie in Bild 3 gezeigt. Ein zusätzliches FBG (FBG1), das in unmittelbarer Nähe des neigungserkennenden FBG (FBG2) angeordnet ist, wird zur Temperaturkompensation verwendet, während FBG2 Neigungsmessungen durchführt. FBG1 und FBG2 können parallel oder in Reihe geschaltet werden, wie in Bild 3 dargestellt.

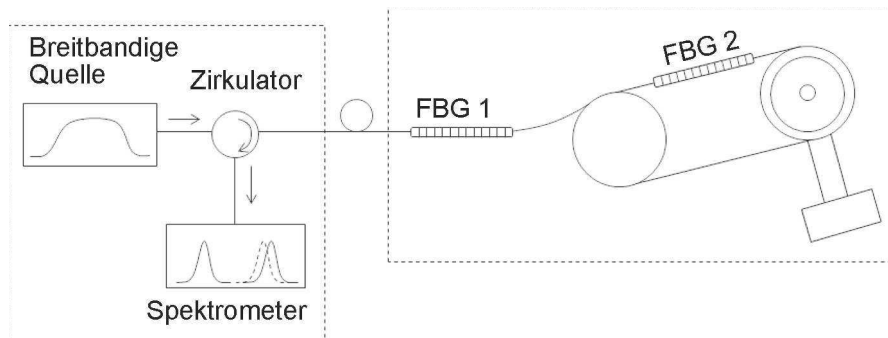


Bild 3 – Beispiel für einen Neigungssensor mit FBG (schematische Darstellung)

5.3 Referenzwellenlänge

Verschiedene Auswertungsverfahren und unterschiedliche Geräte führen bei der gleichen Filterfunktion des FBG zu unterschiedlichen gemessenen Bragg-Wellenlängen. Im Kontext dieser Norm wird daher das Ergebnis der Wellenlängenmessung nach der Installation des FBG-Neigungssensors mit der festgelegten Einrichtung als Referenzwellenlänge λ_0 bezeichnet.

Die Referenzwellenlänge ist nicht notwendigerweise gleich der vom Hersteller des FBG festgelegten Bragg-Wellenlänge. Wenn das FBG zum Beispiel vorgespannt ist, gibt es eine Differenz zwischen der Referenzwellenlänge und der Bragg-Wellenlänge. Ist das FBG nicht vorgespannt, so ist die Differenz zwischen der Referenzwellenlänge und der Bragg-Wellenlänge in der Regel sehr klein, so dass beide Wellenlängenwerte ohne erheblichen Fehler verwendet werden können.

Wenn die Referenzwellenlänge am Anfang eines Messzyklus gemessen wird, kann diese Wellenlängenmessung als Nullpunkt-Messwert betrachtet werden.

5.4 Stabilitätsverhalten

5.4.1 Drift und Kriechen

Stabilität ist im allgemeinen die Fähigkeit eines Messsystems, seine messtechnischen Kennwerte über die vorgesehene Betriebszeit beizubehalten und andere Spezifikationen zu erfüllen. Stabilität im Sinne dieser Norm ist die Eigenschaft des eingesetzten FBG-Neigungssensors, seine optischen Kennwerte über eine durch die Zielsetzung vorgegebene Nutzungsdauer gleichbleibend beizubehalten bzw. nur eine geringe zulässige Abweichung aufzuweisen.

Messwertabweichungen könnten auftreten:

- wenn die betreffenden Werkstoffe einer Langzeitbeanspruchung ausgesetzt sind (Kriechen);
- ohne dass eine Beanspruchung auftritt (Nullpunktdrift).

Dies könnte durch langsames Fortschreiten der chemischen oder physikalischen Funktionsbeeinträchtigung innerhalb der verwendeten Werkstoffe verursacht werden (z. B. bei Alterung) oder durch eine Änderung der physikalischen Anfangsbedingungen (z. B. Temperatur oder Luftfeuchte).

Kriechen ist eine Größe, die von den eingesetzten Werkstoffen, dem Aufbau des Sensors und der Betriebsweise abhängig ist und nur experimentell ermittelt werden kann. Nach den bisher gesammelten Erfahrungen bleibt die Fehlerauswirkung infolge des Kriechens innerhalb der festgelegten Messunsicherheit auf den Skalierungsfaktor κ_0 unerheblich, sofern das vom Hersteller vorgeschriebene Verbindungsmaterial verwendet wird.

Drift wird durch eine langsame Veränderung der messtechnischen Merkmale des Messsystems verursacht. Der Driftfehler des FBG-Neigungssensors ist nach dem Stand der Technik vernachlässigbar klein; daher ist für diese Norm keine weitere Festlegung erforderlich. Wenn Drift jedoch beispielsweise durch ein verändertes Herstellungsverfahren oder einen unzureichenden Wiederbeschichtungswerkstoff erzeugt wird, sollte die Drift angegeben werden.

5.4.2 Hysterese

Hysterese in der Werkstoffkunde bedeutet, dass nach dem Wegfall der Eingangsgröße ein bestimmter Werkstoff nicht bzw. erst nach einer Zeitverzögerung seinen ursprünglichen Zustand erreicht. Dies bedeutet, dass der Ausgangswert eines elasto-plastischen Verformungsverhaltens nicht nur vom Eingangswert, sondern auch von zeitabhängigen Umkehrprozessen abhängig ist.

Bei Änderung der Neigung (oder der Temperatur) eines auf Siliziumdioxid (en: silica) basierenden FBG erfolgt die Verschiebung der Bragg-Wellenlänge üblicherweise ohne Hysterese-Effekt. Wenn Hysterese bei wiederholten oder zyklischen Bedingungen innerhalb des festgelegten Betriebsbereichs des Sensors auftritt, sollte die Größe der Hysterese beschrieben werden.

5.5 Prüfling

Die Prüflinge sind Platten oder andere Gegenstände, auf denen FBG-Neigungssensoren installiert sind, um deren Eigenschaften zu bestimmen und zu überprüfen. Das Konzept des „Standardprüflings“ wird im Zusammenhang mit der Kalibrierung und der Prüfung verwendet. Für die allgemeine Beschreibung der Messverfahren wird der Begriff „Messobjekt“ verwendet.

5.6 Messwertanzeige

Die in dem FBG erzeugten Veränderungen der Bragg-Wellenlänge werden durch ein angeschlossenes Messgerät erfasst (Messwerte) und für die messtechnische Auswertung verarbeitet (Ergebnis der Messung). Üblicherweise stellt die Messeinrichtung das optische Eingangssignal für den Sensor bereit und zeichnet auch das Antwortsignal des Sensors auf.

5.7 Nullpunktbezogene Messung

Mit den Begriffen „Nullpunktmessung“ bzw. „statische oder quasistatische Messung“ werden alle Messungen bezeichnet, bei denen sich der Messwert auf einen Anfangswert (den Nullpunkt) bezieht.

Dabei müssen auch die folgenden Einflussfaktoren berücksichtigt werden:

- die Drift des Messgeräts;
- das Bewertungsverfahren:

Verschiedene Bewertungsverfahren (unter Verwendung verschiedener Messgeräte) können in Bezug auf den Nullpunkt zu unterschiedlichem Messversatz führen. Bei einem Austausch des Messgeräts sollte der Nullpunktversatz zwischen dem alten und dem neuen Messgerät dementsprechend bestimmt werden;

- Kriechen beim eingesetzten Sensor.

Der Abtastvorgang durch die FBG-Neigungssensoren muss auf wegneutrale Weise erfolgen, so dass die Eigenschaften der Anschlussleitungen und der optischen Steckverbinder oder Spleiße keinen Einfluss auf den Nullpunkt haben. Dennoch wird eine regelmäßige Überprüfung des Nullpunkts empfohlen.

5.8 Nicht nullpunktbezogene Messung

Bei nicht nullpunktbezogenen oder periodischen dynamischen Messungen sind die gemessenen Werte nicht auf einen festen Anfangswert bezogen. Dies gilt nur für die Amplitudenmessung einer periodischen Schwingung.

5.9 Herstellungscharge

Eine FBG-Charge ist eine Gruppe von FBGs, die im gleichen Fertigungsprozess hergestellt wurde.

5.10 FBG-Neigungssensor-Standardmodell

Das Standardmodell eines FBG-Neigungssensors ist eine Gruppe von FBG-Neigungssensoren mit identischen physikalischen Eigenschaften (geometrische Maße, Herstellungsverfahren, verwendete Werkstoffe, Nachbearbeitung, Bragg-Wellenlänge).

5.11 FBG-Neigungssensorserie

Eine Serie ist eine Gruppe von FBG-Neigungssensoren, bei denen die verwendeten Werkstoffe und die Herstellungsprozesse identisch sind, deren Bragg-Wellenlänge oder Maße jedoch unterschiedlich sein dürfen.

6 Zu messende Merkmale und Kennwerte

6.1 Probenahme und statistische Bewertung

6.1.1 Probenahme

Die folgenden Probenahmeverfahren müssen entsprechend dem beabsichtigten Umfang der Prüfung angewandt werden:

- zufällige Probenahme;
- Typprüfung;
- Reihenprüfung;
- einzelne Stichprobenprüfung.

Viele Eigenschaften des FBG-Neigungssensors können nur an einem installierten Sensor bestimmt werden. In diesem Fall muss eine statistische Auswertung durchgeführt werden. Die Anzahl der verwendeten Sensorproben und das Datum der Bewertung sollten angegeben werden.

6.1.2 Zufällige Probenahme

Bei der Anforderung nach einer zufälligen Probenahme wird davon ausgegangen, dass die Schwankungen des Kennwerts einer Gaußschen Verteilung folgen. Alle Sensoren, die zur Prüfung des Kennwerts ausgewählt wurden, müssen der gleichen Herstellungsladung entstammen. Es müssen mindestens fünf Proben ausgewählt werden. Das Ergebnis einer Prüfung mit zufälliger Probenahme gilt für die gesamte Herstellungsladung.

6.1.3 Typprüfung

Die Typprüfung ist eine Prüfung mit zufälliger Probenahme nach 6.1.2, wobei das Ergebnis der Prüfung von mindestens fünf Proben dieses Typs als gültig für alle Herstellungsladungen erklärt wird.

6.1.4 Reihenprüfung

Die Reihenprüfung ist eine Prüfung mit zufälliger Probenahme nach 6.1.2, wobei das Ergebnis für eine einzelne Probe aus einer Sensorserie bestimmt und für die komplette Serie als gültig erklärt wird.

6.1.5 Einzelne Stichprobenprüfung

Jede Probe aus einer Sensorserie oder nur ein Prototyp eines einzigartigen FBG-Neigungssensors muss geprüft werden.

6.1.6 Ausweisen des Messergebnisses

Die Ergebnisse der Reihenprüfungen, Typprüfungen und Prüfungen mit zufälliger Probenahme werden als arithmetischer Mittelwert mit der zugehörigen Standardabweichung angegeben. Die Form der Angabe der Standardabweichung muss festgelegt werden.

Wenn die Sensoren X_1 bis X_n geprüft werden, wird der Kennwert als Mittelwert $\bar{x}$ der n mit den Sensoren gemessenen Werte x_1 bis x_n angegeben.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$