

DIN EN 16602-70-50

ICS 49.140

**Raumfahrtproduktsicherung –
Überwachung der Teilchenkontamination von Raumfahrzeugsystemen
und Reinräumen;
Englische Fassung EN 16602-70-50:2015**

Space product assurance –
Particles contamination monitoring for spacecraft systems and cleanrooms;
English version EN 16602-70-50:2015

Assurance produit des projets spatiaux –
Surveillance de la contamination aux particules des systèmes orbitaux et des salles
blanches;
Version anglaise EN 16602-70-50:2015

Gesamtumfang 56 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16602-70-50:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/TC 5 „Raumfahrt“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-10-01 AA „Interoperabilität von Informations-, Kommunikations- und Navigationssystemen“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Dieses Dokument (EN 16602-70-50:2015) basiert auf ECSS-Q-ST-70-50C.

Dieses Dokument enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die englische Originalfassung von EN 16602-70-50:2015.

Dieses Dokument wurde speziell zur Behandlung von Raumfahrtsystemen erarbeitet und hat daher Vorrang vor jeglicher Europäischer Norm, da es denselben Anwendungsbereich hat, jedoch über einen größeren Geltungsbereich (z. B. Luft- und Raumfahrt) verfügt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Begriffe und Abkürzungen

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe aus anderen Normen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-S-ST-00-01.

3.2 Für diese Norm spezifische Begriffe

3.2.1

Untergrund-Zählrate

Messung der durch das Messverfahren (und die zugehörige Ausrüstung) sowie die Messumgebung verursachten Kontaminationsgrade im Gegensatz zum inhärenten Kontaminationsgrad des zu messenden Gegenstands

3.2.2

Subtraktion des Untergrunds

Vorgang der Subtraktion der Untergrund-Zählrate von einer Messung

3.2.3

Schwarzlichtbeleuchtung

Beleuchtung mit Licht, das überwiegend im nahen UV-Bereich liegt (310 nm bis 400 nm)

3.2.4

Blase

in einem anderen Medium eingeschlossenes Gasvolumen

3.2.5

Plan für Reinheits- und Kontaminationskontrolle

Plan, der die organisierten Maßnahmen zur Kontrolle des Kontaminationsgrades definiert

3.2.6

reinheitskontrollierter Bereich

Bereich, in dem spezifische Maßnahmen zur Kontrolle und Überwachung der Kontamination eingeleitet werden, um die Teilchenzählung mit ausreichender Genauigkeit entsprechend der Untergrund-Zählrate zu ermöglichen

3.2.7

Spezifikation der Reinheitsanforderungen

Spezifikation, die die Anforderungen an die zulässigen Kontaminationsgrade definiert

3.2.8

Reinheitsverifizierung

Tätigkeit, die dazu dient, zu verifizieren, dass die tatsächlichen Reinheitsbedingungen des Raumfahrzeugsystems, der Reinnräume und weiterer Umgebungen, in denen das Raumfahrzeugsystem sich befindet, den anwendbaren Spezifikationen und weiteren Anforderungen an die Reinheit entsprechen

3.2.9

kompatibel

Zustand, in dem die Funktionalität, die Leistung und die Integrität eines beliebigen Gegenstands oder einer beliebigen Oberfläche nicht beeinträchtigt werden

3.2.10

Kontaminationspotential

potentielle Menge an Kontaminanten in der Quelle, die eine Kontamination bewirken kann, definiert als Verdunkelungsfaktor je Zeiteinheit

ANMERKUNG Der Verdunkelungsfaktor je Zeiteinheit kann in $[(\text{mm}^2/\text{m}^2)/\text{h}]$ angegeben werden.

3.2.11

kontaminationsempfindlich

Gegenstand, der im Falle der Kontamination in seiner Auslegungsfunktion beeinträchtigt werden kann

3.2.12

wirksamer Stichprobenbereich

Bereich einer Oberfläche, der einer Kontaminationsquelle ausgesetzt war

3.2.13

faserfrei

widerstandsfähig gegen Fasererzeugung

3.2.14

Membranfilter

Polymerfilm mit spezifischer Porenweite, der dafür vorgesehen ist, Partikel aus Flüssigkeiten oder Gasen abzuscheiden

3.2.15

abtragungsfrei

widerstandsfähig gegen Partikelerzeugung

3.2.16

Verdunkelungsfaktor

Verhältnis der projizierten Fläche aller Partikeln zur Gesamtfläche, auf der sie sich befinden

3.2.17

Teilchen

Partikel

Masseinheit mit feststellbarer Länge, Breite und Dicke

ANMERKUNG Für die Anwendung dieser Norm weisen die Partikeln typische Maße von 0,1 μm bis 1 000 μm auf.

3.2.18

Teilchenkontamination

Kontamination durch Partikeln

Luft- oder Oberflächenkontamination durch Partikeln

3.2.19

Partikelniederschlag

angesammelte Ablagerung von Schwebstoffen auf einer Oberfläche

3.2.20

repräsentative Probe

Probe, die einem weiteren Gegenstand entweder hinsichtlich der physikalischen Form oder der Umgebung, in der er sich befindet, oder beidem gleichen soll

3.2.21**Welligkeit**

topographische Inhomogenität, üblicherweise in Form eines Wellenmusters

3.2.22**empfindliche Oberfläche**

Oberfläche mit hoher Beschädigungswahrscheinlichkeit

3.2.23**spektraler Absorptionsgrad**

Maß der Reinheit eines Lösemittels, bestimmt aus dessen Absorptionsspektrum

ANMERKUNG Lösemittel mit typischem spektralem Absorptionsgrad weisen eine Reinheit von mehr als 99,5 % auf.

3.2.24**Tape-Lift-Verfahren**

Verfahren zur Abnahme einer Teilchenkontamination von einer Oberfläche mithilfe von Klebeband

3.2.25**Tape-Lift-Probe**

transparenter Klebeband-Abschnitt, der für ein Tape-Lift-Verfahren eingesetzt wurde und anschließend auf ein sauberes Substrat aufgetragen wird, um jegliche Kontaminationen einzuschließen

3.2.26**ausgebildeter Prüfer**

durch eine Drittparteien-Zertifizierungsstelle zertifizierter Prüfer oder Prüfer, der nachweislich über Berufserfahrung verfügt und hinsichtlich dessen eine Vereinbarung mit dem Kunden erfolgt ist oder der durch den Kunden anerkannt ist

3.2.27**Ultraschallbad**

Bad, das Flüssigkeit und einen Wandler enthält, der Ultraschallwellen erzeugt, die wiederum zu mikroskopisch kleinen Kavitationsblasen in der Flüssigkeit führen, wodurch die Entfernung von Partikeln von der Oberfläche eines in die Flüssigkeit gegebenen Gegenstands erleichtert wird

ANMERKUNG Typische Frequenzen der Ultraschallwellen liegen zwischen 15 kHz und 400 kHz.

3.2.28**sichtbar rein**

Nichtvorhandensein einer Oberflächenkontamination bei einer Prüfung mit einer bestimmten Lichtquelle, unter einem bestimmten Einfallswinkel und in einem bestimmten Sichtabstand, untersucht unter Normalsicht oder mit Vergrößerung

ANMERKUNG 1 In Abhängigkeit von Folgendem bestehen verschiedene Prüfverfahren:

- der zu prüfenden Hardware in Bezug auf Größe und Zugänglichkeit sowie Kontaminationsempfindlichkeit;
- dem Prüfabstand;
- den Lichtspektren (einschließlich UV), -intensitäten und -einfallswinkeln.

ANMERKUNG 2 Der Grad „sichtbar rein“ entspricht bei Prüfung aus einem Abstand von 30 cm bis 60 cm mit schräg einfallendem Weißlicht von 540 lx bis 1 620 lx grob einem Verdunklungsfaktor von weniger als 300 mm²/m².

ANMERKUNG 3 Übliche Vergrößerungsgrade liegen im Bereich von 2fach bis 8fach.

3.2.29**sichtbar rein, Standard**

Nichtvorhandensein einer Oberflächenkontamination bei Prüfung mit schräg einfallendem Weißlicht von mehr als 540 lx und aus einem Abstand von 150 cm bis 300 cm unter Normalsicht

3.2.30

sichtbar rein, empfindlich

Nichtvorhandensein einer Oberflächenkontamination bei Prüfung mit schräg einfallendem Weißlicht von mehr als 540 lx und aus einem Abstand von 60 cm bis 120 cm unter Normalsicht

3.2.31

sichtbar rein, hochempfindlich

Nichtvorhandensein einer Oberflächenkontamination bei Prüfung mit schräg einfallendem Weißlicht von mehr als 1 080 lx und aus einem Abstand von 15 cm bis 45 cm unter Normalsicht oder mit Vergrößerung

3.2.32

Sichtprüfung

Untersuchung eines Gegenstands unter definierten Beleuchtungs- und Sichtbedingungen unter Normalsicht oder mit Vergrößerung

3.2.33

Fehlstelle

von Materie freier Bereich

3.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Abkürzungen:

Abkürzung	Bedeutung
C&CCP	Plan für Reinheits- und Kontaminationskontrolle (en: cleanliness and contamination control plan)
CRS	Spezifikation der Reinheitsanforderungen (en: cleanliness requirement specification)
IPA	Isopropylalkohol (en: isopropyl alcohol)
ISO	Internationale Organisation für Normung (en: International Organization for Standardization)
LED	laseremittierende Diode (en: laser emitting diode)
lx	Lux (en: lux)
OF	Verdunkelungsfaktor (en: obscuration factor)
PCB	Leiterplatte (en: printed circuit board)
PFO	Partikelniederschlag (en: particle fallout)
UV	Ultraviolett (en: ultra-violet)
UVA	Ultraviolett (310 nm bis 400 nm) (en: ultra-violet (310 nm to 400 nm))

English version

Space product assurance - Particles contamination monitoring for spacecraft systems and cleanrooms

Assurance produit des projets spatiaux - Surveillance de la
contamination aux particules des systèmes orbitaux et des
salles blanches

Raumfahrtproduktsicherung - Überwachung der
Teilchenkontamination von Raumfahrzeugsystemen und
Reinräumen

This European Standard was approved by CEN on 25 October 2014.

CEN and CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN and CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN and CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN and CENELEC members are the national standards bodies and national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



CEN-CENELEC Management Centre:
Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Table of contents

Foreword	4
Introduction.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms.....	8
3.1 Terms defined in other standards	8
3.2 Terms specific to the present standard	8
3.3 Abbreviated terms.....	11
4 Particulate cleanliness monitoring requirements.....	12
4.1 Cleanliness requirement specification overview.....	12
4.2 Cleanliness and contamination control plan	12
5 Quantitative method requirements	13
5.1 Particles sampling from surfaces	13
5.1.1 Tape lift method	13
5.1.2 Direct deposition on silicon wafers	16
5.1.3 Rinsing (direct or indirect)	18
5.2 Volume sampling	21
5.2.1 Particles sampling from filtered liquid samples	21
5.2.2 Particles sampling from filtered gas samples.....	23
5.2.3 Particles sampling with automatic counters	25
5.3 Particles counting with microscope	25
5.3.1 Introduction	25
5.3.2 General requirements	25
5.3.3 Apparatus	26
5.3.4 Method.....	26
5.3.5 Statistical sampling method.....	27
5.3.6 Conversion of particle count to obscuration factor	29
5.4 Particle fallout measurement (PFO).....	30
5.4.1 Introduction	30
5.4.2 General requirements	30

5.4.3	Apparatus	30
5.4.4	Cleaning of the sensors	31
5.4.5	Packing of PFO sensors.....	31
5.4.6	Transportation of PFO sensors	31
5.4.7	Exposure of PFO sensors	32
5.4.8	Location of the PFO sensors.....	32
5.4.9	Fixation of the PFO sensors.....	33
6	Visual inspection method requirements.....	34
6.1	Introduction.....	34
6.2	General requirements	34
6.3	Visual inspection of small items	35
6.3.1	Visual inspection of small contamination sensitive items	35
6.3.2	Visual inspection of small non sensitive contamination items	37
6.4	In situ visual inspection of spacecraft.....	38
6.4.1	Introduction	38
6.4.2	Apparatus	38
6.4.3	Method.....	38
7	Quality assurance.....	39
7.1	Records	39
7.2	Report.....	39
7.3	Acceptance criteria and nonconformance	39
Annex A	(normative) Request for particle contamination monitoring - DRD	41
Annex B	(normative) Particulate contamination monitoring procedure (Work proposal) - DRD	42
Annex C	(normative) Report on particle contamination monitoring - DRD	44
Annex D	(normative) Report on visual inspection - DRD.....	47
Bibliography		50
Figures		
Figure 5-1:	Schematic for vacuum filtering apparatus.....	23
Figure 5-2:	Gas sampling schematics.....	25
Figure 5-3:	Mask example for statistical sampling	28
Tables		
Table 5-1:	Ranges and average areas for a single particle in each range	30

Foreword

This document (EN 16602-70-50:2015) has been prepared by Technical Committee CEN/CLC/TC 5 "Space", the secretariat of which is held by DIN.

This standard (EN 16602-70-50:2015) originates from ECSS-Q-ST-70-50C.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by July 2015, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by July 2015.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This document has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association.

This document has been developed to cover specifically space systems and has therefore precedence over any EN covering the same scope but with a wider domain of applicability (e.g. : aerospace).

According to the CEN-CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

Introduction

Particulate contaminants can be hazardous to spacecraft in a number of ways including failure of precision mechanisms, light absorption and scattering, points of high local electric field and associated electrostatic discharge, and noise on electrical contacts. It is therefore important to control, measure and verify the particulate contamination levels on spacecraft systems and the environments in which they reside, in order that an assessment can be made on any hazards that may be present as a result of such contamination.

The objective of this standard is to ensure that the particle monitoring of spacecraft systems and cleanrooms utilised in the production of such systems, is carried out in an appropriate manner, and is controlled both in terms of the precision of the measurements and the reproducibility of such measurements.

1

Scope

This standard defines the requirements and guidelines for the measurement of particulate contamination on the surfaces of spacecraft systems and those of the cleanrooms or other cleanliness controlled areas in which they reside.

This includes the measurement of particulate contamination that is present on the spacecraft or cleanroom surfaces via the use of representative witness samples placed in the vicinity of the spacecraft hardware, the direct measurement of particulate contamination levels on surfaces of spacecraft hardware from the direct surface transfer to adhesive tape-lift samples and particulate contaminant levels within fluids used for the cleaning or rinsing of such spacecraft system components and cleanroom surfaces. This standard also defines the methods to be used for the visual inspection of spacecraft system hardware for particulate contamination.

The measurement of airborne particulate contamination is not covered in this standard and ISO 14644 "Cleanrooms and associated controlled environments" is applicable in this case.

This standard does not cover particulate contamination monitoring for spacecraft propulsion hardware which is covered in ECSS-E-ST-35-06.

This standard may be tailored for the specific characteristic and constraints of a space project in conformance with ECSS-S-ST-00.

2

Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this ECSS Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revision of any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this ECSS Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the more recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

EN reference	Reference in text	Title
EN 16601-00-01	ECSS-S-ST-00-01	ECSS System - Glossary of terms
EN 16602-10-09	ECSS-Q-ST-10-09	Space product assurance - Nonconformance control system
EN 16602-20	ECSS-Q-ST-20	Space product assurance - Quality assurance
EN 16602-70-01	ECSS-Q-ST-70-01	Space product assurance - Cleanliness and contamination control
	ISO 14952-3	Space systems - Surface cleanliness of fluid systems - Part 3: Analytical procedures for the determination of nonvolatile residues and particulate contamination

Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms defined in other standards

For the purpose of this Standard, the terms and definitions from ECSS-S-ST-00-01 apply.

3.2 Terms specific to the present standard

3.2.1 background count

measurement of the contamination levels produced by the measurement method (and associated apparatus) and the measurement environment as distinct from the inherent contamination level of the item to be measured

3.2.2 background subtraction

act of subtracting a background count from a measurement

3.2.3 black light illumination

illumination which predominantly produces light in the near UV region (310 nm to 400 nm)

3.2.4 bubble

volume of trapped gas encapsulated by another medium

3.2.5 cleanliness and contamination control plan

plan which defines the organized actions to control the level of contamination

3.2.6 cleanliness controlled area

area in which there are specific measures to control and monitor contamination which allows the counting of particles to be performed with sufficient accuracy as defined by the background count

3.2.7 cleanliness requirement specification

specification that defines the requirement for allowable contamination levels

3.2.8 cleanliness verification

activity intended to verify that the actual cleanliness conditions of the spacecraft system, the cleanrooms, and other environments in which the

spacecraft system will reside, are in conformance with the applicable specifications and other cleanliness requirements

3.2.9 compatible

not deteriorating the functionality, performance and integrity of any item or surface

3.2.10 contamination potential

potential amount of contaminant in the source which can produce contamination defined in terms of the obscuration factor per unit time

NOTE The obscuration factor per unit time can be expressed in $[(\text{mm}^2/\text{m}^2)/\text{h}]$.

3.2.11 contamination sensitive

article which, if exposed to contamination, can be adversely affected in terms of its designed function

3.2.12 effective sample area

area on a surface that has been exposed to a contamination source

3.2.13 lint-free

resistant to fibre generation

3.2.14 membrane filter

polymer film with specific pore sizes, designed to separate particles from liquids or gases

3.2.15 non-shedding

resistant to particle generation

3.2.16 obscuration factor

ratio of the projected area of all particles to the total surface area on which they rest

3.2.17 particle

unit of matter with observable length, width and thickness

NOTE For the purposes of this standard the particles have typical dimensions of $0,1 \mu\text{m}$ to $1000 \mu\text{m}$.

3.2.18 particulate contamination

airborne or surface contamination relating to particles

3.2.19 particle fallout

accumulated deposit of particulate matter on a surface

3.2.20 representative sample

sample which is designed to be the same as another item, either in physical form or the environment in which it resides, or both

3.2.21 ripple

topographical in-homogeneity usually in the form of a wave pattern

3.2.22 sensitive surface

surface that has a high probability of damage

3.2.23 spectral grade

measure of solvent purity determined from its absorption spectrum

NOTE Typically spectral grade solvents have a purity of greater than 99,5 %.

3.2.24 tape-lift

method of transferring particulate contamination from a surface with an adhesive tape

3.2.25 tape-lift sample

length of transparent adhesive tape that has been used for a tape lift and subsequently applied to a clean substrate to encapsulate any contamination

3.2.26 trained inspector

inspector certified by a third party certification body, or with proven on the job experience that is agreed with or recognized by the customer

3.2.27 ultrasonic bath

bath containing liquid and a transducer which produces ultrasonic waves which produce microscopic cavitation bubbles in the liquid which aids in the removal of particles from surfaces of an item placed in the liquid

NOTE Typical frequency of ultrasonic waves is from 15 kHz to 400 kHz.

3.2.28 visibly clean

absence of surface contamination when examined with a specific light source, angle of incidence and viewing distance using normal or magnified vision

NOTE 1 Different inspection methods are available, depending on:

- hardware to be inspected, in term of size and accessibility and sensitivity to contamination
- inspection distance
- light spectra (including UV), intensities and angles

NOTE 2 The “visibly clean” level roughly corresponds to an obscuration factor smaller than 300 mm²/m²

when inspected from a distance of 30 cm to 60 cm with an oblique white light of 540 lx to 1620 lx.

NOTE 3 Typical magnification levels range from 2x to 8x.

3.2.29 visibly clean standard

absence of surface contamination when examined under oblique white light of more than 540 lx and from a distance of 150 cm to 300 cm using normal vision

3.2.30 visibly clean sensitive

absence of surface contamination when examined under oblique white light of more than 540 lx and from a distance of 60 cm to 120 cm using normal vision

3.2.31 visibly clean highly sensitive

absence of surface contamination when examined under oblique white light of more than 1080 lx and from a distance of 15 cm to 45 cm using normal or magnified vision

3.2.32 visual inspection

act of examining an object under defined illumination and viewing conditions with normal or magnified vision

3.2.33 void

area devoid of matter

3.3 Abbreviated terms

The following abbreviations are defined and used within this standard:

Abbreviation	Meaning
C&CCP	cleanliness and contamination control plan
CRS	cleanliness requirement specification
IPA	isopropyl alcohol
ISO	International Organization for Standardization
LED	laser emitting diode
lx	lux
OF	obscuration factor
PCB	printed circuit board
PFO	particle fallout
UV	ultra-violet
UVA	ultra-violet (310 nm - 400 nm)