

**DIN EN 16602-30-09**

ICS 49.140

**Raumfahrtproduktsicherung –  
Verfügbarkeitsanalyse;  
Englische Fassung EN 16602-30-09:2014**

Space product assurance –  
Availability analysis;  
English version EN 16602-30-09:2014

Assurance produit des projets spatiaux –  
Analyse de disponibilité;  
Version anglaise EN 16602-30-09:2014

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 16602-30-09:2014) 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 16602-30-09:2014) basiert auf ECSS-Q-ST-30-09C.

Dieses Dokument enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die englische Originalfassung von EN 16602-30-09:2014.

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

##### **erreichte Verfügbarkeit**

Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein unter angegebenen Bedingungen in einer idealen unterstützenden Umgebung betriebenes System, Subsystem oder Gerät zu einer beliebigen Zeit zufriedenstellend funktioniert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Stillstandsdauer steht ausschließlich mit der aktiven vorbeugenden Instandhaltung und Instandsetzung im Zusammenhang.

##### 3.2.2

##### **aktive Redundanz**

alle Einheiten sind in Betrieb und das System kann weiterhin trotz des Verlusts einer oder mehrerer Einheit(en) ohne Stillstand oder Fehler funktionieren

##### 3.2.3

##### **Instandsetzung**

Instandhaltung, die durchgeführt wird, um nach während des Betriebs des Systems aufgetretenen Anomalien oder Geräteproblemen die Integrität der Systemhardware wiederherzustellen

##### 3.2.4

##### **Flugsegment**

für den Betrieb im Weltraum vorgesehenes Produkt oder vorgesehener Satz von Produkten

##### 3.2.5

##### **Bodensegment**

alle Elemente der Bodeninfrastruktur, die zur Unterstützung der vorbereitenden Tätigkeiten dienen, die zu den missionsbezogenen Arbeitsgängen, deren Durchführung sowie allen nachbetrieblichen Tätigkeiten führen

##### 3.2.6

##### **heiße Redundanz**

die Redundanzeinheit befindet sich im Zustand „AN“, jedoch nicht notwendigerweise in der ordnungsgemäßen Konfiguration, um die Funktion zu erfüllen

##### 3.2.7

##### **momentane Verfügbarkeit**

<intrinsisch oder inhärent> Wahrscheinlichkeit für die Eignung einer Einheit, unter vorgegebenen Bedingungen zu einem vorgegebenen Zeitpunkt eine geforderte Funktion zu erfüllen, vorausgesetzt die erforderlichen äußeren Mittel sind bereitgestellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die vorbeugende Instandhaltung wird im Allgemeinen in Bezug auf die intrinsische Verfügbarkeit nicht berücksichtigt.

**3.2.8****momentane Verfügbarkeit**

<betrieblich> Wahrscheinlichkeit für die Eignung einer Einheit, unter vorgegebenen Bedingungen zu einem vorgegebenen Zeitpunkt eine geforderte Funktion zu erfüllen, wobei die Instandhaltungsstrategie berücksichtigt wird (Vorgehensweisen in Bezug auf Ersatzteile und Zusammenhang mit logistischen Verzögerungen und Beschränkungen)

**3.2.9****Hauptzeit (lieferantenbezogene Verzögerung)**

mittlere Dauer, die der Lieferant für die Bereitstellung von Ersatzteilen benötigt (einschließlich Versandzeit)

**3.2.10****logistische Verzögerung**

mittlere Dauer, bis die Instandhaltungshilfsmittel in Form von Humanfaktoren und Materialien zur Verfügung stehen (Anfahrtsdauer)

**3.2.11****mittlere Verfügbarkeit**

<intrinsisch oder inhärent> prozentualer Anteil der definierten Dauer, über die ein System, Subsystem oder Gerät bei Einsatz unter angegebenen Bedingungen ohne geplante oder vorbeugende Maßnahmen und mit idealer logistischer Unterstützung zufriedenstellend funktioniert

**3.2.12****mittlere Verfügbarkeit**

<betrieblich> prozentualer Anteil der definierten Dauer, über die ein System, Subsystem oder Gerät bei Einsatz unter angegebenen Bedingungen in einer realen unterstützenden Umgebung zufriedenstellend funktioniert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Stillstandsdauer ist für die Instandsetzung, die vorbeugende Instandhaltung sowie die logistischen und administrativen Verzögerungen relevant.

**3.2.13****mittlere Stillstandsdauer**

mittlere Unklardauer

mittlere Dauer zwischen Dienstunterbrechung und Wiederaufnahme des Dienstes

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 3-1.

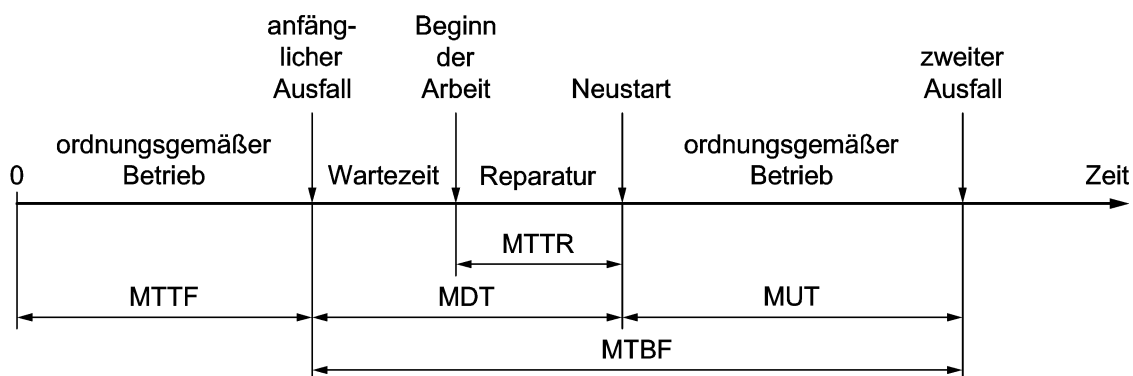


**Bild 3-1 — Zusammenhang zwischen den verschiedenen Werten, die die Verlässlichkeit, Instandhaltbarkeit und Verfügbarkeit der Geräte charakterisieren**

**3.2.14****mittlere Dauer zwischen Ausfällen**

mittlere Dauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen

**3.2.15****mittlere Dauer zwischen nicht verfügbaren Zuständen**

mittlere Betriebsdauer einer Einheit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Phasen ohne Betrieb, verursacht durch Tätigkeiten der Instandsetzung oder vorbeugenden Instandhaltung

**3.2.16****mittlere Dauer bis zum Ausfall**

mittlere Betriebsdauer einer Einheit vor deren erstem Ausfall

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch als „mittlere Dauer bis zum ersten Ausfall (MTTFF, en: mean time to first failure“) bezeichnet.

**3.2.17****mittlere Dauer bis zum nicht verfügbaren Zustand**

mittlere Betriebsdauer einer Einheit vor deren erstem nicht verfügbaren Zustand

**3.2.18****mittlere Dauer bis zur Reparatur**

mittlere Dauer bis zur Reparatur des Geräts, wobei Instandhaltungshilfsmittel in Form von Humanfaktoren und Materialien zur Verfügung stehen

**3.2.19****mittlere Klardauer**

mittlere Betriebsdauer einer Einheit nach der Instandsetzung (einschließlich Reparatur und Ersatz)

**3.2.20****nicht verfügbarer Zustand**

Zustand, in dem eine Einheit nicht in der Lage ist, ihre geforderte Funktion zu erfüllen

[QUELLE: IEC Multilingual Dictionary of Electricity: Ausgabe 2001]

Anmerkung 1 zum Begriff: Ursachen für nicht verfügbare Zustände können Ausfälle, Störungen oder geplante und ungeplante Ereignisse sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Ausfälle können durch kataleptische intrinsische oder externe Ereignisse verursacht sein.

**3.2.21****passive Redundanz**

Redundanz, die erst aktiviert wird, wenn dies erforderlich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch als „Standby-Redundanz“ oder „kalte Redundanz“ bezeichnet.

**3.2.22****vorbeugende Instandhaltung**

geplante oder erforderlichenfalls durchgeführte Instandhaltungsmaßnahmen an Geräten, um die Wahrscheinlichkeit für deren Ausfälle oder Qualitätsabnahme zu verringern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die vorbeugende Instandhaltung wird durchgeführt, um die geplante(n) Funktionsfähigkeit und Sicherheitsniveaus des Systems beizubehalten, um so einen Ausfall zu verhindern.

**3.2.23****stationäre Verfügbarkeit (asymptotische Verfügbarkeit)**

möglicher Grenzwert der momentanen Verfügbarkeit bei Annäherung der Zeit an die Unendlichkeit

### 3.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Abkürzungen nach ECSS-S-ST-00-01 und die folgenden:

| Abkürzungen | Bedeutung                                                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FMECA       | Fehlermöglichkeits-, Einfluss- und Kritizitätsanalyse (en: failure modes, effects and criticality analysis) |
| GPS         | weltweites Ortungssystem, globales Navigationssatellitensystem (en: global positioning system)              |
| LD          | logistische Verzögerung (en: logistic delay)                                                                |
| MDT         | mittlere Stillstandsdauer, mittlere Unklardauer (en: mean down time)                                        |
| MTBF        | mittlere Dauer zwischen Ausfällen (en: mean time between failures)                                          |
| MTBO        | mittlere Dauer zwischen nicht verfügbaren Zuständen (en: mean time between outages)                         |
| MTTF        | mittlere Dauer bis zum Ausfall (en: mean time to failure)                                                   |
| MTTFF       | mittlere Dauer bis zum ersten Ausfall (en: mean time to first failure)                                      |
| MTTO        | mittlere Dauer bis zum nicht verfügbaren Zustand (en: mean time to outage)                                  |
| MTTR        | mittlere Dauer bis zur Reparatur (en: mean time to repair)                                                  |
| MUT         | mittlere Klardauer (en: mean up time)                                                                       |
| NRB         | Nichtkonformitäts-Untersuchungsausschuss (en: nonconformance review board)                                  |
| PDF         | Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (en: probability density function)                                        |
| RAM         | Verlässlichkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit (en: reliability, availability and maintainability)   |
| SOW         | Leistungsbeschreibung (en: statement of work)                                                               |
| TWT         | Wanderfeldröhre (en: travelling wave tube)                                                                  |
| w.r.t.      | bezüglich (en: with respect to)                                                                             |

English version

## Space product assurance - Availability analysis

Assurance produit des projets spatiaux - Analyse de  
disponibilité

Raumfahrtproduktsicherung - Verfügbarkeitsanalyse

This European Standard was approved by CEN on 6 March 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

---

|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Foreword .....</b>                                                                  | <b>4</b>  |
| <b>1 Scope.....</b>                                                                    | <b>5</b>  |
| <b>2 Normative references .....</b>                                                    | <b>6</b>  |
| <b>3 Terms, definitions and abbreviated terms.....</b>                                 | <b>7</b>  |
| 3.1 Terms from other standards.....                                                    | 7         |
| 3.2 Terms specific to the present standard .....                                       | 7         |
| 3.3 Abbreviated terms.....                                                             | 10        |
| <b>4 Objectives of availability analysis.....</b>                                      | <b>11</b> |
| <b>5 Specifying availability and the use of metrics .....</b>                          | <b>12</b> |
| 5.1 General.....                                                                       | 12        |
| 5.1.1 Introduction .....                                                               | 12        |
| 5.1.2 Availability requirements .....                                                  | 12        |
| 5.2 Different ways of specifying availability .....                                    | 13        |
| 5.2.1 Probability figure convention .....                                              | 13        |
| 5.2.2 Availability during mission lifetime for a specified service .....               | 13        |
| 5.2.3 Availability at a specific time (or time interval) for a specified service ..... | 14        |
| 5.2.4 Percentage or number of successfully delivered products.....                     | 15        |
| 5.2.5 Outage probability distribution.....                                             | 15        |
| 5.3 Metrics commonly used .....                                                        | 16        |
| 5.4 Metrics mapping .....                                                              | 16        |
| 5.4.1 General .....                                                                    | 16        |
| 5.4.2 Metrics mapping at system or subsystem level .....                               | 16        |
| 5.4.3 Metrics mapping at equipment level .....                                         | 17        |
| <b>6 Availability assessment process .....</b>                                         | <b>18</b> |
| 6.1 Overview of the assessment process.....                                            | 18        |
| 6.2 Availability allocation.....                                                       | 19        |
| 6.3 Iterative availability assessment.....                                             | 20        |
| 6.4 Availability report content.....                                                   | 22        |

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7 Implementation of availability analysis .....</b>                                          | <b>23</b> |
| 7.1 Overview .....                                                                              | 23        |
| 7.2 Availability activities and programme phases <sup>1)</sup> .....                            | 23        |
| 7.2.1 Feasibility phase (Phase A).....                                                          | 23        |
| 7.2.2 Preliminary definition phase (Phase B).....                                               | 24        |
| 7.2.3 Detailed definition and production phases (Phase C/D) .....                               | 24        |
| 7.2.4 Utilization phase (Phase E).....                                                          | 25        |
| <b>Annex A (informative) Suitable methods for availability assessment .....</b>                 | <b>26</b> |
| A.1 Overview .....                                                                              | 26        |
| A.2 Analytical method .....                                                                     | 26        |
| A.3 Markov process .....                                                                        | 27        |
| A.4 Monte-Carlo simulation .....                                                                | 28        |
| <b>Annex B (informative) Typical work package description for availability activities .....</b> | <b>29</b> |
| <b>Bibliography.....</b>                                                                        | <b>30</b> |

## Figures

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 3-1: Relations between the various values that characterize the reliability, maintainability and availability of equipment..... | 8  |
| Figure 6-1: Availability assessment process.....                                                                                       | 19 |
| Figure 6-2: Example of a dynamic behaviour model .....                                                                                 | 21 |
| Figure A-1 : Basic availability formulae .....                                                                                         | 27 |
| Figure A-2 : Example of Markov graph .....                                                                                             | 28 |
| Figure A-3 : Example of Petri net modelling.....                                                                                       | 28 |

## Tables

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table 5-1 Availability and supporting metrics applicable at system and subsystem level..... | 17 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## Foreword

---

This document (EN 16602-30-09:2014) has been prepared by Technical Committee CEN/CLC/TC 5 "Space", the secretariat of which is held by DIN.

This standard (EN 16602-30-09:2014) originates from ECSS-Q-ST-30-09C.

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 March 2015, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 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.

# 1

## Scope

---

This Standard is part of a series of ECSS Standards belonging to ECSS-Q-ST-30, Space product assurance – Dependability. The present standard defines the requirements on availability activities and provides where necessary guidelines to support, plan and implement the activities.

It defines the requirement typology that is followed, with regard to the availability of space systems or subsystems in order to meet the mission performance and needs according to the dependability and safety principles and objectives.

This Standard also describes the process that is followed and the most significant methodologies for the availability analysis to cover such aspects as

- evaluation of the space element or system availability figure,
- allocation of the requirement at lower level, and
- outputs to be provided.

This Standard applies to all elements of a space project (flight and ground segments), where Availability analyses are part of the dependability programme, providing inputs for the system concept definition and design development.

The on-ground activities and the operational phases are considered, for availability purposes, in order to

- acquire additional information essential for a better system model finalization and evaluation, and
- monitor the system behaviour to optimize its operational performance and improve the availability model for future applications.

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