

DIN ISO 9370

ICS 83.080.01

Einsprüche bis 2018-09-06

Entwurf

**Kunststoffe –
Apparative Bestimmung der Bestrahlung in Bewitterungsprüfungen –
Allgemeine Hinweise und Grundprüfung (ISO 9370:2017);
Text Deutsch und Englisch**

Plastics –

Instrumental determination of radiant exposure in weathering tests –

General guidance and basic test method (ISO 9370:2017);

Text in German and English

Plastiques –

Détermination au moyen d'instruments de l'exposition énergétique lors d'essais d'exposition aux intempéries –

Lignes directrices générales et méthode d'essai fondamentale (ISO 9370:2017);

Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-07-06 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 fnk@din.de 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 den DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 54 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Bedeutung und Verwendung.....	13
4.1 Allgemeine Überlegungen	13
4.2 Natürliche Bewitterung — Beanspruchung unter festem Winkel oder äquatorialer Montierung	14
4.3 Zeitraffende natürliche Bewitterung — Beanspruchungen mit gebündelter solarer Strahlung durch Verwendung von Fresnel-Sammelspiegeln	14
4.4 Zeitraffende künstliche Bewitterung und zeitraffende künstliche Bestrahlung	14
5 Prüfeinrichtung.....	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Nichtselektive Radiometer (siehe Tabelle 1).....	17
5.3 Selektive (UV-)Radiometer (siehe Tabelle 2)	17
5.4 Aufzeichnungsgeräte und Datenlogger	18
6 Kalibrierung	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Referenz- und Feldradiometer	19
6.3 Selektive Referenzradiometer.....	19
6.4 Selektive Feldradiometer	20
6.5 Andere Anforderungen.....	20
7 Durchführung.....	20
7.1 Natürliche Bewitterung — Beanspruchung unter festem Winkel oder äquatorialer Montierung	20
7.2 Zeitraffende natürliche Bewitterung — Beanspruchungen mit gebündelter solarer Strahlung durch Verwendung von Fresnel-Sammelspiegeln	21
7.3 Zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung.....	21
8 Beanspruchungsbericht.....	21
Anhang A (informativ) Vergleich typischer breitbandiger UV-Radiometer	23
Anhang B (informativ) Spektrale Fehlanpassung von selektiven Filterradiometern.....	24
Literaturhinweise.....	28

Nationales Vorwort

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der NA 054-01-04 AA „Verhalten gegen Umwelteinflüsse“ im DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 877-3	siehe	DIN EN ISO 877-3
ISO 4892-1	siehe	DIN EN ISO 4892-1
ISO 4892-2	siehe	DIN EN ISO 4892-2
ISO 4892-3	siehe	DIN EN ISO 4892-3
ISO 11341	siehe	DIN EN ISO 11341 ^{*)}
ISO 11507	siehe	DIN EN ISO 11507 ^{**)}

^{*)} Zurückgezogen. Wird ersetzt durch DIN EN ISO 16474-1 und DIN EN ISO 16474-2.

^{**)} Zurückgezogen. Wird ersetzt durch DIN EN ISO 16474-1 und DIN EN ISO 16474-3.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 877-3, *Kunststoffe — Freibewitterung — Teil 3: Beschleunigte Bewitterung mit gebündelter Sonnenstrahlung*

DIN EN ISO 4892-1, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 1: Allgemeine Anleitung*

DIN EN ISO 4892-2, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 2: Xenonbogenlampen*

DIN EN ISO 4892-3, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 3: UV-Leuchtstofflampen*

DIN EN ISO 11341, *Beschichtungsstoffe — Künstliches Bewittern und künstliches Bestrahlen — Beanspruchung durch gefilterte Xenonbogenstrahlung*

DIN EN ISO 11507, *Beschichtungsstoffe — Beanspruchung von Beschichtungen durch künstliche Bewitterung — Beanspruchung durch fluoreszierende UV-Strahlung und Wasser*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 *Plastics*, Unterkomitee SC 6, *Ageing, chemical and environmental resistance*, erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 9370:2009), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- das Kalibrierverfahren von selektiven (UV-)Radiometern wird genauer beschrieben;
- Anhang B wurde eingeführt, um eine mögliche spektrale Fehlanpassung selektiver Filtrerradiometer weitergehend zu erläutern (systematischer Fehler).

Einleitung

Die ausschließliche Festlegung von Zeiträumen natürlicher Bewitterung, zeitraffender natürlicher Bewitterung, zeitraffender künstlicher Bewitterung oder zeitraffender künstlicher Bestrahlung in Bezug auf die Zeit übersieht die Wirkungen, die durch Änderung der spektralen Bestrahlungsstärke der Lichtquelle verursacht werden sowie die Auswirkungen von Feuchtigkeit und/oder Temperaturunterschieden zwischen verschiedenen Beanspruchungsprüfungen. Die Bestimmung von Zeiträumen der natürlichen Bewitterungsbeanspruchung in Bezug auf die Gesamtbestrahlung durch die Sonne hat sich als hilfreich erwiesen, um Ergebnisse für diese Beanspruchungen zu vergleichen, die zu unterschiedlichen Zeiten am selben Ort zu durchgeführt wurden. Allerdings ist es auch wichtig, die solare ultraviolette Bestrahlung für natürliche Bewitterungsbeanspruchungen und die ultraviolette Bestrahlung bei der zeitraffenden künstlichen Bewitterung oder zeitraffenden künstlichen Bestrahlung zu überwachen.

Zwei Ansätze zur Messung von ultravioletter Strahlung werden häufig verwendet. Der erste besteht darin, einen physikalischen Standard zu verwenden, d. h. einen Referenzwerkstoff zu beanspruchen, der eine Eigenschaftsänderung proportional zur Dosis der einfallenden UV-Strahlung zeigt. Der bevorzugte Ansatz besteht darin, ein Radiometer zu verwenden, das für ultraviolett empfindlich ist. Dieses Dokument behandelt diesen Ansatz. Er empfiehlt wichtige Eigenschaften für die verwendeten Geräte und gibt Hinweise für die Auswahl und den Einsatz dieser Radiometer.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren für die apparative Messung der Bestrahlungsstärke auf einer ebenen Oberfläche fest. Dies umfasst nicht nur natürliche solare Strahlung, sondern auch verstärkte natürliche solare Strahlung und Strahlung, die von Laborlichtquellen erzeugt wird.

Für die Messung der solaren Strahlung zur natürlichen Bewitterung und zeitraffenden natürlichen Bewitterung umfassen die apparativen Techniken die kontinuierliche Messung der gesamten solaren, solaren ultravioletten und spektralen solaren (ultravioletten) Bestrahlungsstärke und die Zusammenstellung oder Einbindung von unverzögerten Daten für die Bereitstellung der Bestrahlung.

Für die Messung der Strahlung bei zeitgeraffter künstlicher Bewitterung oder zeitgerafften künstlichen Bestrahlungen umfassen die apparativen Techniken die kontinuierliche Messung der gesamten oder festgelegten Wellenlängenbänder der ultravioletten Strahlung, der sichtbaren spektralen Bestrahlungsstärke und/oder der ultravioletten spektralen Bestrahlungsstärke und die Zusammenstellung oder Einbindung von unverzögerten Daten für die Bereitstellung der Bestrahlung.

Dieses Dokument legt keine Verfahren fest, die Blaumaßstäbe, chemische Aktinometrie oder Polymer- oder andere Filmdosimetrie verwenden.

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).

ISO 9059, *Solar energy — Calibration of field pyrheliometers by comparison to a reference pyrheliometer*

ISO 9060, *Solar energy — Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation*

ISO 9846, *Solar energy — Calibration of a pyranometer using a pyrheliometer*

ISO 9847, *Solar energy — Calibration of field pyranometers by comparison to a reference pyranometer*

ASTM E816, *Standard Test Method for Calibration of Pyrheliometers by Comparison to Reference Pyrheliometers*

ASTM E824, *Standard Test Method for Transfer of Calibration From Reference to Field Radiometers*

ASTM G90, *Standard Practice for Performing Accelerated Outdoor Weathering of Nonmetallic Materials Using Concentrated Natural Sunlight*

ASTM G130, *Standard Test Method for Calibration of Narrow- and Broad-Band Ultraviolet Radiometers Using a Spectroradiometer*

ASTM G138, *Standard Test Method for Calibration of a Spectroradiometer Using a Standard Source of Irradiance*

ASTM G183, *Standard Practice for Field Use of Pyranometers, Pyrheliometers and UV Radiometers*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1
zeitraffende künstliche Bewitterung
Beanspruchung eines Materials in einem Laborbewitterungsgerät unter Bedingungen, die verglichen mit den im Freien oder im realen Einsatz auftretenden Bedingungen zyklisch und verschärft sein können

Anmerkung 1 zum Begriff: Dazu gehören eine Laborstrahlungsquelle, Wärme und Feuchte (in Form der relativen Luftfeuchte und/oder Sprühwasser, Kondensation oder Eintauchen) bei einem Versuch, die gleichen Veränderungen schneller hervorzubringen als die, die bei langfristiger Beanspruchung im Freien auftreten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Gerät kann eine Einrichtung zur Steuerung und/oder Überwachung der Strahlungsquelle und anderer Bewitterungsparameter enthalten. Es kann auch die Bewitterung unter besonderen Bedingungen, wie z. B. Säuresprühnebel zur Simulation der Wirkung von technischen Gasen umfassen.

3.2
zeitraffende künstliche Bestrahlung
Beanspruchung eines Materials mit einer Laborstrahlungsquelle, die dafür vorgesehen ist, durch Fensterglas gefilterte solare Strahlung oder Strahlung von Quellen der Innenraumbeleuchtung zu simulieren, und mit der Probekörper relativ kleinen Änderungen von Temperatur und relativer Luftfeuchte ausgesetzt werden und versucht wird, die gleichen Änderungen schneller hervorzubringen, die auftreten, wenn das Material in einer Innenraumumgebung zum Einsatz kommt

3.3
Blockung
Fähigkeit eines Filters, Strahlung außerhalb des beabsichtigten Durchlassbereichs zurückzuweisen oder nicht zu übertragen, üblicherweise ausgedrückt als ein Anteil oder Prozentsatz der einfallenden Strahlung

3.4
Breitband
Eigenschaft von Filtern und Radiometern, bei denen die *Halbwertsbreite* (3.15) zwischen 20 nm und 70 nm liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es beschreibt typischerweise ein Filtrerradiometer, das im Bereich von 300 nm bis 400 nm misst.

3.5
Mittenwellenlänge
CW
(en: centre wavelength)
Wellenlänge am Mittelpunkt des Intervalls der *Halbwertsbreite* (3.15)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.6

Kosinus-Empfänger

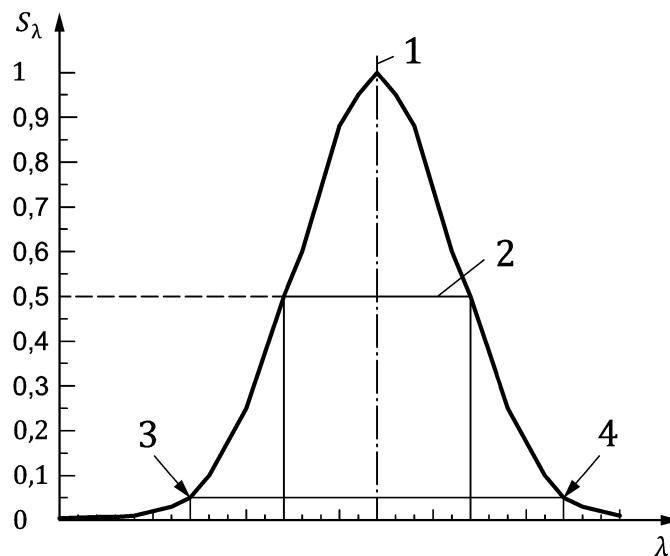
Vorrichtung für die Strahlungsübertragung, die den Strahlungsfluss entsprechend dem Kosinus des Einfallswinkels erfasst und die die gesamte einfallende Strahlung in 2π -Steradianen (d. h. in einer Halbkugel) zum Beispiel durch eine Ulbrichtsche Kugel oder einen Flächendiffusor sammelt

3.7

Cut-Off-Wellenlänge

Wellenlänge, bei der der Transmissionsgrad auf 5 % des Spitzentransmissionsgrads vermindert ist, wenn vom Spitzentransmissionsgrad in den Blockungsbereich der längeren Wellenlängen gegangen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Punkt 4 in Bild 1.



Legende

- λ Wellenlänge in nm
- S_λ normalisierte spektrale Empfindlichkeit
- 1 Mittenwellenlänge (CW)
- 2 Halbwertsbreite (en: full width at half maximum, FWHM)
- 3 Cut-On-Wellenlänge
- 4 Cut-Off-Wellenlänge

Bild 1 — Spektrale Empfindlichkeit eines UV-Radiometers

3.8

Cut-On-Wellenlänge

Wellenlänge, bei der der Transmissionsgrad auf 5 % des Spitzentransmissionsgrads erhöht ist, wenn vom Blockungsbereich der kurzen Wellenlängen zum Übertragungsbereich gegangen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Punkt 3 in Bild 1.

3.9

Detektor

Photorezeptor, der einen Teil eines Radiometers bildet, der einfallende Strahlung in ein elektrisches Signal für die Bestimmung der Bestrahlungsstärke einer Oberfläche umwandelt

3.10

diffuse solare Strahlung

gesamte Himmels- und (wenn innerhalb des Sichtfelds) Bodenreflexionsstrahlung innerhalb des 2π -Steradian-Sichtfelds einer ebenen Oberfläche, ausschließlich der Strahlung innerhalb des Raumwinkels von 5° bis 6° , zentriert um die Sonnenscheibe

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 3.11

3.11

direkte Strahlung

direkte solare Strahlung

Bestrahlungsstärke innerhalb eines eingegrenzten Raumwinkels (typischerweise 5° bis 6°), zentriert um die Sonnenscheibe

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die direkt-normale solare Strahlung bekannt ist, kann die direkte Strahlung auf einer schrägen Ebene durch Multiplikation der direkt-normalen solare Strahlung mit dem Kosinus des Winkels berechnet werden, der durch die Normale zur Ebene und einer Linie von der Basis der Normalen zur Mitte der Sonnenscheibe festgelegt ist.

3.12

direkt-normale solare Strahlung

direkte solare Strahlung, die auf eine Ebene normal (senkrecht) zum Sonnenstrahl auftrifft

Anmerkung 1 zum Begriff: Direkt-normale solare Strahlung wird mit einem Pyrheliometer gemessen.

3.13

Drift

Änderungsrate der Empfindlichkeit eines Messgeräts über die Zeit, die die zeitbasierte Messbeständigkeit des Geräts angibt

3.14

Sichtfeld

Vollwinkel des Kegels, der durch den Mittelpunkt der Empfängerfläche und den Rand der begrenzenden Öffnung festgelegt ist

3.15

Halbwertsbreite

FWHM

(en: full width at half maximum)

<in einem Durchlassbereich> Intervall zwischen den Wellenlängen, bei denen der Transmissionsgrad 50 % des Spitzentransmissionsgrads beträgt, häufig als „Bandbreite“ bezeichnet

3.16

hemisphärische solare Strahlung

<auf einer schrägen Ebene> Summe der direkten solare Strahlung, die auf eine ebene Oberfläche auftrifft, zuzüglich der gesamten Himmels- und Bodenreflexionsstrahlung innerhalb des 2π -Steradian-Sichtfelds der Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Neigung der ebenen Oberfläche null Grad beträgt (d. h. sie ist horizontal), wird die hemisphärische solare Strahlung häufig als Globalstrahlung oder globale horizontale Strahlung bezeichnet.

3.17

Interferenzfilter

Filter, der die spektrale Zusammensetzung der durchgelassenen Strahlung durch die Interferenzeffekte festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die meisten Interferenzfilter bestehen aus dünnen metallischen oder dielektrischen Schichten, was zu einer hohen Durchlässigkeit ausgewählter Spektralbänder führt.

3.18

Bestrahlungsstärke

E

Strahlungsfluss je Flächeneinheit, gemessen in Watt je Quadratmeter ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$), der auf eine Oberfläche auftrifft

3.19

globale Einstrahlung

Strahlungsfluss der Sonne, direkt und diffus, der von einer horizontalen Ebene einer Flächeneinheit in einem Raumwinkel von 2π -Steradianen empfangen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Watt je Quadratmeter ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) gemessen.

3.20

spektrale Bestrahlungsstärke

E_λ

Bestrahlungsstärke je Wellenlängenintervall

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird typischerweise in Watt je Quadratmeter je Nanometer ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$) angegeben.

3.21

Langpassfilter

Filter, der Wellenlängen überträgt, die länger als die Cut-On-Wellenlänge sind, während kürzere Wellenlängen geblockt werden, und der durch einen steilen Übergang vom minimalen zum maximalen Transmissionsgrad gekennzeichnet ist

3.22

Schmalband

charakteristisch für Interferenzfilter mit einer *Halbwertsbreite* (3.15) von höchstens 20 nm

Anmerkung 1 zum Begriff: In Schmalbandfiltern des gleichen Typs wird die Vergleichspräzision der Mittenwellenlänge und der FWHM normalerweise innerhalb von ± 2 nm liegen.

3.23

Durchlassbereich

<in einem Bandpassfilter> Wellenlängeneinheit zwischen Cut-On und Cut-Off

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.24

Zentralwellenlänge

Wellenlänge bei maximalem Transmissionsgrad

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zentralwellenlänge ist nicht notwendigerweise die gleiche wie die Mittenwellenlänge (siehe Bild 1).

3.25

Pyranometer

Radiometer zur Messung der globalen Einstrahlung (oder, sofern geeignet, der hemisphärischen Einstrahlung)

3.26

Pyrheliometer

Radiometer zur Messung der direkt-normalen solaren Strahlung

3.27

Bestrahlung

H

Zeitintegral der Bestrahlungsstärke

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Joule je Quadratmeter ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$) gemessen.

3.28

Radiometer

Gerät zur Messung elektromagnetischer Strahlung, bestehend aus einem Detektor, allen erforderlichen Filtern und Diffusoren sowie einer Einrichtung zur Signalverarbeitung

3.29

Referenzradiometer

Gerät für die Erfassung eines Standardmesswerts in Bezug auf eine anerkannte Strahlungsskala (z. B. die spektrale Bestrahlungsstärkeskala World Radiation Reference) mit einem angegebenen Weg für die Rückverfolgbarkeit zu anerkannten Normen und einer angegebenen Messunsicherheit

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Referenzradiometer wird ausschließlich dafür verwendet, andere Radiometer durch Vergleich, Substitution oder eine andere direkte Beziehung zu kalibrieren.

3.30

Feldradiometer

Gerät, das im Feld oder in einer Vorrichtung für die künstliche zeitraffende Bewitterung eingesetzt wird, das für die routinemäßige Messung von Strahlung verwendet wird, mit einer auf eine anerkannte Standardskala rückverfolgbaren Kalibrierung, durch Übertragung der Skala durch Vergleich, Substitution oder eine andere direkte Beziehung zu einem Referenzradiometer

3.31

Kurzpassfilter

Filter, der Wellenlängen überträgt, die kürzer als die Cut-Off-Wellenlänge sind, während längere Wellenlängen zurückgewiesen werden, und der durch einen steilen Übergang vom maximalen zum minimalen Transmissionsgrad gekennzeichnet ist

3.32

Spektralradiometer

Gerät zur Messung der spektralen Bestrahlungsstärke in engen Wellenlängenintervallen über einen bestimmten Spektralbereich als eine Funktion der Wellenlänge

3.33

Rückverfolgbarkeit

Fähigkeit, das Messergebnis einer Eigenschaft eines Normals durch eine ununterbrochene Kette von Vergleichsmessungen mit angegebenen Messunsicherheiten auf geeignete Normale, im Allgemeinen nationale oder Dokumente, mit festgelegten Bezugsgrößen in Beziehung zu setzen

3.34

breitbandig

Eigenschaft von Filtern, bei denen die *Halbwertsbreite* (3.15) mindestens 70 nm beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es beschreibt typischerweise ein Filterradiometer mit einem breiten Durchlassbereich von beispielsweise 300 nm bis 800 nm.

4 Bedeutung und Verwendung

4.1 Allgemeine Überlegungen

4.1.1 Die Beanspruchung in Prüfeinrichtungen unter Verwendung von Laborlichtquellen erfordert gelegentlich die Messung der Bestrahlungsstärke und der Bestrahlung bei bestimmten Wellenlängen, um die Bestrahlungsstärke auf einer ebenen Oberfläche zu überwachen und, sofern erforderlich, zu regeln und/oder die Beanspruchungsstufen einer beanspruchten Probe quantitativ zu bestimmen. Typischerweise sind Messungen der Strahlung im Band von 290 nm bis 400 nm oder Schmalbandmessungen mit Mittenwellenlängen bei beispielsweise 340 nm oder 420 nm erforderlich. Im Gegensatz zu natürlichen Beanspruchungsbedingungen ist jedoch in vielen Lichtquellen, die für zeitraffende Laborprüfungen eingesetzt werden, eine Strahlung mit kleineren Wellenlängen als 300 nm vorhanden und es ist bekannt, dass diese Abbaureaktionen verursacht, die bei Beanspruchungen im Freien nicht auftreten. Zusätzlich kann Strahlung mit größeren Wellenlängen sehr wichtig für die Produktverschlechterung sein, wie zum Beispiel das Verblässen von Farben und Sensibilisierung des Polymerabbaus.

4.1.2 Breitbandige Filterradiometer dürfen gegenüber Änderungen in einigen Spektralbereichen der Quelle(n) innerhalb des Spektralbereichs des Radiometers unempfindlich sein.

4.1.3 Schmal- und Breitband-Filterradiometer sind unempfindlich gegenüber Veränderungen, die im Spektralbereich der Quelle(n) außerhalb des Spektralbereichs des Radiometers auftreten können. Durch das Messen mehrerer diskreter spektraler Anteile der Strahlungsquelle zur gleichen Zeit können Veränderungen im spektralen Gleichgewicht erkannt werden.

4.1.4 Messungen der ultravioletten und/oder sichtbaren Strahlung unter Verwendung der in diesem Dokument festgelegten Geräte und Verfahren können dazu beitragen, Ergebnisse von zeitraffender künstlicher Bewitterung und zeitraffenden künstlichen Bestrahlungen mit denen von natürlichen Beanspruchungen zu vergleichen. Wenn dies durchgeführt wurde, sollte ein Vergleich in mehreren Durchlassbereichen erfolgen. Der Vergleich der Strahlung in einem UV-Durchlassbereich kurzer Wellenlänge ist erforderlich, um den relativen Schweregrad der Beanspruchung zu beurteilen und das Risiko abzuschätzen, dass die zeitraffende Prüfung Abbaureaktionen verursachen könnte, die bei einer natürlichen Beanspruchung nicht auftreten würden.

4.1.5 Es kann sein, dass die Beanspruchungsergebnisse auf der Basis von gleichwertigen Bestrahlungen nicht direkt verglichen werden können, wenn eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

- a) die beiden Beanspruchungen unterscheiden sich in der spektralen Verteilung ihrer Strahlung;
- b) die Temperaturen unterscheiden sich in den beiden Beanspruchungen;
- c) die Feuchtebedingungen unterscheiden sich in den beiden Beanspruchungen.

ANMERKUNG In vielen Fällen kann das Radiometer anstatt als Dosimeter zu dienen, hilfreich sein, nur die Leistung der Lichtquelle zu überwachen.

4.2 Natürliche Bewitterung — Beanspruchung unter festem Winkel oder äquatorialer Montierung

4.2.1 Die Messung der Gesamtsonnenstrahlung und der solaren UV-Strahlung für natürliche Bewitterungsbeanspruchungen (fester Winkel oder äquatoriale Montierung) unter Verwendung der in diesem Dokument angegebenen Geräte und Verfahren kann die Vergleichbarkeit von Beanspruchungsprüfungen verbessern, die zu verschiedenen Zeitpunkten an einem einzigen Standort durchgeführt wurden. Sie kann auch die Vergleichbarkeit von Ergebnissen verbessern, die an verschiedenen Standorten mit ähnlichen Klimate erhalten wurden.

4.2.2 Die globale Einstrahlung kann im gesamten solaren Wellenlängenbereich (300 nm bis 2 500 nm) unter Einsatz von Pyranometern und im gesamten ultravioletten Wellenlängenbereich (300 nm bis 400 nm) oder in anderen ausgewählten Wellenlängenbereichen des Sonnenspektrums gemessen werden, indem geeignete gefilterte Radiometer verwendet werden.

ANMERKUNG Historisch wurden viele Messungen der solaren UV-Gesamtstrahlung unter Verwendung eines Breitbandradiometers mit einer Empfindlichkeit von 295 nm bis 385 nm durchgeführt. Tabellarische Daten, die typische Unterschiede in Ultraviolett-Radiometern mit unterschiedlichen Durchlassbereichen zeigen, sind in Anhang A angegeben.

4.3 Zeitraffende natürliche Bewitterung — Beanspruchungen mit gebündelter solarer Strahlung durch Verwendung von Fresnel-Sammelspiegeln

4.3.1 Fresnel-Sammelspiegel verwenden eine Reihe von Spiegeln, um die solare Strahlung auf einer Beanspruchungsfläche zu fokussieren. Messungen der direkten Komponente sowohl der Gesamtsonnen- als auch der solaren UV-Strahlung sind erforderlich, wenn zeitraffende natürliche Bewitterungsprüfungen unter Einsatz von Fresnel-Sammelspiegeln in Übereinstimmung mit anerkannten Normen durchgeführt werden.

4.3.2 Die direkte Komponente der Gesamtsonnenstrahlung wird mit einem Pyrheliometer gemessen. Die direkte Komponente der solaren UV-Strahlung wird unter Verwendung von zwei Ultraviolett-Radiometern gemessen, von denen eines mit einer Abschattungsscheibe ausgestattet ist, um direkte solare UV-Strahlung zu blockieren. Die direkte Komponente wird als die Differenz zwischen den abgelesenen Messwerten der beiden Geräte bestimmt. Die Pyrheliometer und Ultraviolett-Radiometer müssen auf einer Vorrichtung für die Sonnennachführung montiert sein.

ANMERKUNG Bei Beanspruchungen mit gebündelter solarer Strahlung durch die Verwendung von Fresnel-Sammelspiegeln ist die direkte Komponente der solaren Strahlung die direkt-normale solare Strahlung.

4.3.3 Um die Anforderungen anerkannter Normen zu erfüllen, ist es unbedingt notwendig, dass das Sichtfeld der verwendeten Radiometer ungefähr gleich dem der verwendeten Fresnel-Sammelspiegel ist, und dass die Nachführgenauigkeit des Sonnen-Nachführstands gleich oder besser als die des verwendeten Fresnel-Sammelspiegels ist.

4.4 Zeitraffende künstliche Bewitterung und zeitraffende künstliche Bestrahlung

4.4.1 Für zeitraffende künstliche Bewitterung und zeitraffende künstliche Bestrahlung können Messungen der ultravioletten und sichtbaren Strahlung mit den in diesem Dokument beschriebenen Geräten und Verfahren dazu beitragen, die Vergleichspräzision dieser Beanspruchungen zu verbessern. Allerdings ist die Überwachung der Bestrahlungsstärke in einem einzelnen Durchlassbereich normalerweise nicht ausreichend, um alle Unterschiede zu erfassen, die durch Schwankungen des Filtertyps oder der Solarisation von Filtern verursacht werden. Änderungen der Strahlung, die durch Filterschwankungen verursacht werden, können durch die gleichzeitige Überwachung der Strahlung in einem Durchlassbereich kurzer Wellenlänge und in einem Durchlassbereich langer Wellenlänge erkannt werden.

4.4.2 Die Bestrahlungsstärke kann in jedem Wellenlängenbereich von Interesse gemessen werden. Aufgrund der höheren Empfindlichkeit von Polymerwerkstoffen gegenüber ultravioletter Strahlung ist es das Ziel dieses Dokuments, die Messung der Bestrahlungsstärke und der Strahlungsenergie im gesamten ultravioletten Bereich, von der unteren Grenze der kurzen Wellenlänge des Detektors (z. B. ungefähr 300 nm) bis 400 nm Wellenlänge oder in ausgewählten Bereichen des ultravioletten oder sichtbaren Durchlassbereichs, in den Vordergrund zu stellen.

4.4.2.1 Bei der Messung von Strahlung, die von einer Punktquelle emittiert wird, muss, wenn der Detektor zur Messung ausgerichtet wird, der Sichtwinkel des Rezeptor des Detektors den vollständigen Lichtbogen oder das Filament der Lampe erfassen, um genaue Messungen sicherzustellen

4.4.2.2 Wenn die Lichtquelle aus mehreren Lampen besteht, empfiehlt es sich, einen Detektor zu verwenden, der mit einem Kosinus-Empfänger ausgestattet ist. Darüber hinaus empfiehlt es sich, dass ein mit einem Kosinus-Empfänger ausgestatteter Detektor verwendet wird, wenn die von einer einzelnen Lampe emittierte Strahlung gemessen wird.

4.4.3 Der Photorezeptor des Radiometers sollte vorzugsweise auf der Ebene des Probekörpers angeordnet sein. Wenn der Photorezeptor des Radiometers nicht auf der Ebene des Probekörpers angeordnet ist, muss er so kalibriert werden, dass die Bestrahlungsstärke auf der Ebene des Probekörpers gemessen wird.

5 Prüfeinrichtung

5.1 Allgemeines

5.1.1 Dieses Dokument unterteilt Radiometer in zwei Arten:

- a) spektral-nichtselektive Radiometer (siehe 5.2);
- b) spektralselektive Radiometer (siehe 5.3).

Die Leistungsmerkmale des ausgewählten Radiometers müssen mit den in Tabellen 1 und 2 aufgeführten zutreffenden Bedingungen übereinstimmen.

ANMERKUNG Während die in den Tabellen 1 und 2 beschriebenen Geräteleistungsdaten als Spezifikation angesehen werden können, insbesondere für Geräte, die die Gesamtsonnenstrahlung messen, erfüllen derzeit erhältliche Geräte für die Messung der solaren UV-Strahlung nicht unbedingt alle aufgeführten Leistungsmerkmale.

5.1.2 Im Allgemeinen werden die Richtigkeit und die Genauigkeit der Messungen von Radiometern in unterschiedlichem Maße durch Umweltfaktoren wie Temperatur und Wind beeinflusst. Es ist unbedingt notwendig, das Gerät hinsichtlich dieser Effekte mit den Empfindlichkeitskorrekturfaktoren des Herstellers zu korrigieren, wie z. B. für die Temperatur.

5.1.3 Wenn es erwünscht ist, das Beanspruchungsintervall in Bezug auf die Bestrahlung auszudrücken, muss das Radiometer die Fähigkeit besitzen, Bestrahlungsstärke in Bezug auf die Beanspruchungszeit zu integrieren und das Ergebnis in periodischen Intervallen anzuzeigen.

Tabelle 1 — Spezifikationen für spektral-nichtselektive Radiometer
(bezogen auf eine Bestrahlungsstärke von $1\,000\,\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, sofern anwendbar)

Gerätetyp	Auflösung $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	Stabilität (pro Jahr) %	Temperatur-empfindlichkeit ^a %	spektrale Empfindlichkeit %	Nicht-linearität %	Ansprechzeit s	Richtungs-empfindlichkeit ^b %	Neigungs-empfindlichkeit %
Pyrheliometer Klasse 1	±4	±1	±2	±1	±0,5	< 20	—	±0,5
Pyranometer Klasse 1	±5	±1,5	±2	±5	±1	< 30	±2	±2
Pyranometer Klasse 2	±10	±5	±4	±10	±3	< 60	±3	±3

^a Innerhalb eines Intervalls von 50 °C.
^b Für die direkte Komponente (z. B. Strahl).

Tabelle 2 — Spezifikationen für spektralselektive Radiometer

Geräteeigenschaft	Art des selektiven Radiometers			
	Schmalband	Breitband	Breitbandig	Spektralradiometer
Spektralbereich, nm	a	a	a	a
Halbwertsbreite (FWHM), nm	< 20	20 bis 70	> 70	n. v.
Außerband-Blockung	a	a	a	a
Cos-getreue Bewertung (0° bis 60° vom Zenit), % Abweichung vom Ideal	±4	±4	±4	±6
Kosinus-Empfindlichkeit (60° bis 80° vom Zenit), % Abweichung vom Ideal	±7	±7	±7	±8
Auflösung	0,05 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ je Bandbreite	0,10 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ je Bandbreite	0,20 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ je Bandbreite	0,05 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1b}$
Temperaturbereich des beanspruchten Bauteils, im Freien, °C	−30 bis +50 ^c	−30 bis +50 ^c	−30 bis +50 ^c	−30 bis +50 ^c
Temperaturbereich des nicht beanspruchten Bauteils, innen, °C	25 bis 60	25 bis 60	25 bis 60	25 bis 60
Maximaler Temperaturkoeffizient, % je °C	0,1	0,1	0,1	2
Nichtlinearität, alle Bereiche, %	2	2	2	2
Betriebsbereich für die relative Luftfeuchte, %	0 bis 100	0 bis 100	0 bis 100	0 bis 100

ANMERKUNG Zusätzliche Informationen über die Kosinusanpassung sind in EN 13032-1 angegeben. Eine Kosinusanpassung ist erforderlich, wenn die auf den Probekörper auftreffende Strahlung aus verschiedenen Richtungen kommt.

^a Dies wird durch die Anwendungsanforderungen oder die Anforderungen der Beanspruchungsprüfung bestimmt. Es wird empfohlen, den technischen Vertreter des Geräteherstellers oder eine in der optischen Radiometrie sachkundige Person hinzuzuziehen. Einzelheiten zu den Außerband-Blockungsanforderungen sind in 5.3.4 enthalten. Wenn spektralselektive Radiometer verwendet werden, sollten ihre Filter die gesamte Strahlung außerhalb des Durchlassbereichs der Messung blockieren, um die Einführung wesentlicher Fehler zu vermeiden. Außerband-Austritt kann allerdings annehmbar sein, wenn die zu messende Laborlichtquelle keine Strahlung in den Wellenlängen erzeugt, in denen Austritt auftritt.

^b Für Spektralradiometer wird dieser Begriff besser als spektrale Auflösung bezeichnet. Zuverlässige spektroradiometrische Messungen von solarem UVB unter 303 nm erfordern eine bessere spektrale Auflösung als $3\,\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$.

^c Bei vielen Radiometern wird der Wärmeansprechkoeffizient (en: Coefficient of Thermal Response, COT) vom Hersteller nicht garantiert, wenn das Gerät bei Temperaturen über 50 °C eingesetzt wird. Ein Thermistor/Widerstand muss ersetzt werden, um eine Nutzungszeit bei Betriebstemperaturen von mehr als 50 °C (normalerweise bis 60 °C) zu erreichen.

5.2 Nichtselektive Radiometer (siehe Tabelle 1)

5.2.1 Pyranometer: Es muss ein Pyranometer der Weltorganisation für Meteorologie (en: World Meteorological Organization, WMO) oder der Klasse 2 nach ISO 9060 verwendet werden.

5.2.1.1 Wenn es erforderlich ist, die solare Bestrahlungen in einem gegebenen Beanspruchungswinkel zu messen, ist es notwendig, die Ebene des Photorezeptors in einem im Wesentlichen gleichen Neigungswinkel wie die Ebene des Beanspruchungsgestells zu halten (z. B. bei 45°, im Breitengrad, bei 5° horizontal oder der Sonne folgend). Zur genauen Beurteilung der auf ein Beanspruchungsgestell auftreffenden Strahlung sollte der Neigungswinkel des Radiometers innerhalb von $\pm 2^\circ$ des Winkels des Beanspruchungsgestells liegen. Für eine genaue Messung der Gesamtsonnenstrahlung ist es ebenfalls sehr wichtig, dass der Öffnungswinkel oder das Sichtfeld des Photorezeptors des Geräts 2π -Steradianen (d. h. 180°) beträgt und cosinus-korrigiert ist, um die Anforderungen an ein Klasse 2 Gerät nach ISO 9060 zu erfüllen oder zu übertreffen.

5.2.1.2 Die Beanspruchungswerte müssen in absoluten Einheiten angegeben werden. Es ist erforderlich, dass ein spektral-nichtselektives Radiometer (Pyranometer) so kalibriert wird, dass die Kalibrierung auf die Radiometrische Welt-Referenz (en: World Radiometric Reference, WRR) rückverfolgbar ist. Für weitere Informationen siehe WMO-Leitfaden *Guide to meteorological instruments and methods of observation*.

5.2.2 Pyrheliometer: Es muss ein Klasse 1 Pyrheliometer nach ISO 9060 oder WMO verwendet werden.

5.2.2.1 Wenn Strahlungsmessungen mit einem Pyrheliometer durchgeführt werden, ist es sehr wichtig, dass das Gerät ein Sichtfeld zwischen 5° und 7° aufweist und den Anforderungen für ein Klasse 1 Gerät nach ISO 9060 oder WMO entspricht. Dieser Gerätetyp ist für die Messung von Strahlung erforderlich, die auf Fresnel-Spiegelvorrichtungen für die zeitraffende Bewitterung im Freien auftritt (siehe ISO 877-3 und ASTM G90).

5.2.2.2 Die Beanspruchungswerte müssen in Watt je Quadratmeter für die Bestrahlungsstärke und in Joule je Quadratmeter für die Gesamtbestrahlung angegeben werden. Es ist erforderlich, spektral-nichtselektive Pyrheliometer so zu kalibrieren, dass die Kalibrierung auf die Radiometrische Welt-Referenz (WRR) rückverfolgbar ist.

5.3 Selektive (UV-)Radiometer (siehe Tabelle 2)

5.3.1 Der Detektor muss aus einem Messfühler, einem geeignetem(n) Filter(n) und, sofern erforderlich, einem Kosinus-Empfänger bestehen.

5.3.2 Breitbandfilter müssen eine FWHM von mehr als 20 nm aufweisen, im Allgemeinen jedoch höchstens 70 nm.

5.3.3 Schmalbandfilter sind durch ihre CW gekennzeichnet und müssen eine FWHM von weniger als 20 nm aufweisen.

5.3.4 Die Gesamtempfindlichkeit des Detektors ist eine Funktion der spektralen Bestrahlungsstärke, die von der Quelle empfangen wird, des spektralen Transmissionsgrads des Filters und der spektralen Empfindlichkeit des Detektors. Daher ist es notwendig, unerwünschte Strahlung vollständig zu blockieren. Der Transmissionsgrad von Schmalbandfiltern im Blockungsbereich (innerhalb von 40 nm der Cut-On- und Cut-Off-Wellenlänge) darf 0,001 % für Schmalband-UVB-Messungen und 0,01 % für Breitband-UVA-Radiometer nicht überschreiten.

5.3.5 Der Durchlassbereich kann auch durch die Verwendung von Kombinationen von Filtern gesteuert werden. Dies kann erreicht werden, indem Langpass- und Kurzpassfilter kombiniert werden, d. h. Cut-On- und Cut-Off-Filter. Die FWHM und die Blockung werden durch die ausgewählten Filterkombinationen bestimmt.