

DIN EN ISO 4892-1



ICS 83.080.01

Einsprüche bis 2023-12-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 4892-1:2016-10

Entwurf

**Kunststoffe –
Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten –
Teil 1: Allgemeine Anleitung (ISO/DIS 4892-1:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 4892-1:2023**

Plastics –
Methods of exposure to laboratory light sources –
Part 1: General guidance (ISO/DIS 4892-1:2023);
German and English version prEN ISO 4892-1:2023

Plastiques –
Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire –
Partie 1: Lignes directrices générales (ISO/DIS 4892-1:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 4892-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-10-06 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 oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 74 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)
DIN-Normenausschuss Elastomer-Technik (NET)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 4892-1:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS (Schweden) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-01-04 AA „Verhalten gegenüber Umgebungseinflüssen“ 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.

Dieses Dokument enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit „atm (physikalische Atmosphäre)“, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheit dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheit anwenden.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
atm	Pa	$1 \text{ atm} = 1,013\,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

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

IEC 60584-1	siehe	DIN EN 60584-1
IEC 60751	siehe	DIN EN IEC 60751
ISO 291	siehe	DIN EN ISO 291
ISO 293	siehe	DIN EN ISO 293
ISO 294-1	siehe	DIN EN ISO 294-1
ISO 294-2	siehe	DIN EN ISO 294-2
ISO 294-3	siehe	DIN EN ISO 294-3
ISO 295	siehe	DIN EN ISO 295
ISO 877 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 877 (alle Teile)
ISO 2818	siehe	DIN EN ISO 2818
ISO 3167	siehe	DIN EN ISO 3167
ISO 4582	siehe	DIN ISO 4582
ISO 4892-2	siehe	DIN EN ISO 4892-2
ISO 4892-3	siehe	DIN EN ISO 4892-3
ISO/TR 18486	siehe	DIN CEN ISO/TR 18486

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 4892-1:2016-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Definitionen in 3.2 und 3.5 konkretisiert und Anmerkungen zum Begriff hinzugefügt;

- b) Definitionen und Anmerkungen zum Begriff in 3.3 und 3.4 konkretisiert;
- c) neue Begriffe einschließlich Anmerkungen zum Begriff hinzugefügt für Schwarztafel-Thermometer, Schwarzstandard-Thermometer, Weißtafel-Thermometer und Weißstandard-Thermometer (siehe 3.7 bis 3.10);
- d) Verweisung auf ISO/TR 18486 in 4.2.4 hinzugefügt;
- e) Kalibrierungsanforderungen in 5.1.7, 5.2.8, 5.2.9 und 5.3.6 präzisiert;
- f) Anforderungen an Schwarztafel-Thermometer, Schwarzstandard-Thermometer, Weißtafel-Thermometer und Weißstandard-Thermometer in 5.2 und Tabelle 2 präzisiert;
- g) Verweisung auf ISO 23741 in 5.3.1 hinzugefügt;
- h) neuer Unterabschnitt 7.3 „Probenahme für die Zwischen- und Endbewertung“ hinzugefügt;
- i) Anforderungen an den Prüfbericht aktualisiert;
- j) Verweisung auf CIE 85 in Anhang C durch Änderung in CIE 241 aktualisiert;
- k) Dokument redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN CEN ISO/TR 18486, *Kunststoffe — Vergleichsparameter für die spektrale Bestrahlungsstärke von Laborstrahlungsquellen für die Bewitterung mit Bezug auf die spektrale Bestrahlungsstärke einer Referenzsonne*

DIN EN 60584-1, *Thermoelemente — Teil 1: Thermospannungen und Grenzabweichungen (IEC 60584-1)*

DIN EN IEC 60751, *Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Temperatur Sensoren*

DIN EN ISO 291, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung*

DIN EN ISO 293, *Kunststoffe — Formgepresste Probekörper aus Thermoplasten*

DIN EN ISO 294-1, *Kunststoffe — Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben*

DIN EN ISO 294-2, *Kunststoffe — Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten — Teil 2: Kleine Zugstäbe*

DIN EN ISO 294-3, *Kunststoffe — Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten — Teil 3: Kleine Platten*

DIN EN ISO 295, *Kunststoffe — Pressen von Probekörpern aus duroplastischen Werkstoffen*

DIN EN ISO 877 (alle Teile), *Kunststoffe — Freibewitterung*

DIN EN ISO 2818, *Kunststoffe — Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung*

DIN EN ISO 3167, *Kunststoffe — Vielzweckprobekörper*

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 ISO 4582, *Kunststoffe — Bestimmung von Änderungen der Farbe und anderer Eigenschaften nach Bestrahlung hinter Glas, nach natürlicher oder nach künstlicher Bewitterung*

Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 1: Allgemeine Anleitung (ISO/DIS 4892-1:2023)

Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance (ISO/DIS 4892-1:2023)

Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 1: Lignes directrices générales (ISO/DIS 4892-1:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Kurzbeschreibung	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Bedeutung	11
4.3 Anwendung zeitraffender Prüfungen mit Labor-Lichtquellen	12
5 Anforderungen an Laborbewitterungsgeräte	13
5.1 Bestrahlungsstärke	13
5.2 Temperatur	15
5.3 Feuchte und Benässung	18
5.4 Sonstige Anforderungen an Bewitterungsgeräte	19
6 Probekörper	20
6.1 Form, Gestalt und Herstellung	20
6.2 Anzahl der Probekörper	21
6.3 Lagerung und Konditionierung	21
7 Prüfbedingungen und Durchführung	22
7.1 Sollwerte für Beanspruchungsbedingungen	22
7.2 Messung der Eigenschaften von Probekörpern	22
7.3 Probenahme für die Zwischen- und Endbewertung	23
8 Beanspruchungszeiträume und Auswertung der Prüfergebnisse	23
8.1 Allgemeines	23
8.2 Verwendung von Kontrollmaterialien	23
8.3 Verwendung der Ergebnisse in Spezifikationen	24
9 Prüfbericht	24
Anhang A (normativ) Verfahren zum Messen der Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke in der Probenebene	27
Anhang B (informativ) Faktoren, die den Grad der Korrelation zwischen Beanspruchungen durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung und Beanspruchungen beim realen Einsatz verringern	30
B.1 Unterschiede zwischen der relativen spektralen Bestrahlungsstärke von Labor-Lichtquellen und der von Sonnenstrahlung	30
B.2 Bestrahlungsstärken, die höher sind als bei realen Einsatzbedingungen	30
B.3 Kontinuierliche Beanspruchung durch Licht ohne Dunkelphasen	31
B.4 Im Vergleich zu realen Einsatzbedingungen anormal hohe Probekörpertemperaturen	31
B.5 Beanspruchungsbedingungen, die zu unrealistisch großen Temperaturunterschieden zwischen hell und dunkel gefärbten Probekörpern führen	31
B.6 Zyklische Temperaturwechselbeanspruchungen, die von den realen Einsatzbedingungen abweichen	31
B.7 Unrealistische Gehalte an Feuchte bei der zeitraffenden Prüfung im Vergleich zu denjenigen, die in unter realen Einsatzbedingungen anzutreffen sind	32
B.8 Abwesenheit von biologischen Agenzien und Schadstoffen	32
Anhang C (informativ) Solare spektrale Bestrahlungsstärke-Standards	33
Literaturhinweise	36

Bilder

Bild A.1 — Bestimmung der Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke in Geräten mit einem rotierenden Probekörper-Traggestell	27
Bild A.2 — Bestimmung der Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke in Geräten mit einer flachen Probekörperenebene	28
Bild A.3 — Typisches Verhalten der charakteristischen Eigenschaft als Funktion der Beanspruchung für ein Bewitterungsreferenzmaterial, das eine lineare Änderung zeigt (quadratische Symbole), für ein Bewitterungsreferenzmaterial, das eine Induktionszeit aufweist, bevor sich die Eigenschaft zu ändern beginnt (dreieckige Symbole), und für ein Bewitterungsreferenzmaterial, das einen Zeitraum linearer Änderung zeigt (leere Kreise), gefolgt von einem Bereich nicht linearer Änderung (schwarz gefüllte Kreise) . .	29

Tabellen

Tabelle 1 — Anforderungen an die Solltemperatur des schwarzen oder weißen Temperaturfühlers an einer beliebigen Stelle innerhalb des zugelassenen Bestrahlungsbereichs	17
Tabelle 2 — Höchstzulässige Abweichung von den Sollwerten der Beanspruchungsbedingungen	22
Tabelle C.1 — Globale spektrale Bestrahlungsstärke (zusammengefasst aus CIE 241, CIE-H1) . .	33
Tabelle C.2 — Vergleich der für das in ASTM G177, CIE 85:1989, Tabelle 4, und CIE 241, CIE-H1, definierte Sonnenspektrum angewendeten grundlegenden atmosphärischen Bedingungen	34
Tabelle C.3 — Vergleich der Bestrahlungsstärke für das Sonnenspektrum nach ASTM G177, das Sonnenspektrum nach CIE 85:1989, Tabelle 4, und das Sonnenspektrum nach CIE 241, CIE-H1	35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 4892-1:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 4892-1:2016 ersetzen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 4892-1:2023 wurde von CEN als prEN ISO 4892-1:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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 Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

ISO weist auf die Möglichkeit hin, dass die Anwendung dieses Dokuments mit der Verwendung eines oder mehrerer Patente verbunden sein kann. ISO bezieht jedoch in dieser Hinsicht keinerlei Stellung bezüglich Nachweis, Gültigkeit oder Anwendbarkeit jeglicher beanspruchten Patentrechte. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments lag ISO keine Mitteilung über ein Patent bzw. mehrere Patente vor, welche/s zur Umsetzung dieses Dokuments erforderlich sein könnte/n. Anwender werden jedoch darauf hingewiesen, dass dies möglicherweise nicht der aktuelle Informationsstand ist. Dieser kann jedoch der Patentdatenbank unter www.iso.org/patents entnommen werden. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 6, *Ageing, chemical and environmental resistance*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 249, *Kunststoffe*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 4892-1:2016), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- die Definitionen von 3.2 und 3.5 wurden präzisiert und Anmerkungen zum Begriff ergänzt;
- die Definitionen und Anmerkungen zum Begriff von 3.3 und 3.4 wurden präzisiert;
- neue Benennungen und Definitionen sowie Anmerkungen zum Begriff für Schwarztafel-Thermometer, Schwarzstandard-Thermometer, Weißtafel-Thermometer und Weißstandard-Thermometer wurden ergänzt (3.7 bis 3.10);
- Verweisung auf ISO/TR 18486 wurde unter 4.2.4 ergänzt;
- die Anforderungen an die Kalibrierung in 5.1.7, 5.2.8, 5.2.9, 5.3.6 wurden präzisiert;

– Entwurf –

E DIN EN ISO 4892-1:2023-11 prEN ISO 4892-1:2023 (D)

- Anforderungen in Bezug auf Schwarztafel-Thermometer, Schwarzstandard-Thermometer, Weißtafel-Thermometer und Weißstandard-Thermometer in 5.2 und Tabelle 2 wurden präzisiert;
- Verweisung auf ISO 23741 wurde in 5.3.1 ergänzt;
- neuer Unterabschnitt 7.3 „Probenahme für die Zwischen- und Endbewertung“ wurde ergänzt;
- Anforderungen an den Prüfbericht wurden aktualisiert;
- Verweisung auf CIE 85 in Anhang C wurde auf CIE 241 aktualisiert;
- redaktionelle Änderungen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 4892 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Kunststoffe werden häufig im Freien oder im Innern von Gebäuden verwendet, wo sie über längere Zeiträume der Einwirkung von direkter Sonnenstrahlung oder der Sonnenstrahlung hinter Glas ausgesetzt sind. Es ist deshalb sehr wichtig, die Wirkungen von Sonnenstrahlung, Wärme, Feuchte und anderen klimatischen Beanspruchungen auf die Farbe und andere Eigenschaften von Kunststoff zu bestimmen. Die Freibewitterungen durch direkte Sonnenstrahlung und die durch Fensterglas gefilterte indirekte Sonnenstrahlung sind in ISO 877 (alle Teile) [1] beschrieben. Häufig ist es allerdings notwendig, die Wirkungen von Strahlung, Wärme, Feuchte auf die physikalischen, chemischen und optischen Eigenschaften von Kunststoffen schneller mit Beanspruchungen durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung zu bestimmen, bei denen besondere Labor-Lichtquellen zum Einsatz kommen. Die Beanspruchungen in diesen Laborgeräten werden unter kontrollierteren Bedingungen durchgeführt als die, die in natürlichen Umgebungen vorgefunden werden, und sind dazu vorgesehen, einen möglichen Polymerabbau und Produktausfälle zu beschleunigen.

Ein Vergleich der Ergebnisse der zeitraffenden Bewitterung oder zeitraffenden künstlichen Bestrahlung mit denen, die unter realen Einsatzbedingungen erhalten werden, ist wegen der Veränderlichkeit der beiden Beanspruchungsarten schwierig und weil bei Laborprüfungen nie alle Beanspruchungen, denen Kunststoffe unter realen Einsatzbedingungen ausgesetzt sind, genau reproduziert werden. Eine einzelne Beanspruchungsprüfung im Labor kann nicht als vollständige Simulation der Beanspruchungen beim realen Einsatz vorgegeben werden.

Die relative Beständigkeit von Materialien bei Beanspruchungen unter realen Einsatzbedingungen kann in Abhängigkeit vom Ort der Beanspruchung wegen der Unterschiede bei der UV-Strahlung, der Dauer der Einwirkung von Nässe, Temperaturen, Schadstoffen und anderen Faktoren sehr unterschiedlich sein. Daher kann sogar dann, wenn sich die Ergebnisse von bestimmten Beanspruchungen durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung für den Vergleich der relativen Beständigkeit der Materialien, die an einem bestimmten Ort im Freien oder unter bestimmten realen Einsatzbedingungen beansprucht wurden, als nützlich erwiesen haben, nicht angenommen werden, dass die Ergebnisse auch bei der Bestimmung der relativen Beständigkeit der Materialien, die an einem anderen Ort im Freien oder bei anderen realen Einsatzbedingungen beansprucht wurden, von Nutzen sind.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gibt Informationen und eine allgemeine Anleitung für die Auswahl und Durchführung der in den nachfolgenden Teilen der Normenreihe ISO 4892 ausführlich beschriebenen Beanspruchungsverfahren. Es beschreibt auch allgemeine Leistungsanforderungen an Geräte, die zur Beanspruchung von Kunststoffen mit Labor-Lichtquellen angewendet werden. Die Informationen über Leistungsanforderungen sind für die Hersteller von Geräten für zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung bestimmt.

ANMERKUNG In diesem Dokument bezieht sich der Begriff „Lichtquelle“ auf Strahlungsquellen, die UV-Strahlung, sichtbare Strahlung, Infrarotstrahlung oder eine Kombination dieser Arten von Strahlung emittieren.

Dieses Dokument enthält außerdem Informationen zur Auswertung der Daten von Beanspruchungen durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung. Genauere Informationen über die Verfahren zur Bestimmung der Änderung der Eigenschaften von Kunststoffen nach der Beanspruchung und zur Angabe dieser Ergebnisse im Prüfbericht sind in ISO 4582 angegeben.

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 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 293, *Plastics — Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials*

ISO 294-1, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens*

ISO 294-2, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 2: Small tensile bars*

ISO 294-3, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 3: Small plates*

ISO 295, *Plastics — Compression moulding of test specimens of thermosetting materials*

ISO 2818, *Plastics — Preparation of test specimens by machining*

ISO 3167, *Plastics — Multipurpose test specimens*

ISO 4582, *Plastics — Determination of changes in colour and variations in properties after exposure to glass-filtered solar radiation, natural weathering or laboratory radiation sources*

ISO 4892-2, *Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 4892-3, *Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 3: Fluorescent UV lamps*

ISO 4892-4, *Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 4: Open-flame carbon-arc lamps*

ISO 9370, *Plastics — Instrumental determination of radiant exposure in weathering tests — General guidance and basic test method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Definitionen anderer Benennungen, die sich auf Bewitterungsprüfungen beziehen, können Literaturhinweis [2] entnommen werden.

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

Kontrollmaterial

<Bewitterungsprüfung> Material mit ähnlicher Zusammensetzung und ähnlichem Aufbau wie das zu prüfende Material, das zu Vergleichszwecken zeitgleich mit diesem den gleichen Bedingungen ausgesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel für die Verwendung eines Kontrollmaterials wäre die Beurteilung einer Rezeptur (Formulierung), die von einer gegenwärtig verwendeten Rezeptur abweicht. In diesem Falle wäre das Kontrollmaterial der Kunststoff mit der ursprünglichen Rezeptur.

3.2

Vergleichsprobekörper

Rückstellprobe

Anteil des zu prüfenden Materials, das unter Bedingungen gelagert wird, die wahrscheinlich eine minimale Degradierung des Materials verursachen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies sind üblicherweise dunkle, trockene und gemäßigte Bedingungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Vergleichsprobekörper wird für den Vergleich zwischen dem Zustand nach der Beanspruchung und dem ursprünglichen Zustand verwendet.

3.3

zeitraffende künstliche Bewitterung

Beanspruchung eines Materials in einem Laborgerät mit dem Ziel, die Alterung im Freien durch Strahlung, Temperatur und Feuchte, üblicherweise einschließlich flüssigen Wassers, schneller zu simulieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei diesen Beanspruchungen wird üblicherweise eine Labor-Lichtquelle verwendet, die dafür vorgesehen ist, die Bedingungen im Freien zu simulieren, um zu versuchen, schneller die gleichen Änderungen herbeizuführen, die bei der Verwendung des Materials in einer Umgebung im Freien auftreten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Bedingungen können verglichen mit den bei der Beanspruchung im Freien auftretenden Bedingungen zyklisch und verschärft sein.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Gerät kann eine Einrichtung zur Steuerung und/oder Überwachung der Lichtquelle und anderer Bewitterungsparameter enthalten. Es kann auch die Beanspruchung durch besondere Bedingungen, wie z. B. Säuresprühnebel, zur Simulation der Wirkung einer Luftverschmutzung umfassen.

3.4

zeitraffende künstliche Bestrahlung

Beanspruchung eines Materials durch eine Lichtquelle in einem Laborgerät mit dem Ziel, die Alterung durch Strahlung, Temperatur und Feuchte, üblicherweise nur in Form der relativen Luftfeuchte, jedoch ohne flüssiges Wasser, schneller zu simulieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei diesen Beanspruchungen wird üblicherweise eine Labor-Lichtquelle verwendet, die dafür vorgesehen ist, die durch Fensterglas gefilterte Sonnenstrahlung oder Strahlung von Quellen der Innenraumbeleuchtung zu simulieren, um zu versuchen, schneller die gleichen Änderungen herbeizuführen, die bei der Verwendung des Materials in einer Umgebung im Innenbereich auftreten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Beanspruchungen werden allgemein als Ausbleichungs- oder Lichtechtheitsprüfungen bezeichnet.

3.5

Bewitterungsreferenzmaterial

Material mit bekannter Witterungsbeständigkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Bewitterungsreferenzmaterialien werden für Bewitterungs- und Bestrahlungsprüfungen verwendet.

3.6

Referenzprobekörper

Teil des Bewitterungsreferenzmaterials, der zu beanspruchen ist

3.7

Schwarztafel-Thermometer

BPT, en: black-panel thermometer

flache, schwarze Metallplatte, die der Strahlung ausgesetzt wird, mit einem Temperaturfühler, der in der vorderen Mitte der beanspruchten Oberfläche angebracht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Ziel besteht darin, die thermischen Bedingungen einer beschichteten schwarzen Metalltafel nachzuahmen. Die gemessene Temperatur hängt von den Wärmeflüssen durch kurz- und langwellige Strahlung und Konvektion auf der Vorder- und Rückseite der Tafel ab.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das BPT liefert ein Maß für die Referenz-Oberflächentemperatur von bestrahlten Oberflächen. Das BPT zeigt üblicherweise niedrigere Temperaturen an als das Schwarzstandard-Thermometer unter den gleichen Bedingungen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Schwarztafel-Thermometer werden manchmal als nicht isolierte Schwarztafel-Thermometer bezeichnet.

3.8

Schwarzstandard-Thermometer

BST, en: black-standard thermometer

flache, schwarze Metallplatte, die der Strahlung ausgesetzt wird, mit einer thermischen Isolierung auf der Rückseite, wobei der Temperaturfühler in der hinteren Mitte der beanspruchten Platte und zwischen Metallplatte und Isolierung angebracht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Ziel besteht darin, die thermischen Bedingungen eines gewöhnlichen schwarzen polymeren Probekörpers nachzuahmen. Die gemessene Temperatur hängt von den Wärmeflüssen durch kurz- und langwellige Strahlung und Konvektion nur auf der Vorderseite der Tafel ab.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das BST zeigt eine der höchsten Temperaturen in der Probekörperebene an.

Anmerkung 3 zum Begriff: Schwarzstandard-Thermometer werden manchmal als isolierte Schwarztafel-Thermometer bezeichnet.

3.9

Weißtafel-Thermometer

WPT, en: white-panel thermometer

weiße Metallplatte, die der Strahlung ausgesetzt wird, mit einem Temperaturfühler, der in der vorderen Mitte der beanspruchten Oberfläche angebracht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Ziel besteht darin, die thermischen Bedingungen einer beschichteten weißen Metalltafel nachzuahmen. Die gemessene Temperatur hängt von den Wärmeflüssen durch kurz- und langwellige Strahlung und Konvektion auf der Vorder- und Rückseite der Tafel ab.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das WPT liefert ein Maß für die Referenz-Oberflächentemperatur von bestrahlten Oberflächen. Das WPT zeigt üblicherweise niedrigere Temperaturen an als das Weißstandard-Thermometer.

3.10

Weißstandard-Thermometer

WST, en: white-standard thermometer

weiß beschichtete Metallplatte, die der Strahlung ausgesetzt wird, mit einer thermischen Isolierung auf der Rückseite, wobei der Temperaturfühler in der hinteren Mitte der beanspruchten Platte und zwischen Metallplatte und Isolierung angebracht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Ziel besteht darin, die thermischen Bedingungen eines gewöhnlichen weißen polymeren Probekörpers nachzuahmen. Die gemessene Temperatur hängt von den Wärmeflüssen durch kurz- und langwellige Strahlung und Konvektion nur auf der Vorderseite der Tafel ab.

4 Kurzbeschreibung

4.1 Allgemeines

Probekörper der zu prüfenden Proben werden unter kontrollierten Umgebungsbedingungen Labor-Lichtquellen ausgesetzt. Die beschriebenen Verfahren enthalten die Anforderungen, die bei der Messung der Bestrahlungsstärke und Bestrahlung in der Probekörperebene, der Temperatur von spezifizierten Thermometern mit weißen und schwarzen Oberflächen, der Lufttemperatur in der Kammer und der relativen Luftfeuchte einzuhalten sind.

4.2 Bedeutung

4.2.1 Bei der Durchführung der Beanspruchungen in Prüfgeräten, bei denen Labor-Lichtquellen zur Anwendung kommen, ist es wichtig zu beachten, wie gut die Bedingungen der zeitraffenden Prüfung die beim realen Einsatz des geprüften Kunststoffes herrschenden Umgebungsbedingungen simulieren. Außerdem ist es wichtig, den Einfluss der Variabilität sowohl bei der zeitraffenden Prüfung als auch bei den realen Beanspruchungen bei der Versuchsplanung und bei der Auswertung der Ergebnisse der Beanspruchung durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung zu berücksichtigen.

4.2.2 Eine Beanspruchungsprüfung im Labor kann nicht als vollständige Simulation der realen Einsatzbedingungen festgelegt werden. Die bei den Beanspruchungen durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung erhaltenen Ergebnisse können nur dann als repräsentativ für die Beanspruchungen beim realen Einsatz angesehen werden, wenn der Grad der Rangkorrelation für die konkreten geprüften Materialien ermittelt wurde und wenn Art und Mechanismus der Degradierung gleich sind. Die relative Beständigkeit von Materialien unter realen Einsatzbedingungen kann an verschiedenen Orten aufgrund der Unterschiede bei der UV-Strahlung, der Dauer der Einwirkung von Nässe, der relativen Luftfeuchte, der Temperatur, den Schadstoffen und weiteren Faktoren sehr unterschiedlich sein. Deshalb kann selbst dann, wenn die Ergebnisse einer speziellen, nach einem der Teile von ISO 4892 durchgeführten Beanspruchungsprüfung für den Vergleich der relativen Beständigkeit von in einer bestimmten Umgebung beanspruchten Materialien als nützlich befunden wurden, nicht davon ausgegangen werden, dass sie auch für die Bestimmung der relativen Beständigkeit der gleichen Materialien in einer anderen Umgebung von Nutzen sind.

4.2.3 Auch wenn es sehr verlockend ist, ist es unzulässig, allen Materialien einen „allgemeinen Zeitraffungsfaktor“ zuzuordnen, der „x“ Stunden oder Megajoule Bestrahlung bei einer Beanspruchung durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung auf „y“ Monate oder Jahre einer tatsächlichen Beanspruchung bezieht. Derartige Zeitraffungsfaktoren sind aus folgenden Gründen unzulässig:

- Zeitraffungsfaktoren sind materialabhängig und können bei jedem Material und bei verschiedenen Rezepturen des gleichen Materials deutlich unterschiedlich sein.
- Die Variabilität der Degradierungsgeschwindigkeit sowohl beim tatsächlichen Einsatz als auch bei Beanspruchungen durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung kann einen beträchtlichen Einfluss auf den berechneten Zeitraffungsfaktor haben.

- c) Zeitraffungsfaktoren, die auf der Grundlage des Verhältnisses der Bestrahlungsstärke zwischen einer Labor-Lichtquelle und der Sonnenstrahlung (selbst wenn identische Durchlassbereiche verwendet werden) berechnet werden, berücksichtigen nicht den Einfluss von Temperatur, Feuchte und Unterschieden in der relativen spektralen Bestrahlungsstärke zwischen der Labor-Lichtquelle und der Sonnenstrahlung.

ANMERKUNG Für eine bestimmte Rezeptur eines Materials ermittelte Zeitraffungsfaktoren sind nur dann gültig, wenn sie auf Daten von einer ausreichenden Anzahl an separaten Umweltprüfungen im Außen- und Innenbereich und Beanspruchungen durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung beruhen. Ergebnisse, die verwendet werden, um Zeiten bis zum Versagen oder bis zu einer festgelegten Eigenschaftsänderung bei jeder Beanspruchung in Beziehung zu setzen, können nach statistischen Verfahren analysiert werden. Ein Beispiel einer statistischen Analyse unter Verwendung mehrerer Beanspruchungen im Labor und bei tatsächlichen Einsätzen zur Berechnung eines Zeitraffungsfaktors ist in Literaturhinweis [3] beschrieben.

4.2.4 Es gibt eine Reihe von Faktoren, die den Grad der Korrelation zwischen zeitraffenden Prüfungen mit Labor-Lichtquellen und Beanspruchungen im Freien verringern können (genauere Informationen darüber, wie einzelne Faktoren die Stabilitätsreihenfolge von Materialien ändern können, sind in Anhang B angegeben):

- a) Unterschiede in der relativen spektrale Bestrahlungsstärke der Labor-Lichtquelle und der Sonnenstrahlung;

ANMERKUNG ISO/TR 18486 enthält Informationen zum Vergleich einer Labor-Lichtquelle mit einem Referenz-Sonnenspektrum.

- b) Bestrahlungsstärkeniveaus, die höher sind als bei realen Einsatzbedingungen;
- c) Beanspruchungszyklen mit kontinuierlicher Beanspruchung durch Strahlung von einer Labor-Lichtquelle ohne Dunkelphasen;
- d) Probekörpertemperaturen, die höher sind als bei den realen Bedingungen;
- e) Beanspruchungsbedingungen, die zu unrealistischen Temperaturunterschieden zwischen hell und dunkel gefärbten Probekörpern führen;
- f) Beanspruchungsbedingungen, die zu sehr häufigem Wechsel zwischen hohen und niedrigen Probekörpertemperaturen oder zu unrealistischen Temperaturschocks führen;
- g) unrealistischer Feuchtegehalt bei der zeitraffenden Prüfung im Vergleich zu den realen Einsatzbedingungen;
- h) Abwesenheit von biologischen Agenzien, Schadstoffen oder saurem Niederschlag oder Kondensation.

4.3 Anwendung zeitraffender Prüfungen mit Labor-Lichtquellen

4.3.1 Die Ergebnisse von Beanspruchungen durch zeitraffende künstliche Bewitterung oder zeitraffende künstliche Bestrahlung, die nach einem der Teile von ISO 4892 durchgeführt werden, sind am besten für den Vergleich der relativen Beständigkeit von Materialien geeignet. Vergleiche zwischen den Materialien erfolgen am besten, wenn die Materialien zur gleichen Zeit unter denselben Bedingungen im selben Bewitterungsgerät geprüft werden. Die Ergebnisse können durch den Vergleich der Beanspruchungsdauer oder der Bestrahlung, die erforderlich ist, um das Niveau einer charakteristischen Eigenschaft auf ein festgelegtes Niveau zu reduzieren, angegeben werden. Eine übliche Anwendung ist eine Prüfung, die durchgeführt wird, um festzustellen, dass das Qualitätsniveau verschiedener Chargen nicht von dem eines Kontrollmaterials mit bekannter Beständigkeit abweicht.

4.3.1.1 Es wird ausdrücklich empfohlen, dass bei jeder Prüfung mindestens ein Kontrollmaterial beansprucht wird, um die Beständigkeit des zu prüfenden Materials mit dem des Kontrollmaterials zu vergleichen. Das Kontrollmaterial sollte von vergleichbarer Zusammensetzung und ähnlichem Aufbau sein und so gewählt werden, dass dessen Versagensarten denen des zu prüfenden Materials entsprechen. Vorzugsweise werden

zwei Kontrollmaterialien verwendet, ein Material mit relativ hoher Beständigkeit und ein Material mit relativ geringer Beständigkeit.

4.3.1.2 Um die statistische Auswertung der Ergebnisse zu ermöglichen, ist von jedem Kontrollmaterial und jedem zu prüfenden Material eine ausreichende Anzahl an Probekörpern erforderlich. Sofern nicht anderweitig festgelegt, werden für alle zu prüfenden Materialien und alle Kontrollmaterialien jeweils mindestens drei Probekörper verwendet. Werden die Materialeigenschaften mit zerstörenden Prüfungen gemessen, so ist für jede Beanspruchungsdauer ein separater Satz Probekörper erforderlich.

4.3.2 Bei einigen Spezifikationsprüfungen werden die zu prüfenden Materialien gleichzeitig mit einem Bewitterungsreferenzmaterial (z. B. Prüfgewebe für die Bewertung mit Blaumaßstab) beansprucht. Die Eigenschaft(en) des zu prüfenden Materials wird (werden) gemessen, sobald eine bestimmte Eigenschaft des Bewitterungsreferenzmaterials ein festgelegtes Niveau erreicht hat. Unterscheidet sich das Bewitterungsreferenzmaterial in seiner Zusammensetzung vom zu prüfenden Material, ist es möglicherweise nicht empfindlich gegenüber Beanspruchungen, die beim zu prüfenden Material ein Versagen bewirken, oder es ist möglicherweise gegenüber einer Beanspruchung, die eine sehr geringe Wirkung auf das zu prüfende Material hat, sehr empfindlich. In diesen Fall kann sich die Variabilität in den Ergebnissen für das Bewitterungsreferenzmaterial stark von der des zu prüfenden Materials unterscheiden. Unterschiedliche Empfindlichkeiten des Bewitterungsreferenzmaterials und des zu prüfenden Materials können zu fehlerhaften Ergebnissen führen, wenn das Bewitterungsreferenzmaterial als Kontrollmaterial oder zum Bestimmen der Beanspruchungsdauer verwendet wird.

ANMERKUNG Bewitterungsreferenzmaterialien können ebenfalls verwendet werden, um die Konsistenz der Betriebsbedingungen bei einer Beanspruchungsprüfung zu überwachen. Die Informationen über die Auswahl und Charakterisierung der für diesen Zweck verwendeten Bewitterungsreferenzmaterialien können Literaturhinweis [4] entnommen werden. Literaturhinweis [5] beschreibt ein Verfahren, bei dem die Änderung des Carbonylindex eines bestimmten Polyethylen-Bewitterungsreferenzmaterials verwendet wird, um die Bedingungen bei den Beanspruchungen sowohl durch natürliche Bewitterung als auch durch zeitraffende künstliche Bewitterung zu überwachen.

4.3.3 Bei einigen Spezifikationsprüfungen werden die Eigenschaften der Probekörper in einem Prüfzyklus mit einem vorgeschriebenen Satz von Bedingungen nach einer bestimmten Beanspruchungsdauer oder Bestrahlung bewertet. Die Ergebnisse einer nach einem der Teile von ISO 4892 durchgeführten zeitraffenden Beanspruchungsprüfung sollten nicht dazu verwendet werden, ein Material aufgrund eines bestimmten Eigenschaftswertes nach einer festgelegten Beanspruchungsdauer oder Bestrahlung als "bestanden/nicht bestanden" zu bewerten, es sei denn die kombinierte Reproduzierbarkeit der Wirkungen eines besonderen Beanspruchungszyklus und des Verfahrens zur Messung der Eigenschaften wurde ermittelt.

5 Anforderungen an Laborbewitterungsgeräte

5.1 Bestrahlungsstärke

5.1.1 Labor-Lichtquellen werden angewendet, um die Bestrahlungsstärke für die Probekörper bereitzustellen. Um die Bestrahlungsstärke für die Probekörper bereitzustellen, werden in ISO 4892-2 Xenonbogenlampen, in ISO 4892-3 UV-Leuchtstofflampen und in ISO 4892-4 offene Kohlebogenlampen angewendet.

Bei Bedarf werden optische Filter verwendet, um die von einer künstlichen Lichtquelle bereitgestellte spektrale Bestrahlungsstärke oder den Bestrahlungsstärke-Bandpass auf eine gewünschte spektrale Bestrahlungsstärke, wie z. B. CIE 241, CIE-H1 (siehe Anhang C), einzustellen, insbesondere für Wellenlängen unterhalb des angestrebten UV-Cut-On.

ANMERKUNG Die in einem Gerät für die zeitraffende künstliche Bewitterung erzeugte spektrale Bestrahlungsstärke ist sehr wichtig. Idealerweise wird erwartet, dass die von dem Gerät erzeugte relative spektrale Bestrahlungsstärke eine sehr enge Übereinstimmung mit der von Sonnenstrahlung aufweist, besonders im kurzwelligen UV-Bereich [siehe Anmerkung in 4.2.4 a)]. Anhang C enthält Informationen über wichtige Referenz-Sonnenspektren, die für den Vergleich der bei der zeitraffenden künstlichen Beanspruchung erzeugten spektralen Bestrahlungsstärke mit der der Sonnenstrahlung verwendet werden können. Nachfolgende Teile der Normenreihe ISO 4892 enthalten spezielle Anforderungen an die relative spektrale Bestrahlungsstärke, die in den Geräten erzeugt wird, die in diesen Teilen beschrieben sind.

5.1.2 Das Bewitterungsgerät muss die Anordnung der Probekörper und aller vorgesehenen Messgeräte an Positionen ermöglichen, die eine gleichmäßige Bestrahlungsstärke von der Lichtquelle ermöglichen.

5.1.3 Bewitterungsgeräte müssen so ausgelegt sein, dass die Bestrahlungsstärke an einer beliebigen Stelle in dem Bereich, der für die Beanspruchung von Probenkörpern verwendet wird, mindestens 70 % der maximalen in diesem Bereich gemessenen Bestrahlungsstärke beträgt. Verfahren zur Messung der Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke durch die Gerätehersteller sind in Anhang A angegeben.

ANMERKUNG Die Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke in Bewitterungsgeräten hängt von der Ausführung der Geräte und mehreren weiteren Faktoren ab, wie z. B. von Ablagerungen, die sich am optischen System und den Kammerwänden entwickeln können. Außerdem kann die Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke durch die Art des Probekörpers und der Anzahl der beanspruchten Probekörper beeinträchtigt werden. Die vom Hersteller garantierte Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke gilt für neue Geräte und genau festgelegte Messbedingungen.

5.1.4 Liegt die minimale Bestrahlungsstärke an einer beliebigen Stelle des Bereichs, der für die Beanspruchung von Probenkörpern verwendet wird, zwischen 70 % und 90 % der maximalen Bestrahlungsstärke, so müssen die Probekörper regelmäßig neu positioniert werden, um die Variabilität bei der Bestrahlung zu verringern. Die Verfahrensweise und der Zeitplan der Neupositionierung müssen mit allen Beteiligten vereinbart werden.

ANMERKUNG Literaturhinweis [6] beschreibt mehrere mögliche Verfahren, einschließlich der zufälligen Positionierung von Parallelprobekörpern, die angewendet werden können, um die Variabilität von Beanspruchungen der Probekörper zu verringern, denen sie ausgesetzt sind.

5.1.5 Beträgt die Bestrahlungsstärke an jeder beliebigen Stelle in dem Bereich, der für die Beanspruchung von Probenkörpern verwendet wird, mindestens 90 % der maximalen Bestrahlungsstärke, so ist es nicht notwendig, eine regelmäßige Neupositionierung der Probekörper während der Beanspruchung vorzunehmen, um eine gleichmäßige Bestrahlung sicherzustellen. Obwohl möglicherweise keine regelmäßige Neupositionierung der Probekörper notwendig ist, ist es dennoch gängige Praxis, um sicher zu sein, dass sich die Variabilität von Beanspruchungen während der Beanspruchungsdauer auf ein Minimum beschränkt.

ANMERKUNG 1 In Abhängigkeit von der spezifischen Empfindlichkeit des Materials ist eine regelmäßige Neupositionierung der Probekörper gängige Praxis, um die Variabilität von Beanspruchungen zu minimieren.

ANMERKUNG 2 Die Zufallsanordnung der Probekörper ist ebenfalls eine gängige Praxis, um den Einfluss der Variabilität bei den Bedingungen innerhalb des Bestrahlungsbereichs zu verringern.

5.1.6 Zum Austausch von Lampen und Filtern und bezüglich der Voralterung von Lampen und/oder Filtern sind die Anweisungen des Geräteherstellers zu befolgen.

5.1.7 Um die Bestrahlungsstärke E oder die spektrale Bestrahlungsstärke E_λ und die Bestrahlung H oder die spektrale Bestrahlung H_λ in der Ebene der Probekörperoberfläche zu messen, darf ein in das Laborbewitterungsgerät integriertes Strahlungsmessgerät (Radiometer), das den in ISO 9370 festgelegten Anforderungen entspricht, angewendet werden.

ANMERKUNG ISO 9370 legt „häufige“ Überprüfungen der Kalibrierung des in das Laborbewitterungsgerät integrierten Strahlungsmessgeräts fest. Sie fordert außerdem, dass dieses Strahlungsmessgerät mindestens einmal jährlich formell kalibriert und justiert wird, entweder durch ein akkreditiertes Labor oder den Hersteller. Alternativ kann ein kalibriertes Referenz-Strahlungsmessgerät verwendet werden, um in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, ob der Zustand des in das Labor-Beanspruchungsgerät integrierten Strahlungsmessgeräts noch annehmbar ist.

5.1.7.1 Sofern angewendet, muss das in das Laborbewitterungsgerät integrierte Strahlungsmessgerät so angebracht werden, dass es die gleiche Strahlung empfängt wie die Probekörperoberfläche. Sofern es nicht in der Probekörperenebene angebracht ist, muss es ein ausreichend breites Sichtfeld haben und für die Bestrahlungsstärke im Probekörperabstand kalibriert sein. Das in das Laborbewitterungsgerät integrierte Strahlungsmessgerät muss mit einer Lichtquelle oder einer Kombination aus Lichtquelle und optischem Filter des gleichen Typs, der für die Prüfung verwendet wird, kalibriert werden; oder es wurde ein geeigneter spektraler

Fehlanpassungskorrekturfaktor berücksichtigt. Die Kalibrierung muss nach den Anweisungen des Herstellers des Strahlungsmessgerätes überprüft werden.

Eine Kalibrierung des Systems zur Regelung der Bestrahlungsstärke des Laborbewitterungsgeräts, sofern verwendet, muss regelmäßig durchgeführt werden. Das empfohlene Verfahren und die Intervalle für die Nachkalibrierung können vom Gerätehersteller bereitgestellt werden. ISO 10012 enthält Informationen zur Festlegung des Kalibrierintervalls. Wenn keine dieser Informationen verfügbar sind, wird empfohlen, einmal im Jahr eine Kalibrierung durchzuführen. In jedem Fall müssen die Intervalle für die Nachkalibrierung begründet und dokumentiert werden.

Diese Kalibrierung muss auf ein anerkanntes radiometrisches Normungsinstitut rückführbar sein. Häufigere Kalibrierungen werden empfohlen.

ANMERKUNG 1 Literaturhinweis [7] bietet spezifische Anleitungen für die Kalibrierung von Strahlungsmessgeräten mit Spektralradiometern. Dieses Verfahren kann angewendet werden, um das(die) Strahlungsmessgerät(e) des Messgerätes zu kalibrieren.

ANMERKUNG 2 Für Definitionen von Feld- und Referenz-Strahlungsmessgeräten siehe ISO 9370.

5.1.7.2 Falls gemessen, muss die Bestrahlungsstärke in dem Wellenlängenbereich angegeben werden, den alle Beteiligten vereinbart haben. Einige Gerätetypen sind zum Messen der Bestrahlungsstärke in einem bestimmten Wellenlängenbereich (z. B. 300 nm bis 400 nm oder 300 nm bis 800 nm) oder in einem schmalen Durchlassbereich vorgesehen, der auf eine einzelne Wellenlänge (z. B. 340 nm oder 420 nm) zentriert ist.

5.2 Temperatur

5.2.1 Die Oberflächentemperatur bestrahlter Polymere hängt hauptsächlich von den Wärmeflüssen durch absorbierte und emittierte Strahlung, durch Konvektion und durch Wärmeleitung innerhalb des Probekörpers ab. Da es praktisch nicht durchführbar ist, die Oberflächentemperatur einzelner Probekörper zu überwachen, wird ein spezielles Thermometer mit schwarzer Oberfläche zur Messung und Regelung der thermischen Bedingungen an dieser spezifischen Referenzoberfläche in der Probekörperebene verwendet. Die Bedingungen innerhalb des Bewitterungsgeräts, einschließlich des Luftstroms, hängen von der Wahl dieses Oberflächenthermometers ab. Der Temperaturfühler mit schwarzer Oberfläche muss innerhalb des Beanspruchungsbereichs des Probekörpers so befestigt werden, dass er sich in derselben Ebene und Ausrichtung befindet und die gleiche Strahlung empfängt wie eine flache Prüfprobekörperoberfläche. Bei dreidimensionalen Probekörpern muss sich das Thermometer mit schwarzer Oberfläche in einer Ebene und Ausrichtung befinden, die bestmöglich den Großteil der interessierenden Probekörperoberfläche darstellen, oder in der Ebene der wichtigsten interessierenden Oberfläche. Das Thermometer mit schwarzer Oberfläche ist dafür vorgesehen, die höchste Temperatur, der die Probekörper in der Probekörperebene ausgesetzt sind, annähernd zu messen.

5.2.2 Es dürfen zwei Arten von Temperaturfühlern mit schwarzer Oberfläche verwendet werden: Das Schwarzstandard-Thermometer (BST) und das Schwarztafel-Thermometer (BPT).

5.2.2.1 Schwarzstandard-Thermometer, bestehend aus einer ebenen (flachen) Platte aus nichtrostendem Stahl mit einer Dicke von 0,5 mm bis 1,2 mm. Die übliche Länge und Breite sind etwa 70 mm × 40 mm. Die bestrahlte Oberfläche dieser Platte muss mit einer schwarzen Beschichtung versehen sein, die eine gute Beständigkeit gegen Alterung aufweist. Die schwarz beschichtete Platte darf nicht mehr als 10 % der gesamten auffallenden Strahlungsleistung bis zu 2 500 nm reflektieren. Auf der gegenüberliegenden Seite der Lichtquelle muss in der Mitte der Platte ein wärmeempfindliches Element, wie z. B. ein Platin-Widerstandsfühler, in gutem thermischem Kontakt mit der Platte angebracht sein. Diese Seite der Metallplatte muss auf einer 5 mm dicken Grundplatte aus füllstofffreiem Polyvinylidenfluorid (PVDF) befestigt sein. In dieser PVDF-Grundplatte muss ein kleiner Hohlraum, der zur Aufnahme des Platin-Widerstandsfühlers ausreicht, eingearbeitet sein. Der Abstand zwischen dem Messfühler und dieser Aussparung in der PVDF-Platte muss etwa 1 mm betragen. Die Länge und Breite der PVDF-Platte müssen ausreichend groß sein, damit zwischen der schwarz beschichteten Metallplatte und der Montagehalterung, in die die Platte eingesetzt wird, kein thermischer Metall-zu-Metall-Kontakt vorliegt. Die metallenen Befestigungselemente der Halterung für die isolierte schwarze Platte müssen mindestens 4 mm von den Rändern der Metallplatte entfernt sein.

ANMERKUNG 1 Schwarzstandard-Thermometer werden manchmal als isolierte Schwarztafel-Thermometer bezeichnet. Isolierte Schwarztafel-Thermometer mit einem temperaturempfindlichen Element, das auf der bestrahlten Seite der Tafel angebracht ist, fallen nicht unter die Definition der Schwarzstandard-Thermometer.

ANMERKUNG 2 Das Schwarzstandard-Thermometer spiegelt das thermische Verhalten einer Probe mit geringer Wärmeleitfähigkeit, z. B. ein dunkles, undurchsichtiges Polymer, wider.

5.2.2.2 Schwarztafel-Thermometer, bestehend aus einer ebenen (flachen) korrosionsbeständigen Metallplatte. Die typischen Abmessungen sind etwa 150 mm Länge, 70 mm Breite und 1 mm Dicke. Die der Lichtquelle zugewandte Oberfläche dieser Platte muss mit einer schwarzen alterungsbeständigen Beschichtung versehen sein. Die schwarz beschichtete Platte darf nicht mehr als 10 % der gesamten auffallenden Strahlungsleistung bis zu 2 500 nm reflektieren. Im Mittelpunkt der beanspruchten Oberfläche muss ein wärmeempfindliches Element fest angebracht sein. Dieses wärmeempfindliche Element kann ein schwarz beschichteter, stabförmiger Bimetall-Zeigerfühler, ein Widerstands-Messfühler, ein Thermistor oder ein Thermoelement sein. Die Rückseite der Metallplatte muss zur Kammer oder umgebenden Atmosphäre hin offen sein.

ANMERKUNG 1 Schwarztafel-Thermometer werden manchmal als nicht isolierte Schwarztafel-Thermometer bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Das Schwarztafel-Thermometer spiegelt das thermische Verhalten einer Probe mit hoher Wärmeleitfähigkeit, z. B. eine dunkle Beschichtung auf einem metallischen Grundwerkstoff, wider.

ANMERKUNG 3 Weil Konvektionskühlung von beiden Seiten wirkt, beeinflusst die Einbaugeometrie die Stabilität und die Temperaturanzeige von Schwarztafel-Thermometern.

ANMERKUNG 4 Da ein Schwarztafel-Thermometer eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist, können die Temperaturanzeigenwerte erheblich durch die Bedingungen auf der Rückseite beeinflusst werden, z. B. wenn die Rückseite metallisch oder schwarz beschichtet ist.

5.2.2.3 Von der in 5.2.2.1 festgelegten Bauart abweichende Thermometer mit schwarzer Oberfläche sind zulässig, solange die von der alternativen Ausführung angezeigte Temperatur bei allen bei allen Einstellungen der stationären Temperatur und Bestrahlungsstärke im durchgeführten Prüfzyklus innerhalb von $\pm 1,0$ °C von der eines Thermometers der festgelegten Bauart liegt. Außerdem muss die Zeit, die ein alternatives Thermometer mit schwarzer Oberfläche zum Erreichen des Beharrungszustands benötigt, ± 10 % der Zeitspanne betragen, die das festgelegte Schwarzstandard-Thermometer zum Erreichen des Beharrungszustands benötigt. Bei Xenon- und Kohlebogenlampen wird die Verwendung von Schwarztafel- und Schwarzstandard-Messfühlern entsprechend den Definitionen in 3.7 bzw. 3.8 empfohlen.

5.2.2.4 Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Temperaturen unter Verwendung einer der vorstehend beschriebenen Thermometerausführungen gemessen werden. Werden andere Mittel eingesetzt, um die Temperatur der schwarzen oder weißen Tafeln zu messen, ist die genaue Ausführung der schwarzen oder weißen Tafel in den Prüfbericht aufzunehmen.

ANMERKUNG 1 Die vom Schwarztafel- oder Schwarzstandard-Thermometer angezeigte Temperatur hängt von der durch die Labor-Lichtquelle/Filter-Kombination erzeugten Bestrahlungsstärke und der Temperatur und Geschwindigkeit der sich auf der Vorder- und Rückseite des Messfühlers bewegendes Luft ab. Die Schwarztafel-Temperaturen entsprechen im Allgemeinen denen von dunklen Beschichtungen auf Metalltafeln ohne thermische Isolierung auf der Rückseite. Die Temperaturen von Schwarzstandard-Thermometern entsprechen im Allgemeinen denen von bestrahlten Oberflächen dunkler Proben mit schlechter Wärmeleitfähigkeit. Unter den bei typischen Beanspruchungen angewandten Bedingungen ist die von einem Schwarzstandard-Thermometer angezeigte Temperatur 3 °C bis 12 °C höher als die von einem Schwarztafel-Thermometer angezeigte Temperatur. Der tatsächliche Unterschied zwischen einer Schwarztafel-Temperatur und einer mit einem Schwarzstandard-Thermometer gemessenen Temperatur sollte jedoch möglichst für jede Beanspruchungsbedingung bestimmt werden. Weil die Schwarzstandard-Thermometer isoliert sind, ist deren Ansprechzeit bei Temperaturänderungen geringfügig länger als bei einem Schwarztafel-Thermometer.

ANMERKUNG 2 Bei niedrigen Bestrahlungsstärkeniveaus kann der Unterschied zwischen der von einem Schwarztafel-Thermometer oder einem Schwarzstandard-Thermometer angezeigten Temperatur und der tatsächlichen Probekörper-

temperatur gering sein. Wenn Lichtquellen angewendet werden, die sehr wenig Infrarotstrahlung und sichtbare Strahlung emittieren, bestehen im Allgemeinen nur sehr kleine Temperaturunterschiede zwischen hell und dunkel gefärbten Probekörpern mit den gleichen thermischen Eigenschaften.

5.2.3 Um den Bereich von Oberflächentemperaturen der bestrahlten Probekörper zu bewerten und um die Bestrahlungsstärke oder Bedingungen in der Beanspruchungskammer besser zu regeln, wird zusätzlich zu dem Schwarztafel- oder Schwarzstandard-Thermometer die Anwendung eines Weißtafel- oder eines Weißstandard-Thermometers empfohlen. Das Weißtafel- oder das Weißstandard-Thermometer muss von der gleichen Bauart wie das entsprechende Schwarztafel- oder Schwarzstandard-Thermometer sein, jedoch mit der Ausnahme, dass eine weiße Beschichtung mit guter Alterungsbeständigkeit verwendet wird. Der Reflexionsgrad der weißen Beschichtung muss zwischen 450 nm und 800 nm mindestens 60 % und zwischen 800 nm und 1 500 nm mindestens 30 % betragen.

5.2.4 Hersteller von Bewitterungsgeräten müssen sicherstellen, dass Geräte, die dafür ausgelegt sind, die die Anforderungen dieses Dokuments zu erfüllen, in der Lage sind, die in Tabelle 2 angeführten Anforderungen an die Regelung der Temperatur des schwarzen oder weißen Temperaturfühlers an der Stelle zu erfüllen, an der er eingesetzt werden soll. Diese Anforderungen gelten für Gleichgewichtsbedingungen.

5.2.5 Hersteller von Bewitterungsgeräten müssen sicherstellen, dass Geräte, die dafür ausgelegt sind, die Anforderungen dieses Dokuments zu erfüllen, in der Lage sind, die in Tabelle 1 angeführten Anforderungen an die Regelung der Temperatur eines schwarzen oder weißen Temperaturfühlers an einer beliebigen Stelle innerhalb des zugelassenen Bestrahlungsbereichs zu erfüllen. Diese Anforderungen gelten für Gleichgewichtsbedingungen.

Tabelle 1 — Anforderungen an die Solltemperatur des schwarzen oder weißen Temperaturfühlers an einer beliebigen Stelle innerhalb des zugelassenen Bestrahlungsbereichs

Solltemperatur	Zulässige Abweichung der Fühlertemperatur, wenn der Fühler an beliebiger Stelle im Bestrahlungsbereich angeordnet ist ^a
≤ 70 °C	±5 °C
> 70 °C	±7 °C
^a Diese betriebsbedingte Schwankung berücksichtigt nicht die Mess- oder Kalibrierunsicherheit.	

ANMERKUNG Bei einigen Materialien können Unterschiede bei der Degradierungsgeschwindigkeit zwischen Geräten auftreten, die innerhalb der zulässigen Temperaturbereiche arbeiten. Die regelmäßige Neupositionierung der Probekörper oder die Zufallspositionierung von Parallelprobekörpern während der Beanspruchung verringert die durch Temperaturunterschiede innerhalb des Beanspruchungsbereichs verursachte Variabilität.

5.2.6 Im Prüfbericht muss angegeben werden, ob ein Schwarzstandard- oder ein Schwarztafel-Thermometer verwendet wurde und ob ein Weißstandard- oder ein Weißtafel-Thermometer verwendet wurde.

ANMERKUNG Von einem einzigen Typ von Schwarzstandard- oder Schwarztafel-Thermometer können unterschiedliche Temperaturen angezeigt werden, abhängig von der konkreten Ausführung des Gerätes, das von verschiedenen Herstellern geliefert wird.

5.2.7 Wenn die Lufttemperatur der Bewitterungskammer gemessen wird, muss der Temperaturfühler gegenüber der Lichtquelle und Sprühwasser geschützt (abgeschirmt) sein. Die an dieser Stelle gemessene Temperatur der Kammerluft stimmt möglicherweise nicht mit der Temperatur der Kammerluft nahe der Oberfläche der bestrahlten Probekörper überein. Hersteller von Geräten, die die Temperatur der Kammerluft regeln, müssen sicherstellen, dass deren Geräte in der Lage sind, die in Tabelle 2 angeführten Anforderungen an die gemessene Temperatur der Kammerluft einzuhalten. Diese Anforderungen gelten für Gleichgewichtsbedingungen.

5.2.8 Eine Kalibrierung des zum Messen der Lufttemperatur in der Kammer angewendeten Temperaturfühlers muss regelmäßig durchgeführt werden. Das empfohlene Verfahren und die Intervalle für die Nachkali-

brierung können vom Gerätehersteller bereitgestellt werden. ISO 10012 enthält Informationen zur Festlegung des Kalibrierintervalls. Wenn keine dieser Informationen verfügbar sind, wird empfohlen, einmal im Jahr eine Kalibrierung durchzuführen. In jedem Fall müssen die Intervalle für die Nachkalibrierung begründet und dokumentiert werden.

5.2.9 Eine Kalibrierung des in das Labor-Bewitterungsgerät integrierten Thermometers mit weißer oder schwarzer Oberfläche muss regelmäßig durchgeführt werden. Das empfohlene Verfahren und die Intervalle für die Nachkalibrierung können vom Gerätehersteller bereitgestellt werden. ISO 10012 enthält Informationen zur Festlegung des Kalibrierintervalls. Wenn keine dieser Informationen verfügbar sind, wird empfohlen, einmal im Jahr eine Kalibrierung durchzuführen. In jedem Fall müssen die Intervalle für die Nachkalibrierung begründet und dokumentiert werden.

Zwischenkontrollen/Überprüfungen werden immer dann empfohlen, wenn Änderungen am Gerät vorgenommen werden, die sich auf die Geräteleistung auswirken können, wie z. B. Änderungen der Prüfzyklusparameter oder der Austausch von Lampen oder Filtern.

5.3 Feuchte und Benässung

5.3.1 Das Vorhandensein von Feuchte auf der beanspruchten Fläche des Probekörpers, besonders bei langen nassen Zeiträumen und dem zyklischen Wechsel zwischen Nass- und Trockenphasen, kann einen wesentlichen Einfluss auf die zeitraffenden Beanspruchungsprüfungen im Labor haben. Jedes Gerät, das nach einem der Teile von ISO 4892 betrieben wird und mit dem versucht wird, die Einflüsse von Feuchte zu simulieren, muss über Mittel zum Aufbringen von Feuchte auf die Probekörper nach einem oder mehreren der folgenden Verfahren verfügen:

- a) Befeuchten der Kammerluft;
- b) Kondenswasserbildung;
- c) Besprühen mit Wasser;

ANMERKUNG Die durch Besprühen mit Wasser auf Probekörper aufgebrauchte Menge an Wasser kann unter Anwendung des Verfahrens in ISO 23741 bestimmt werden.

- d) Eintauchen.

5.3.2 Wasserreinheit

5.3.2.1 Bei Geräten mit Xenonbogen- und Kohlebogenlampen ist die Reinheit des zum Besprühen der Probekörper verwendeten Wassers sehr wichtig. Ohne die richtige Behandlung zum Entfernen von Kationen, Anionen, organischen Stoffen und besonders Siliciumdioxid entwickeln beanspruchte Probekörper Flecken oder Verfärbungen, die bei Beanspruchungen im Freien nicht auftreten. Sofern nicht anders festgelegt, darf das zum Besprühen von Probekörpern verwendete Wasser höchstens 1 µg/g Feststoffe und höchstens 0,2 µg/g Siliciumdioxid enthalten. Mit Destillation oder einer Kombination von Deionisierung und Umkehrosmose kann wirksam Wasser der gewünschten Reinheit hergestellt werden. Wenn das zum Besprühen von Probekörpern verwendete Wasser mehr als 1 µg/g Feststoffe enthält, müssen die Gehalte an Feststoffen und Siliciumdioxid im Prüfbericht angegeben werden.

Die Rezirkulation von zum Besprühen von Probekörpern verwendetem Wasser wird nicht empfohlen, ist jedoch zulässig, wenn das rückgeführte Wasser für die Dauer der Prüfung die vorstehend angeführten Reinheitsanforderungen erfüllt.

5.3.2.2 Die Reinheit von Wasser zum Besprühen in Geräten mit UV-Leuchtstofflampen ist nicht so kritisch wie bei Geräten mit Xenonbogen- und Kohlebogenlampen. Deshalb müssen die Probekörper mit Wasser besprüht werden, das gereinigt wurde, um einen Gehalt an gelösten Feststoffen von weniger als 2,0 µg/g und einen Gehalt an suspendiertem Siliciumdioxid < 0,5 µg/g zu erreichen.

5.3.3 Wenn festgestellt wird, dass Probekörper nach der Beanspruchung Ablagerungen oder Flecken aufweisen, muss die Reinheit des Wassers überprüft werden, um zu bestimmen, ob es die in 5.3.2 festgelegten Reinheitsanforderungen erfüllt. In einigen Fällen können beanspruchte Probekörper durch Ablagerungen von Bakterien verunreinigt werden, die in dem zum Besprühen der Probekörper verwendeten gereinigten Wasser wachsen können. Wird eine bakterielle Kontamination festgestellt, muss die gesamte zum Besprühen der Probekörper angewendete Anlage mit einer Chlorierungsmittellösung, wie z. B. Natriumhypochlorit, gespült und vor der Wiederaufnahme der Beanspruchung gründlich nachgespült werden.

5.3.4 Obwohl die Leitfähigkeit nicht immer mit dem Siliciumdioxidgehalt zusammenhängt, wird empfohlen, dass die Leitfähigkeit von zum Besprühen der Probekörper verwendetem Wasser kontinuierlich überwacht wird und dass die Beanspruchungen gestoppt werden, sobald die Leitfähigkeit über $5 \mu\text{S}/\text{cm}$ liegt.

5.3.5 Alle Bauteile der Anlage zum Besprühen der Probekörper müssen aus nichtrostendem Stahl oder einem anderen Material hergestellt werden, welches das Wasser nicht mit Stoffen kontaminiert, die UV-Strahlung absorbieren oder unrealistische Ablagerungen auf Probekörpern bilden könnten.

5.3.6 Wenn die Regelung der Luftfeuchte erforderlich ist, müssen Fühler zur Feuchtemessung im Kammerluftstrom angeordnet und vor direkter Strahlung und Sprühwasser abgeschirmt werden. Wenn die Feuchte geregelt ist, muss die gemessene relative Luftfeuchte auf $\pm 10\%$ der Sollfeuchte eingehalten werden.

ANMERKUNG Diese betriebsbedingte Schwankung berücksichtigt nicht die Mess- oder Kalibrierunsicherheit.

Eine Kalibrierung des zum Messen der Luftfeuchte in der Kammer angewendeten Feuchtefühlers muss regelmäßig durchgeführt werden. Das empfohlene Verfahren und die Intervalle für die Nachkalibrierung können vom Gerätehersteller bereitgestellt werden. ISO 10012 enthält Informationen zur Festlegung des Kalibrierintervalls. Wenn keine dieser Informationen verfügbar sind, wird empfohlen, einmal im Jahr eine Kalibrierung durchzuführen. In jedem Fall müssen die Intervalle für die Nachkalibrierung begründet und dokumentiert werden.

5.3.7 Jedes Gerät, das nach irgendeinem Verfahren Zeiträume zum Befeuchten der beanspruchten Probekörper einführt, muss über Möglichkeiten zum Programmieren der Zeiträume mit und ohne Befeuchten verfügen.

5.4 Sonstige Anforderungen an Bewitterungsgeräte

5.4.1 Obwohl in der Praxis Bewitterungsgeräte unterschiedlicher Bauart verwendet werden, muss jedes Gerät die Anforderungen in 5.4.1.1 und 5.4.1.2 erfüllen.

5.4.1.1 Jedes Gerät, das zum Simulieren der Wirkungen von Hell- und Dunkel-Zyklen vorgesehen ist, muss über eine elektronische Steuerung oder mechanische Vorrichtung zum Programmieren der Zeiträume mit oder ohne Strahlung verfügen.

5.4.1.2 Hersteller müssen sicherstellen, dass Geräte mit Vorgabe von Zeiträumen, in denen die Beanspruchungsbedingungen unterschiedlich sind, über Mittel zum Einstellen der Länge jedes Zeitraums verfügen. Die Dauer der einzelnen Zyklusphasen muss auf ± 1 min geregelt werden. Es ist wünschenswert, Zeitgeber zu verwenden, die so genau wie möglich sind und eine möglichst hohe Wiederholpräzision haben. Wahlweise darf eine Vorrichtung zum Aufzeichnen der Länge jeder Prüfperiode vorhanden sein.

5.4.2 Um die Anforderungen der jeweiligen Prüfverfahren zu erfüllen, kann es erforderlich sein, dass das Gerät mit einer Vorrichtung zum Registrieren oder Aufzeichnen der folgenden Betriebsparameter ausgestattet ist:

- a) Netzspannung;
- b) Lampenleistung;
- c) Stromstärke der Lampe;