

	Luft- und Raumfahrt Raumfahrtproduktsicherung Bestimmung der Ausgasungsprodukte von Materialien und montierten Teilen zur Verwendung im Besatzungsraum eines bemannten Raumfahrzeuges Deutsche und Englische Fassung EN 14100:2001	DIN EN 14100
--	--	--

ICS 49.140

Aerospace — Space product assurance —

The determination of offgassing products from materials and assembled articles to be used in a manned space vehicle crew compartment;

German and English version EN 14100:2001

Aéronautique et espace — Assurance produit des projets spatiaux —

Détermination des produits de dégazage sous atmosphère pour les matériaux et éléments assemblés utilisés dans le poste d'équipage du satellite habité;

Version allemande et anglaise EN 14100:2001

Die Europäische Norm EN 14100:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.**Nationales Vorwort**

Die *European Cooperation for Space Standardization (ECSS)*, eine Einrichtung zur Erstellung eines kohärenten, einheitlichen Normenwerkes zur Anwendung in allen europäischen Raumfahrtprojekten, hat am 1996-11-13 vom *Europäischen Komitee für Normung (CEN)* das Mandat (M/237) erhalten, für den CEN-Subsektor T02 „Aerospace“ Europäische Normen (EN) auszuarbeiten.

Das ECSS-Dokument „ECSS-Q-70-29“ wurde in den Gremien des ECSS unter Mitwirkung deutscher Experten erarbeitet und nach Durchlauf der Formellen Abstimmung im CEN als Europäische Norm EN 14100:2001 angenommen.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieser EN-Norm die Englische Fassung hinzugefügt.

Fortsetzung 15 Seiten EN
und 15 Seiten Englische Fassung

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Raumfahrtproduktsicherung
Bestimmung der Abgabe von Fremdstoffen durch Werkstoffe und Bauteile im
Mannschaftsraum von Raumfahrzeugen

Space product assurance —
The determination of offgassing products from materials
and assembled articles to be used in a manned space
vehicle crew compartment

Assurance produit des projets spatiaux —
Détermination des produits de dégazage sous atmosphère
pour les matériaux et éléments assemblés utilisés dans le
poste d'équipage du satellite habité

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. September 2001 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe und Abkürzungen	4
3.1 Begriffe.....	4
3.2 Abkürzungen.....	5
4 Prüfung	5
4.1 Vorbereitung.....	5
4.1.1 Probenvorbereitung.....	5
4.1.2 Reinigung.....	6
4.1.3 Identifikation.....	6
4.2 Geräte.....	6
4.2.1 Allgemeines.....	6
4.2.2 Prüfkammer.....	7
4.2.3 Probenahmeeinrichtung.....	7
4.2.4 Analysegeräte.....	7
4.2.5 Trägergase.....	8
4.3 Zertifizierung der Prüfkammer.....	8
4.4 Durchführung.....	8
4.4.1 Prüfbedingungen.....	8
4.4.2 Lagern der Proben in der Prüfkammer.....	8
4.4.3 Auswertung.....	9
4.5 Annahmekriterien.....	9
4.5.1 Werkstoffe.....	9
4.5.2 Bauteile, Prüfaufbauten und Gestelle.....	9
4.6 Qualitätssicherung.....	10
4.6.1 Allgemeines.....	10
4.6.2 Aufzeichnungen.....	10
4.6.3 Fehler.....	10
4.6.4 Kalibrierung.....	11
4.6.5 Rückverfolgbarkeit.....	11
Anhang A (informativ) Umrechnung	12
Anhang B (informativ) Durchführung einer Analyse (Beispiel)	13
Literaturhinweise	15

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von CMC ausgearbeitet.

Dieses Europäische Dokument muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2001 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm basiert auf einem Dokument¹⁾, das von der ECSS-Arbeitsgruppe „Produktsicherung“ ausgearbeitet, vom Technischen Ausschuss der ECSS geprüft und vom ECSS-Lenkungsgremium verabschiedet wurde.

ECSS ist ein Gremium, in dem die Europäische Raumfahrtagentur ESA, nationale Raumfahrtagenturen sowie europäische Industrieverbände mit dem Ziel zusammenarbeiten, einheitliche Normen zu erstellen und zu pflegen.

Diese Norm legt Anforderungen als Ziele fest, die zu erreichen sind, und nicht in Bezug auf die Organisation und Durchführung der erforderlichen Arbeiten. Dies ermöglicht es, bewährte Organisationsstrukturen und -verfahren beizubehalten, und erlaubt gleichzeitig deren Weiterentwicklung, ohne dass die Normen überarbeitet werden müssen.

Bei der Erarbeitung dieser Norm wurde die Normenreihe ISO 9000 berücksichtigt.

Die Anhänge A und B sind informativ.

Diese Norm enthält Literaturhinweise.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Einleitung

Nichtmetallische Werkstoffe setzen Fremdstoffe in geringen Mengen in die Umgebung frei, wobei die Menge vom jeweiligen Werkstoff abhängt. Im geschlossenen Raum eines bemannten Raumfahrzeugs können solche Stoffe hinsichtlich ihrer Toxizität Risiken für die Sicherheit der Besatzung darstellen.

1) ECSS-Q-70-29A

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Prüfverfahren zur Bestimmung der Abgabe von Fremdstoffen durch nichtmetallische Werkstoffe unter bestimmten Bedingungen fest. Das Verfahren gilt sowohl für Werkstoffe wie auch für Bauteile.

Das Verfahren dient der Beurteilung der Eignung von Werkstoffen und Bauteilen für den Einsatz im Mannschaftsraum von Raumfahrzeugen. Die Ergebnisse erfassen sowohl die Art wie die Menge an freigesetzten organischen und anorganischen Stoffen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 13701, *Raumfahrtsysteme — Glossar*.

ECSS-Q-20A, *Raumfahrtproduktsicherung — Qualitätssicherung*.

ECSS-Q-70A, *Raumfahrtproduktsicherung — Werkstoffe, Bauteile und Prozesse*.

EN 14097:—²⁾, *Raumfahrtproduktsicherung — Fehlerkontrollsystem*.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 13701, ECSS-Q-70 angegebenen und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Bauteil

Baueinheit mit unbekannten Bestandteilen oder Einheit, die für die in einem Raumfahrzeug eingesetzte Einheit repräsentativ ist

3.1.2

Prüfaufbau

für einen bestimmten Zweck entwickelte und gebaute Einheit, die zerlegt werden kann und ihre Eigenschaften nach einem Wiederzusammenbau beibehält

3.1.3

Gestell

Einrichtung, mit der während einer bemannten Mission verschiedene Experimente stattfinden

3.1.4

Fremdstoffabgabe

Abgabe gasförmiger Substanzen durch ein Erzeugnis, das in einem bestimmten Prüfklima schwacher Wärmestrahlung ausgesetzt wird

2) In Vorbereitung

3.1.5**Fremdstoff**

aus einem Werkstoff, einem Bauteil, einem Prüfaufbau oder einem Gestell freigesetzte organische oder anorganische gasförmige Substanz

3.1.6**höchstzulässige Konzentration in einem Raumfahrzeug (SMAC)**

höchste Konzentration eines flüchtigen Stoffes, die in der Atmosphäre eines Raumfahrzeugs für eine bestimmte Flugdauer zulässig ist

3.1.7**Toxizitätsfaktor (*T*)**

der Toxizitätsfaktor (*T*-Wert) ist die Summe aller Verhältnisse der zu erwartenden Konzentration der einzelnen Fremdstoffe zu deren *SMAC*-Wert, unabhängig von deren toxikologischer Kategorie

3.2 Abkürzungen

In dieser Europäischen Norm werden folgende Abkürzungen verwendet.

Abkürzung	Bedeutung
C	Konzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$
C₁	Konzentration in ppm
CI[±]	Chemische Ionisation
EI	Elektrische Ionisation
eV	Elektronenvolt
GC	Gaschromatograph
MS	Massenspektrometer
<i>MW_t</i>	Molekulargewicht (g)
<i>m/z</i>	<i>m/z</i> -Verhältnis (Verhältnis der Masse zu Ladungszahl);
<i>SMAC</i>	Höchstzulässige Konzentration im Raumfahrzeug
<i>T</i>	Toxizitätsfaktor

ANMERKUNG Für die Umrechnung von $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in ppm ist die Gleichung in Anhang A zu verwenden.

4 Prüfung**4.1 Vorbereitung****4.1.1 Probenvorbereitung****4.1.1.1 Werkstoffe**

Die zu prüfenden Werkstoffe sind in Hinblick auf ihre Fläche, ihr Volumen oder ihre Masse zu klassifizieren (kurz als ‚Flächenprobe‘, ‚Volumenprobe‘ oder ‚Masseprobe‘ bezeichnet).

a) Flächenproben

- 1) Diese Kategorie gilt vorzugsweise für flächige Stoffe. Dazu gehören Folien, Gewebe, Beschichtungen und Überzüge, Tinten, Grundierungen, Klebstoffe, Schmieröle, Bänder und elektrische Isolierstoffe.

- 2) Die zu prüfende Probe muss eine Oberfläche von $(300 \pm 10) \text{ cm}^2$ je Liter an Prüfkammervolumen besitzen. Beschichtungen und Überzüge müssen auf einem sauberen Untergrund aus Aluminium aufgebracht werden; Werkstoffdicke, Aushärtungsprozess und Aufbringungsverfahren müssen den Empfehlungen des Herstellers entsprechen. Der Werkstoff darf auf beiden Seiten der Aluminiumplatte aufgebracht werden. Bei der Ermittlung der Gesamtoberfläche werden nur die Außenflächen des auf der Aluminiumplatte aufgetragenen Werkstoffs berücksichtigt.

Folien, Gewebe und ähnliche Stoffe sind auf eine Fläche von $(300 \pm 10) \text{ cm}^2$ zuzuschneiden. Weil bei diesen Werkstoffen beide Oberflächen genutzt werden, sind bei der Bestimmung der Gesamtoberfläche auch beide Flächen zu berücksichtigen. Schrumpffolie u. Ä. ist entsprechend den tatsächlichen Einsatzbedingungen aufzubringen.

b) Volumenproben

- 1) Zu dieser Kategorie gehören alle Stoffe, die ein begrenztes Volumen, jedoch infolge Faltung oder Verfilzung des Materials eine sehr große Oberfläche besitzen. Dazu gehören Schäumstoffe und Dämmstoffe.
- 2) Proben aus solchen Stoffen sind auf eine Dicke von $(1,25 \pm 0,2) \text{ cm}$ zuzuschneiden, es sei denn, die natürliche Werkstoffdicke ist geringer als 1,25 cm. Dann ist diese Dicke zu verwenden. Die Fläche der Proben muss $(50 \pm 5) \text{ cm}^2$ der scheinbaren Gesamtoberfläche je Liter Prüfkammervolumen betragen. Zur Berechnung der Gesamtoberfläche sind alle Oberflächen, d. h. Oberseite, Unterseite und Seitenflächen, heranzuziehen. Wenn die natürliche Dicke so groß ist, dass die Probe nicht in den Behälter passen würde, darf die Probe aus zwei oder mehr Stücken bestehen, die jedoch so groß sein müssen, dass die Anforderung hinsichtlich der Gesamtoberfläche erfüllt wird.

c) Masseproben

- 1) Zu dieser Kategorie gehören alle Stoffe, die nicht unter Kategorie b) fallen. Dazu gehören Vergussmassen, Formmassen, Gussteile, Volldraht und dicke Kunststoffteile.
- 2) Die Proben sind, soweit möglich, im Lieferzustand zu verwenden und müssen eine Masse von $(5,0 \pm 0,25) \text{ g}$ je Liter Prüfkammervolumen haben. Proben aus Verguss- oder Formmassen müssen diese Masse haben.

4.1.1.2 Bauteile

Bauteile sind im Lieferzustand zu prüfen. Jedem Bauteil ist eine vollständige Werkstoffbeschreibung beizufügen.

Die Prüfung auf Fremdstoffe ist in passivem Betriebszustand der Teile (d. h. ohne Energiezufuhr) durchzuführen.

4.1.1.3 Gestelle

Gestelle sind funktionsbezogen, beispielsweise hinsichtlich ihrer Sicherheit, der Verschlechterung von Eigenschaften oder ihres Verhaltens im Vakuum, zu prüfen.

Die Prüfung auf Fremdstoffe ist in passivem Betriebszustand der Gestelle (d. h. ohne Energiezufuhr) durchzuführen.

4.1.2 Reinigung

Die Reinigung und sonstige Behandlungen der Probe oder des Prüfgegenstands müssen wie beim entsprechenden Erzeugnis vor dem Einbau in das Raumfahrzeug erfolgen.

4.1.3 Identifikation

Werkstoffen für die Prüfung muss eine vollständige Beschreibung mit technischen Daten der zu erwartenden Verschlechterung der Eigenschaften während der Prüfung und dem beobachteten Verhalten beim Aushärten und Nachhärten beigelegt sein. Siehe Abschnitte 4.1.1.2 und 4.1.1.3 zu Bauteilen und Gestellen.

4.2 Geräte

4.2.1 Allgemeines

Die Geräteausrüstung zur Durchführung dieser Prüfung besteht im Wesentlichen aus einer abgedichteten Prüfkammer, einer Probenahmeeinrichtung und den Analysegeräten.

4.2.2 Prüfkammer

Es ist eine abdichtbare Prüfkammer ausreichender Größe zu verwenden, die die Probe (Werkstoff oder Bauteil) bei einem Probevolumen von 1/3 der Prüfkammer einwandfrei aufnehmen kann. Sie sollte nicht viel größer als der zu prüfende Gegenstand sein, um eine zu starke Verdünnung der in der Prüfkammer abgegebenen Substanzen zu vermeiden. Die Kammer muss aus Werkstoff bestehen, der selbst unter härtesten Bedingungen keine Fremdstoffe abgibt.

Die Prüfkammer muss leicht zu reinigen sein und eine allseitige Beobachtung der Probe erlauben. Für die Reinigung sollte die Kammer auf einen Druck von 1,3 Pa oder weniger gebracht werden können, anderenfalls muss eine Kammerheizung vorhanden sein, die eine Reinigung auf der Kammeraußen- oder -innenseite bei mindestens 80 °C erlaubt. An der Kammer sind geeignete Anschlüsse vorzusehen, über die Temperatur an verschiedenen Punkten der Probe oder des Gestells gemessen werden kann. Zur Ermittlung des Klimas in der Kammer müssen heizbare Anschlüsse zur Probenahme vorhanden sein.

Die Temperatur in der Prüfkammer muss sich auf ± 2 °C der vorgesehenen Prüftemperatur regeln lassen. Die Prüfkammer muss ein Gerät haben, mit dem sich die Temperatur kontinuierlich aufzeichnen lässt.

Zum Durchmischen der Luft im Innern der Prüfkammer ist diese mit einem Ventilator auszustatten. Außerdem muss ein Manometer (z. B. ein Rohrfedermanometer) vorhanden sein, mit dem der Prüfdruck auf $\pm 1\,300$ Pa gemessen werden kann.

4.2.3 Probenahmeeinrichtung

Die Probenahmeeinrichtung muss zwei unterschiedliche Geräte umfassen. Das erste dient zur direkten Probenahme unter Verwendung geeigneter Behälter mit bekanntem Volumen (z. B. Probenahmeschleife eines Gaschromatographen und Glaskammer unter Vakuum) für eine nachfolgende Gasanalyse. Das zweite dient zur „dynamischen“ Probenahme, bei der ein bekanntes Volumen der Kammerluft durch eine Anreicherungseinrichtung (z. B. ein Vorkonzentrationsabsorptionsaufsatz und eine Probeschleife, leer, für Kaltaufgabe) hindurchgeleitet wird. Weitere Probenahmeeinrichtungen (z. B. Gasüberwachungseinrichtungen) dürfen verwendet werden.

Das entnommene Probevolumen sollte 25 % des Gesamtvolumens der Kammer nicht überschreiten.

4.2.4 Analysegeräte

Für die Prüfung sind geeignete Analysegeräte zu verwenden, die im Wesentlichen umfassen müssen:

- Desorptions- oder Extraktionsvorrichtung zur Gewinnung und nachfolgenden Injektion der vorkonzentrierten Fremdstoffe in die Gaschromatographen bzw. das Massenspektrometer;
- Gaschromatograph mit mindestens einem Flammen-Ionisations-Detektor, temperaturprogrammiert, und Aufzeichnungseinrichtung; zur optimalen Trennung sind Kapillarsäulen zu verwenden;
- einen weiteren Gaschromatographen mit einer Probeschleife, druckluftbetätigten Ventilen, einer Methanisierungseinrichtung und einem Flammen-Ionisations-Detektor zur Bestimmung von Kohlenmonoxid, Methan und Gesamtanteil an organischen Bestandteilen (Screening-Test); in diesem Fall sind gepackte Säulen ausreichend;
- Massenspektrometer (MS), das vorzugsweise mit einem Gaschromatographen (GC) verbunden ist, zur qualitativen Bestimmung der abgegebenen Fremdstoffe, wenn diese nicht mit einem Gaschromatographen allein durchgeführt werden kann.

Ein typisches Massenspektrometer besitzt die folgenden Parameter:

- Massenbereich: 1 u bis 700 u
- Ionisierungsspannung: 70 eV
- Betriebsart: EI/CI⁺
- Auflösung (statisch)

Bei den vorgesehenen Spalteinstellungen muss die Auflösung bezogen auf 10 % Peakhöhe folgende Werte erreichen:

Spaltgröße	Auflösung	Organisches Bezugsäquivalent	
4 (groß)	600	1,666 ‰	±20 %
3	2 000	0,5 ‰	±20 %
2	4 000	2,5 ‰	±20 %
1 (klein)	10 000	2,5 ‰	±10 %

- Die Parameter des GC/MS sind so zu wählen, dass sich bei 100 pg Methylstearat, das in die Kapillarsäule injiziert wird, bei einem m/z -Verhältnis von 298 ein Signal-Rausch-Abstand von 50 : 1 ergibt.

e) Kalibriereinrichtungen (externe Standards, z. B. Gasgemisch).

ANMERKUNG Ergänzend, insbesondere zur Bestimmung von anorganischen Fremdstoffen, kann ein Infrarotspektrometer mit Mehrweggasküvette verwendet werden.

4.2.5 Trägergase

Die verwendeten Trägergase (Helium, Wasserstoff) müssen eine Reinheit von mindestens 99,99 % besitzen.

4.3 Zertifizierung der Prüfkammer

Vor der Prüfung ist die Kammer entweder bei einem sauberen Vakuum von weniger als 1,3 Pa oder unter ständigem Spülen mit reinem trockenem Stickstoff oder Helium 24 h auf mindestens 70 °C zu erwärmen. Die Kammertemperatur muss dann auf Prüftemperatur herabgesetzt werden. In der Kammer ist das festgelegte Prüfklima bei Prüfdruck zu erzeugen und 72 h beizubehalten. Anschließend wird die Kammer auf noch vorhandene Verunreinigungen untersucht. Sie ist als rein für den Gebrauch zu zertifizieren, wenn die Menge dieser Verunreinigungen gering genug ist, um die qualitative und quantitative Bestimmung von Fremdstoffen in Proben zu ermöglichen (bei größeren Prüfkammern gilt hierfür ein Wert von weniger als 20 ppm oder 59 µg/l (als Pentanäquivalent) als annehmbar).

4.4 Durchführung

4.4.1 Prüfbedingungen

Es gelten folgende Prüfbedingungen (falls nicht anders festgelegt):

- Prüftemperatur: (50 ± 2) °C;
- Prüfatmosphäre: mindestens 20,9 % Sauerstoff, ergänzt mit Stickstoff oder Argon;
- Prüfdruck: 1 013 hPa (bei 50 °C);
- Prüfdauer: (72 ± 1) h.

4.4.2 Lagern der Proben in der Prüfkammer

Der im Folgenden beschriebene Ablauf gilt gleichermaßen für Werkstoffe wie für Bauteile.

- a) Die saubere, gewogene Probe ist in die Prüfkammer einzubringen; dabei ist sicherzustellen, dass bei Bauteilen, Prüfaufbauten und Gestellen alle erforderlichen elektrischen Verbindungen hergestellt werden. An den jeweiligen Messpunkten sind Temperatursensoren anzubringen und die Kammer ist zu schließen. Der Versuch ist bei einem Unterdruck von weniger als 100 hPa über eine Zeitdauer von weniger als drei Minuten durchzuführen.