

# Alterung von Kfz-Bauteilen in Sonnensimulationsanlagen

**DIN**  
**75 220**

Ageing of automotive components in solar simulation units

Ers. f. v. 02.91

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Das Verfahren dient der Ermittlung des Alterungsverhaltens von polymeren Kfz-Bauteilen in deren originären Einbaulagen und Montageart. Es wird auf komplexe Baugruppen oder ganze Fahrzeuge angewendet und ist daher besonders geeignet, Wechselwirkungen von verschiedenen Werkstoffen innerhalb eines Bauteils oder zwischen mehreren Bauteilen aufzuzeigen.

Erweitert gegenüber DIN 75 202 werden die Änderungen aller für den Gebrauch relevanten Eigenschaften wie Form, Farbe, Glanz, Haptik, Festigkeit und die Folgen unterschiedlicher Wärmeausdehnung unter der Einwirkung von künstlicher Globalstrahlung, Wärme/Kälte und Feuchte beurteilt.

## 2 Begriffe

### 2.1 Alterung

Gesamtheit aller im Laufe der Zeit in einem Material irreversibel ablaufenden chemischen und physikalischen Vorgänge.

Anmerkung: Für Prüfw Zwecke wird eine beschleunigte Alterung oft künstlich herbeigeführt.  
(Aus: DIN 50 035 Teil 1/03.89)

### 2.2 Sonnensimulationsanlage

Eine Sonnensimulationsanlage ist eine Anlage, in der Fahrzeuge oder Bauteile einer künstlichen Globalstrahlung ausgesetzt werden.

### 2.3 Künstliche Globalstrahlung

Künstliche Globalstrahlung ist eine der Globalstrahlung ähnliche Strahlung für Prüfw Zwecke, deren spektrale Strahlungsverteilung und Bestrahlungsstärke auf der Bezugsebene in den CIE-Publikationen No 20 und No 85 angegeben sind.

### 2.4 Prüfkammer

Die Prüfkammer ist eine Vorrichtung, in der die klimatischen Bedingungen an den Außenflächen eines Fahrzeugs simuliert werden: Outdoor-Bedingungen.

### 2.5 Prüfkasten

Der Prüfkasten ist eine Vorrichtung, in der die klimatischen Bedingungen im geschlossenen Fahrgastraum simuliert werden: Indoor-Bedingungen.

### 2.6 Bezugsebene

Bezugsebene ist eine gedachte Fläche in der leeren Prüfkammer oder im leeren Prüfkasten, in der die vorgegebenen Klimaparameter wie Bestrahlungsstärke, Temperatur usw. gemessen werden.

### 2.7 Nutzbares Prüfvolumen

Nutzbares Prüfvolumen einer Sonnensimulationsanlage ist das Volumen, in dem die vorgegebenen Klimaparameter eingehalten werden.

### 2.8 Oberflächentemperatur

Oberflächentemperatur ist diejenige Temperatur, die durch die künstliche Globalstrahlung und Wärmeaustausch mit der Umgebung auf der bestrahlten Bauteiloberfläche erzeugt wird. Sie ist höher als die Prüfkammer- und Prüfkastentemperatur.

Anmerkung 1: In dieser Norm wird die Oberflächentemperatur charakterisiert durch die Schwarzstandard-Temperatur.

Anmerkung 2: Die Temperatur der bestrahlten Oberfläche der Probe wird durch die Bestrahlungsbedingungen, durch die materialspezifischen und oberflächenspezifischen Eigenschaften der Probe und den Wärmeübergang bestimmt. Eine korrekte Messung ist aufwendig oder physikalisch sehr schwierig.

### 2.9 Prüfkammertemperatur (auch: Outdoor-Temperatur)

Die Prüfkammertemperatur ist diejenige Lufttemperatur, die durch Lufttemperierung vorgegeben wird.

### 2.10 Prüfkastentemperatur (auch: Indoor-Temperatur)

Die Prüfkastentemperatur ist diejenige Lufttemperatur, die durch Lufttemperierung vorgegeben wird. Für den Fall, daß ein Prüfkasten Outdoor-Bedingungen ausgesetzt wird, ist die Prüfkastentemperatur eine Meßgröße.

Fortsetzung Seite 2 bis 6

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.  
 Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN  
 Normenausschuß Kunststoffe (FNK) im DIN

## 2.11 Probe

Proben sind komplette Fahrzeuge, Baugruppen, Bauteile oder Abschnitte davon.

## 2.12 Probekörper

Probekörper sind Materialproben, die der Probe vor, während oder nach der Prüfung zur Beurteilung entnommen werden.

## 2.13 Beanspruchungszone 1

Die Beanspruchungszone 1 ist ein Bereich des Insassenraumes, in dem die Bauteile aufgrund ihrer Einbaulage einer starken Beanspruchung ausgesetzt sind (z. B. Instrumententafel, Hutablage).

## 2.14 Beanspruchungszone 2

Die Beanspruchungszone 2 ist ein Bereich des Insassenraumes, in dem die Bauteile aufgrund ihrer Einbaulage einer geringen Beanspruchung ausgesetzt sind (z. B. Türinnenverkleidung, Teppichboden).

## 3 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Komplette Fahrzeuge oder Außenbauteile werden in geeigneter Weise in Prüfkammern eingebracht. Innenbauteile werden in Einbaulage montiert und in Prüfkästen eingebracht. Bestrahlungsvorrichtungen, die eine künstliche Globalstrahlung erzeugen, bestrahlen die Proben mit einer vorgegebenen Bestrahlungsstärke bei den in Abschnitt 7.2.3 vorgegebenen weiteren Klimaparametern. Nach Beendigung der Prüfung wird das Fahrzeug oder das entsprechende Bauteil beurteilt.

## 4 Bezeichnung

Die Bezeichnung einer Alterungsprüfung nach dieser Norm setzt sich wie folgt zusammen:

- Norm-Nr
- Kurzbezeichnung des Prüfmodus nach Abschnitt 7.2

### 1. Beispiel

Bezeichnung einer Zyklusprüfung (Z) nach Abschnitt 7.2.1 unter Outdoor-Bedingungen (OUT):

Prüfung DIN 75 220-Z-OUT

### 2. Beispiel

Bezeichnung einer Dauerprüfung (D) nach Abschnitt 7.2.2 unter Indoor-Bedingungen (IN), Beanspruchungszone 2, Feuchtklima (F) Tag:

Prüfung DIN 75 220-D-IN2-F

## 5 Geräte und Hilfsmittel

### 5.1 Meßgeräte

Alle nachstehend aufgeführten Meßgeräte müssen für eine Registrierung der Meßwerte geeignet sein.

Eine Kalibrierung der Meßgeräte muß nach den Angaben des Herstellers erfolgen; jedoch mindestens einmal je Jahr.

#### 5.1.1 Strahlung

Es sind nur solche Meßgeräte zulässig, bei denen vom Hersteller Angaben über den Temperaturgang und die Alterung des Empfängers sowie über die cos-getreue Bewertung der auftretenden Strahlung vorliegen.

Zur Messung der Bestrahlungsstärke  $E$  in  $W/m^2$  und gegebenenfalls der Bestrahlung  $H$  in  $J/m^2$  werden folgende Geräte verwendet:

- a) Im Spektralbereich  $280 < \lambda < 3\,000\text{ nm}$   
Die Messung erfolgt mit einem Pyranometer. Eine Zusammenfassung über die Strahlungsmessung beim Bewittern ist im ISO Technical Report 9673 : 1992 "Solar radiation and its measurement for determining outdoor levels of weather exposure" enthalten.

- b) Im Spektralbereich  $280 < \lambda < 400\text{ nm}$   
Meßgeräte mit photoelektrischem Empfänger (Begriff nach DIN 5030 Teil 5) und geeigneter Filterung sind zu verwenden, wobei die Messung breitbandig erfolgen sollte.

Anmerkung: Der Hersteller muß Angaben bereitstellen, ob die photoelektrischen Empfänger für Dauermessung geeignet sind.

#### 5.1.2 Temperatur

##### 5.1.2.1 Schwarzstandard-Thermometer

Nach DIN 53 397/04.89, Abschnitt 5.2. Andere Meßgeräte sind zulässig, sofern deren Gleichwertigkeit nachgewiesen werden kann.

##### 5.1.2.2 Thermometer für Lufttemperatur

Die laufende Erfassung der Temperatur in der Prüfkammer oder im Prüfkasten erfolgt mit einem oder mehreren Aufnehmern, die nicht direkter Bestrahlung ausgesetzt werden. Als Temperaturaufnehmer werden Ausdehnungsthermometer, Thermoelemente oder vorzugsweise Widerstandsthermometer Pt 100 nach DIN IEC 751 verwendet.

#### 5.1.3 Relative Luftfeuchte

Geeignet sind Luftfeuchtemeßgeräte mit ausreichender Genauigkeit innerhalb des ausgewählten Klimabereiches, die ohne Beeinflussung der Prüfraumlufte abgelesen werden können. Verwendung finden bevorzugt:

- Psychrometer nach DIN 50 012 Teil 2
- LiCl-Hygrometer nach DIN 50 012 Teil 5
- Feuchte-Fühler auf kapazitiver Basis

Die Meßfühler sind vor direkter Bestrahlung zu schützen.

## 5.2 Referenzmaterialien

Für eine zusätzliche Prüfung der Expositionsbedingungen können Referenzmaterialien benutzt werden, deren Alterungsverhalten gut bekannt ist. Geeignet ist die Typfärbung 6 des Lichtechtheitsmaßstabes nach ISO 105-B01 (Beuth Bestellnr. 45036) in den Abmessungen  $45 \times 30\text{ mm}$ , hinterlegt mit 5 mm dickem Polyesterfilz oder Polypropylen-schaum.

## 5.3 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtungen werden den Anwendungsbereichen entsprechend in zwei Kategorien unterteilt:

- a) Prüfkammer für Outdoor-Bedingungen nach Tabellen 2 und 5
- b) Prüfkasten für Indoor-Bedingungen nach Tabellen 3, 4 und 5

Die Prüfeinrichtungen bestehen im wesentlichen aus einer Bestrahlungsvorrichtung, einer temperierbaren Prüfkammer und/oder einem Prüfkasten zur Aufnahme der zu prüfenden Innenausrüstungen.

#### 5.3.1 Bestrahlungsvorrichtung

Die Bestrahlungsvorrichtung dient der Erzeugung der künstlichen Globalstrahlung (siehe Abschnitt 2.3).

Die hauptsächlichen Bestandteile sind Strahlungsquellen, Reflektorsysteme und falls erforderlich, Filtersysteme. Die Bestrahlungsvorrichtung muß den in Tabellen 2 bis 4, sowie den im folgenden aufgeführten Anforderungen entsprechen.

Die Toleranz der Bestrahlungsstärke soll in der Bezugsebene  $\pm 5\%$  betragen.

Im nutzbaren Prüfvolumen muß die Bestrahlungsstärke auf jedem Flächenelement, das sich parallel zur Bezugsebene befindet, innerhalb von  $\pm 10\%$  vom Sollwert (nach Tabellen 2 bis 4) liegen.

Die spektrale Strahlungsverteilung muß Tabelle 1 entsprechen (siehe auch DIN IEC 68, Teil 2-5/11.82, Tabelle 1).

Eine Steuerung oder Regelung der Bestrahlungsstärke ist vorzusehen.

Anmerkung: Für die Einhaltung der Anforderungen an die Bestrahlungseinheit hat beim Neugerät der Hersteller Sorge zu tragen. Gleichfalls sind von ihm Hinweise auf mögliche Beeinflussungen durch die örtlichen Gegebenheiten (Stromversorgung, Prüf-raumausstattung) beim Betreiber zu geben, bzw. Abhilfen zu schaffen.

Die mittlere Lebensdauer der Strahlungsquelle ist auszuweisen. Das Ende der Lebensdauer ist erreicht, wenn die unter Tabelle 1 genannten Grenzwerte nicht mehr eingehalten werden oder die erforderliche Bestrahlungsstärke nicht mehr erreicht wird.

Die Überwachung während des Betriebs soll nach in Abschnitt 7 erstellten Richtlinien und mittels der in Abschnitt 5 beschriebenen Geräte vorgenommen werden.

Für den UV- und VIS-Bereich der Globalstrahlung ist die Xenonbogenlampe mit entsprechenden Filtern die momentan beste Lösung (siehe DIN 53 387, DIN 53 231 und IEC 68, Teil 2-9), jedoch wegen des überhöhten IR-Strahlungsanteils und der geringen Strahlungsausbeute im UV/VIS-Bereich für den Einsatz in großen Prüfkammern nicht zu empfehlen. Für diesen Zweck sind die Metallhalogenidstrahler zur Simulation der gesamten Globalstrahlung derzeit als beste Lösung anzusehen.

Tabelle 1. Spektrale Strahlungsverteilung der künstlichen Globalstrahlung

Wellen-längen-bereich nm	Anteil an der Gesamt-bestrahlungs-stärke %	Trans-missions-grad von 4 mm dickem Fensterglas %	Anteil an der Gesamtbe-strahlungs-stärke hinter 4 mm dickem Fensterglas %
280 bis 320	$0,5 \pm 0,2$	0,07	$< 0,04$
320 bis 360	$2,4 \pm 0,6$	0,61	$1,8 \pm 0,5$
360 bis 400	$3,2 \pm 1,2^{*)}$ $0,8$	0,88	$3,4 \pm 1,2^{*)}$ $0,8$
400 bis 520	$17,9 \pm 1,8$	0,89	$19,2 \pm 1,9$
520 bis 640	$16,6 \pm 1,7$	0,89	$17,8 \pm 1,8$
640 bis 800	$17,3 \pm 1,7^{*)}$ $4,5$	0,83	$17,3 \pm 1,7^{*)}$ $4,5$
800 bis 3 000	$42,1 \pm 6,4$	0,80	$40,5 \pm 8,1$

Anmerkung: Als Standardglas wird 4 mm Fensterglas benutzt. Wegen der Transmission im UV-Bereich wird mit diesem Glas der sog. „schlechteste Fall“ simuliert. Selbstverständlich können auch andere Gläser benutzt werden, was aber vereinbart werden muß. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß der Einsatz anderer Gläser den Transmissionsgrad und damit auch die spektrale Strahlungsverteilung verändert. Bei Verwendung anderer Gläser ist dies im Prüfbericht anzugeben.

\*) Technischer Stand bei den z. Z. verwendeten Metallhalogenidstrahlern

### 5.3.2 Prüfkammer

Für die Prüfung von Kraftfahrzeugen und Außenbauteilen muß die Kammer, entsprechend den Vorgaben der Prüf-spezifikationen hinsichtlich der Prüfkammertemperatur, folgende Möglichkeiten der Temperierung bieten:

Bei Betrieb der Bestrahlungs-vorrichtung den Bereich von  $35^{\circ}\text{C}$  bis  $45^{\circ}\text{C}$

Während der Dunkelphase den Bereich von  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $+10^{\circ}\text{C}$

Die eingestellten Temperaturen sind im nutzbaren Prüfvolumen auf  $\pm 3\text{ K}$  einzuhalten. Die Aufheizgeschwindigkeit sollte  $0,5\text{ K/min}$  betragen. Die Abkühlgeschwindigkeit sollte  $0,25\text{ K/min}$  betragen.

Die Einstellung der in den Tabellen 2 bis 5 genannten Werte der relativen Luftfeuchte muß sichergestellt sein.

### 5.3.3 Prüfkasten

Der Prüfkasten, gebildet aus einem Fahrzeug, aus dem Abschnitt einer Fahrgastzelle oder dieser nachempfunden, dient zur Nachbildung der Innenraumkonditionen der verschiedenen Fahrzeugmodelle.

Die Prüfkastentemperatur soll im Bereich von  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $90^{\circ}\text{C}$  einstellbar sein. Die eingestellten Temperaturen sind im nutzbaren Prüfvolumen auf  $\pm 3\text{ K}$  einzuhalten. Die Aufheizgeschwindigkeit sollte  $1\text{ K/min}$  betragen. Die Abkühlgeschwindigkeit sollte  $0,5\text{ K/min}$  betragen. Die Verglasung des Prüfkastens soll aus Fensterglas bestehen; siehe Anmerkung zu Tabelle 1.

## 6 Probenahme, Proben, Vorbehandlung

### 6.1 Probenahme

Soweit keine speziellen Proben geprüft werden sollen, sind die Proben zufällig (Stichprobenentnahme) zu entnehmen. Bei Proben, in denen Nachreaktionen ablaufen können, sind Entnahmezeiten zu vereinbaren, damit die Proben z. B. vollkommen ausgehärtet sind.

### 6.2 Proben

Die Probe und alle Bestandteile der Probe sind vor dem Versuch zu identifizieren und gegebenenfalls zu bewerten (Iststanddokumentation von z. B. Hersteller, Herstellungsdatum, Herstellparameter, Charge, Farbe, Glanzgrad usw.). Für eine integrale Bauteilprüfung ist das entsprechende Umfeld darzustellen (An- und Einbauteile, angrenzende Teile, Isolierungen, Unterbau usw.), damit sichergestellt ist, daß z. B. die thermische und mechanische Situation am Einbauport, die Belüftung, die Konvektion und auch die Wärmekapazitäten der Einbauteile dem Originalfahrzeug möglichst ähnlich sind.

### 6.3 Vorbehandlung

Alle Proben sind vor dem Versuch 24 h im Normalklima DIN 50 014-23/50-1 zu konditionieren. Hiervon abweichende Vorbehandlungen sind zu vereinbaren.

## 7 Prüfung

### 7.1 Vorbereitung der Prüfung

Die Entnahme, Herstellung bzw. Vorbereitung von Proben (d. h. Baugruppen, Bauteile, Materialproben) erfolgt nach Vereinbarung zwischen Lieferant und Abnehmer unter Berücksichtigung von Abschnitt 6.

Die Proben werden in der originären Einbaulage bzw. entsprechend der Vereinbarung zwischen Lieferant und Abnehmer in den Prüfeinrichtungen nach den Abschnitten 5.3.2 oder 5.3.3 eingesetzt.

Struktur 380 ... 780 nm

IR : 780 nm ... 1 mm

UV : 10 nm ... 400 nm

## 7.2 Durchführung

Für die Prüfung nach dieser Norm sind Zyklen- (siehe Abschnitt 7.2.1) oder Dauerprüfungen (siehe Abschnitt 7.2.2) möglich.

Die Prüfdauer muß so abgestimmt sein, daß im üblichen Arbeitsrhythmus tägliche Prüfungen und Wartungen durchgeführt werden können.

Nach Beendigung der Prüfung bzw. nach Entnahme der Proben werden diese min. 24 h konditioniert (siehe Abschnitt 6). Dann werden die Proben nach Abschnitt 6 geprüft und beurteilt. Zwischen Lieferant und Abnehmer ist zu vereinbaren, welche Prüfungen nach Abschnitt 6 an den Proben vorzunehmen sind.

### 7.2.1 Zyklusprüfung

Eine Zyklusprüfung besteht aus 15 nacheinander zu durchfahrenden Trockenklima-Zyklen nach Abschnitten 7.2.1.1 und 10 nacheinander zu durchfahrenden Feuchtklima-Zyklen nach Abschnitt 7.2.1.2. Eine Zyklusprüfung kann unter Outdoor-Bedingungen nach Tabelle 2 und 5 oder Indoor-Bedingungen nach den Tabellen 3, 4 und 5 durchgeführt werden. Bei Prüfungen unter Indoor-Bedingungen ist für jeden Prüfling die Beanspruchungszone zu bestimmen. Daraus ergibt sich, daß nach dieser Norm folgende Zyklusprüfungen möglich sind:

- Zyklusprüfung Outdoor (Z-OUT)
- Zyklusprüfung Indoor 1 (Z-IN1)
- Zyklusprüfung Indoor 2 (Z-IN2)

#### 7.2.1.1 Trockenklima-Zyklus

Der Trockenklima-Zyklus simuliert annähernd trocken-heißes Arizonaklima. Ein Trockenklima-Zyklus dauert 24 h und besteht aus folgenden Prüfklimaten:

- 8 h Trockenklima-Tag nach Tabellen 2, 3 oder 4
  - 3,5 h Trockenklima-Nacht nach Tabelle 5
  - 8 h Trockenklima-Tag nach Tabellen 2, 3 oder 4
  - 3,5 h Trockenklima-Nacht nach Tabelle 5
  - 1 h Raumklima für Begehung, Umbau, Wartung
- In diesen Zeiten sind die Übergangsphasen am Anfang jeder Klimastufe enthalten.

#### 7.2.1.2 Feuchtklima-Zyklus

Der Feuchtklima-Zyklus simuliert annähernd feucht-warmes Floridaklima bei Tag und kaltes Alpenklima bei Nacht. Ein Feuchtklima-Zyklus dauert 24 h und besteht aus folgenden Prüfklimaten:

- 5 h Frostklima-Nacht nach Tabelle 5
- 12 h Feuchtklima-Tag nach Tabellen 2, 3 oder 4
- 5 h Frostklima-Nacht nach Tabelle 5
- 1 h Raumklima für Begehung, Umbau, Wartung

In diesen Zeiten sind die Übergangsphasen am Anfang jeder Klimastufe enthalten.

### 7.2.2 Dauerprüfung

Eine Dauerprüfung ist eine Prüfung unter konstanten Klima- und Bestrahlungsbedingungen entsprechend den Festlegungen nach Tabellen 2, 3 oder 4. Die Bestrahlungsdauer für eine Dauerprüfung beträgt 240 h. Unterbrechungen für Wartung, Beurteilung usw. in der Dauerprüfung sind zulässig; diese sind in der Bestrahlungsdauer nicht enthalten. Es sollten nicht mehr als 3 Unterbrechungen vorgenommen werden. Andere Prüfzeiten können vereinbart werden, und sind im Prüfbericht entsprechend zu vermerken. Nach dieser Norm sind folgende Dauerprüfungen möglich:

- Dauerprüfung Outdoor Trockenklima Tag (D-OUT-T)
- Dauerprüfung Outdoor Feuchtklima Tag (D-OUT-F)
- Dauerprüfung Indoor 1 Trockenklima Tag (D-IN1-T)
- Dauerprüfung Indoor 2 Trockenklima Tag (D-IN2-T)
- Dauerprüfung Indoor 1 Feuchtklima Tag (D-IN1-F)
- Dauerprüfung Indoor 2 Feuchtklima Tag (D-IN2-F)

## 7.2.3 Prüfklimata

Tabelle 2. Outdoor – Tag

Klimaparameter	Einheit	Trockenklima	Feuchtklima
Schwarzstandard-Temperatur*)	°C	(Meßgröße)	(Meßgröße)
Prüfkammer-temperatur	°C	42 ± 3	42 ± 3
relative Luftfeuchte	%	< 30	> 60
Bestrahlungsstärke**)	W/m²	1 000 ± 100	1 000 ± 100

\*) Richtwert kann zwischen Lieferant und Abnehmer vereinbart werden.  
\*\*) Strahlungsverteilung nach Tabelle 1, zweite Spalte

Tabelle 3. Indoor 1 – Tag (Beanspruchungszone 1)

Klimaparameter	Einheit	Trockenklima	Feuchtklima
Schwarzstandard-Temperatur*)	°C	(Meßgröße)	(Meßgröße)
Prüfkasten-temperatur	°C	80 ± 3	80 ± 3
relative Luftfeuchte	%	< 30	> 40
Bestrahlungsstärke**)	W/m²	830 ± 80	830 ± 80

\*) Richtwert kann zwischen Lieferant und Abnehmer vereinbart werden. Typische Temperaturen liegen um 120 °C.  
\*\*) Strahlungsverteilung nach Tabelle 1, vierte Spalte

Tabelle 4. Indoor 2 – Tag (Beanspruchungszone 2)

Klimaparameter	Einheit	Trockenklima	Feuchtklima
Schwarzstandard-Temperatur*)	°C	(Meßgröße)	(Meßgröße)
Prüfkasten-temperatur	°C	65 ± 3	65 ± 3
relative Luftfeuchte	%	< 30	> 50
Bestrahlungsstärke**)	W/m²	830 ± 80	830 ± 80

\*) Richtwert kann zwischen Lieferant und Abnehmer vereinbart werden. Typische Temperaturen liegen um 100 °C.  
\*\*) Strahlungsverteilung nach Tabelle 1, vierte Spalte

Tabelle 5. Outdoor, Indoor 1 und 2 – Nacht

Klimaparameter	Einheit	Trockenklima	Frostklima
Prüfkasten/ Prüfkammer- temperatur	°C	10 ± 3	-10 ± 3
relative Luftfeuchte	%	> 55*)	Betauung zulässig
*) Dieser Wert berücksichtigt, daß im Trockenklima bei niedrigen Temperaturen (Nacht) auch hohe relative Luftfeuchte auftreten kann.			

### 7.3 Überwachung der Expositionsbedingungen

#### 7.3.1 Überwachung durch Meßgeräte

Die einzustellenden und daraus folgenden Expositionsbedingungen werden regelmäßig registriert und dokumentiert.

##### 7.3.1.1 Temperaturen

Je nach Kammertyp/Prüfverfahren werden die entsprechenden Temperaturen als zeitabhängige Größen in regelmäßigen Abständen registriert und dokumentiert.

##### 7.3.1.2 Bestrahlungsstärke

Wegen der unvermeidlichen Alterung und Verschmutzung von Strahlern und Filtern muß die Bestrahlung mindestens wie folgt überwacht werden:

- Vor Beginn jeder Prüfung ist ihre räumliche Verteilung zu messen.
- Während jeder Prüfung ist der zeitliche Verlauf an einem zu wählenden Referenzpunkt zu messen.

Anmerkung: Die alterungsbedingte Verringerung des Strahlungsflusses kann durch Anhebung der elektrischen Leistung des Strahlers, durch Abstandsverringerung zum Prüfkörper oder durch Verringerung der Abschattung (z. B. Drahtgitter) kompensiert werden. Die elektrische Leistung darf jedoch bei Metallhalogenidstrahlern nur nach Angaben des Herstellers von der Nennleistung abweichen. Darüber hinaus gehende Abweichungen ergeben unzulässige Änderungen der relativen spektralen Strahlungsverteilung.

##### 7.3.1.3 Relative Luftfeuchte

Die relative Luftfeuchte ist zu registrieren.

#### 7.3.2 Überwachung durch Referenzmaterial

Um alle meßtechnisch nicht erfassbaren Einflußgrößen zu kontrollieren und vergleichbare Ergebnisse unterschiedlicher Prüfeinrichtungen sicherzustellen, wird die Exposition von Referenzproben (siehe 5.2) empfohlen.

Für den unter 5.2 genannten Lichtechtheitsmaßstab soll sich bei 48 h Belichtung unter der Prüfbedingung „Dauerprüfung Indoor 1 Trockenklima Tag“ ein Gesamtfarbabstand  $\Delta E$  von  $4,3 \pm 0,4$  ergeben. Sollte dieser Wert nicht erzielt werden, muß die Prüfeinrichtung korrigiert werden.

## 8 Beurteilung

Während und nach der Prüfzeit werden die Proben beurteilt.

### 8.1 Zerstörungsfreie Prüfung

#### 8.1.1 Visuelle Abmusterung

Beurteilt werden Änderungen im

- Aussehen
  - Glanz
  - Flecken
  - sonstige Änderungen in der Oberfläche
  - Risse
- Konturänderung
- Verwellungen
- Delaminierung

#### 8.1.2 Meßtechnische Beurteilung

Für die Messung von Farbe und Glanz sind anerkannte Methoden wie z. B. DIN 53 236 zu verwenden.

### 8.2 Zerstörende Prüfung

Zerstörende Prüfverfahren, für die während der Prüfung Probekörper entnommen werden müssen, können die Aussagekraft der Alterungsprüfung für das gesamte Bauteil erheblich einschränken.

## 9 Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf diese Normen anzugeben:

- Beschreibung der Probe
- Identifikationsdaten
- Werkstoffeigenschaften vor der Prüfung
- Prüfdurchführung
- Gerätedaten, wenn abweichend von dieser Norm
- Daten der Versuchsdurchführung einschließlich Prüfdatum
- Beurteilung der Probe nach der Prüfung
- Besondere Beobachtungen
- Von dieser Norm abweichende Bedingungen

## Zitierte Normen und andere Unterlagen

- DIN 5030 Teil 5 Spektrale Strahlungsmessung; Physikalische Empfänger für spektrale Strahlungsmessungen, Begriffe, Kenngrößen, Auswahlkriterien
- DIN 50 012 Teil 1 Klimate und ihre technische Anwendung; Luftfeuchte-Meßverfahren; Allgemeines
- DIN 50 012 Teil 2 Klimate und ihre technische Anwendung; Luftfeuchte-Meßverfahren; Psychrometer
- DIN 50 012 Teil 5 Klimate und ihre technische Anwendung; Luftfeuchte-Meßverfahren; LiCl-Hygrometer
- DIN 50 014 Klimate und ihre technische Anwendung; Normalklimate
- DIN 50 035 Teil 1 Begriffe auf dem Gebiet der Alterung von Materialien; Grundbegriffe
- DIN 53 231 Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungstoffe; Künstliches Bewittern und Bestrahlen von Beschichtungen in Geräten; Beanspruchung durch gefilterte Xenonbogenstrahlung

DIN 53 236	Prüfung von Farbmitteln; Meß- und Auswertebedingungen zur Bestimmung von Farbunterschieden bei Anstrichen, ähnlichen Beschichtungen und Kunststoffen
DIN 53 387	Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren; Künstliches Bewittern oder Bestrahlen in Geräten; Beanspruchung durch gefilterte Xenonbogenstrahlung
DIN 75 202	Bestimmung der Lichtechtheit von Werkstoffen der Kraftfahrzeug-Innenausstattung mit Xenonbogenlicht
DIN IEC 68 Teil 2-5	Grundlegende Umweltprüfverfahren; Teil 2: Prüfungen; Prüfung Sa: Sonnenstrahlung auf der Erdoberfläche
DIN IEC 68 Teil 2-9	Elektrotechnik; Grundlegende Umweltprüfverfahren; Prüfungen; Leitfaden für die Prüfung Sa: Sonnenstrahlung, Identisch mit IEC 68-2-9 Ausgabe 1975 (Stand 1984)
DIN IEC 751	Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Meßwiderstände; Identisch mit IEC 751 Ausgabe 1983 (Stand 1986) Deutsche Fassung HD 459 S2: 1988
ISO/TR 9673	Solar radiation and its measurement for determining outdoor levels of weather exposure
Publication CIE No. 20	Recommendations for the integrated irradiance and the spectral distribution of simulated solar radiation for testing purposes
Publication CIE No. 85	Solar spectral irradiance

### Erläuterungen

Seit einigen Jahren werden komplette Bauteile der Innenausstattung von Kraftfahrzeugen Bestrahlungsbelastungen ausgesetzt, um möglichst praxisgerechtes Verhalten zu simulieren. Da inzwischen Sonnensimulationsanlagen bei den meisten deutschen Fahrzeugherstellern Stand der Technik sind, ist eine Vereinheitlichung im Interesse der beteiligten Wirtschaftskreise wichtig und wünschenswert. Im Mai 1989 konstituierte sich deswegen ein FAKRA-Arbeitsausschuß „Alterungsprüfung von Bauteilen“. Der AK hat sich zum Ziel gesetzt, sogenannte Sonnensimulationsanlagen bezüglich ihrer Eigenschaften und ihres Betriebes so eindeutig zu beschreiben, daß vergleichbare Prüfungen möglich sind. Es gibt zwar bereits Prüfungen der Lichtbeständigkeit wie in DIN 75 202 und DIN 53 387 beschrieben. Diese sind aber im wesentlichen reine Werkstoffprüfungen und nicht geeignet, ganze Bauteile – auch bezüglich der Wechselwirkung der verschiedenen, daran beteiligten Baustoffe – zu prüfen. Bauteilprüfungen können und sollen Schwachstellen aufzeigen, wie Konstruktionsfehler, Verbundprobleme, Diffusionsprozesse und Festigkeitsprobleme.

Der AK hat besonders viel Wert darauf gelegt, daß nicht ein bestimmtes Prüfsystem genormt wird, sondern daß durch genügend genaue Beschreibungen möglichst alle zur Zeit auf dem Markt befindlichen Geräte eingesetzt werden können. Naturgemäß wurde besonders viel Aufmerksamkeit der Definition der Bestrahlungsstärken, der spektralen Verteilungen und möglicher Filter gewidmet. In internationalen Publikationen ist die Spektralverteilung im Bereich zwischen 280 nm und 3 000 nm sehr sorgfältig festgelegt. Versuche, auch den langwelligen Bereich der Wärmestrahlung durch die Differenz zwischen der Anzeige eines Schwarzstandard- und eines Weißstandard-Thermometers zu messen, um die verschiedenen Strahlungsquellen beschreiben zu können, hatten keinen Erfolg. Die künstlichen Lichtquellen, wie Xenonlampen, Metallhalogenidstrahler haben in dem genannten Bereich ein sehr ähnliches Verhalten, so daß auf die sogenannte Weißstandard-Temperaturmessung verzichtet wurde.

Ein sehr wesentlicher Punkt ist die Festlegung der Temperaturen. Lufttemperaturen können eindeutig gemessen und geregelt werden. Die Frage der Oberflächentemperatur von Objekten ist schon in der Definition, natürlich auch in der Messung, als kritisch anzusehen. Es wurde deswegen

ein spezielles Schwarzstandardthermometer entwickelt, das sich für die vorliegende Norm gut eignet. Geprüft wurde ein Schwarzstandardthermometer in folgender Ausführung: 1 mm dicke Kupferplatte, rund mit Durchmesser von 50 mm oder rechteckig 70 mm X 40 mm, schwarz lackiert, von unten mit einem Thermoelement und einer 10 mm dicken Korkschicht zur Wärmeisolierung versehen. Bei ähnlichen Eigenbauten muß durch Vergleichsmessungen nachgewiesen werden, daß die Meßwerte denen des Schwarzstandardthermometers nach DIN 53 387 entsprechen.

Besondere Aufmerksamkeit wurde auch dem Punkt gewidmet, daß sowohl ganze Kraftfahrzeuge als auch Bauteile mit der zu normenden Apparatur geprüft werden können.

Einigkeit bestand in dem Punkt, daß Wechselzyklen wichtig für die Bauteilprüfung sind. Die damit verbundenen Wärmeausdehnungen bzw. Kontraktionen, führen zu Spannungen, die Verwerfungen, Risse usw. erzeugen können. Bereits vorliegende Erfahrungen führten zu Wechselzyklen, die u. a. feuchte Wärme und trockene Kälte miteinander kombinieren. Von herkömmlichen Bezeichnungen wie Arizona-, Florida- und Alpen-Zyklus wurde abgesehen.

Wichtig schien dem AK auch die Frage der Übergangszeiten zwischen den verschiedenen Stadien eines Zyklus. Um insbesondere die Kälteanlagen wirtschaftlich halten zu können, wurden bestimmte Aufheiz- bzw. Abkühlgeschwindigkeiten angegeben. Diese sind allerdings nur als Richtwerte für Gesamtzeiten zu betrachten und nicht als Forderungen, die im gesamten Bereich der Aufheizung oder Abkühlung eingehalten werden müssen. Alle Zyklen wurden so beschrieben, daß sie in normalen Arbeitstagen abgearbeitet werden können. Da Simulationsanlagen auch über längere Zeit laufen, empfiehlt es sich, alle meßbaren Größen registrierend zu erfassen.

Es wurde auch die Frage von sogenannten Referenzstandards untersucht. Polystyrolchips nach SAE J 1885 und J 1960 wurden in Ringversuchen geprüft. Dabei zeigte sich, daß diese für die Prüfungen nach dieser Norm nicht geeignet sind. In weiteren Versuchen wurden deshalb Alternativen geprüft. Dabei hat sich herausgestellt, daß der Lichtechtheits-Maßstab, Typ 6, für eine schnelle Überprüfung der Prüfeinrichtung geeignet ist.

Als zweckmäßig hat sich erwiesen, den Lichtechtheits-Maßstab mit einem wärmeisolierenden Material zu hinterlegen, um vergleichbare thermische Bedingungen zu haben.

### Internationale Patentklassifikation

G 01 J 1/00  
G 01 K 7/00  
G 01 N 17/00