

DIN EN ISO/ASTM 52920



ICS 25.030

Ersatz für
DIN SPEC 17071:2019-12

**Additive Fertigung –
Grundsätze der Qualifizierung –
Anforderungen an industrielle additive Fertigungsverfahren und
Produktionsstätten (ISO/ASTM 52920:2023);
Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52920:2023**

Additive manufacturing –
Qualification principles –
Requirements for industrial additive manufacturing processes and production sites
(ISO/ASTM 52920:2023);
German version EN ISO/ASTM 52920:2023

Fabrication additive –
Principes de qualification –
Exigences pour les procédés et les sites industriels de production en fabrication additive
(ISO/ASTM 52920:2023);
Version allemande EN ISO/ASTM 52920:2023

Gesamtumfang 57 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52920:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 145-04-01 AA „Additive Fertigung – Querschnittsthemen/Digitalisierung“ im DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT).

Die diesem Dokument zugrundeliegende ISO-Norm wurde auf der Grundlage einer Partnerschaftsvereinbarung zwischen ISO und ASTM International erarbeitet, die für den Bereich der Additiven Fertigung eine gemeinsame Normenentwicklung beider Organisationen zum Ziel hat, sowie die Übernahme jeweiliger Normen durch die jeweils andere Organisation ermöglicht. Auf Grund dieser partnerschaftlichen Zusammenarbeit entsprechen die resultierenden Dokumente in ihrer Gestaltung in mancher Hinsicht nicht den ISO/IEC Directives, Teil 2. Die Gestaltung des vorliegenden Dokuments weicht daher von den Vorgaben von DIN 820-2 ab.

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

IEC 60079-10-2	siehe	DIN EN 60079-10-2 (VDE 0165-102)
ISO 60	siehe	DIN EN ISO 60
ISO 61	siehe	DIN EN ISO 61
ISO 129-1	siehe	DIN EN ISO 129-1
ISO 148-1	siehe	DIN EN ISO 148-1
ISO 148-2	siehe	DIN EN ISO 148-2
ISO 179-1	siehe	DIN EN ISO 179-1
ISO 179-2	siehe	DIN EN ISO 179-2
ISO 180	siehe	DIN EN ISO 180
ISO 286-1	siehe	DIN EN ISO 286-1
ISO 527-1	siehe	DIN EN ISO 527-1
ISO 527-2	siehe	DIN EN ISO 527-2
ISO 527-4	siehe	DIN EN ISO 527-4
ISO 604	siehe	DIN EN ISO 604
ISO 868	siehe	DIN EN ISO 868
ISO 1101	siehe	DIN EN ISO 1101
ISO 1133 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 1133 (alle Teile)
ISO 1302*	siehe	DIN EN ISO 1302*
ISO 1628-1	siehe	DIN EN ISO 1628-1
ISO 1938-1	siehe	DIN EN ISO 1938-1
ISO 2039-1	siehe	DIN EN ISO 2039-1
ISO 2039-2	siehe	DIN EN ISO 2039-2
ISO 2768-1	siehe	DIN ISO 2768-1
ISO 2768-2**	siehe	DIN ISO 2768-2**
ISO 3252	siehe	DIN EN ISO 3252
ISO 3369	siehe	DIN EN ISO 3369
ISO 3651-1	siehe	DIN EN ISO 3651-1
ISO 3923-1	siehe	DIN EN ISO 3923-1
ISO 3923-2	siehe	DIN ISO 3923-2
ISO 3953	siehe	DIN EN ISO 3953

ISO 3954	siehe	DIN EN ISO 3954
ISO 4324	siehe	DIN ISO 4324
ISO 4490	siehe	DIN EN ISO 4490
ISO 4497	siehe	DIN EN ISO 4497
ISO 4610	siehe	DIN EN ISO 4610
ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
ISO 7625	siehe	DIN EN ISO 7625
ISO 8130-1	siehe	DIN EN ISO 8130-1
ISO 9001:2015	siehe	DIN EN ISO 9001:2015-11
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712
ISO 11357-1	siehe	DIN EN ISO 11357-1
ISO 11358-1	siehe	DIN EN ISO 11358-1
ISO 13320	siehe	DIN ISO 13320
ISO 13485:2016	siehe	DIN EN ISO 13485:2016-08
ISO 13517	siehe	DIN EN ISO 13517
ISO 14175	siehe	DIN EN ISO 14175
ISO 14405-1	siehe	DIN EN ISO 14405-1
ISO 14971	siehe	DIN EN ISO 14971
ISO 17295	siehe	DIN EN ISO 17295
ISO 17296-2	siehe	DIN EN ISO 17296-2
ISO 17296-3:2014	siehe	DIN EN ISO 17296-3:2016-12
ISO 17296-4 ^{***}	siehe	DIN EN ISO 17296-4 ^{***}
ISO 18739	siehe	DIN EN ISO 18739
ISO 19443	siehe	DIN EN ISO 19443
ISO 22412	siehe	DIN ISO 22412
ISO 27548 ^{****}	siehe	DIN EN ISO 27548 ^{****}
ISO 31000	siehe	DIN ISO 31000
ISO 45001	siehe	DIN EN ISO 45001
ISO/ASTM 52900	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52900
ISO/ASTM 52901:2017	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52901:2018-12
ISO/ASTM 52902	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52902
ISO/ASTM 52904	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52904
ISO/ASTM 52907	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52907
ISO/ASTM 52908 ^{****}	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52908 ^{****}
ISO/ASTM 52910:2018	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52910:2020-02
ISO/ASTM 52911-1	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52911-1
ISO/ASTM 52911-3	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52911-3
ISO/ASTM 52915	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52915
ISO/ASTM 52926-1 ^{****}	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52926-1 ^{****}
ISO/ASTM 52926-2 ^{****}	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52926-2 ^{****}
ISO/ASTM 52926-3 ^{****}	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52926-3 ^{****}
ISO/ASTM 52926-4 ^{****}	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52926-4 ^{****}
ISO/ASTM 52926-5 ^{****}	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52926-5 ^{****}
ISO/ASTM 52928 ^{****}	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52928 ^{****}
ISO/ASTM 52931	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52931
ISO/ASTM 52933 ^{****}	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52933 ^{****}

ISO/ASTM 52935****	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52935****
ISO/ASTM 52950	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52950
ISO/ASTM/TR 52906	siehe	DIN CEN ISO/ASTM/TR 52906
ISO/ASTM/TS 52930	siehe	DIN CEN ISO/ASTM/TS 52930
ISO/IEC 27001	siehe	DIN EN ISO/IEC 27001
ISO/TS 22163	siehe	DIN ISO/TS 22163 (DIN SPEC 5524)

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN SPEC 17071:2019-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument grundlegend technisch überarbeitet;
- b) normative Verweisungen aktualisiert;
- c) Literaturhinweise aktualisiert;
- d) Dokument redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN SPEC 17071: 2019-12

* Zurückgezogen. Nachfolgedokumente: ISO 21920-1 bzw. DIN EN ISO 21920-1.

** Zurückgezogen. Nachfolgedokumente: ISO 22081 bzw. DIN EN ISO 22081.

*** Zurückgezogen. Nachfolgedokumente: ISO/ASTM 52950 bzw. DIN EN ISO/ASTM 52950.

**** Zurzeit Entwurf.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN CEN ISO/ASTM/TR 52906, *Additive Fertigung — Zerstörungsfreie Prüfung — Bewusstes Einbringen von Fehlern in Bauteile*

DIN CEN ISO/ASTM/TS 52930, *Additive Fertigung — Grundlagen der Qualifizierung — Installation, Funktion und Leistung (IQ/OQ/PQ) von PBF-LB-Anlagen*

DIN EN 60079-10-2 (VDE 0165-102), *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 10-2: Einteilung der Bereiche — Staubexplosionsgefährdete Bereiche (IEC 60079-10-2)*

DIN EN ISO 60, *Kunststoffe — Bestimmung der scheinbaren Dichte von Formmassen, die durch einen genormten Trichter abfließen können (Schüttdichte)*

DIN EN ISO 61, *Kunststoffe — Bestimmung der scheinbaren Dichte von Formmassen, die nicht durch einen gegebenen Trichter abfließen können (Stopfdichte)*

DIN EN ISO 129-1, *Technische Produktdokumentation (TPD) — Angabe von Maßen und Toleranzen — Teil 1: Grundlagen*

DIN EN ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 148-2, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 2: Überprüfung der Prüfmaschinen (Pendelschlagwerke)*

DIN EN ISO 179-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften — Teil 1: Nicht instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung*

DIN EN ISO 179-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften — Teil 2: Instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung*

DIN EN ISO 180, *Kunststoffe — Bestimmung der Izod-Schlagzähigkeit*

DIN EN ISO 286-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — ISO-Toleranzsystem für Längenmaße — Teil 1: Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen*

DIN EN ISO 527-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

DIN EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen*

DIN EN ISO 527-4, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe*

DIN EN ISO 604, *Kunststoffe — Bestimmung von Druckeigenschaften*

DIN EN ISO 868, *Kunststoffe und Hartgummi — Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte)*

DIN EN ISO 1101, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf*

DIN EN ISO 1133 (alle Teile), *Kunststoffe — Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten*

DIN EN ISO 1302, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation*

DIN EN ISO 1628-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung durch ein Kapillarviskosimeter — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 1938-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Längenprüftechnik — Teil 1: Grenzlehren und Lehrung der Längenmaße*

DIN EN ISO 2039-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Härte — Teil 1: Kugeleindruckversuch*

DIN EN ISO 2039-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Härte — Teil 2: Rockwellhärte*

DIN EN ISO 3252, *Pulvermetallurgie — Begriffe*

DIN EN ISO 3369, *Undurchlässige Sintermetallwerkstoffe und Hartmetalle — Ermittlung der Dichte*

DIN EN ISO 3651-1, *Ermittlung der Beständigkeit nichtrostender Stähle gegen interkristalline Korrosion — Teil 1: Nichtrostende austenitische und ferritisch-austenitische (Duplex-)Stähle — Korrosionsversuch in Salpetersäure durch Messung des Massenverlustes (Huey-Test)*

DIN EN ISO 3923-1, *Metallpulver — Ermittlung der Füllichte — Teil 1: Trichterverfahren*

DIN EN ISO 3953, *Metallpulver — Bestimmung der Klopfdichte*

DIN EN ISO 3954, *Pulver für die Pulvermetallurgie — Probenahme*

DIN EN ISO 4490, *Metallpulver — Bestimmung der Durchflussrate mit Hilfe eines kalibrierten Trichters (Hall flowmeter)*

DIN EN ISO 4497, *Metallpulver — Bestimmung der Teilchengröße durch Trockensiebung*

DIN EN ISO 4610, *Kunststoffe — Vinylchlorid-Homo- und Copolymerisate — Siebanalyse mit der Luftstrahl-Siebmaschine*

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

DIN EN ISO 7625, *Sintermetalle, ausgenommen Hartmetalle — Vorbereitung von Proben für die chemische Analyse zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes*

DIN EN ISO 8130-1, *Pulverlacke — Teil 1: Bestimmung der Teilchengrößenverteilung durch Sieben*

DIN EN ISO 9001:2015-11, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen (ISO 9001:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9001:2015*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO 11357-1, *Kunststoffe — Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 11358-1, *Kunststoffe — Thermogravimetrie (TG) von Polymeren — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

DIN EN ISO 13485:2016-08, *Medizinprodukte — Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen für regulatorische Zwecke (ISO 13485:2016); Deutsche Fassung EN ISO 13485:2016*

DIN EN ISO 13517, *Metallpulver — Ermittlung der Durchflussrate mit Hilfe eines kalibrierten Trichters (Gustavsson-Flowmeter)*

DIN EN ISO 14175, *Schweißzusätze — Gase und Mischgase für das Lichtbogenschweißen und verwandte Prozesse*

DIN EN ISO 14405-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Dimensionelle Tolerierung — Teil 1: Lineare Größenmaße*

DIN EN ISO 14971, *Medizinprodukte — Anwendung des Risikomanagements auf Medizinprodukte*

DIN EN ISO 17295, *Additive Fertigung — Grundsätze — Positionierung, Koordinaten und Ausrichtung des Bauteils*

DIN EN ISO 17296-2, *Additive Fertigung — Grundlagen — Teil 2: Überblick über Prozesskategorien und Ausgangswerkstoffe*

DIN EN ISO 17296-3, *Additive Fertigung — Grundlagen — Teil 3: Haupteigenschaften und entsprechende Prüfverfahren*

DIN EN ISO 17296-4, *Additive Fertigung — Grundlagen — Teil 4: Überblick über die Datenverarbeitung*

DIN EN ISO 18739, *Zahnheilkunde — Vokabular der Prozesskette für CAD/CAM-Systeme*

DIN EN ISO 19443, *Qualitätsmanagementsysteme — Spezifische Anforderungen für die Anwendung von ISO 9001:2015 für die Organisationen in der Lieferkette auf dem Sektor der Kernenergie, die für die nukleare Sicherheit wichtige Produkte und Dienstleistungen (ITNS) liefern*

DIN EN ISO 27548, *Additive Fertigung von Kunststoffen — Umwelt, Gesundheit und Sicherheit — Prüfverfahren zur Bestimmung der Partikelemissionsrate und der chemischen Emissionsrate von materialextrusionsbasierten Desktop-3D-Druckern*

DIN EN ISO/ASTM 52900, *Additive Fertigung — Grundlagen — Terminologie*

DIN EN ISO/ASTM 52901:2018-12, *Additive Fertigung — Grundlagen — Anforderungen an erworbene additiv gefertigte Bauteile (ISO/ASTM 52901:2017); Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52901:2018*

DIN EN ISO/ASTM 52902, *Additive Fertigung — Testkörper — Allgemeine Leitlinie für die Bewertung der geometrischen Leistung additiver Fertigungssysteme (AM-Systeme)*

DIN EN ISO/ASTM 52904, *Additive Fertigung — Prozessanforderungen und Qualifizierung — Verwendung des pulverbettbasierten Schmelzens von Metallen bei kritischen Anwendungen*

DIN EN ISO/ASTM 52907, *Additive Fertigung — Ausgangswerkstoffe — Verfahren zur Charakterisierung von Metallpulvern*

DIN EN ISO/ASTM 52908, *Additive Fertigung von Metallen — Eigenschaften von Fertigteilen — Nachbearbeitung, Inspektion und Prüfung von Bauteilen hergestellt mittels pulverbettbasiertem Schmelzen*

DIN EN ISO/ASTM 52910:2020-02, *Additive Fertigung — Konstruktion — Anforderungen, Richtlinien und Empfehlungen (ISO/ASTM 52910:2018); Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52910:2019*

DIN EN ISO/ASTM 52911-1, *Additive Fertigung — Konstruktion — Teil 1: Laserbasierte Pulverbettfusion von Metallen*

DIN EN ISO/ASTM 52911-3, *Additive Fertigung — Konstruktion — Teil 3: Pulverbettbasiertes Schmelzen von Metallen mittels Elektronenstrahl*

DIN EN ISO/ASTM 52915, *Spezifikation für ein Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) Version 1.2*

DIN EN ISO/ASTM 52926-1, *Additive Fertigung von Metallen — Grundsätze der Qualifizierung — Teil 1: Grundlegende Qualifizierung von Maschinenbedienern*

DIN EN ISO/ASTM 52926-2, *Additive Fertigung von Metallen — Grundsätze der Qualifizierung — Teil 2: Grundlegende Qualifizierung von Maschinenbedienern für PBF-LB*

DIN EN ISO/ASTM 52926-3, *Additive Fertigung von Metallen — Grundsätze der Qualifizierung — Teil 3: Grundlegende Qualifizierung von Maschinenbedienern für PBF-EB*

DIN EN ISO/ASTM 52926-4, *Additive Fertigung von Metallen — Grundsätze der Qualifizierung — Teil 4: Grundlegende Qualifizierung von Maschinenbedienern für DED-LB*

DIN EN ISO/ASTM 52926-5, *Additive Fertigung von Metallen — Grundsätze der Qualifizierung — Teil 5: Grundlegende Qualifizierung von Maschinenbedienern für DED-Arc*

DIN EN ISO/ASTM 52928, *Additive Fertigung von Metallen — Ausgangsmaterialien — Steuerung des Lebenszyklus von Pulvern*

DIN EN ISO/ASTM 52931, *Additive Fertigung von Metallen — Umweltschutz, Gesundheit und Sicherheit — Allgemeine Grundsätze für die Verwendung metallischer Werkstoffe*

DIN EN ISO/ASTM 52933, *Additive Fertigung — Umwelt, Gesundheit und Sicherheit — Prüfverfahren für die gefährlichen Stoffe, die von 3D-Druckern mit Materialextusion in nicht-industriellen Bereichen emittiert werden*

DIN EN ISO/ASTM 52935, *Additive Fertigung von Metallen — Grundsätze der Qualifizierung — Qualifizierung des AM-Koordinationspersonals*

DIN EN ISO/ASTM 52950, *Additive Fertigung — Grundlagen — Überblick über die Datenverarbeitung*

DIN EN ISO/IEC 27001, *Informationssicherheit, Cybersicherheit und Datenschutz — Informationssicherheitsmanagementsysteme — Anforderungen DIN ISO 2768-1, Allgemeintoleranzen — Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung*

DIN ISO 2768-2, *Allgemeintoleranzen — Toleranzen für Form und Lage ohne einzelne Toleranzeintragung*

DIN ISO 3923-2, *Metallpulver — Ermittlung der Füllichte — Scott-Volumeter-Verfahren*

DIN ISO 4324, *Tenside — Pulver und Granulate — Bestimmung des Schüttwinkels*

DIN ISO 13320, *Partikelgrößenanalyse — Laserbeugungsverfahren*

DIN ISO 22412, *Partikelgrößenanalyse — Dynamische Lichtstreuung (DLS)*

DIN ISO 31000, *Risikomanagement — Leitlinien*

DIN ISO 45001, *Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit — Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung*

DIN ISO/TS 22163 (DIN SPEC 5524), *Bahnanwendungen — Qualitätsmanagementsystem — Anforderungen an Geschäftsmanagementsysteme für Organisationen im Bahnsektor: ISO 9001:2015 und besondere Anforderungen für die Anwendung im Bahnsektor*

Deutsche Fassung

Additive Fertigung —
Grundsätze der Qualifizierung —
Anforderungen an industrielle additive Fertigungsverfahren
und Produktionsstätten (ISO/ASTM 52920:2023)

Additive manufacturing —
Qualification principles —
Requirements for industrial additive manufacturing
processes and production sites
(ISO/ASTM 52920:2023)

Fabrication additive —
Principes de qualification —
Exigences pour les procédés et les sites industriels de
production en fabrication additive
(ISO/ASTM 52920:2023)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. Juli 2023 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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Übersicht der AM-bezogenen Prozesse	8
5 Infrastruktur des Bauteilherstellers	9
5.1 Umweltschutz, Gesundheit und Sicherheit (EHS, en: environmental, health and safety)	9
5.2 Abfallentsorgung	9
5.3 Installation von AM-Systemen	9
5.4 Nebenausrüstung	10
5.5 Ausgangsmateriallager	10
5.6 IT-Infrastruktur	10
5.7 Fremdkörperverunreinigung (FOD, en: foreign object debris)	10
5.8 Bereitstellung der Prozessressourcen	11
5.9 Fertigungsmanagementsystem	11
5.10 Wartungs-/Kalibrierungssystem	11
6 Beurteilung und Überprüfung der Fertigungsfähigkeit	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Beurteilung und Überprüfung der Konstruktion	12
6.3 Beurteilung und Überprüfung der Fertigung	12
6.3.1 Additiver Fertigungsprozess	12
6.3.2 Prozessfinalisierung	12
6.3.3 Nachbearbeitung	13
7 Qualifizierung des additiven Fertigungsprozesses	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Umfang der Qualifizierung	13
7.3 Validierungsplanung	14
7.3.1 Prozessabbildung	14
7.3.2 Risikobewertung	14
7.3.3 Hauptvalidierungsplan	14
7.4 Qualifizierung [Installation, Betrieb und Leistung (IQ, en: installation qualification/OQ, en: operational qualification/PQ, en: performance qualification)]	15
7.5 Fertigungsplan-Spezifikation	15
7.6 Dokumentation und Rückverfolgung der Arbeitsschritte	16
7.6.1 Allgemeines	16
7.6.2 Fertigungsplan	16
7.6.3 IQ-Dokumente	17
7.6.4 OQ/PQ-Dokumente für den vollständigen Prozess	17
7.7 Relevante Prozessschritte innerhalb des additiven Systembetriebs	18
7.7.1 Übersicht des additiven Systembetriebs	18
7.7.2 Anforderungen an den Vorprozess: Datenvorbereitung	18
7.7.3 Anforderungen an das Ausgangsmaterial-Management	20
7.7.4 Anforderungen für die Vorverarbeitung: Systemkonfiguration	22
7.7.5 Anforderungen an die additive Fertigung: Bauzyklus	23
7.7.6 Anforderungen an den AM-Prozess: Prozessfinalisierung	24
8 Qualitätssicherung	26
8.1 Allgemeines	26
8.2 Personelle Anforderungen	27
8.3 Nichtkonformitäten	27

8.3.1	Allgemeines	27
8.3.2	Abnahmekriterien	27
8.3.3	Umgang mit Nichtkonformitäten	28
8.4	Ständiger Verbesserungsprozess	28
8.5	Qualitätskontrollen	28
8.5.1	Allgemeines	28
8.5.2	Genehmigung des Produktionsdurchlaufs	29
8.5.3	Bauteilfreigabe	30
Anhang A (informativ) Anforderungen an die Nachbearbeitung und Freigabe von Teilen		32
A.1	Nachbearbeitung	32
A.2	Prüfung (separate, einzelne oder stichprobenartige Prüfungen)	33
Anhang B (informativ) Zusatzinformationen		34
B.1	Beispiel für die bauteilspezifische Qualifizierung	34
B.1.1	Abnahme des Qualifizierungsbauteils	34
B.1.2	Abnahme des ersten Produktionsteils	34
B.1.3	Abnahme des Endprodukts	34
B.2	Hinweise auf mögliche Prozessabweichungen bei AM-Technologien	35
B.2.1	Allgemeines	35
B.2.2	Beispiele für verschiedene AM-Technologien	37
B.3	Übersicht der Normen je Thema	40
Literaturhinweise		43

Bilder

Bild 1	— Übersicht der AM-relevanten Prozesse an einer AM-Produktionsstätte	9
Bild 2	— Schritte der Beurteilung und Überprüfung der Fertigungsfähigkeit	11
Bild 3	— Elemente der Prozessqualifizierung und -validierung	13
Bild 4	— Elemente des additiven Systembetriebs	18
Bild 5	— Schritte der Datenvorbereitung	18
Bild 6	— Schritte des Ausgangsmaterial-Managements	20
Bild 7	— Schritte der Systemkonfiguration	22
Bild 8	— Schritte des Bauzyklus	23
Bild 9	— Schritte der Prozessfinalisierung	25
Bild 10	— Grundlegende Bauteile und Beispielstruktur/-cluster der Qualitätssicherungselemente	26
Bild 11	— Behandlung von Nichtkonformitäten	28
Bild 12	— Schritte der Qualitätskontrolle	29
Bild 13	— Beispiele für Qualitätskontrolle	29
Bild A.1	— Schritte der Nachbearbeitung	32
Bild B.1	— Phasen der Serien-Qualifizierung	34
Bild B.2	— Systematischer Ansatz zur Reduzierung von Verlusten, der alle Aspekte der Produktion umfasst	36

Tabellen

Tabelle 1	— Rückverfolgbarkeit und Chargenreinheit	21
Tabelle B.1	— Unterabschnittsspezifische Beispiele für Prozessabweichungen für bestimmte AM-Technologien	37
Tabelle B.2	— Normenrahmen, mit Angabe des polymeren oder metallischen AM-spezifischen Anwendungsbereichs	40

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52920:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2024 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut/nationale Gremium des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN CENELEC Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/ASTM 52920:2023 wurde von CEN als EN ISO/ASTM 52920:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

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

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261, *Additive manufacturing*, in Zusammenarbeit mit ASTM-Komitee F42, *Additive Manufacturing Technologies*, auf der Grundlage einer Partnerschaftsvereinbarung zwischen ISO und ASTM International mit dem Ziel, einen gemeinsamen Satz von ISO/ASTM-Normen zur additiven Fertigung zu schaffen und in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 438, *Additive Fertigungsverfahren*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Additive Fertigung stellt für immer mehr Unternehmen eine interessante Alternative zu konventionelleren Fertigungsverfahren dar. Der Trend zu komplexen Bauteilen, dezentraler Fertigung und kundenindividuellen Produkten lässt für immer weitere Bereiche einen wirtschaftlich darstellbaren Einsatz zu. Dies trifft auch immer mehr für Serienanwendungen zu, die ganz andere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Prozesse stellen. Insbesondere an in verschiedenen Industriezweigen für vielfältige Anwendungen eingesetzten Komponenten, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, Automobilbranche, Maschinenbau, Bahnsektor, Luft- und Raumfahrt, Prozess- und Industrieanlagen und Medizintechnik, werden dabei hohe Anforderungen in Bezug auf Qualität und Sicherheit gestellt. Historisch wurde diese Anforderung erfüllt, indem die Prozesse für die Fertigung von Teilen in jedem Einzelfall definiert wurden, was zu hohen Kosten führt und nur wenig Transparenz und daher wenig Vertrauen zwischen den interessierten Parteien des Prozesses führt.

Werden industriell eingesetzte Bauteile mittels additiver Fertigungsverfahren hergestellt, sollte nachgewiesen werden, dass diese den an sie gestellten Anforderungen gerecht werden. Dazu sollte die Prozesssequenz und -umgebung derart gestaltet werden, dass die Prozessqualität und die Produktqualität stets gleichbleibend und vergleichbar sind.

In diesem Dokument werden relevante Anforderungen benannt, um qualitätsgesicherte Prozesse in der additiven Fertigung festzulegen.

Dieses Dokument hat dabei das Ziel, ganzheitlich (nicht produktspezifisch) die Anforderungen darzustellen, die als Basis für eine Prozessgestaltung für hochwertige durch additive Fertigung hergestellte Teile notwendig sind. Insbesondere in regulierten Industrien, wie der Automobilbranche, dem Maschinenbau, dem Bahnsektor, der Luft- und Raumfahrt, Prozess- und Industrieanlagen oder der Medizintechnik, schafft eine Berücksichtigung der im Rahmen dieses Dokuments definierten Kriterien eine Basis für die Erfüllung der Anforderungen für spezifische Produkte.

Dafür werden wichtige AM-prozesskettenbezogene Maßnahmen festgelegt, die es zu steuern und überwachen gilt, um eine vergleichbare Qualität von AM-Bauteilen sicherzustellen. Da dieses Dokument nicht technologieübergreifend aufgebaut ist, sind die Unterprozesse je nach eingesetzter Technologie zutreffend oder können vernachlässigt werden.

Dieses Dokument bietet einen gemeinsamen Ansatz für die fachgerechte Produktion von additiv gefertigten Serien- und Ersatzteilen. So kann, im Falle der Erfüllung der Anforderungen dieses Dokuments, der Umfang eines Lieferantenaudits stark verschlankt werden.

1 Anwendungsbereich

Die Anforderungen in diesem Dokument richten sich an Hersteller, die additive Fertigungstechniken anwenden, und sind von dem verwendeten Material und dem Fertigungsverfahren unabhängig.

Dieses Dokument legt Kriterien für AM-relevante Prozesse sowie qualitätsrelevante Merkmale und Faktoren entlang des additiven Systembetriebs fest und definiert Tätigkeiten und Abläufe innerhalb einer Produktionsstätte für additive Fertigung.

Dieses Dokument ist anwendbar auf die nach ISO/ASTM 52900 festgelegten additiven Fertigungstechnologien und definiert Qualitätssicherungsverfahren entlang des Fertigungsprozesses.

Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekte werden in diesem Dokument nicht umfassend behandelt. Die entsprechenden Inhalte werden in den Leitlinien der Ausrüstungshersteller und in ISO/ASTM 52931, ISO 27548¹, ISO/ASTM 52933 und ISO/ASTM 52938-1² adressiert.

Dieses Dokument enthält zusätzliche Anforderungen zu den durch ein Qualitätsmanagementsystem (wie etwa ISO 9001, ISO/TS 22163, ISO 19443, EN 9100, ISO 13485, IATF 16949) vorgesehenen Anforderungen. Zusätzlich kann dieses Dokument genutzt werden, um für das Qualitätsmanagementsystem relevante Inhalte festzulegen, die spezifisch für die AM-Technologie sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO/ASTM 52900, *Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary*

ISO/ASTM 52950, *Additive manufacturing — General principles — Overview of data processing*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/ASTM 52900 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

nacharbeiten, Verb

ungeplanter Arbeitsschritt oder eine Reihe von Arbeitsschritten an einem nichtkonformen Bauteil, um seine Konformität mit den Anforderungen wiederherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Nacharbeit nichtkonformer Bauteile sollte durch einen genehmigten Prozess erfolgen und erfordert nicht die Genehmigung des Kunden.

1 In Vorbereitung. Dokumentstufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: ISO/DIS 27548:2023.

2 In Vorbereitung. Dokumentstufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: ISO/ASTM DIS 52938-1:2023.

BEISPIEL Ein erforderliches Loch in einem Teil wird zu klein gebohrt. Das Teil wird durch Aufbohren des Lochs auf die festgelegte Weite durch einen genehmigten Bohrprozess nachgearbeitet.

3.2

reparieren, Verb

Arbeitsschritt oder eine Reihe von Arbeitsschritten, um die Funktion eines defekten Teils oder Produkts zu bewahren oder wiederherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Reparatur nichtkonformer Teile erfordert die Genehmigung des Kunden.

BEISPIEL Ein Teil ist kaputt oder beschädigt (z. B. Delle im Teil oder etwas ist von dem Teil abgebrochen), aber die festgelegten Anforderungen können immer noch wiederhergestellt/bewahrt werden (z. B. wird die Delle gefüllt oder das abgebrochene Teil hinzugefügt/ersetzt).

3.3

wiederverwenden, Verb

<des Ausgangsmaterials> liefern und verarbeiten von *gebrauchtem Ausgangsmaterial* (3.4) in anschließenden Bauzyklen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wiederverwendung von Ausgangsmaterial wie Pulver oder Harze erfordert üblicherweise eine zusätzliche Verarbeitung wie etwa Sieben oder Trocknen von Pulver oder das Filtern von Photopolymerharzen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Wiederverwendung kann die Mischung verschiedener Chargen von Ausgangsmaterial wie das Mischen von gebrauchtem mit neuem Material oder das Mischen von gebrauchtem Material aus verschiedenen Chargen beinhalten.

3.4

gebrauchtes Ausgangsmaterial

einer AM-Maschine zugeführtes Ausgangsmaterial, das mindestens einem vorherigen Bauzyklus unterzogen wurde

3.5

additiver Systembetrieb

Betrieb eines vollständigen additiven Systems oder einer Komponente eines additiven Fertigungssystems

Anmerkung 1 zum Begriff: Der additive Systembetrieb beinhaltet üblicherweise die Datenvorbereitung, die Systemkonfiguration, den Betrieb des Bauzyklus, das Ausgangsmaterial-Management und die Prozessfinalisierung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der additive Systembetrieb ist in Bild 4 dargestellt.

3.6

Prozessfinalisierung

Prozessschritte, die ein intrinsischer Teil einer AM-Prozesskategorie, aber nicht Teil des Bauzyklus sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Beispiele der Prozessfinalisierung siehe 7.7.6

4 Übersicht der AM-bezogenen Prozesse

Um die hohe Qualität innerhalb einer industriellen AM-Produktionsstätte sicherzustellen, müssen alle AM-relevanten Prozesse (siehe Bild 1) berücksichtigt werden. In dem folgenden Dokument werden alle in Bild 1 dargestellten Prozesse im Einzelnen behandelt und die entsprechenden Anforderungen angegeben.

Es sollte ein Qualitätsmanagementsystem (z. B. ISO 9001, ISO/TS 22163, ISO 19443, EN 9100, ISO 13485, IATF 16949) vorhanden sein, wenn der Hersteller von additiv gefertigten Teilen dieses Dokument anwendet.

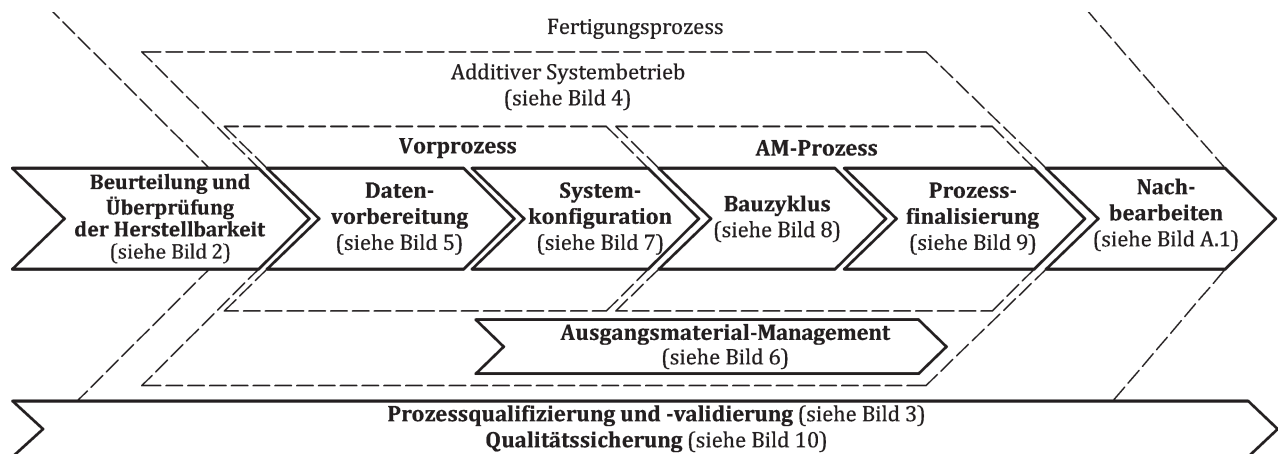


Bild 1 — Übersicht der AM-relevanten Prozesse an einer AM-Produktionsstätte

5 Infrastruktur des Bauteilherstellers

5.1 Umweltschutz, Gesundheit und Sicherheit (EHS, en: environmental, health and safety)

Die Konformität mit den lokalen gesetzlichen Vorschriften in Bezug auf Umweltschutz, Gesundheit und Sicherheit muss sichergestellt werden. Dazu gehören der Explosionsschutz und die Unterweisung des Personals über die Arbeitsschutzmaßnahmen und Ausrüstung.

BEISPIEL Lüftungsanlage, die für die verarbeiteten Materialien geeignet ist; persönliche Schutzausrüstung.

5.2 Abfallentsorgung

Die Einteilung in Gefährdungsstufen von Verschleißteilen, Abfallausgangsmaterial und überschüssigem Material wird zur sachgerechten Entsorgung empfohlen.

5.3 Installation von AM-Systemen

Die Anforderungen an die Versorgungseinrichtungen (z. B. Strom, Schutzgase, Lüftung) und Betriebsbedingungen müssen erfasst, geplant und erfüllt werden.

Die Vorgaben des Anlagenherstellers zu Umgebungs- und Installationsbedingungen müssen erfüllt werden. Bei Abweichung von den Maschinenspezifikationen des Herstellers müssen die Gründe dafür dokumentiert werden.

ANMERKUNG Bei der Aufstellung neuer Maschinen können die Bedingungen der bereits aufgestellten Maschinen beeinträchtigt werden.

Ausgehend von den Anforderungen an das jeweilige additive Fertigungsverfahren können die Aufstellbedingungen folgende Aspekte umfassen:

- a) protokollierte Installationsbedingungen und Qualifikation des additiven Systems;
- b) Protokolle über alle weiteren qualitätsrelevanten Einflussgrößen auf die Funktion einer Anlage;
- c) Sauberkeit der Fertigungsumgebung;
- d) klimatisierte Räume mit kontrollierter bzw. zulässiger Temperatur, Luftfeuchte, Lichtverhältnisse, Luftpartikelanteile;

- e) umfassende Zugänglichkeit, Mindestabstand zu benachbarten Anlagen und Einrichtungen;
- f) Bodenbelastbarkeit und Ebenheit des Untergrunds, Vibrationsfreiheit;
- g) keine ungewünschten wärmeerzeugenden oder wärmeentziehenden Quellen im Nahbereich;
- h) keine einseitige und/oder örtliche Erwärmung oder Abkühlung der Anlage;
- i) Abwesenheit von Störquellen mit hochfrequenter und elektromagnetischer Strahlung.

5.4 Nebenausrüstung

Die Anforderungen an die Versorgungseinrichtungen (z. B. Strom, Schutzgase, Lüftung) und Betriebsbedingungen müssen erfasst, geplant und erfüllt werden. Dies beinhaltet jede Nachbearbeitungsausrüstung, die die Produktqualität beeinflusst. Diese Ausrüstung kann unter anderem folgendes beinhalten:

- a) Siebanlage, Pulvermischer;
- b) Entpulverungsanlage, Strahlkabinen, Gleitschleifmaschine;
- c) Bandsäge/Drahtschneideanlage;
- d) UV-Ofen, Imprägnierungsanlage, Wärmeofen, HIP-Ofen;
- e) Prüf- und Inspektionsausrüstung (z. B. Greifzirkel, Waage, 3D-Scanner).

5.5 Ausgangsmateriallager

Die Organisation muss das notwendige Verfahren zur Sicherstellung der Qualität des Ausgangsmaterials festlegen, aufrechterhalten und dokumentieren. Es muss sichergestellt werden, dass die Temperatur und Luftfeuchte innerhalb eines festgelegten Bereichs bleiben.

5.6 IT-Infrastruktur

Der Hersteller muss die folgenden Aspekte erfüllen:

- a) Sicherheit der Serverlandschaft;
- b) Sicherheit der Fernproduktionsüberwachungssysteme;
- c) Wartung von Ferndatenzugriffssystemen (z. B. siehe IEC 62443, ISO 27001);
- d) Bereitstellung der IT-Hardware;
- e) Sicherungs- und Archivierungssysteme.

5.7 Fremdkörperverunreinigung (FOD, en: foreign object debris)

Der Hersteller muss die Sauberkeit der Ausrüstung aufrechterhalten:

- a) Alle Werkzeuge und Betriebsmedien müssen frei von FOD sein, wie in dem Fertigungsplan (siehe 7.6.2) festgelegt.
- b) Es müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um eine Querkontamination des Ausgangsmaterials zu verhindern.

BEISPIEL Derselbe Maschinenbediener arbeitet mit mehreren Materialien und an mehreren Arbeitsplätzen ohne geeignete Verfahren für das Wechseln/Reinigen seiner PSA/Kleidung.