

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p>Technische Temperaturmessung Optischer Temperaturfühler basiert auf Faser-Bragg-Gittern Empfehlungen zur Durchführung von Temperaturmessungen und Angabe der Messunsicherheit Technical temperature measurement Optical temperature sensor based on fibre Bragg gratings Recommendation on temperature measurement and statement of measurement uncertainty</p>	<p>VDI/VDE 2660 Blatt 2 / Part 2 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</p>
---	---	---

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	3
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Begriffe	6
3 Formelzeichen und Abkürzungen.....	13
4 Grundlagen/Kennwerte.....	15
4.1 Faser-Bragg-Gitter (FBG).....	15
4.2 Abhängigkeit der Bragg-Wellenlänge von der Temperatur	19
4.3 Messtechnische Kennwerte.....	20
4.4 Kalibriermethoden	26
4.5 Sensitiver Bereich/temperaturempfindliche Länge des Fühlers.....	32
4.6 Beschreibung des statischen und dynamischen Verhaltens.....	32
4.7 Allgemeine Forderungen	36
5 Bauartspezifische Merkmale und anzugebende Kenngrößen	38
5.1 Konfiguration von FBG-Temperaturfühlern	38
5.2 Zugelassener Temperaturbereich	40
5.3 Zugelassene Klimabedingungen	41
5.4 Installationsbedingungen für die Prüflingsbewertung.....	41
5.5 Wiederkehrende Festlegungen für die Kennwerteprüfung	42
5.6 Installation conditions for the test sample evaluation	43
6 Bauartspezifische Merkmale und zu messende Kennwerte	44
6.1 Bragg-Wellenlänge λ_B	44
6.2 Spektrale Breite des FBG-Peaks	45
6.3 FBG-Reflektivität	46
6.4 Temperaturkennlinie.....	47
6.5 Temperaturmessbereich	48

Contents	Page
Preliminary note	3
Introduction	3
1 Scope.....	5
2 Terms and definitions.....	6
3 Symbols and abbreviations.....	13
4 Fundamentals/characteristics.....	15
4.1 Fibre Bragg grating (FBG).....	15
4.2 Dependence of the Bragg wavelength on the temperature	19
4.3 Characteristic values	20
4.4 Calibration methods.....	26
4.5 Sensitive area/temperature-sensitive length of the sensor	32
4.6 Description of the static and dynamic behaviour	32
4.7 General requirements	36
5 Design specific features and parameters to be provided	38
5.1 Configurations of FBG temperature sensors	38
5.2 Permitted temperature range	40
5.3 Permitted climate conditions.....	41
5.4 Recurring directives for characteristics testing	41
5.5 Anzuwendende Prüfungsart für einzelne Kennwerte.....	42
5.6 Type of test required for individual characteristics	43
6 Design specific features and characteristics to be measured.....	44
6.1 Bragg wavelength λ_B	44
6.2 Spectral width of the FBG peak	45
6.3 FBG reflectivity	46
6.4 Temperature characteristic	47
6.5 Temperature measurement range	48

Inhalt	Seite
6.6 Dynamisches Verhalten	48
6.7 Hysterese	49
7 Störeinflüsse bei der Temperaturmessung	50
7.1 Formstabilität des FBG-Peaks	50
7.2 Sensorspezifische Einflüsse.....	50
7.3 Polarisationseffekte.....	51
7.4 Kennliniendrift bei maximaler Betriebstemperatur.....	51
7.5 Einfluss des Wärmeübergangs auf die Fühlercharakteristik	52
7.6 Alterungsverhalten der beteiligten Werkstoffe	53
7.7 Einfluss von Biegung des FBG auf die Fühlercharakteristik	53
7.8 Physikalische/chemische Einflüsse.....	53
7.9 Andere Umgebungseinflüsse	55
8 Anforderungen an die optische Auswertung von FBG-Temperatursensoren	55
8.1 Bestimmung der FBG-Kennwerte unter Laborbedingungen	56
8.2 Empfehlungen zum Einsatz von FBG-Messgeräten.....	57
8.3 Anforderung an die Bestimmung der Bragg-Wellenlänge λ_B	60
8.4 Weitere spektrale Kennwerte	61
9 Angabe der Messergebnisse für die Kennwerte	63
9.1 Hinweise	63
9.2 Musterdatenblatt	64
Anhang A Weitere Eigenschaften von FBG-Temperaturfühlern.....	64
A1 Allgemeine mathematische Beschreibung von Faser-Bragg-Gitter-Sensoren	64
A2 Installationsvarianten.....	66
A3 Querdruckeinflüsse	67
Anhang B Beispiele für Kalibrierseinrichtungen	68
B1 Einfache Flüssigkeitsbäder	68
B2 Flüssigkeits-Rohrthermostate	69
B3 Festkörperkalibratoren	71
Anhang C Anforderungen an ein Datenblatt.....	73
C1 Allgemeines	73
C2 Mechanischer Aufbau	73
C3 Funktionskenngrößen	73
C4 Grenzparameter	74
C5 Temperaturangaben	74
C6 Weitere Angaben auf Anfrage	74
Anhang D Anwendungsbeispiele.....	75
D1 FBG-Temperaturmesslanze in einem Reaktor	75
D2 FBG-Temperaturmessung in einer Getreidemühle	75
Anhang E Hinweise zur Richtlinie	77
Schrifttum.....	78
Benennungsindex englisch – deutsch	80

Contents	Page
6.6 Dynamic behaviour.....	48
6.7 Hysteresis.....	49
7 Influences interfering the temperature measurement	50
7.1 Shape stability of the Bragg grating peak	50
7.2 Sensor-specific influences	50
7.3 Polarization effects	51
7.4 Drift of the characteristic curve at maximum operating temperature	51
7.5 Influence the heat transfer on the sensor characteristic	52
7.6 Aging behaviour of the materials involved	53
7.7 Influence of bending of the FBG on the sensor characteristic	53
7.8 Physical/chemical influences	53
7.9 Other environmental influences	55
8 Requirements for the optical evaluation of FBG temperature sensors	55
8.1 Determination of the FBG characteristic values under laboratory conditions	56
8.2 Recommendations for the use of FBG measurement devices	57
8.3 Requirements for the determination of the Bragg wavelength λ_B	60
8.4 Other spectral characteristics	61
9 Statement of the measurement results for the characteristic values	63
9.1 Practical information.....	63
9.2 Sample data sheet	64
Annex A Further properties of FBG temperature sensors	64
A1 General mathematical description of fibre Bragg grating sensors.....	64
A2 Versions of installation	66
A3 Transverse stress influences.....	67
Annex B Examples of calibration facility	68
B1 Simple liquid baths	68
B2 Liquid tube thermostats	69
B3 Solid state calibration facilities	71
Annex C Requirements for a data sheet.....	73
C1 General	73
C2 Mechanical setup	73
C3 Operational characteristics	73
C4 Limiting parameters	74
C5 Temperature data	74
C6 Further Information to be given upon request	74
Annex D Application examples	75
D1 FBG temperature measuring rod (measuring lance) in a reactor	75
D2 FBG temperature measurement in a grain mill.....	75
Annex E Notes on the standard	77
Bibliography	78
Term index English – German	80