

DIN ISO 9022-23



ICS 37.020

Einsprüche bis 2024-08-14
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 9022-23:2016-12

Entwurf**Optik und Photonik –
Umweltprüfverfahren –****Teil 23: Niedriger Druck in Kombination mit Kälte, Raumtemperatur und
trockener oder feuchter Wärme (ISO 9022-23:2023);****Text Deutsch und Englisch**

Optics and photonics –

Environmental test methods –

Part 23: Low pressure combined with cold, ambient temperature and dry or damp heat
(ISO 9022-23:2023);

Text in German and English

Optique et photonique –

Méthodes d'essais d'environnement –

Partie 23: Basse pression combinée à la température ambiante et froide et à la chaleur sèche
ou humide (ISO 9022-23:2023);

Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-06-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme
vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument 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 nafuo@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 Feinmechanik und Optik (NAFuO), Alexander-Wellendorff-
Str. 2, 75172 Pforzheim.

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

Gesamtumfang 39 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	6
Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Allgemeine Angaben und Prüfbedingungen	9
5 Beanspruchung	10
5.1 Beanspruchungsart 45 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit Raumtemperatur	10
5.2 Beanspruchungsart 46 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit trockener Wärme	10
5.3 Beanspruchungsart 47 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz niedrig	11
5.4 Beanspruchungsart 48 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz mittel	12
5.5 Beanspruchungsart 49 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz hoch	13
5.6 Beanspruchungsart 50 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit Kälte, einschließlich Reif und Tau	14
5.7 Beanspruchungsart 51 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit Kälte, ohne Reif und Tau	14
6 Durchführung der Prüfung	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Durchführung bei Beanspruchungsart 45	15
6.3 Durchführung bei Beanspruchungsart 46	15
6.4 Durchführung bei Beanspruchungsart 47	15
6.4.1 Anfangs- und Endkontrolle	15
6.4.2 Vorversuch 1	15
6.4.3 Vorversuch 2	15
6.4.4 Prüfbedingung 1	16
6.4.5 Prüfbedingungen 2 und 3	16
6.5 Durchführung bei Beanspruchungsart 48	16
6.5.1 Anfangs- und Endkontrolle	16
6.5.2 Vorversuch	16
6.5.3 Prüfbedingung 1	16
6.5.4 Prüfbedingungen 2 und 3	16
6.6 Durchführung bei Beanspruchungsart 49	16
6.6.1 Anfangs- und Endkontrolle	16
6.6.2 Vorversuch	16
6.6.3 Prüfbedingungen 3 und 4	17
6.7 Durchführung bei Beanspruchungsart 50	17
6.8 Durchführung bei Beanspruchungsart 51	17
7 Bezeichnung der Umweltprüfung	18
8 Einzelbestimmung	18
Anhang A (informativ) Erläuterungen	19
A.1 Beanspruchungsart 47	19
A.2 Beanspruchungsart 48	19
A.3 Beanspruchungsart 49	19
A.4 Beanspruchungsarten 50 und 51	19

A.5 Beispiel für Beanspruchungsart 50	20
Literaturhinweise	21

Bilder

Bild 1 — Verlauf der Wechselbeanspruchung bei Beanspruchungsart 47, dargestellt am Beispiel von Schärfegrad 01	12
---	-----------

Tabellen

Tabelle 1 — Schärfegrade zur Beanspruchungsart 45 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit Raumtemperatur	10
Tabelle 2 — Schärfegrade zur Beanspruchungsart 46 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit trockener Wärme	10
Tabelle 3 — Schärfegrade zur Beanspruchungsart 47 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz niedrig	11
Tabelle 4 — — Schärfegrade zur Beanspruchungsart 48 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz mittel	13
Tabelle 5 — Schärfegrade zur Beanspruchungsart 49 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz hoch	13
Tabelle 6 — Schärfegrade zu den Beanspruchungsarten 50 und 51 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit Kälte	14

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 9022-23:2023, die vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitskreis NA 027-01-02-03 AK „Umweltbedingungen und -prüfungen für optische Geräte“ im DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) verantwortlich.

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.

DIN ISO 9022 besteht unter dem allgemeinen Titel *Optik und Photonik — Umweltprüfverfahren* aus den folgenden Teilen

- Teil 1: Definitionen, Prüfumfang
- Teil 2: Kälte, Wärme und Feuchte
- Teil 3: Mechanische Beanspruchung
- Teil 4: Salzsprühnebel
- Teil 6: Staub
- Teil 7: Beständigkeit gegen Tropfwasser oder Regen
- Teil 8: Hoher Innendruck, niedriger Innendruck, Eintauchen
- Teil 9: Sonnenstrahlung und Bewitterung
- Teil 11: Schimmelwachstum
- Teil 12: Oberflächenverunreinigung
- Teil 14: Tau, Reif, Eis
- Teil 17: Oberflächenverunreinigung mit Einwirkung von Sonnenstrahlung
- Teil 20: Schwefeldioxid- oder schwefelwasserstoffhaltige feuchte Atmosphäre
- Teil 22: Kälte, Wärme oder Temperaturänderung in Kombination mit Dauerschöcken oder rauschförmigen Schwingungen
- Teil 23: Niedriger Druck in Kombination mit Kälte, Raumtemperatur und trockener oder feuchter Wärme

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

ISO 9022-1	siehe	DIN ISO 9022-1
ISO 9022-2	siehe	DIN ISO 9022-2
ISO 9022-8	siehe	DIN ISO 9022-8

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 ISO 9022-23:2016-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die einleitenden Sätze der Abschnitte 5.3, 5.4 und 5.5 präzisiert;
- b) Abschnitt 3 eingefügt und das Dokument neu nummeriert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 9022-1, *Optik und Photonik — Umweltprüfverfahren — Teil 1: Definitionen, Prüfumfang*

DIN ISO 9022-2, *Optik und Photonik — Umweltprüfverfahren — Teil 2: Kälte, Wärme und Feuchte*

DIN ISO 9022-8, *Optik und Photonik — Umweltprüfverfahren — Teil 8: Hoher Innendruck, niedriger Innendruck, Eintauchen*

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).

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

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

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 172, *Optics and Photonics*, Unterkomitee SC 1, *Fundamental standards*, erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 9022-23:2016), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- die einleitenden Sätze der Abschnitte 5.3, 5.4 und 5.5 wurden präzisiert;
- Abschnitt 3 wurde eingefügt und das Dokument neu nummeriert.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 9022 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

Optische Geräte werden im Gebrauch einer Reihe unterschiedlicher Umwelteinflüsse ausgesetzt, denen sie ohne wesentliche Funktionsminderung standhalten und unter denen sie weiterhin den für sie festgelegten Spezifikationen entsprechen müssen.

Art und Schweregrad dieser Parameter hängen von den Einsatzbedingungen des Gerätes (z. B. im Labor oder in der Fertigung) sowie von der geographischen Lage ab. Die Auswirkung der Umwelteinflüsse auf die Leistungsfähigkeit optischer Geräte in den Tropen und Subtropen unterscheiden sich wesentlich von denen bei einer Benutzung in arktischen Regionen. Die Veränderung einzelner Parameter verursacht eine Vielzahl von unterschiedlichen und sich überlappenden Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Geräte.

Der Hersteller versucht sicherzustellen – und der Anwender erwartet dies auch –, dass die Geräte den in ihrer Umgebung wahrscheinlich auftretenden Belastungen während ihrer gesamten Lebensdauer standhalten. Diese Erwartung kann überprüft werden, indem das Gerät unter kontrollierten Laborbedingungen einer Reihe simulierter Umweltparameter ausgesetzt wird. Die Schärfe dieser Bedingungen wird oft erhöht, um in relativ kurzer Zeit aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.

Um eine Bewertung und einen Vergleich des Verhaltens von optischen Geräten bei den jeweiligen Umweltbedingungen zu ermöglichen, enthalten die Normen der Reihe ISO 9022 genaue Angaben über eine Reihe von Laborversuchen, die zuverlässig eine Vielzahl unterschiedlicher Umweltbedingungen simulieren. Die Prüfungen basieren weitgehend auf IEC-Normen und sind – wo erforderlich – angepasst, um spezielle Merkmale optischer Geräte zu berücksichtigen.

Durch die ständig fortschreitende Entwicklung in allen Bereichen handelt es sich bei optischen Geräten nicht mehr ausschließlich um optische Präzisionstechnik, sondern sie enthalten je nach ihrem Anwendungsbereich zusätzliche Baugruppen aus anderen Bereichen. Aus diesem Grund muss die wesentliche Funktion des Gerätes bestimmt werden, um festzulegen, nach welcher Internationalen Norm das Gerät geprüft werden sollte. Steht die optische Funktion im Vordergrund, so gilt die Normenreihe ISO 9022. Haben andere Funktionen Vorrang, so sollte die diesem Bereich entsprechende Internationale Norm angewendet werden. Es können Fälle auftreten, die die Anwendung sowohl der ISO 9022 Serie als auch weiterer angemessener internationaler Normen erforderlich machen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Verfahren bezüglich Umweltprüfungen von optischen Geräten einschließlich zusätzlicher Baugruppen aus anderen Bereichen (z. B. mechanische, chemische und elektronische Vorrichtungen) fest, unter gleichen Bedingungen der gleichzeitigen Einwirkung von niedrigem Druck kombiniert mit Kälte, einschließlich möglicher Kondensation und möglichem Gefrieren von Feuchte, Raumtemperatur und trockener oder feuchter Wärme zu widerstehen.

Dieses Dokument gilt für optische Geräte einschließlich zusätzlicher Baugruppen aus anderen Bereichen, die für den Betrieb und/oder Transport im Hochgebirge sowie in Luftfahrzeugen und Lenkflugkörpern vorgesehen sind.

Zweck der Prüfung ist festzustellen, inwieweit optische, klimatische, mechanische, chemische und elektrische (einschließlich elektrostatische) Eigenschaften des Prüflings durch gleichzeitige Einwirkung von niedrigem Druck sowie niedriger Temperatur, Raumtemperatur oder hoher Temperatur beeinträchtigt werden. Darüber hinaus kann an Geräten oder Bauteilen der zusätzliche Einfluss von Kondensation und Gefrieren von Feuchte ermittelt werden. Beispiele hierfür sind Geräte, die in oder außerhalb von Luftfahrzeugen oder auf Lenkflugkörpern angebracht sind, oder die im Inneren von Luftfahrzeugen oder Flugkörpern ohne Druckausgleich transportiert werden.

Anhang A erklärt die Bedeutung der verschiedenen Beanspruchungsarten.

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 9022-1, *Optics and photonics — Environmental test methods — Part 1: Definitions, extent of testing*

ISO 9022-8, *Optics and photonics — Environmental test methods — Part 8: High internal pressure, low internal pressure, immersion*

3 Begriffe

In diesem Dokument werden keine Begriffe aufgeführt.

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/>

4 Allgemeine Angaben und Prüfbedingungen

Die Raumtemperatur, im Sinne dieses Dokuments, beträgt $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

Die in Tabelle 1 bis Tabelle 6 festgelegten Temperaturwerte und klimatischen Bedingungen sind aus ISO 9022-2, Beanspruchungsarten 10, 11 und 12, ausgewählt.

Die Prüfraumgröße und die Anordnung der Prüflinge müssen so gewählt werden, dass eine gleichmäßige Temperierung aller darin befindlichen Prüflinge sichergestellt ist.

E DIN ISO 9022-23:2024-07

Die Beanspruchungsarten 45, 46, 50 und 51 erfordern Unterdruckschränke oder Unterdruckkammern mit Luftumwälzung. Die Unterdruckkammer kann entweder selbst als Temperaturkammer ausgerüstet oder in einer solchen installiert sein.

Die Beanspruchungsarten 47 bis 49 erfordern einen Klimaschrank. Drei verschiedene Prüfverfahren werden zur Prüfung der Beständigkeit optischer Geräte gegen feuchte Wärme bei gleichzeitigem niedrigem Innendruck angewendet. Tau auf dem Prüfling ist zulässig. Die einzelnen Prüfschritte müssen unmittelbar nacheinander durchgeführt werden. Eine Unterbrechung der Prüfung ist nicht zulässig.

Bei Beanspruchungsart 47 muss zusätzlich darauf geachtet werden, dass die Prüflinge beim Auftreten von Kondensation vor herabfallenden Tropfen zu schützen sind.

Für Beanspruchungsart 48 wird zusätzlich ein Behälter für niedrigen Druck benötigt.

Für Beanspruchungsart 49 muss der Prüfling zusätzlich einen Prüfanschluss zur Evakuierung und Druckmessung haben, wie in ISO 9022-8 spezifiziert.

Temperaturänderungen müssen so langsam erfolgen, dass hierdurch keine Schäden am Prüfling auftreten. Schockartige Luftdruckänderungen müssen vermieden werden, es sei denn, sie können in der natürlichen Umgebung auftreten.

5 Beanspruchung

5.1 Beanspruchungsart 45 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit Raumtemperatur

Siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Schärfegrade zur Beanspruchungsart 45 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit Raumtemperatur

Schärfegrad		01	02	03	04
Temperatur des Prüfraums	°C	23 ± 3	23 ± 3	23 ± 3	23 ± 3
Druck im Prüfraum	hPa	800 ± 30	700 ± 30	600 ± 30	500 ± 30
Zeit zur Druckreduzierung und zum Druckanstieg	min	≤ 15			
Beanspruchungsdauer	h	≥ 1 ^a			
Betriebsart		2	2	2	2
^a Bei wärmeaktiven Prüflingen nach Erreichen der Beharrungstemperatur des Prüflings.					

5.2 Beanspruchungsart 46 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit trockener Wärme

Siehe Tabelle 2.

Tabelle 2 — Schärfegrade zur Beanspruchungsart 46 — Niedriger Umgebungsdruck in Kombination mit trockener Wärme

Schärfegrad		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Temperatur des Prüfraums	°C	40 ± 3	40 ± 3	55 ± 3	55 ± 3	63 ± 3	63 ± 3	85 ± 3 ^a	85 ± 3 ^a	40 ± 3	55 ± 3	63 ± 3	85 ± 3 ^a
Druck im Prüfraum	hPa	100 ± 5								10 ± 1			

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Schärfegrad		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Zeit zur Druckreduzierung und zum Druckanstieg	min	≤ 15								≤ 80			
Mittlere Temperaturänderung beim Aufheizen/ Abkühlen	K/min	0,2 bis 2											
Beanspruchungsdauer	h	24	72	24	72	24	72	24	72	24	24	24	24
Betriebsart		1 oder 2											
^a Nur bei Betriebsart 1.													

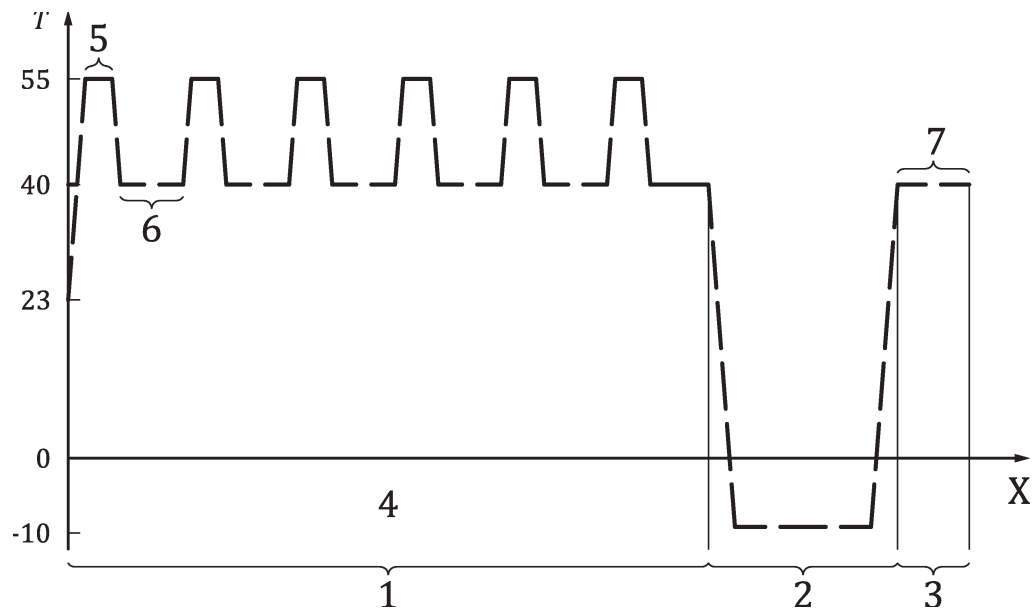
5.3 Beanspruchungsart 47 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz niedrig

Siehe Tabelle 3 und Bild 1.

Beanspruchungsart 47 muss für optische Geräte mit geringer Anforderung an deren Dichtheit (beständig gegen Unterdruck) angewendet werden. Beispiele für Geräte mit niedriger Druckdifferenz wären Systeme, die den Anforderungen der Schärfegrade 01, 02, 07 oder 08 der Beanspruchungsart 81 von ISO 9022-8 entsprechen.

Tabelle 3 — Schärfegrade zur Beanspruchungsart 47 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz niedrig

Schärfegrad				01	02	03	04	05	06
Prüf- bedingung 1	Schritt 1	Temperatur des Prüfraums	°C	55 ± 2		63 ± 2		70 ± 2	
		Relative Luftfeuchte	%	< 40					
		Beanspruchungsdauer	h	Bis zum Temperaturangleich der Innenraumluft des Prüflings auf mindestens 3 K der Prüfraumtemperatur.					
	Schritt 2	Klimatische Bedingungen		40 °C ± 2 °C und 90 % bis 95 % relative Luftfeuchte.					
		Beanspruchungsdauer	h	≥ 1					
	Anzahl der Zyklen				6	12	6	12	6
Prüf- bedingung 2	Temperatur des Prüfraums		°C	−10 ± 3					
	Beanspruchungsdauer		h	Bis sich der Prüfling der Temperatur des Prüfraumes auf mindestens 3 K angenähert hat.					
Prüf- bedingung 3	Temperatur des Prüfraums		°C	40 ± 2					
	Relative Luftfeuchte		%	< 40					
	Beanspruchungsdauer		h	Bis sich der Prüfling der Temperatur des Prüfraumes auf mindestens 3 K angenähert hat.					
Betriebsart				1					



Legende

X Dauer, h

T Temperatur, °C

1 Prüfbedingung 1

2 Prüfbedingung 2

3 Prüfbedingung 3

4 Beanspruchungsdauer nach Tabelle 1

5 relative Luftfeuchte, < 40 %

6 relative Luftfeuchte, 90 % bis 95 %

7 relative Luftfeuchte, < 40 %

Bild 1 — Verlauf der Wechselbeanspruchung bei Beanspruchungsart 47, dargestellt am Beispiel von Schärfegrad 01

5.4 Beanspruchungsart 48 — Niedriger Innendruck in Kombination mit feuchter Wärme, Druckdifferenz mittel

Siehe Tabelle 4.

Beanspruchungsart 48 muss für optische Geräte mit mittlerer Anforderung an deren Dichtheit (beständig gegen Unterdruck) angewendet werden. Beispiele für Geräte mit mittlerer Druckdifferenz wären Systeme, die