

DIN EN 16602-70-39

ICS 25.160.10; 49.140

**Raumfahrtproduktsicherung –
Schweißen von metallischen Werkstoffen für Flug-Hardware;
Englische Fassung EN 16602-70-39:2018**

Space product assurance –
Welding of metallic materials for flight hardware;
English version EN 16602-70-39:2018

Assurance produit des projets spatiaux –
Soudage de matériaux métalliques pour matériel de vol;
Version anglaise EN 16602-70-39:2018

Gesamtumfang 79 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16602-70-39:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/JTC 5 „Raumfahrt“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-06-02 AA „Interoperabilität von Informations-, Kommunikations- und Navigationssystemen“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Dieses Dokument (EN 16602-70-39:2018) basiert auf ECSS-Q-ST-70-39C.

Dieses Dokument enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die englische Originalfassung von EN 16602-70-39:2018.

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Begriffe und Abkürzungen

Die Benummerung der folgenden Begriffe und Abkürzungen ist identisch mit der Benummerung in der englischen Fassung.

3.1 Begriffe aus anderen Normen

- a) Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-S-ST-00-01 und insbesondere die folgenden Begriffe:

1) kritisch

- b) Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-E-ST-32-01 und insbesondere die folgenden Begriffe:

1) ausfallsicher

3.2 Für diese Norm spezifische Begriffe

3.2.1

zulässige Schweißnaht

Schweißnaht, die keine Fehler aufweist und alle Abnahmekriterien erfüllt

3.2.2

Schweißgutprobe für den Zugversuch

Probe, deren verringerter Querschnitt ausschließlich aus reinem Schweißgut besteht

3.2.3

Alpha-Probe

vor Beginn eines Fertigungsablaufs erzeugte Schweißprobe, die zur Verifizierung der Qualität der während der Fertigung zu erzeugenden Schweißnaht verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Vor-Schweißprobe“ wird synonym verwendet.

3.2.4

metallischer Grundwerkstoff

Teil der Schweißnaht, die während des Reibrührschweißens nicht aufgeschmolzen bzw. gerührt und durch die Wärme des Prozesses nicht beeinträchtigt wird, sodass das Mikrogefüge und die mechanischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden

3.2.5

Beta-Probe

am Ende eines Fertigungsablaufs erzeugte Schweißprobe, die zur Verifizierung ausgewählter Aspekte der Qualität der während der Fertigung zu erzeugenden Schweißnaht verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Nach-Schweißprobe“ wird synonym verwendet.

3.2.6

kritisches Gefüge

Gefüge oder Bauteil, dessen einzelnes Versagen eine erhebliche Gefahr für das Personal, den Verlust des Systems, den Verlust eines wesentlichen Bestandteils oder den Verlust der Kontrolle verursacht, und deshalb zu einer Betriebsstrafe, zu einem Verlust des Systems oder zum Abbruch der Mission führt

3.2.7

Fehler

<Schweißen> unzulässiges Merkmal der Schweißnaht

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in der vorliegenden Norm mit einer anderen Bedeutung als in ECSS-S-ST-00-01 festgelegt. Der in dieser Norm mit dieser Bedeutung festgelegte Begriff gilt nur für die vorliegende Norm.

3.2.8

Delta-Verifizierung

Schweißversuche, durchgeführt um den Bereich der zuvor zugelassenen Schweißanweisung (WPS) zu vergrößern

3.2.9

verantwortliche Entwicklungsstelle

für die genaue konstruktive Auslegung der Schweißverbindung in Übereinstimmung mit einer zugelassenen Spezifikation und zur Unterzeichnung von Bauzertifikaten oder nach entsprechenden Verfahren erstellten zertifizierten versiegelten Zeichnungen berechtigt

3.2.10

verantwortliche technische Bearbeitung

Auftraggeber oder Firmenorganisation, der/die für den oder im Auftrag des Kunden handelt und der/die für die strukturelle Integrität oder Aufrechterhaltung der Lufttuchtigkeit der Hardware und die Übereinstimmung mit allen die Geschäftsvereinbarungen betreffenden Dokumenten verantwortlich ist

3.2.11

Erzeugnis

Gefüge, das durch Verbinden von verschiedenen Teilen hergestellt wird

3.2.12

Merkmal

geometrische oder mikrostrukturelle Ungleichmäßigkeit in der Schweißnaht oder Schweißzone

3.2.13

Schweißzusatz

Metall, das in Form eines Schweißstabs zur Verfügung gestellt wird, manchmal mit Flussmittel beschichtet, das mithilfe einer Wärmequelle in einen zwischen den zu fügenden Bauteilen befindlichen Stoß hineingeschmolzen wird

3.2.14

Wärmeeinflusszone

HAZ

(en: heat affected zone)

Teil des metallischen Grundwerkstoffs, der beim Schmelzschweißen nicht aufgeschmolzen bzw. beim Rührreißschweißen nicht gerührt wurde, dessen Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften jedoch durch die während des Schweißprozesses aufgebrachte Wärme verändert wurden

3.2.15**Hybridschweißen**

Art des Schweißverfahrens, bei dem die Grundsätze des Laserstrahlschweißens und Lichtbogenschweißens kombiniert werden

3.2.16**Korrektur während Bearbeitung**

siehe „nachschiessen“

3.2.17**Arbeitskarte**

siehe „Laufzettel“

3.2.18**Maschinenschweißen**

Schweißen mit Geräten, mit denen der Schweißvorgang durchgeführt wird

3.2.19**Wartungsbuch**

Aufzeichnung von Wartungen, die an Geräten durchgeführt wurden, einschließlich jeglicher Veränderungen

3.2.20**Handschweißen**

Schweißvorgang, der vollständig von Hand durchgeführt und kontrolliert wird

3.2.21**missionskritisch**

Gegenstand, dessen Versagen erhebliche Auswirkungen auf den Betrieb hat, wodurch die Fähigkeit gefährdet wird, die zugewiesene Mission erfolgreich durchzuführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das schließt Teile ein, die Ausfallauswirkungen aufweisen, die sich nachteilig auf die Effektivität der Mission auswirken.

3.2.22**nichtkritisches Gefüge**

Gefüge oder Bauteil, das nichtkritisch und so integriert ist, dass durch ein Versagen die anderen Flugelemente oder das Personal nicht beeinträchtigt werden/wird

3.2.23**Teilstück**

einzelne zu schweißende Metallstücke

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Teilstück“ ist beim Schweißen weit verbreitet. Beispiele sind: Bleche, Platten und Stränge.

3.2.24**Nach-Schweißprobe**

siehe „Beta-Probe“

3.2.25**Prozess**

<Schweißen> Werkstoff- bzw. Verbindungsart und -maß bzw. Kombination der Schweißverfahren, die in einer Schweißanweisung (WPS) enthalten sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in der vorliegenden Norm mit einer anderen Bedeutung als in ECSS-S-ST-00-01 festgelegt. Der in dieser Norm mit dieser Bedeutung festgelegte Begriff gilt nur für die vorliegende Norm.

3.2.26

Fertigungsablauf

Schweißablauf mit den gleichen Proben, dem gleichen Werkstofflos, mit der gleichen Wärmebehandlung und den gleichen Vor- und Nachlosen wie die Flug- oder Produktions-Hardware

3.2.27

Wiederanerkennung

Schweißarbeiten, durch die sichergestellt werden soll, dass die vorher verifizierten und qualifizierten Ergebnisse erreicht werden

3.2.28

Reparaturschweißen

zusätzlicher Schweißvorgang, der nur erlaubt ist, nachdem die mangelhafte Schweißnaht zu einem bedeutenden Nichtkonformitätsbericht (NCR) geführt hat, und der dann ausschließlich von der Schweißaufsichtsperson freigegeben wird

3.2.29

nachschweißen

zusätzlicher Schweißvorgang entsprechend eines qualifizierten Schweißverfahrens zur Beseitigung von Fehlern

Anmerkung 1 zum Begriff: Es ist wichtig, die Rückverfolgbarkeit sicherzustellen (beispielsweise im Laufzettel).

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Korrektur während Bearbeitung“ wird synonym verwendet.

3.2.30

Laufkarte

Siehe „Laufzettel“

3.2.31

An- und Auslaufstück

Teil eines metallischen Grundwerkstoffs, das durch Heftschiessen an den Enden des Werkstücks angebracht ist, um es dem Schweißer zu ermöglichen, die Schweißnaht ohne dem Anfang und Ende der Schweißnaht zugeordnete Fehler zu beginnen und zu beenden

3.2.32

Laufzettel

Dokument, in dem der vollständige Schweißprozess aufgezeichnet ist, einschließlich Reparaturschweißnähten, Gerätefehlfunktionen, Überprüfungen und Verweisungen auf geschweißte Proben

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Begriffe „Arbeitskarte“ und „Laufkarte“ werden synonym verwendet.

3.2.33

thermomechanisch beeinflusste Zone

THAZ

(en: thermomechanically affected zone)

Teil einer durch Rührreibschweißen erzeugten Schweißnaht, die durch die Bewegung des mechanischen Werkzeugs und das Aufbringen von Wärme beeinflusst wird

3.2.34

Schweißteil

Erzeugnis, das eine Schweißnaht enthält

3.2.35**Prüfprotokoll der Schweißnaht**

Ergebnisse von an der Schweißnaht durchgeführten Prüfungen zum Zweck des Nachweises der prozess- und ablaufbezogenen Fähigkeit und Wiederholpräzision

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Schweißverfahren wird durch den Nachweis der Fähigkeit verifiziert.

3.2.36**Prüfplan zur Verifizierung des Schweißverfahrens**

Dokument, in dem die notwendigen Tätigkeiten zum Erlangen einer angenommenen Schweißanweisung (WPS) zur Verfügung gestellt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Schweißverfahren wird durch den Nachweis der Fähigkeit verifiziert.

3.2.37**Schweißer**

Person, die Handschweißen durchführt

3.2.38**Schweißen**

Fügeprozess, bei dem durch Erwärmen, durch Aufbringen von Druck, oder beides, eine lokale Vereinigung von Materialien erzeugt wird

3.2.39**Schweißgüteprüfer**

zertifizierte Person, die die Fähigkeit besitzt und dafür verantwortlich ist, die Qualität von geschweißten Proben in Bezug auf eine Art einer schriftlichen Festlegung zu beurteilen

3.2.40**Bediener von Schweißeinrichtungen**

Person, die Schweißeinrichtungen bedient, die Maschinenschweißen ausführen

3.2.41**Schweißanweisung****WPS**

(en: welding procedure specification)

Dokument, in dem die erforderlichen Variablen für eine bestimmte Anwendung im Einzelnen zur Verfügung gestellt werden, um die Wiederholpräzision durch zertifizierte Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen sicherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die WPS ist die Schweißaufsichtsperson verantwortlich.

3.2.42**Schweißaufsichtsperson**

Person, die für die Schweißaufsicht und die WPS zuständig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Schweißkoordinator“ ist synonym mit dem Wort „Schweißaufsichtsperson“.

3.3 Abkürzungen

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

Abkürzung	Bedeutung	
AC	Wechselstrom	(en: alternating current)
AVC	Lichtbogenabstandsregelung	(en: arc voltage control)

Abkürzung	Bedeutung	
CoC	Konformitätszertifikat	(en: certificate of conformance)
DC	Gleichstrom	(en: direct current)
DRD	Dokument definierter Anforderungen	(en: document requirements definition)
EBW	Elektronenstrahlschweißen	(en: electron beam welding)
FSW	Rührreibschweißen	(en: friction stir welding)
GMAW	Metall-Schutzgasschweißen	(en: gas metal arc welding)
GTAW	Wolfram-Schutzgasschweißen	(en: gas tungsten arc welding)
HAZ	Wärmeeinflusszone	(en: heat affected zone)
LBW	Laserstrahlschweißen	(en: laser beam welding)
LFW	Linearreibschweißen	(en: linear friction welding)
MIG	Metall-Inertgas(schweißen)	(en: metal inert gas (welding))
MPW	Magnetimpulsschweißen	(en: magnetic pulse welding)
NCR	Nichtkonformitätsbericht	(en: nonconformance report)
NDI	zerstörungsfreie Prüfung	(en: non-destructive inspection)
NDT	zerstörungsfreie Prüfung	(en: non-destructive test)
ppm	Teile je Million (10^{-6})	(en: parts per million (10^{-6}))
QTP	Qualifizierungsprüfplan	(en: qualification test plan)
QTR	Qualifizierungsprüfprotokoll	(en: qualification test report)
RFA	Genehmigungsantrag	(en: request for approval)
SME	kleine und mittlere Unternehmen	(en: small, medium enterprise)
TIG	Wolfram-Inertgas(schweißen)	(en: tungsten inert gas (welding))
TMAZ	thermomechanisch beeinflusste Zone	(en: thermomechanically affected zone)
WPS	Schweißanweisung	(en: welding procedure specification)
WPVR	Bericht zur Verifizierung des Schweißverfahrens	(en: welding procedure verification report)
WVTP	Prüfplan zur Verifizierung des Schweißverfahrens	(en: welding verification test plan)
WVTR	Prüfprotokoll zur Verifizierung des Schweißverfahrens	(en: welding verification test report)

3.4 Konventionen

- Der Begriff „Qualifizierung“ aus ECSS-Q-ST-70-39 ist mit dem in der ECSS-Dokumentation verwendeten Begriff „Verifizierung“ synonym. Dies gilt nicht für die Qualifizierung des Personals.
- Der in der allgemeinen Schweißdokumentation verwendete Begriff „Qualifizierungsprüfplan (QTP)“ ist mit dem Begriff „Prüfplan zur Verifizierung des Schweißverfahrens (WVTP)“ aus ECSS-Q-ST-70-39 synonym.
- Der in der allgemeinen Schweißdokumentation verwendete Begriff „Qualifizierungsprüfprotokoll (QTR)“ ist mit dem Begriff „Prüfprotokoll zur Verifizierung des Schweißverfahrens (WVTR)“ aus ECSS-Q-ST-70-39 synonym.

ICS 25.160.10; 49.140

English version

Space product assurance - Welding of metallic materials for flight hardware

Assurance produit des projets spatiaux - Soudage de
matériaux métalliques pour matériel de vol

Raumfahrtproduktsicherung - Metallschweißen in
Flug-Hardware

This European Standard was approved by CEN on 3 September 2018.

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, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



CEN-CENELEC Management Centre:
Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

Table of contents

European Foreword	6
1 Scope	7
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms	11
3.1 Terms from other standards	11
3.2 Terms specific to the present standard	11
3.3 Abbreviated terms	15
3.4 Conventions	16
3.5 Nomenclature	16
3.5.1 Formal verbs	16
4 Principles	18
4.1 General	18
4.2 Classification of weld safety classes	20
4.2.1 Overview	20
4.2.2 Safety Class 1	20
4.2.3 Safety Class 2	20
4.2.4 Safety Class 3	20
4.3 Weld sensitivity levels	20
4.4 Tailoring of the weld acceptance criteria	20
5 Welding design	21
5.1 Design of Welded Connections	21
5.2 Acceptable joints design	21
6 Welding and inspection personnel	22
6.1 Welding supervisor	22
6.2 Qualification and certification of welders and welding operators	22
6.2.1 Validity limits for operator qualification	22
6.2.2 Manual arc welding	23
6.2.3 Mechanised fusion and resistance welding	23
6.2.4 Mechanised friction stir welding	23

6.3	Qualification and certification of welding inspectors	23
6.4	Clothing requirements.....	23
7	Equipment and facilities	25
7.1	Qualification of the welding equipment.....	25
7.1.1	General requirements	25
7.1.2	Specific requirements.....	25
7.2	Maintenance and repair of the welding equipment.....	26
7.3	Materials and consumables	26
7.3.1	Base materials	26
7.3.2	Filler materials.....	27
7.3.3	Shielding and backing gas	27
7.3.4	Tooling and fixtures.....	28
8	Welding procedure specification (WPS).....	29
8.1	Requirements applicable to all processes	29
8.1.1	General	29
8.1.2	Drawings.....	29
8.1.3	Welding process	29
8.1.4	Weld preparation.....	29
8.1.5	Cleanliness prior to welding	30
8.1.6	Tack welds.....	30
8.1.7	Backing and shielding gas.....	30
9	Weld inspection	31
9.1	Non-destructive techniques	31
9.1.1	General	31
9.1.2	Visual and dimensional examination	31
9.1.3	Penetrant inspection	34
9.1.4	Radiographic testing	34
9.1.5	Ultrasonic inspection	34
9.1.6	X-ray tomography inspection (CT scan)	35
9.2	Destructive testing	35
9.2.1	Metallographic measurement	35
9.2.2	Hardness measurement.....	36
9.2.3	Tensile test	36
9.2.4	Other tests	36
10	Weld acceptance criteria.....	37
10.1	General.....	37

10.2	Outer features for fusion welds	37
10.3	Inner features for fusion welds	43
10.4	Features for friction stir welds	46
11	Welding process verification	48
11.1	Weld Samples	48
11.1.1	General	48
11.1.2	Safety Classes 1 and 2: assessment of weld samples	48
11.1.3	Safety Class 3: assessment of weld samples	49
11.2	Verification acceptance criteria	49
11.3	Delta verification	49
11.3.1	General	49
11.3.2	Safety Classes 1 and 2: delta verification	50
11.3.3	Safety Class 3: delta verification	50
11.4	Re-weld, in process correction	50
11.5	Repair welding	51
11.6	Documentation	51
12	Flight hardware production	53
12.1	Documentation	53
12.2	Requirements for flight hardware welding	53
12.2.1	General	53
12.2.2	Drawings	54
12.2.3	Extent of testing to support flight hardware production	54
13	Quality assurance	56
13.1	Maintenance of WPS	56
13.2	Quality control	56
13.2.1	Reference samples	56
13.2.2	Documentation of weld parameters	57
13.2.3	Anomalies and nonconformances occurring during the welding process	57
13.2.4	Inspection and test methods	57
Annex A	(normative) Welding Procedure Specification (WPS) - DRD	58
A.1.1	Requirement identification and source document	58
A.1.2	Purpose and objective	58
A.2	Expected response	58
A.2.1	Scope and content	58
A.2.2	Special remarks	67

Annex B (normative) Welding Verification Test Plan (WVTP) - DRD	68
B.1 DRD identification	68
B.1.1 Purpose and scope	68
B.2 Expected response	68
B.2.1 Scope and content	68
B.2.2 Special remarks	69
Annex C (informative) Inner defect calculation	70
Bibliography	71

Figures

Figure 4-1 Flow chart showing the steps required to produce a verified weld process and flight hardware	19
Figure 9-1: Discoloration of the inside of austenitic stainless steel tubes	33

Tables

Table 7-1: Acceptable gas purity levels	27
Table 7-2: Recommended shielding gases for welding	27
Table 9-1: Colour acceptance criteria for titanium fusion welds	32
Table 9-2: Examples of weld discoloration for titanium fusion welds (for information only)	33
Table 10-1: Outer features for fusion welds	38
Table 10-2: Inner Features for Fusion Welds	43
Table 10-3: Features for friction stir welds	46
Table 11-1: Minimum acceptable amount of testing for manual arc welding	49
Table 11-2: Minimum acceptable amount of testing for all mechanised welding processes class 1 and 2 welds	49
Table 11-3: Minimum acceptable amount of testing for class 1 and 2 welds (all processes)	50
Table 12-1: Dew point conditions for welding	54
Table 12-2: Tests to be performed on parts performed during production of flight hardware	55

European Foreword

This document (EN 16602-70-39:2018) has been prepared by Technical Committee CEN/CLC/JTC 5 “Space”, the secretariat of which is held by DIN.

This standard (EN 16602-70-39:2018) originates from ECSS-Q-ST-70-39C.

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 May 2019, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by May 2019.

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 standardization request 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, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

1

Scope

This Standard specifies the processing and quality assurance requirements for the different types of metallic welding (manual, automatic, semi-automatic and machine) for space flight applications. This standard can also be used for weld activities on space related ground equipment and development models for flight hardware. The Standard covers all welding processes used for joining metallic materials for space applications. This includes, but is not limited to:

- Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) / Tungsten Inert Gas (TIG), (process 14)
- Gas Metal Arc Welding (GMAW) / Metal Inert Gas (MIG) (process 13)
- Plasma Arc Welding (PAW) / Plasma of Transferred Arc (PTA), (process 15)
- Electron beam welding (EBW), (process 51)
- Laser beam welding (LBW), (process 52)
- Friction Stir welding (process 43)
- Magnetic Pulse welding (process 442)
- Linear friction welding (process 42)
- Rotary friction welding (process 42)

The specific process numbers mentioned above are listed according to the standard ISO 4063:2009.

This Standard does not detail the weld definition phase and welding pre-verification phase, including the derivation of design allowables.

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 16603-32-01	ECSS-E-ST-32-01	Space engineering –Fracture control
EN 16601-40	ECSS-M-ST-40	Space management – Configuration and information management
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
	AMS 2644:2006	Inspection material, penetrant
	ASTM E164-13:2013	Standard Practice for Contact Ultrasonic Testing of Weldments
	ASTM E3:2007	Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens
	ASTM E340:2013	Standard Test Method for Macroetching Metals and Alloys
	ASTM E407:2007	Standard Practice for Microetching Metals and Alloys
	AWS D18.2:2009	Guide to weld discoloration levels on inside of austenitic stainless steel tube
	DIN 29595:2007-04	Fusion welded metallic components – requirements
	DIN 65153:1997-06	Acceptance testing of plasma arc welding equipment.
	EN 4179:2009	Aerospace series. Qualification and approval of personnel for non-destructive testing
	EN 60974	Arc welding equipment
	Part 1:2012	Welding power sources
	Part 2:2013	Liquid cooling systems

	Part 3:2013	Arc striking and stabilizing devices
	Part 4:2010	Periodic inspection and testing
	Part 5:2013	Wire feeders
	Part 6:2010	Limited duty equipment
	Part 7:2013	Torches
	Part 8:2009	Gas consoles for welding and plasma cutting systems
	Part 9: 2010	Installation and use
	Part 10:2014	Electromagnetic compatibility (EMC) requirements
	Part 11:2010	Electrode holders
	Part 12:2011	Coupling devices for welding cables
	Part 13:2011	Welding clamp
	ISO 2553:2013	Welding and allied processes – Symbolic representation on drawings – Welded joints
	ISO 3452	Non-destructive testing - Penetrant testing
	Part 1:2013	General principles
	Part 2:2013	Testing of penetrant materials
	Part 3:2013	Reference test blocks
	Part 4:1998	Equipment
	Part 5: 2008	Penetrant testing at temperatures higher than 50 degrees C
	Part 6:2008	Penetrant testing at temperatures lower than 10 degrees C
	ISO 4063:2009	Welding and allied processes - Nomenclature of processes and reference numbers
	ISO 4136:2012	Destructive tests on welds in metallic materials - Transverse tensile test
	ISO 6848:2004	Arc welding and cutting - Nonconsumables tungsten electrodes - Classification
	ISO 6947:2011	Welding and allied processes - Welding positions
	ISO 9015	Destructive tests on welds in metallic materials - Hardness testing (Part 1 and 2)
	Part 1:2001	Hardness test on arc welded joints
	Part 2:2003	Microhardness testing of welded joints
	EN 10204:2004	Metallic products - Types of inspection documents
	ISO 11611:2007	Protective clothing for use in welding and allied processes
	ISO 14731:2006	Welding coordination - Tasks and responsibilities
	ISO 14732:2013	Welding personnel – Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials
	ISO 14744	Acceptance inspection of electron beam welding machines

	Part 1:2008	Principles and acceptance conditions
	Part 2:2000	Measurement of accelerating voltage characteristics
	Part 3:2000	Measurement of beam current characteristics
	Part 4:2000	Measurement of welding speed
	Part 5:2000	Measurement of run-out accuracy
	Part 6:2000	Measurement of stability of spot position
	ISO 15614-2:2005	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure test - Part 2: Arc welding of aluminium and its alloys
	ISO 15616	Acceptance tests for CO ₂ -laser beam machines for high quality welding and cutting
	Part 1:2003	General principles, acceptance conditions
	Part 2:2003	Measurement of static and dynamic accuracy
	Part 3:2003	Calibration of instruments for measurement of gas flow and pressure
	Part 4:2008	Acceptance tests for CO ₂ -laser beam machines for high quality welding and cutting - Part 4: Machines with 2-D moving optics
	ISO 17636:2013	Non-destructive testing of welds - Radiographic testing
	Part 1:2013	X- and gamma-ray techniques with film
	Part 2:2013	X- and gamma-ray techniques with digital detectors
	EN-ISO 17637:2011	Non-destructive testing of welds - Visual testing of fusion-welded joints
	ISO 17640:2010	Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Techniques, testing levels, and assessment
	ISO 22826:2005	Destructive tests on welds in metallic materials - Hardness testing of narrow joints welded by laser and electron beam (Vickers and Knoop hardness tests)
	ISO 22827:2005	Acceptance tests for Nd: YAG laser beam welding machines - Machines with optical fibre delivery
	Part 1:2005	Laser assembly
	Part 2:2005	Moving mechanism
	ISO 24394:2008	Welding for aerospace applications - Qualification test for welders and welding operators - Fusion welding of metallic components
	ISO 25239-3:2011	Friction stir welding - Aluminium - Part 3: Qualification of welding operators
	ISO 25239-5:2011	Friction stir welding - Aluminium - Part 5: Quality and inspection requirements

3

Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms from other standards

- a. For the purpose of this Standard, the terms and definitions from ECSS-S-ST-00-01 apply and in particular the following:
 - 1. critical
- b. For the purpose of this Standard, the terms and definitions from ECSS-E-ST-32-01 apply.
 - 1. fail-safe

3.2 Terms specific to the present standard

3.2.1 acceptable weld

weld that has no defects and passes all acceptance criteria

3.2.2 all weld metal tensile test specimen

test specimen with the reduced section composed of only weld metal

3.2.3 alpha sample

weld sample produced prior to the start of a production run, used to verify selected aspects of the quality of the weld to be produced during production

NOTE The term "pre-weld sample" is synonymous.

3.2.4 base metal

part of the welded joint which remains un-melted or un-stirred for friction stir welding, and unaffected by the heat of the process, such that the microstructure and mechanical properties are unaffected

3.2.5 beta sample

weld sample produced at the end of a production run, used to verify selected aspects of the quality of the weld to be produced during production

NOTE The term "post-weld sample" is synonymous.

3.2.6 critical structure

structure or component, the single failure of which cause significant danger to personnel, loss of system, loss of major component, or loss of control, thus resulting in an operation penalty, or loss of the system, or abortion of the mission

3.2.7 defect

<CONTEXT: welding>

unacceptable feature of the weld

NOTE This term is defined in the present standard with a different meaning than in ECSS-S-ST-00-01. The term with the meaning defined herein is applicable only to the present standard.

3.2.8 delta verification

welding trials performed to extend the range of a previously approved WPS

3.2.9 design authority

responsible for the detailed design of the welded part in compliance to an approved specification and authorized to sign certificates of design or certified sealed drawings in accordance with procedures

3.2.10 engineering authority

contracting agency or corporate organisation that acts for and on behalf of the customer and responsible for the structural integrity or maintenance of airworthiness of the hardware and compliance with all business agreement documents

3.2.11 fabrication

structure manufactured by assembling various parts together

3.2.12 feature

geometric or microstructural non-uniformity in the weld or weld zone

3.2.13 filler metal

metal supplied in the form of a welding rod, sometimes flux coated, melted by a heat source into a joint between components to be joined

3.2.14 heat affected zone (HAZ)

portion of the base metal that was not melted during fusion welding or stirred during friction stir welding but whose microstructure and mechanical properties were altered by the heat applied during the welding process

3.2.15 hybrid welding

type of welding process that combines the principles of laser beam welding and arc welding

3.2.16 in process correction

see "re-weld"

3.2.17 job card

see "shop traveller"

3.2.18 machine welding

welding with equipment that performs the welding operation

3.2.19 maintenance book

record of maintenance performed on equipment including any modifications

3.2.20 manual welding

welding operation performed and controlled completely by hand

3.2.21 mission critical

item whose failure generates a significant operational impact by jeopardizing the ability to successfully complete the assigned mission.

NOTE This includes parts which have failure effects that adversely impact mission effectiveness.

3.2.22 non-critical structure

structure or component which is non-critical and is contained so that failure does not affect other flight elements or personnel

3.2.23 piece part

individual metallic parts to be welded

NOTE The term of "piece part" is commonly used in welding. Examples are: sheets, plates and extrusions.

3.2.24 post weld sample

see "beta sample"

3.2.25 process

<CONTEXT: welding>

material or joint type and dimension or welding process combination which is covered by a WPS

NOTE This term is defined in the present standard with a different meaning than in ECSS-S-ST-00-01. The term with the meaning defined herein is applicable only to the present standard.

3.2.26 production run

welding run corresponding to the same sample coupons, the same material lot and the same thermal treatment, pre- or post- batch as the flight or production hardware itself

3.2.27 re-acceptance

welding activities aimed to assure the obtaining of the previously verified and qualified results

3.2.28 repair welding

additional welding pass which is only allowed after the defective weld has resulted in an major NCR, and then only released by the welding supervisor

3.2.29 re-weld

additional weld pass according to a qualified weld procedure to eliminate defects

NOTE 1 It is important to ensure traceability (for example in the shop traveller).

NOTE 2 The term "in process correction" is synonymous.

3.2.30 router

see "shop traveller"

3.2.31 run on and run off tabs

piece of base metal which is tack welded onto the ends of the workpiece to allow the welder to start and end the weld without forming defects associated with the start and stop of the weld

3.2.32 shop traveller

document recording the complete welding process, including repair welds, malfunction of equipment, inspections, and reference of welded samples

NOTE Terms "job card" and "router" are synonymous.

3.2.33 thermomechanically affected zone (THAZ)

part of a friction stir weld which is affected by the movement of the mechanical tool and the application of heat

3.2.34 weldment

fabrication containing a weld

3.2.35 weld test record

results of tests conducted on the weld for the purpose of demonstrating process and procedural capability and repeatability

NOTE Demonstration of capability verifies the welding procedure.

3.2.36 welding verification test plan

document summarising the activities necessary to reach an approved WPS

NOTE Demonstration of capability verifies the welding procedure.

3.2.37 welder

person who performs manual welding

3.2.38 welding

joining process that produces a local coalescence of materials by heating, by applying pressure, or both

3.2.39 welding inspector

certified individual with the responsibility and ability to judge the quality of the welded specimens in relation to some form of written specification

3.2.40 welding operator

person who operates welding equipment that perform mechanised, machine welding

3.2.41 welding procedure specification (WPS)

document providing in detail the required variables for a specific application to ensure repeatability by certified welders and welding operators

NOTE The WPS is under the responsibility of the welding supervisor.

3.2.42 welding supervisor

person in charge of welding coordination and the WPS

NOTE Term "welding coordinator" is synonymous to the word "welding supervisor".

3.3 Abbreviated terms

For the purpose of this Standard, the abbreviated terms from ECSS-S-ST-00-01 and the following apply:

Abbreviation	Meaning
AC	alternating current
AVC	arc voltage control
CoC	certificate of conformance
DC	direct current
DRD	document requirements definition
EBW	electron beam welding
FSW	friction stir welding
GMAW	gas metal arc welding
GTAW	gas tungsten arc welding
HAZ	heat affected zone
LBW	laser beam welding

Abbreviation	Meaning
LFW	linear friction welding
MIG	metal inert gas (welding)
MPW	magnetic pulse welding
NCR	nonconformance report
NDI	non-destructive inspection
NDT	non-destructive test
ppm	parts per million (10^{-6})
QTP	qualification test plan
QTR	qualification test report
RFA	request for approval
SME	small, medium enterprise
TIG	tungsten inert gas (welding)
TMAZ	thermo mechanically affected zone
WPS	welding procedure specification
WPVR	welding procedure verification report
WVTP	welding verification test plan
WVTR	welding verification test report

3.4 Conventions

- a. The term "qualification" from the ECSS-Q-ST-70-39 is synonymous with the term "verification" used in ECSS documentation. This not applicable to the qualification of personnel.
- b. The term "qualification test plan (QTP)" used in common welding documentation is synonymous with the term "welding verification test plan (WVTP)" from the ECSS-Q-ST-70-39.
- c. The term "qualification test report (QTR)" used in common welding documentation is synonymous with the term "welding verification test report (WVTR)" from the ECSS-Q-ST-70-39.

3.5 Nomenclature

3.5.1 Formal verbs

The following nomenclature applies throughout this document:

- a. The word "shall" is used in this document to express requirements. All the requirements are expressed with the word "shall".