

DIN EN ISO/ASTM 52900



ICS 01.040.25; 25.030

Ersatz für
DIN EN ISO/ASTM 52900:2017-06

**Additive Fertigung –
Grundlagen –
Terminologie (ISO/ASTM 52900:2021),
Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52900:2021**

Additive manufacturing –
General principles –
Fundamentals and vocabulary (ISO/ASTM 52900:2021);
German version EN ISO/ASTM 52900:2021

Fabrication additive –
Principes généraux –
Fondamentaux et vocabulaire (ISO/ASTM 52900:2021);
Version allemande EN ISO/ASTM 52900:2021

Gesamtumfang 41 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)
DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52900:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 381 „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).

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

ISO 9001	siehe	DIN EN ISO 9001
ISO 10241-1	siehe	DIN ISO 10241-1
ISO 17296-2	siehe	DIN EN ISO 17296-2
ISO/ASTM 52915	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52915
ISO/ASTM 52921	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52921

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 EN ISO/ASTM 52900:2017-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) neue und modifizierte Begriffe;
- b) Abkürzungen für sieben Prozesskategorien wurden hinzugefügt;
- c) ein normativer Leitfaden zur Festlegung von AM-Prozessen auf der Grundlage von Prozesskategorien und bestimmenden Eigenschaften (Anhang A);
- d) redaktionelle Anpassung an die aktuell gültigen Gestaltungsregeln.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO/ASTM 52900: 2017-06

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*

DIN EN ISO 17296-2, *Additive Fertigung — Grundlagen — Teil 3: Überblick über Prozesskategorien und Ausgangswerkstoffe*

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

DIN EN ISO/ASTM 52921, *Nennmaßlichkeiten für die Additive Fertigung — Koordinatensysteme und Prüfmethodologien*

DIN ISO 10241-1, *Terminologische Einträge in Normen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Beispiele für ihre Darstellung*

— Leerseite —

<http://www.china-gauges.com/>

Deutsche Fassung

Additive Fertigung —
Grundlagen —

Terminologie

(ISO/ASTM 52900:2021)

Additive manufacturing —
General principles —
Fundamentals and vocabulary
(ISO/ASTM 52900:2021)

Fabrication additive —
Principes généraux —
Fondamentaux et vocabulaire
(ISO/ASTM 52900:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. November 2021 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	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.1 Allgemeine Begriffe	6
3.2 Prozesskategorien	8
3.3 Verarbeitung: Allgemeines	9
3.4 Verarbeitung: Daten	11
3.5 Verarbeitung: Positionierung, Koordinaten und Ausrichtung	14
3.6 Verarbeitung: Material	17
3.7 Verarbeitung: Materialextrusion	19
3.8 Verarbeitung: pulverbettbasiertes Schmelzen	20
3.9 Bauteile: Allgemeines	22
3.10 Bauteile: Anwendungen	22
3.11 Bauteile: Eigenschaften	23
3.12 Bauteile: Beurteilung	25
Anhang A (normativ) Identifizierung von AM-Prozessen auf der Grundlage von Prozesskategorien und bestimmenden Eigenschaften	26
A.1 Allgemeines	26
A.2 Aufbau, Verwendung von Markierungen und Akronymen	26
A.3 Beispiele	27
Anhang B (informativ) Grundprinzipien	29
B.1 Additive Formgebung von Werkstoffen	29
B.2 Einstufige und mehrstufige additive Fertigungsprozesse	30
B.3 Prozessprinzipien der additiven Fertigung	31
B.3.1 Allgemeines	31
B.3.2 Überblick über einstufige AM-Prozessprinzipien	31
B.3.3 Überblick über mehrstufige AM-Prozessprinzipien	33
Literaturhinweise	35
Stichwortverzeichnis	36

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52900:2021) 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 Juni 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2022 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.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO/ASTM 52900:2017.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut 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 ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, 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 52900:2021 wurde von CEN als EN ISO/ASTM 52900:2021 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-Direktiven, 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-Direktiven, 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).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

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 Partnerschaftvereinbarung 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.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO/ASTM 52900:2015), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- neue und modifizierte Begriffe;
- Abkürzungen für sieben Prozesskategorien wurden hinzugefügt;
- ein neuer Anhang für die Festlegung von AM-Prozessen auf der Grundlage von Prozesskategorien und bestimmenden Eigenschaften (Anhang A).

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 (AM, en: additive manufacturing) ist der allgemeine Begriff für Technologien, bei denen Materialien sukzessive miteinander verbunden werden, um physische Objekte nach den Vorgaben von 3-D-Modelldaten herzustellen. Diese Technologien werden derzeit für unterschiedliche Anwendungen sowohl in der Maschinenbau-Branche als auch in anderen Gesellschaftsbereichen, wie z. B. Medizin, Bildung, Architektur, Kartografie, Spielzeugen und Unterhaltung, verwendet.

Während der Entwicklung der additiven Fertigungstechnologie wurden zahlreiche verschiedene Begriffe verwendet, oft mit Bezug auf spezifische Anwendungsbereiche und Schutzmarken. Dies ist oft mehrdeutig und verwirrend, wodurch die Kommunikation und breitere Anwendung dieser Technologie erschwert wird.

Mit diesem Dokument wird beabsichtigt, ein grundlegendes Verständnis der Grundlagen additiver Fertigungsprozesse zu vermitteln und basierend darauf klare Definitionen für Benennungen und Nomenklatur in Verbindung mit der additiven Fertigungstechnologie zu geben. Das Ziel dieser Normung der Terminologie für die additive Fertigung ist es, weltweit die Kommunikation zwischen in diesem Technologiebereich involvierten Personen zu erleichtern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument etabliert und definiert Begriffe, die bei den Technologien der additiven Fertigung (AM, en: additive manufacturing) verwendet werden, welche das additive Formgebungsprinzip anwenden und dadurch mittels sukzessiver Materialzugabe physische dreidimensionale (3-D-)Geometrien aufbauen.

Die Begriffe wurden in spezifische Anwendungsbereiche klassifiziert.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 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 Allgemeine Begriffe

3.1.1

3-D-Drucker, Substantiv

en **3D printer**

Maschine, die zum *3-D-Druck* (3.3.1) verwendet wird

3.1.2

additive Fertigung, Substantiv

AM, en: additive manufacturing

Prozess, der durch Verbinden von Material *Bauteile* (3.9.1) aus 3-D-Modelldaten, im Gegensatz zu subtraktiven und umformenden Fertigungsmethoden, üblicherweise *Schicht* (3.3.7) für Schicht, herstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Historische Begriffe beinhalten: additive Fabrikation, additive Prozesse, additive Techniken, additive Schichtfertigung, Schichtfertigung, Festkörper-Freiform-Fertigung und Freiform-Fertigung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Bedeutung von additiven, subtraktiven und formgebenden Fertigungsmethoden ist in Anhang B näher erörtert.

3.1.3

additives System, Substantiv

additives Fertigungssystem

additives Fertigungszubehör

en **additive system**

additive manufacturing system

additive manufacturing equipment

Maschinen- und Zusatzausrüstung, die für die *additive Fertigung* (3.1.2) verwendet wird

3.1.4

AM-Maschine, Substantiv

en **AM machine**

Teil des *additiven Fertigungssystems* (3.1.3), einschließlich Hardware und Maschinensteuerungs-Software, erforderlicher Inbetriebnahme-Software und peripheren Zubehörs, die notwendig sind, um einen *Bauprozess* (3.3.8) zum Produzieren von *Bauteilen* (3.9.1) abzuschließen

3.1.5

AM-Maschinenbediener, Substantiv

en **AM machine user**

Bediener oder Instanz, welche(r) eine *AM-Maschine* (3.1.4) verwendet

3.1.6

AM-Systembediener, Substantiv

Nutzer des additiven Systems

en **AM system user**

additive system user

Bediener oder Instanz, welche(r) ein ganzes *additives Fertigungssystem* (3.1.3) oder eine Komponente eines *additiven Systems* (3.1.3) verwendet

3.1.7

Vorderseite, Substantiv

en **front**

<einer Maschine, sofern nicht anderweitig vom Maschinenhersteller bezeichnet> Seite der Maschine, welcher der Bediener zugewandt ist, um Zugriff auf die Bedienungsoberfläche oder das primäre Sichtfenster oder auf beides zu haben

3.1.8

Materiallieferant, Substantiv

en **material supplier**

Bereitsteller von *Ausgangsmaterialien* (3.6.6), die im *additiven Fertigungssystem* (3.1.3) verarbeitet werden

3.1.9

mehrstufiger Prozess, Substantiv

en **multi-step process**

Art eines Prozesses der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem *Bauteile* (3.9.1) in zwei oder mehr aufeinander folgenden Schritten hergestellt werden, wobei der erste davon typischerweise die geometrische Gestalt bereitstellt und die nächsten das Bauteil mit den grundlegenden Eigenschaften des angestrebten Werkstoffs abbilden

Anmerkung 1 zum Begriff: Grundlegende Eigenschaften des vorgesehenen Produktmaterials sind üblicherweise metallische Eigenschaften für vorgesehene metallische Produkte, keramische Eigenschaften für vorgesehene keramische Produkte, Polymereigenschaften für vorgesehene polymere (Kunststoff-) Produkte und Verbundwerkstoffeigenschaften für Produkte, die aus einem Verbundwerkstoff hergestellt werden sollen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Entfernung der Stützkonstruktion und Reinigung können häufig notwendig sein; dieser Vorgang ist jedoch in diesem Kontext nicht als separater Prozessschritt zu betrachten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Prinzip von *einstufigen Prozessen* (3.1.10) und mehrstufigen Prozessen ist in Anhang B weiter erörtert.

3.1.10

einstufiger Prozess, Substantiv

en **single-step process**

Art eines Prozesses der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem *Bauteile* (3.9.1) in einem einzigen Schritt hergestellt werden, wobei sowohl die geometrische Gestalt als auch die grundlegenden Werkstoffeigenschaften des angestrebten Produkts gleichzeitig erzielt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Entfernung der Stützkonstruktion und Reinigung können häufig notwendig sein; dieser Vorgang ist jedoch in diesem Kontext nicht als separater Prozessschritt zu betrachten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Prinzip von einstufigen Prozessen und *mehrstufigen Prozessen* (3.1.9) ist in Anhang B weiter erörtert.

3.2 Prozesskategorien

3.2.1

Freistrah-Bindemittelauftrag, Substantiv

BJT, en: binder jetting

Prozess der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem ein flüssiges Bindemittel gezielt auf Pulvermaterialien aufgebracht wird, damit diese sich verbinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Identifizierung der verschiedenen Prozesse des Freistrah-Bindemittelauftrags muss mit dem in Anhang A beschriebenen Verfahren übereinstimmen.

3.2.2

Materialauftrag mit gerichteter Energieeinbringung, Substantiv

DED, en: directed energy deposition

Prozess der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem eine fokussierte Wärmeenergie verwendet wird, um Materialien während des Auftragens zu schmelzen und zu vereinen

Anmerkung 1 zum Begriff: „Fokussierte Wärmeenergie“ bedeutet, dass eine Energiequelle (zum Beispiel ein Laser, Elektronenstrahl oder Plasmabogen) fokussiert wird, um die aufgetragenen Werkstoffe zu schmelzen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Identifizierung der verschiedenen Prozesse des Materialauftrags mit gerichteter Energieeinbringung muss mit dem in Anhang A beschriebenen Verfahren übereinstimmen.

3.2.3

Materialextrusion, Substantiv

MEX, en: material extrusion

Prozess der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem Werkstoffe gezielt durch eine Düse oder Öffnung aufgetragen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Identifizierung der verschiedenen Prozesse der Materialextrusion muss mit dem in Anhang A beschriebenen Verfahren übereinstimmen.

3.2.4

Freistrah-Materialauftrag, Substantiv

MJT, en: material jetting

Prozess der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem Tropfen des Ausgangsmaterials gezielt aufgetragen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel-Ausgangsmaterialien für Freistrah-Materialauftrag sind u. a. Photopolymerharz und Wachs.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Identifizierung der verschiedenen Prozesse des Freistrah-Materialauftrags muss mit dem in Anhang A beschriebenen Verfahren übereinstimmen.

3.2.5

pulverbettbasiertes Schmelzen, Substantiv

PBF, en: powder bed fusion

Prozess der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem Wärmeenergie gezielt Bereiche eines *Pulverbetts* (3.8.5) schmilzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Identifizierung der verschiedenen Prozesse zum pulverbettbasierten Schmelzen muss mit dem in Anhang A beschriebenen Verfahren übereinstimmen.

3.2.6

Schichtlaminierung, Substantiv

SHL, en: sheet lamination

Prozess der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem Materialfolien verbunden werden, um ein *Bauteil* (3.9.1) zu formen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Identifizierung der verschiedenen Prozesse der Schichtlaminierung muss mit dem in Anhang A beschriebenen Verfahren übereinstimmen.

3.2.7

badbasierte Photopolymerisation, Substantiv

VPP, en: vat photopolymerization

Prozess der *additiven Fertigung* (3.1.2), in dem flüssiges Photopolymer in einem Bad gezielt durch lichtaktivierte Polymerisation ausgehärtet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Identifizierung der verschiedenen Prozesse der badbasierten Photopolymerisation muss mit dem in Anhang A beschriebenen Verfahren übereinstimmen.

3.3 Verarbeitung: Allgemeines

3.3.1

3-D-Druck, Substantiv

en **3D printing**

Fertigung von Gegenständen durch Auftragen eines Materials mit einem Druckkopf, einer Düse oder einer anderen Drucktechnologie

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff wird in einem nicht-technischen Kontext oft synonym mit *additiver Fertigung* (3.1.2) verwendet und steht in diesen Fällen üblicherweise für Maschinen, die für nicht-industrielle Zwecke, einschließlich des privaten Gebrauchs, eingesetzt werden.

3.3.2

Baukammer, Substantiv

en **build chamber**

umschlossener Raum innerhalb des *additiven Fertigungssystems* (3.1.3), in dem die *Bauteile* (3.9.1) gefertigt werden

3.3.3

Bauraum, Substantiv

en **build space**

Ort, an dem es möglich ist, *Bauteile* (3.9.1) herzustellen, typischerweise innerhalb der *Baukammer* (3.3.2) oder auf einer *Bauplatzform* (3.3.5)

3.3.4

Bauvolumen, Substantiv

en **build volume**

in der Maschine verfügbares, verwendbares Gesamtvolumen zur Herstellung von *Bauteilen* (3.9.1)

3.3.5

Bauplatzform, Substantiv

en **build platform**

<einer Maschine> Basis, die eine Oberfläche bietet, auf welcher der Herstellung der *Bauteile* (3.9.1) begonnen und während des Aufbauprozesses gestützt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei manchen Systemen werden die *Bauteile* (3.9.1) an die Bauplatzform angebracht, entweder direkt oder durch eine *Stützkonstruktion* (3.3.9). Bei anderen Systemen, wie z. B. solchen mit bestimmten Arten von *Pulverbetten* (3.8.5), ist eine direkte, mechanische Befestigung zwischen dem Bauteil und der Bauplatzform nicht zwingend erforderlich.

3.3.6

Baufläche, Substantiv

en **build surface**

Bereich, wo Material hinzugefügt wird, normalerweise auf der zuletzt aufgetragenen *Schicht* (3.3.7), welche zur Unterlage für die nächste zu formende Schicht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der ersten Schicht ist die Baufläche oft die *Bauplatzform* (3.3.5).

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Prozessen des *Materialauftrags mit gerichteter Energiebringung* (3.2.2) kann die Baufläche ein bestehendes Bauteil sein, dem Material hinzugefügt wird.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wenn die Ausrichtung des Materialauftrags oder des Konsolidierungsmittels, oder beides, variabel ist (sind), kann sie als relativ zur Baufläche festgelegt werden.

3.3.7

Schicht, Substantiv

en **layer**

<Material> zur Erzeugung einer Oberfläche, aufgetragenes oder verteiltes Material

3.3.8

Bauprozess, Substantiv

Bauzyklus

en **build cycle**

einzelner Prozesszyklus, in dem innerhalb des *Bauraumes* (3.3.3) des *additiven Fertigungssystems* (3.1.3) eine oder mehrere Komponenten durch sukzessives Verbinden von Material gebaut werden

3.3.9

Stützkonstruktion, Substantiv

en **support**

Konstruktion, die nicht Teil der Geometrie des *Bauteils* (3.9.1) ist und die hergestellt wird, um während des Bauprozesses als Basis und Verankerung für das Bauteil zu dienen

Anmerkung 1 zum Begriff: Stützkonstruktionen werden gewöhnlich vom Bauteil vor dessen Verwendung entfernt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für bestimmte Prozesse wie *Materialextrusion* (3.2.3) und *Freistrah-Materialauftrag* (3.2.4) kann sich der Stützenwerkstoff vom Werkstoff der Bauteile unterscheiden und aus einer gesonderten Düse oder einem Druckkopf aufgetragen werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für bestimmte Prozesse wie beim *pulverbettbasierten Schmelzen* (3.2.5) von Metall können Hilfsstützen hinzugefügt werden, um als zusätzliche Wärmesenke für das Bauteil während des Bauprozesses zu dienen.

3.3.10

Prozessparameter, Substantiv

en **process parameters**

Betriebsparameter und Systemeinstellungen, die während eines *Bauprozesses* (3.3.8) verwendet werden

3.3.11

Systemkonfiguration, Substantiv

en **system set-up**

Konfiguration des *additiven Fertigungssystems* (3.1.3) für einen Bauprozess

3.3.12

Fertigungslos, Substantiv
en **manufacturing lot**

Satz gefertigter *Bauteile* (3.9.1) mit Gemeinsamkeiten zwischen *Ausgangsmaterialien* (3.6.6), *Produktionsdurchlauf* (3.3.14), *additivem Fertigungssystem* (3.1.3) und Schritten der *Nachbearbeitung* (3.6.10) (sofern erforderlich), wie in einem einzelnen Fertigungsauftrag vermerkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das additive Fertigungssystem kann eine oder mehrere *AM-Maschinen* (3.1.4) enthalten und/oder Nachbearbeitungs-Maschineneinheiten, wie vom Anbieter und Kunden für AM (3.1.2) vereinbart.

3.3.13

Fertigungsplan, Substantiv
en **manufacturing plan**

Dokument, das die spezifischen Herstellungspraktiken, technischen Ressourcen und Abfolgen von Tätigkeiten festlegt, welche für die Produktion eines bestimmten Produkts maßgebend sind, einschließlich aller festgelegten Abnahmepunkte für jede Phase

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die *additive Fertigung* (3.1.2) beinhaltet der Fertigungsplan gewöhnlich, aber ist nicht beschränkt auf *Prozessparameter* (3.3.10), Vorgänge der Vorbereitung und *Nachbearbeitung* (3.6.10) sowie dazugehörige Überprüfungsverfahren.

Anmerkung 2 zum Begriff: Fertigungspläne sind gewöhnlich im Rahmen eines Qualitätsmanagementsystems wie z. B. ISO 9001 und ASQ C1 erforderlich.

3.3.14

Produktionsdurchlauf, Substantiv
en **production run**

Satz aller *Bauteile* (3.9.1), die in einem *Bauprozess* (3.3.8) oder einer sequentiellen Serie von Bauprozessen mit den gleichen *Ausgangsmaterialien* (3.6.6) sowie Chargen- und Prozessbedingungen produziert werden

3.3.15

Prozesskette, Substantiv
en **process chain**

Abfolge von Vorgängen, die erforderlich sind, damit das *Bauteil* (3.9.1) die angestrebte(n) Funktionalität und Eigenschaften erreicht

3.4 Verarbeitung: Daten

3.4.1

AMF-Dateiformat, Substantiv

AMF, en: Additive Manufacturing File Format

Dateiformat zur Übertragung von Modelldaten für die *additive Fertigung* (3.1.2) einschließlich einer Beschreibung der 3-D-Oberflächengeometrie mit nativer Unterstützung für Farbe, Werkstoffe, Gitter, Texturen, Konstellationen und Metadaten

Anmerkung 1 zum Begriff: Das AMF-Dateiformat kann einen von mehreren in einer Konstellation angeordneten Gegenständen darstellen. Ähnlich zu *STL* (3.4.6) ist die Oberflächengeometrie durch ein Dreiecksnetz dargestellt, aber bei AMF können die Dreiecke auch gekrümmt sein. Bei AMF können auch **Werkstoff** und **Farbe** jedes Volumens und die **Farbe** jedes Dreiecks im Netz festgelegt werden. ISO/ASTM 52915 [7] gibt die Standardfestlegungen von AMF an.

3.4.2

AMF-Verarbeiter, Substantiv
en **AMF consumer**

Software, welche die *AMF* (3.4.1)-Datei für die Fertigung, Visualisierung oder Analyse einliest (en: parsing)

Anmerkung 1 zum Begriff: AMF-Dateien werden üblicherweise durch *additives Fertigungszubehör* (3.1.3) sowie Betrachtungs-, Analyse- und Verifikationssoftware importiert.

3.4.3

AMF-Editor, Substantiv
en **AMF editor**

Software, welche die *AMF* (3.4.1)-Datei für die Umwandlung einliest und umschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: AMF-Editoranwendungen werden verwendet, um die Form eines AMF in eine andere umzuwandeln, zum Beispiel, um alle gekrümmten Dreiecke in ebene Dreiecke oder eine poröse Mesh-Spezifikation in eine explizite Netzoberfläche umzuwandeln.

3.4.4

AMF-Produzent, Substantiv
en **AMF producer**

Software, welche die *AMF* (3.4.1)-Datei aus geometrischen Originaldaten schreibt (en: generating)

Anmerkung 1 zum Begriff: AMF-Dateien werden üblicherweise aus CAD (en: computer-aided design)-Software, Scansoftware oder direkt aus geometrischen Originaldaten exportiert.

3.4.5

STEP, Substantiv

Norm für den Austausch von Produktmodell-Daten

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist eine Internationale Norm, die eine Darstellung der Produktinformationen bietet, zusammen mit den notwendigen Mechanismen und Festlegungen, die den Austausch von Produktdaten ermöglichen. ISO 10303 [4] gilt für die Darstellung von Produktinformationen einschließlich Komponenten und Baugruppen, den Austausch von Produktdaten einschließlich Speicherung, Übertragung, Zugriff und Archivierung.

Anmerkung 2 zum Begriff: ISO 10303-238, gemeinhin als STEP-NC bezeichnet, spezifiziert den Scheibenschneidevorgang und andere mechanische Befehle im AM-Prozess.

3.4.6

STL, Substantiv

Dateiformat für Modelldaten, das die Oberflächengeometrie eines Gegenstands als Tesselerung aus Dreiecken beschreibt, das zur Übertragung von 3-D-Geometrien an Maschinen verwendet wird, um physische *Bauteile* (3.9.1) zu erstellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das STL-Dateiformat wurde ursprünglich als Teil des CAD-Pakets für den ersten Stereolithographie-Apparat entwickelt und bezieht sich daher auf diesen Prozess. Mitunter wird es auch als „Standard-Triangulationssprache“ (en: Standard Triangulation Language) oder „Standard-Tesselerungssprache“ (en: Standard Tessellation Language) beschrieben, obwohl es nie durch eine Normungsorganisation als offizielle Norm anerkannt wurde.

3.4.7

PDES, Substantiv

Spezifikation für den Produktdatenaustausch
en **Product Data Exchange Specification**

Spezifikation für den Datenaustausch mit STEP (3.4.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Ursprünglich eine Spezifikation für den Austausch von Produktdaten, die in den 1980er Jahren durch die IGES/PDES Organization, ein Programm der US Product Data Association (USPRO), entwickelt wurde. Sie wurde als Grundlage für ISO 10303 [4], STEP, übernommen und durch diese ersetzt.

3.4.8

Attribut, Substantiv
en **attribute**

<Daten> Eigenschaft, welche ein(en) oder mehrere Aspekte, Deskriptoren oder Elemente der Daten repräsentieren

Anmerkung 1 zum Begriff: In objektorientierten Systemen sind Attribute Objekteigenschaften. In der erweiterbaren Auszeichnungssprache (XML), [10] sind Attribute Eigenschaften von *Elementen* (3.3.10).

Anmerkung 2 zum Begriff: In der *AMF* (3.4.1)-Datei können Attribute beispielsweise verwendet werden, um Hinweise aufzunehmen, die eine Rückverfolgbarkeit zu CAD-Komponenten ermöglichen, oder Markierungen, die Verfolgungs- und Rückverfolgungsmechanismen für die Datei ermöglichen.

3.4.9

Kommentar, Substantiv
en **comment**

<Daten> Bemerkung in einem Quellcode, welche das Verhalten des Programms nicht beeinflusst

Anmerkung 1 zum Begriff: Kommentare werden zur Verbesserung der Lesbarkeit der Datei für den Menschen und für Zwecke der Fehlerbeseitigung eingesetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der *AMF* (3.4.1)-Datei können Kommentare beispielsweise verwendet werden, um Materialspezifikationen oder Hinweise aufzunehmen, die eine Rückverfolgung von CAD-Komponenten ermöglichen.

3.4.10

Element, Substantiv
en **element**

Informationseinheit innerhalb eines XML [10]-Dokuments, bestehend aus einer Start-Kennzeichnung, einer End-Kennzeichnung, dem Inhalt dazwischen und jeglichen *Attributen* (3.4.8).

Anmerkung 1 zum Begriff: Im XML-Rahmen des *AMF* (3.4.1) kann ein Element Daten, Attribute und Strukturen wie Konstellationen enthalten sowie andere Elemente einschließen.

3.4.11

Facette, Substantiv
en **facet**

drei- oder vierseitiges Polygon, das ein Element einer polygonalen 3-D-Gitteroberfläche oder eines 3-D-Modells darstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Dreieckige Facetten werden eingesetzt bei den wichtigsten Dateiformaten für *AM* (3.1.2); *AMF* (3.4.1) und *STL* (3.4.6); jedoch lassen *AMF*-Dateien gekrümmte dreieckige Facetten zu.

3.4.12

Oberflächenmodell, Substantiv
en **surface model**

mathematische oder digitale Darstellung eines Gegenstands als Satz planarer oder gekrümmter Oberflächen, oder beider, der ein geschlossenes Volumen darstellen kann, aber nicht muss

3.4.13

3-D-Scannen, Substantiv
3-D-Digitalisierung
en **3D scanning**
3D digitizing

Verfahren zur Erlangung von Gestalt und Größe eines Gegenstands als dreidimensionale Darstellung, indem die X-, Y- und Z-Koordinaten auf der Oberfläche des Gegenstands erfasst werden und die gesammelten Punkte mittels Software in digitale Daten umgewandelt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei typischen Verfahren wird ein gewisser Grad an Automatisierung, gekoppelt mit einem Tastgerät, einem optischen Sensor oder einer anderen Vorrichtung verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: In den Prozessketten der additiven Fertigung kann das 3-D-Scannen typischerweise zur Erstellung von Oberflächenmodellen, zur In-situ-Überwachung, zur zerstörungsfreien Prüfung sowie zur Überprüfung der Teilegeometrie eingesetzt werden.

3.5 Verarbeitung: Positionierung, Koordinaten und Ausrichtung

3.5.1

Begrenzungsbox, Substantiv

en **bounding box**

<eines Bauteils> kleinstmöglicher orthogonal ausgerichteter Quader, der die größtmögliche Ausdehnung der Punkte auf der Oberfläche eines 3-D-Bauteils (3.9.1) umfassen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn das hergestellte Bauteil die Prüfgeometrie plus zusätzliche externe Kennzeichen (z. B. Etiketten, Anhänger oder erhabene Beschriftung) umfasst, darf die Begrenzungsbox nach der Prüfbauteil-Geometrie ohne die zusätzlichen externen Kennzeichen festgelegt werden, sofern dies vermerkt ist. Verschiedene Arten von Begrenzungsboxen sind in ISO/ASTM 52921 [8] veranschaulicht.

3.5.2

beliebig ausgerichtete Begrenzungsbox, Substantiv

en **arbitrarily oriented bounding box**

<eines Bauteils> *Begrenzungsbox* (3.5.1), die ohne Einschränkungen der resultierenden Ausrichtung der Begrenzungsbox berechnet ist

3.5.3

Maschinen-Begrenzungsbox, Substantiv

en **machine bounding box**

<eines Bauteils> *Begrenzungsbox* (3.5.1), bei welcher die Oberflächen parallel zum *Maschinen-Koordinatensystem* (3.5.11) verlaufen

3.5.4

Haupt-Begrenzungsbox, Substantiv

en **master bounding box**

Begrenzungsbox (3.5.1), die alle *Bauteile* (3.9.1) in einem einzelnen Bauvorgang umschließt

3.5.5

geometrischer Mittelpunkt, Substantiv

Schwerpunkt

en **geometric centre**

centroid

<einer Begrenzungsbox> Ort des berechneten Mittelpunkts der *Begrenzungsbox* (3.5.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der geometrische Mittelpunkt der Begrenzungsbox kann außerhalb des *Bauteils* (3.9.1) liegen, das von der Begrenzungsbox umschlossen ist.

3.5.6

Vermerk der orthogonalen Ausrichtung, Substantiv

en **orthogonal orientation notation**

Beschreibung der Ausrichtung der *Begrenzungsbox* (3.5.1) entsprechend der Gesamtlänge in abnehmender Größe parallel zu den Achsen des *Maschinen-Koordinatensystems* (3.5.11)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Vermerk besteht gewöhnlich aus einer Kombination aus X, Y und Z, die sich jeweils auf die entsprechende Achse beziehen, wie vom *Maschinen-Koordinatensystem* festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Vermerk der orthogonalen Ausrichtung erfordert die Ausrichtung der Begrenzungsbox auf das *Maschinen-Koordinatensystem*. Das *Maschinen-Koordinatensystem* und verschiedene Arten von Begrenzungsboxen einschließlich Beispielen für Vermerke der orthogonalen Ausrichtung sind in ISO/ASTM 52921 [8] veranschaulicht.

3.5.7

ursprüngliche Bauteilorientierung, Substantiv
en **initial build orientation**

<eines Bauteils> Ausrichtung des Bauteils beim ersten Einsetzen in das *Bauvolumen* (3.3.4)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die ursprüngliche Bauteilorientierung ist in ISO/ASTM 52921 [8] veranschaulicht.

3.5.8

Bauteil-Neuorientierung, Substantiv
en **part reorientation**

Rotation um den *geometrischen Mittelpunkt* (3.5.5) der *Begrenzungsbox* (3.5.1) des Bauteils, von der festgelegten *ursprünglichen Bauteilorientierung* (3.5.7) dieses Bauteils (3.9.1) ausgehend

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bauteil-Neuorientierung ist in ISO/ASTM 52921 [8] veranschaulicht.

3.5.9

Bauhülle, Substantiv
en **build envelope**

größte Außenabmessungen der *X-Achse* (3.5.16), der *Y-Achse* (3.5.17) und der *Z-Achse* (3.5.18) innerhalb des *Bauraumes* (3.3.3), wo *Bauteile* (3.9.1) gefertigt werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Maße des Bauraumes sind größer als die Bauhülle.

3.5.10

verschachtelt, Adjektiv
en **nesting**, Partizip

Situation, in der *Bauteile* (3.9.1) in einem *Bauprozess* (3.3.8) gefertigt werden und so platziert sind, dass ihre *Begrenzungsboxen* (3.5.1), die *beliebig ausgerichtet* (3.5.2) oder anders angeordnet sind, einander überlappen

3.5.11

Maschinen-Koordinatensystem, Substantiv
en **machine coordinate system**

dreidimensionales Koordinatensystem, das durch einen Fixpunkt auf der *Bauplattform* (3.3.5) festgelegt ist, mit drei Hauptachsen, die als *X-Achse* (3.5.16), *Y-Achse* (3.5.17) und *Z-Achse* (3.5.18) gekennzeichnet sind und mit Drehachsen über jeder dieser Hauptachsen, die jeweils mit A, B und C gekennzeichnet sind, wobei die Winkel zwischen X-, Y- und Z-Achse kartesisch oder vom Maschinenhersteller festgelegt sein können

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Maschinen-Koordinatensystem ist relativ zur Maschine fest angeordnet, im Gegensatz zu Koordinatensystemen in Verbindung mit der *Baufläche* (3.3.6), welche verschoben oder gedreht werden können. Das Maschinen-Koordinatensystem ist in ISO/ASTM 52921 [8] veranschaulicht.

3.5.12

Ursprung, Substantiv
Nullpunkt

en **origin**
zero point

(0, 0, 0)

<Bei Verwendung von X-, Y- und Z-Koordinaten> festgelegter universeller Referenzpunkt, an dem sich die drei Hauptachsen in einem Koordinatensystem schneiden

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Koordinatensystem kann kartesisch oder wie vom Maschinenhersteller festgelegt sein. Das Konzept des Ursprungs ist in ISO/ASTM 52921 [8] veranschaulicht.

3.5.13

Bau-Ursprung, Substantiv
en **build origin**

Ursprung (3.5.12), der am häufigsten im Zentrum der *Bauplatzform* (3.3.5) platziert und an der bauseitigen Oberfläche angebracht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Lage des Bau-Ursprungs kann auf andere Art durch die Baueinstellung definiert werden.

3.5.14

Maschinen-Ursprung, Substantiv
Maschinen-Ausgangseinstellung
Maschinen-Nullpunkt
en **machine origin**
machine home
machine zero point

Ursprung (3.5.12), wie vom Maschinenhersteller festgelegt

3.5.15

Bauteilposition, Substantiv
en **part location**

Ort des *Bauteils* (3.9.1) innerhalb des *Bauvolumens* (3.3.4)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bauteilposition ist normalerweise durch die X-, Y- und Z-Koordinaten für die Position des *geometrischen Mittelpunkts* (3.5.5) der *Begrenzungsbox* (3.5.1) des Bauteils hinsichtlich des *Bau-Ursprungs* (3.5.13) festgelegt. Die Bauteilposition ist in ISO/ASTM 52921 [8] veranschaulicht.

3.5.16

X-Achse, Substantiv

<einer Maschine; sofern vom Maschinenhersteller nicht anderweitig festgelegt> Achse im *Maschinen-Koordinatensystem* (3.5.11), die parallel zur *Vorderseite* (3.1.7) der Maschine und senkrecht zur *Y-Achse* (3.5.17) und *Z-Achse* (3.5.18) verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Sofern vom Maschinenhersteller nicht anderweitig festgelegt, verläuft die positive X-Richtung von links nach rechts, von der Vorderseite der Maschine aus gesehen, während man dem *Ursprung* (3.5.12) des *Bauvolumens* (3.3.4) zugewandt ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es ist üblich, dass die X-Achse horizontal und parallel zu einer der Kanten der *Bauplatzform* (3.3.5) verläuft.

3.5.17

Y-Achse, Substantiv

<einer Maschine; sofern vom Maschinenhersteller nicht anderweitig festgelegt> Achse im *Maschinen-Koordinatensystem* (3.5.11), die senkrecht zur *X-Achse* (3.5.16) und *Z-Achse* (3.5.18) verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Sofern vom Maschinenhersteller nicht anderweitig festgelegt, wird in ISO 841 [1] die positive Richtung so festgelegt, dass sich ein rechtshändiges Koordinatensystem ergibt. Im üblichsten Fall einer positiven Z-Aufwärtsrichtung verläuft dann die positive Y-Richtung von der *Vorderseite* (3.1.7) zur Rückseite der Maschine, von der Vorderseite der Maschine aus gesehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Fall eines Aufbaus in einer positiven Z-Abwärtsrichtung verläuft dann die positive Y-Richtung von der Rück- zur Vorderseite der Maschine, von der Vorderseite der Maschine aus gesehen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Es ist üblich, dass die Y-Achse horizontal und parallel zu einer der Kanten der *Bauplatzform* (3.3.5) verläuft.

3.5.18

Z-Achse, Substantiv

<einer Maschine; sofern vom Maschinenhersteller nicht anderweitig festgelegt> Achse im *Maschinen-Koordinatensystem* (3.5.11), die senkrecht zur *X-Achse* (3.5.16) und *Y-Achse* (3.5.17) verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Sofern vom Maschinenhersteller nicht anderweitig festgelegt, wird in ISO 841 [1] die positive Richtung so festgelegt, dass sich ein rechtshändiges Koordinatensystem ergibt. Bei Prozessen, bei denen planare, schichtweise Materialzugabe angewendet wird, verläuft die positive Z-Richtung dann senkrecht zu den *Schichten* (3.3.7).

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Prozessen, bei denen planare, schichtweise Materialzugabe angewendet wird, ist die positive Z-Richtung die Richtung von der ersten Schicht zu den Folgeschichten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wo Materialzugabe aus mehreren Richtungen möglich ist [wie z. B. bei bestimmten Systemen für den *Materialauftrag mit gerichteter Energieeinbringung* (3.2.2)], kann die Z-Achse nach den Prinzipien in ISO 841:2001, 4.3.3 [1], wo „schwenkbar“ oder „verschiebbar“ behandelt wird, ausgewiesen werden.

3.6 Verarbeitung: Material

3.6.1

Charge, Substantiv en **batch**

<des Ausgangsmaterials> festgelegte Menge des *Ausgangsmaterials* (3.6.6) mit einheitlichen Eigenschaften und einheitlicher Zusammensetzung

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Charge eines beliebigen Ausgangsmaterials kann in einem oder mehreren Produktionsdurchläufen mit unterschiedlichen Prozessparametern verwendet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einigen Arten von Ausgangsmaterialien, z. B. Pulvern und Harzen, kann eine Charge aus *neuem* (3.6.4) Material, gebrauchtem Material oder einer Mischung aus neuen und gebrauchten Materialien bestehen.

3.6.2

Los, Substantiv en **lot**

<des Ausgangsmaterials> Menge des *Ausgangsmaterials* (3.6.6), die unter nachweisbaren, kontrollierten Bedingungen in einem einzelnen Fertigungsprozessdurchlauf produziert wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Umfang eines Ausgangsmaterialloses wird vom *Ausgangsmateriallieferanten* (3.6.8) bestimmt. Es ist üblich, dass der Lieferant eine Teilmenge eines Loses an unterschiedliche *AM-Systembediener* (3.1.6) vertreibt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Quellendokumentation des Ausgangsmaterialloses ist gewöhnlich für die meisten *AM* (3.1.2)-Produktanwendungen erforderlich. Die Quellendokumentation wird als „Konformitätserklärung“ und „Inspektionsdokument“, oder manchmal auch als „Konformitätszertifikat“, „Werkzertifikat“ oder als „Analysezertifikat“ bezeichnet.

3.6.3

neu, Adjektiv en **virgin**

<Ausgangsmaterial> Zustand des *Ausgangsmaterials* (3.6.6) aus einem einzelnen Fertigungs-Los (3.6.2) vor dessen Einsatz im Prozess der *additiven Fertigung* (3.1.2)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Neuzustand bedeutet gewöhnlich, dass das Ausgangsmaterial in dem vom Lieferanten vorgesehenen Zustand vorliegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Anforderungen an neue Ausgangsmaterialien können in Abhängigkeit von Prozess, Material und Anwendung des Endprodukts schwanken. Darüber hinaus kann für einige Materialien in spezifischen Anwendungen eine weitere Unterscheidung erforderlich sein.

Anmerkung 3 zum Begriff: Ausgangsmaterial ohne wesentliche Änderung gegenüber seinem ursprünglichen Zustand kann weiterhin als neu angesehen werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Ausgangsmaterial kann sich mit der Zeit verschlechtern, unabhängig davon, ob er im additiven Fertigungsprozess eingesetzt wird oder nicht. Ausgangsmaterial, das sich unter beliebigen Bedingungen wesentlich verändert hat, kann nicht als neu bezeichnet werden.

Anmerkung 5 zum Begriff: Die Signifikanz und die zulässige Abweichung vom ursprünglichen Zustand werden gewöhnlich auf der Grundlage der Anforderungen für die Anwendung des Endprodukts bestimmt.

3.6.4

Auftragsfähigkeit, Substantiv
en **spreadability**

<des Ausgangsmaterials> Fähigkeit eines *Ausgangsmaterials* (3.6.6), in *Schichten* (3.3.7) aufgetragen zu werden, welche den Anforderungen an den *AM* (3.1.2)-Prozess entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Festlegung der Bedingungen für das Auftragen einer Schicht in einer *AM-Maschine* (3.1.4), einschließlich u. a. der Maschineneinstellung und der Prozessparameter, wird gewöhnlich durch die Prozessanforderungen hinsichtlich der vorgesehenen Anwendung des fertigen Bauteils bestimmt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Auftragsverhalten eines bestimmten Ausgangsmaterials ist abhängig von den physikalischen Eigenschaften dieses Materials unter den gegebenen Prozessbedingungen.

3.6.5

Ausgangsmaterial, Substantiv
en **feedstock**

ABGELEHNT: en: source material

ABGELEHNT: en: starting material

ABGELEHNT: en: base material

ABGELEHNT: en: original material

Massenrohmaterial, das für den Aufbauprozess in der *additiven Fertigung* (3.1.2) geliefert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Aufbauprozesse in der additiven Fertigung werden die Massenrohmaterialien typischerweise in unterschiedlichen Formen geliefert, wie z. B. Flüssigkeit, Pulver, Suspension, Filamente, Folien, usw.

3.6.6

Ausgangsmaterialhersteller, Substantiv
en **feedstock manufacturer**

Instanz, welche das *Ausgangsmaterial* (3.6.6) herstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der additiven Fertigung können der *Ausgangsmaterialhersteller* und der *Ausgangsmateriallieferant* (3.6.8) häufig zwei unterschiedliche Instanzen sein.

3.6.7

Ausgangsmateriallieferant, Substantiv

Ausgangsmaterialanbieter

en **feedstock supplier**

feedstock vendor

Bereitsteller des *Ausgangsmaterials* (3.6.6)

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der additiven Fertigung können der *Ausgangsmateriallieferant* und der *Ausgangsmaterialhersteller* (3.6.7) häufig zwei unterschiedliche Instanzen sein.

3.6.8

Verschmelzung, Substantiv
en **fusion**

Vorgang der Vereinigung von zwei oder mehr Materialeinheiten zu einer einzigen Materialeinheit

3.6.9

aushärten, Verb
en **cure**

ändern der physikalischen Eigenschaften eines Materials mittels chemischer Reaktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Einer der wichtigsten Aushärtungsvorgänge bei der additiven Fertigung ist der Wechsel eines Polymerharzes vom flüssigen in den festen Zustand durch nichtaktivierte Vernetzung von Molekülketten.

3.6.10

Nachbearbeitung, Substantiv
Post-Prozess
en **post-processing**

Prozessschritt oder Reihe von Prozessschritten, die nach Abschluss eines *Bauprozesses* (3.3.8) der *additiven Fertigung* (3.1.2) unternommen werden, um die angestrebten Eigenschaften beim Endprodukt zu erzielen

3.7 Verarbeitung: Materialextrusion

3.7.1

Bauplatte, Substantiv
en **build sheet**

<Materialextrusion> entfernbare Platte, an der das *Bauteil* (3.9.1) während des *Bauprozesses* (3.3.8) angebracht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Zweck der Bauplatte ist es, in bestimmten Maschinen als entfernbare Barriere zwischen Bauteil und *Bauplattform* (3.3.5) zu dienen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Bauplatte wird gewöhnlich mittels Vakuum oder durch andere Mittel an der Bauplattform angebracht.

3.7.2

Extrudierkopf, Substantiv
Extrusionskopf
en **extruder head**
extrusion head

Baugruppe, welche den Zuführmechanismus für *Ausgangsmaterial* (3.6.6) und Extrusionsdüse(n) umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine gebräuchliche Ausführung des Kopfes schließt einen motorbetriebenen Klemmrollen-Zuführmechanismus ein, um Filamente durch den Extrusionskopf zu schieben. Der Kopf umfasst häufig ein Heizelement.

3.7.3

Extrusionsdüse, Substantiv
en **extrusion nozzle**

Komponente mit einer Öffnung, durch welche das *Ausgangsmaterial* (3.6.6) extrudiert wird

3.7.4

Filament, Substantiv

Ausgangsmaterial (3.6.6), das durch extreme Länge im Verhältnis zu seinem einheitlichen Querschnitt charakterisiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Gewöhnlich werden Polymerfilamente durch Extrusion und Metalldrähte durch Ziehen hergestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Filamente aus Metall werden gemeinhin als Draht bezeichnet.

3.7.5

Granulat, Substantiv

en **pellets**

kleinste Masse vorgeformten *Ausgangsmaterials* (3.6.6) mit relativ einheitlichen Maßen in jeder gegebenen Charge

Anmerkung 1 zum Begriff: Granulat mit geringerer Größe kann als Mikro-Granulat bezeichnet werden.

3.8 Verarbeitung: pulverbettbasiertes Schmelzen

3.8.1

Chargen-Verarbeitung, Substantiv

en **batch feed processing**

<des Ausgangsmaterials> Verfahren aus Vorbereitungs- und Zuführungsvorgängen, vorgenommen an einer bestimmten Charge des *Ausgangsmaterials* (3.6.6) je nach Notwendigkeit für den *Bauprozess* (3.3.8)

Anmerkung 1 zum Begriff: Zuführungsvorgänge für Pulverchargen können gewöhnlich das Vermischen von Pulvern zum Erreichen der gewünschten Zusammensetzung einschließen, oder das Trocknen bzw. alternativ das Befeuchten des Pulvers bis zum Erreichen der gewünschten Eigenschaften für den *AM* (3.1.2)-Prozess.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Chargen-Verarbeitung unterscheidet sich von der *kontinuierlichen Verarbeitung* (3.8.2) durch die Begrenzung auf eine endliche Menge Ausgangsmaterial, die ausreichend für den Abschluss eines oder mehrerer vollständiger Bauzyklen ist.

3.8.2

kontinuierliche Verarbeitung, Substantiv

en **continuous feed processing**

<des Ausgangsmaterials> Verfahren aus Vorbereitungs- und Zuführungsvorgängen zur Lieferung von *Ausgangsmaterial* (3.6.6) in einem unterbrechungsfreien Prozess je nach Notwendigkeit für den *Bauprozess* (3.3.8)

Anmerkung 1 zum Begriff: Vorgänge mit Pulver-Ausgangsmaterial können gewöhnlich das Vermischen von Pulvern bis zum Erreichen der gewünschten Zusammensetzung für den *Bauprozess* einschließen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die kontinuierliche Verarbeitung unterscheidet sich von der *Chargen-Verarbeitung* (3.8.1) dadurch, dass das Ausgangsmaterial nicht auf eine endliche Menge begrenzt ist.

3.8.3

Vorratsbehälter, Substantiv

en **feed region**

<bei pulverbettbasiertem Schmelzen> Bereich(e) in der Maschine, wo *Ausgangsmaterialien* (3.6.6) gelagert werden und von dem/denen aus eine Menge des Ausgangswerkstoffs wiederholt während des *Bauprozesses* (3.3.8) zum *Pulverbett* (3.8.5) transportiert wird

3.8.4

Überlaufbehälter, Substantiv

en **overflow region**

<bei pulverbettbasiertem Schmelzen> Bereich in der Maschine, wo überschüssiges Pulver gesammelt und gelagert wird, nachdem eine Schicht während eines *Bauprozesses* (3.3.8) aufgetragen wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei bestimmten Maschinentypen kann der Überlaufbehälter aus einer oder mehreren dafür vorgesehenen Kammern oder aus einem Pulver-Recycling-System bestehen.

3.8.5

Pulverbett, Substantiv

Bauteilbett

en **powder bed**
part bed

Bereich in einem *additiven Fertigungssystem* (3.1.3), wo *Ausgangsmaterial* (3.6.6) aufgetragen und gezielt durch eine Wärmequelle verschmolzen oder durch einen Klebstoff verbunden wird, um *Bauteile* (3.9.1) aufzubauen

3.8.6

Pulvermischung, Substantiv

en **powder blend**

Pulvermenge, erzeugt durch gründliches Vermengen von Pulvern, die aus einer oder mehreren *Pulver-Losen* (3.6.2) der gleichen nominellen Zusammensetzung stammen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine typische Pulvermischung besteht aus einer Kombination aus *neuem* (3.6.4) *Pulver* und *gebrauchtem Pulver* (3.8.9). Die spezifischen Anforderungen an eine Pulvermischung sind typischerweise durch die Anwendung oder durch eine Vereinbarung zwischen Lieferant und Endnutzer bestimmt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es wird zwischen Pulvermischung und Pulvergemisch unterschieden, wobei Pulvermischungen Kombinationen aus Pulvern mit nominell identischen Zusammensetzungen sind und Pulvergemische Kombinationen aus Pulvern mit unterschiedlichen Zusammensetzungen sind.

3.8.7

Pulvermix, Substantiv

Pulvergemisch

en **powder mix**
powder mixture

Pulvermenge aus gründlich vermengten Pulvern mit unterschiedlichen nominellen Zusammensetzungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird zwischen Pulvermischung und Pulvergemisch unterschieden, wobei Pulvermischungen Kombinationen aus Pulvern mit nominell identischen Zusammensetzungen sind und Pulvergemische Kombinationen aus Pulvern mit unterschiedlichen Zusammensetzungen sind.

3.8.8

Pulverkuchen, Substantiv

en **part cake**

<bei einem pulverbettbasierten Schmelz-Prozess, in dem eine beheizte Baukammer verwendet wird> schwach verbundenes Pulver, das die gefertigten *Bauteile* (3.9.1) am Ende eines *Bauprozesses* (3.3.8) umgibt

3.8.9

gebrauchtes Pulver, Substantiv

en **used powder**

Pulver, das während mindestens eines vorherigen *Bauprozesses* (3.3.8) als *Ausgangsmaterial* (3.6.6) in einer *AM-Maschine* (3.1.4) verwendet wurde

3.8.10

Laser-Sintern, Substantiv

LS

en **laser sintering**

Prozess des *pulverbettbasierten Schmelzens* (3.2.5), in welchem in einer geschlossenen Baukammer Bauteile aus pulvrigen Materialien *Schicht* (3.3.7) für Schicht unter Nutzung eines oder mehrerer Laser durch gezieltes Verschmelzen oder Schmelzen von Partikeln an der Oberfläche produziert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die meisten LS-Maschinen schmelzen die verarbeiteten Materialien teilweise oder vollständig. Der Begriff „Sintern“ ist ein historischer Begriff und eine Falschbezeichnung, da der Prozess typischerweise vollständiges oder teilweises Schmelzen beinhaltet, im Gegensatz zu traditionellem Pulver-Metall-Sintern mit einer Form und Wärme und/oder Druck.

3.9 Bauteile: Allgemeines

3.9.1

Bauteil, Substantiv

en **part**

verbundener Werkstoff, der ein Funktionselement bildet, das ein gesamtes oder einen Abschnitt eines vorgesehenen Produkts darstellen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die funktionellen Anforderungen an ein Bauteil sind typischerweise durch die vorgesehene Anwendung bestimmt.

3.9.2

Gitter, Substantiv

Gitterstruktur

en **lattice**

lattice structure

geometrischer Aufbau, bestehend aus Verbindungen zwischen Eckpunkten (Punkten), die eine funktionale Konstruktion bilden

3.10 Bauteile: Anwendungen

3.10.1

Prototyp, Substantiv

en **prototype**

physische Darstellung eines gesamten Produkts oder einer Komponente davon, die mit Einschränkungen für Analyse, Design und Auswertung verwendet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Anforderungen an *Bauteile* (3.9.1), die als Prototypen verwendet werden, hängen vom individuellen Analyse- und Auswertungsbedarf ab und werden daher typischerweise nach Vereinbarung zwischen Lieferant und Endnutzer bestimmt.

3.10.2

Werkzeugprototyp, Substantiv

en **prototype tooling**

Satz von Formen, Matrizen und andere Vorrichtungen, die für Zwecke des Prototypenbaus verwendet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Art von Werkzeug kann manchmal zur Erprobung des Werkzeug-Designs und/oder zur Produktion von Endverwendungs-*Bauteilen* (3.9.1) verwendet werden, während Produktionswerkzeuge hergestellt werden. Bei dieser Gelegenheit wird das Werkzeug typischerweise als Überbrückungswerkzeug bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Werkzeugprototyp wird manchmal auch Überbrückungswerkzeug oder Soft-Tooling genannt.

3.10.3

Rapid-Prototyping, Substantiv

<bei additiver Fertigung> Anwendung *additiver Fertigung* (3.1.2), die dazu vorgesehen ist, den für die Produktion von *Prototypen* (3.10.1) benötigten Zeitraum zu reduzieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Historisch gesehen war Rapid-Prototyping (RP) die erste kommerziell signifikante Anwendung in der additiven Fertigung und wird daher als üblicher allgemeiner Begriff für diese Art von Technologie verwendet.

3.10.4

Rapid-Tooling, Substantiv

<bei additiver Fertigung> Anwendung *additiver Fertigung* (3.1.2), die für die Produktion von Werkzeugen oder Werkzeugkomponenten mit geringerer Durchlaufzeit, im Vergleich zum konventionellen Werkzeugbau, vorgesehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Rapid-Tooling kann direkt durch den additiven Fertigungsprozess erfolgen oder indirekt durch Produktion von Mustern, die wiederum in einem Sekundärprozess verwendet werden, um die tatsächlichen Werkzeuge herzustellen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Neben additiver Fertigung kann der Begriff „Rapid-Tooling“ auch für die Werkzeugproduktion mit reduzierten Durchlaufzeiten durch subtraktive Fertigungsmethoden, wie CNC-Fräsen usw., gelten.

3.11 Bauteile: Eigenschaften

3.11.1

Genauigkeit, Substantiv

en **accuracy**

Nähe der Übereinstimmung zwischen einem Messergebnis und einem akzeptierten Referenzwert

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Kontext der *additiven Fertigung* (3.1.2) ist die akzeptierte Referenz typischerweise das digitale Modell.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Genauigkeit eines additiven Fertigungsprozesses kann sich in den X-, Y- und Z-Richtungen unterscheiden. Das bedeutet, dass eine Bauteilgenauigkeit in diesen Fällen von der Ausrichtung des Bauteils im Verhältnis zum Koordinatensystem der Maschine abhängt.

3.11.2

Präzision, Substantiv

en **precision**

<Bauprozess> Grad der Annäherung, der zwischen den Ergebnissen, die an mehreren Bauteilen unter vorgeschriebenen Bedingungen erhalten werden, erreicht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Präzision eines Prozesses der *additiven Fertigung* (3.1.2) kann von der Stelle innerhalb des *Bauraumes* (3.3.3) abhängig und auch in X-, Y- und Z-Richtung jeweils unterschiedlich sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Präzision ist abhängig von inhärenten Schwankungen im Aufbauprozess und bezieht sich nicht auf den akzeptierten Referenzwert.

3.11.3

Auflösung, Substantiv

en **resolution**

Maße des kleinsten Bauteilmerkmals, das auf kontrollierbare Weise gebaut werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Kontext der *additiven Fertigung* (3.1.2) werden die Maße gewöhnlich in X-, Y- und Z-Richtung aufgezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einem schichtweisen Bauprozess ist die Auflösung in Z-Richtung gewöhnlich identisch mit der Schichtdicke.

Anmerkung 3 zum Begriff: Aufgrund der Ausrichtung des Bauteils während des *Bauprozesses* (3.3.8) kann die Auflösung des *Bauteils* (3.9.1) in verschiedenen Richtungen unterschiedlich sein.

3.11.4

wie gebaut, Partizip
en **as-built**, Adjektiv

Zustand von *Bauteilen* (3.9.1), die durch additive Fertigung hergestellt wurden, vor der *Nachbearbeitung* (3.6.10), abgesehen von, wenn notwendig, der Entfernung von einer *Bauplatzform* (3.3.5) sowie der Entfernung von *Stützen* (3.3.9) und/oder nicht verarbeitetem *Ausgangsmaterial* (3.6.6)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zustand „wie gebaut“ kann sich auf Bauteile mit oder ohne *Stützen* beziehen, ob auf oder außerhalb der *Bauplatzform*.

3.11.5

wie konstruiert, Partizip
en **as-designed**, Adjektiv

Zustand, der das durch additive Fertigung zu hergestellte *Bauteil* (3.9.1) in digitaler Form darstellt, gewöhnlich als 3-D-Modelldaten

Anmerkung 1 zum Begriff: Das digitale Modell kann als geschützte CAD-Datei, *AMF* (3.4.1)-Datei, *STL* (3.4.6)-Datei, *STEP* (3.4.5)-Datei oder jede andere vergleichbare Form von 3-D-Modelldaten ausgedrückt werden.

3.11.6

vollständig dicht, Adjektiv
en **fully dense**

Zustand, in dem der Werkstoff des hergestellten Bauteils frei von signifikanten Luftporen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Praxis sind Werkstoffe ohne Luftporen mit jedem Fertigungsprozess schwer zu produzieren und im Allgemeinen ist etwas Mikroporosität vorhanden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Signifikanz und der zulässige Gehalt an Luftporen werden typischerweise basierend auf den Anforderungen an die Anwendung des Endprodukts bestimmt.

3.11.7

endkonturnah, Adjektiv
en **near net shape**

Zustand, in dem die Komponenten wenig *Nachbearbeitung* (3.6.10) erfordern, um Maßtoleranzen zu erfüllen

3.11.8

Porosität, Substantiv
en **porosity**

<Eigenschaft> Anwesenheit kleiner Luftporen in einem *Bauteil* (3.9.1), welche dieses weniger als *vollständig dicht* (3.11.6) machen

Anmerkung 1 zum Begriff: Porosität kann als Verhältnis quantifiziert werden, ausgedrückt als prozentualer Anteil des Luftporen-Volumens am Gesamtvolumen des Bauteils.

3.11.9

Wiederholpräzision, Substantiv
en **repeatability**

Grad der Übereinstimmung von zwei oder mehr Messungen der gleichen Eigenschaft mit der gleichen Ausrüstung und in der gleichen Umgebung

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Rahmen der *additiven Fertigung* (3.1.2) bezieht sich die Wiederholpräzision gewöhnlich auf den Grad der Übereinstimmung der messbaren Eigenschaften zwischen identischen *Bauteilen* (3.9.1), die unter Anwendung derselben *Prozessparameter* (3.3.10) und derselben *Systemkonfiguration* (3.3.11) aber in unterschiedlichen *Bauzyklen* (3.3.8) hergestellt wurden.

3.12 Bauteile: Beurteilung

3.12.1

Prüfplan, Substantiv
en **inspection plan**

Satz von Anweisungen zur Festlegung des Überprüfungsprozesses, einschließlich geeigneter Ressourcen und geeigneter Prüffolge, die im *Fertigungsplan* (3.3.13) in Bezug zu nehmen sind

3.12.2

erstes Muster, Substantiv
erstes Produktionsteil
en **first article**

first production part

Bauteil (3.9.1), das der Prüfung und Beurteilung auf Konformität mit den in einer Bestellung oder anderweitig festgelegten Anforderungen vor oder in den ersten Produktionsphasen unterzogen wird

3.12.3

Referenz-Bauteil, Substantiv
en **reference part**

Bauteil (3.9.1) mit Eigenschaften ähnlich denen des/der angestrebten fertigen Bauteile(s), welches unterschiedliche Geometrien, Größen oder Merkmale aufweisen kann, die leicht messbar oder beschreibbar sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Referenz-Bauteile sind gewöhnlich Opferbauteile mit einfachen Geometrien, die für die Überprüfung von Baueigenschaften und die Verringerung des Messaufwands verwendet werden.

3.12.4

Endprüfung, Substantiv
Prüfung vor dem Versand
en **final inspection**

pre-shipment inspection

Prozess der Überprüfung gefertigter *Bauteile* (3.9.1) vor dem Versand, um die Erfüllung der in einer Bestellung oder anderweitig vorgegebenen Anforderungen zu bestätigen

3.12.5

Qualifizierung, Substantiv
en **qualification**

Prozess zum Nachweis, ob eine Instanz in der Lage ist, die festgelegten Anforderungen zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Rahmen der *additiven Fertigung* (3.1.2) umfasst die Qualifizierung gewöhnlich *Bauteile* (3.9.1), Materialien, Ausrüstung, Bediener und Prozesse.

[QUELLE: ISO/IEC/IEEE 12207:2017, 3.1.40, [5] modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

Anhang A (normativ)

Identifizierung von AM-Prozessen auf der Grundlage von Prozesskategorien und bestimmenden Eigenschaften

A.1 Allgemeines

Kategorien additiver Fertigungsprozesse werden angewendet zur allgemeinen strukturellen Unterscheidung verschiedener AM-Prozesse auf der Grundlage der Prozessarchitektur und typischer Prozesseigenschaften. Allerdings besteht mitunter die Notwendigkeit, verschiedene Prozesse innerhalb jeder Prozesskategorie zu spezifizieren; beispielsweise die Unterscheidung zwischen pulverbettbasiertem Schmelzen von Polymeren und pulverbettbasiertem Schmelzen von Metallen oder zwischen pulverbettbasiertem Schmelzen von Metallen mittels Laserstrahl und pulverbettbasiertem Schmelzen von Metallen mittels Elektronenstrahl. Dieser Anhang soll denjenigen als Hilfestellung dienen, die einen Prozess detaillierter als nur in Prozesskategorien unter Verwendung allgemeiner Begriffe und Abkürzungen identifizieren wollen.

A.2 Aufbau, Verwendung von Markierungen und Akronymen

Die Spezifikation verschiedener Prozesse innerhalb einer Prozesskategorie sollte dem Prinzip nach vom Allgemeinen hin zum Spezifischen erfolgen, beginnend mit der Festlegung der Prozesskategorie, gefolgt von den Unterscheidungsmerkmalen für den AM-Prozess und die verarbeiteten Materialien.

In dieser Spezifikation sollten den Prozessmerkmalen ein Bindestrich „-“ und den Materialien ein Schrägstrich „/“ vorangestellt sein.

BEISPIEL Prozesskategorie - Prozessmerkmal/-material(ien). Die Spezifikation kann detaillierter ausgeführt werden, indem weitere Unterscheidungsmerkmale und mehr festgelegte Materialunterscheidungen hinzugefügt werden.

Abkürzungen für Prozesskategorien sind zu verwenden wie in 3.2 festgelegt.

Die Abkürzungen für Prozessmerkmale sollten wie folgt lauten:

- Für Freistrahl-Bindemittelauftrag:
 - Wenn die Bauteile direkt durch Verbinden des vorgesehenen Bauteil-Materials in einem einzelnen Prozessschritt verbunden werden, wird diese Prozessart gekennzeichnet mit: -SSt, (einstufiger Prozess, en: single-step process).
 - Wenn für die Bauteile weitere Prozessstufen zur Verfestigung und Formung der Verbindungen des vorgesehenen Bauteil-Materials erforderlich sind: -MSt (mehrstufiger Prozess).
- Für Materialauftrag mit gerichteter Energieeinbringung: -LB für Laserstrahl (en: laser beam), -EB für Elektronenstrahl (en: electron beam) und -Arc, (de: Bogen) wenn die gerichtete Energiequelle ein Lichtbogen ist.
- Für Materialextrusion: -CRB, wenn das Material mittels chemischer Reaktion verbunden wird, -TRB, wenn das Material mittels thermischer Reaktion verbunden wird.

- Für Freistrahlmateriale Auftrag: -UV, wenn für das aufgetragene Material das Aushärten mit ultraviolettem Licht erforderlich ist; -CRB, wenn das aufgetragene Material mittels chemischer Reaktion verbunden wird, -TRB, wenn das aufgetragene Material mittels thermischer Reaktion verbunden wird.
- Für pulverbettbasiertes Schmelzen: -LB für Laserstrahl (en: laser beam), -EB für Elektronenstrahl (en: electron beam) und -IrL, wenn die thermische Energiequelle Infrarotlicht ist.
- Für Schichtlaminiertung: -AJ für Kleben (en: adhesive joining) und -UC für Ultraschall-Verfestigung (en: ultrasonic consolidation).
- Für badbasierte Photopolymerisation: -UVL für Aushärtung mittels ultraviolettem Laserstrahl; -UVM für Aushärtung mittels ultraviolettem Licht, das selektiv durch eine Maske tritt; -LED für Aushärtung mittels Licht aus Leuchtdioden (LED, en: light-emitting diode).

Die Abkürzungen für die Grundtypen von Materialien sollten wie folgt lauten:

- M für metallische Werkstoffe;
- P für Polymerwerkstoffe;
- C für keramische Werkstoffe (en: ceramic);
- Cp für Verbundwerkstoffe (en: composite materials) unterschiedlicher Grundarten, beispielsweise Polymermatrix mit Metall oder Keramikfüllstoff.

Die Zusammensetzung von Verbundwerkstoffen sollte aufgeführt werden, beginnend mit dem wesentlichsten Werkstoffbestandteil, gefolgt von dem nächstwichtigen Werkstoffbestandteil, getrennt durch ein Komma (,) usw.

BEISPIEL Photopolymer mit Aluminiumoxid-Füllstoff: /PP,Al₂O₃; oder Wolframcarbid in Kobaltmatrix: /WC,Co.

Die Bedeutungen der für die Festlegung eines Prozesses in einem Dokument verwendeten Abkürzungen sollten festgelegt sein in einer Liste von Begriffen und Abkürzungen innerhalb desselben Dokuments, sofern diese Abkürzungen nicht in einer veröffentlichten Norm enthalten und definiert sind; in letzterem Fall sollte das Dokument auf jene Norm verweisen.

A.3 Beispiele

- Pulverbettbasiertes Schmelzen von Ti6Al4V mittels Elektronenstrahl: PBF-EB/M/Ti6Al4V.

Die Prozesskategorie ist pulverbettbasiertes Schmelzen (PBF), für die Verfestigung wird ein Elektronenstrahl eingesetzt (-EB), es handelt sich um einen metallischen Werkstoff (/M), genauer Ti6Al4V (/Ti6Al4V). Da mittels Elektronenstrahl jedoch nur leitfähige Materialien verfestigt werden können und die Legierung Ti6Al4V kaum mit etwas anderem als einem metallischen Material verwechselt werden kann, kann in diesem Fall „/M“ entfallen, wodurch sich die folgende Spezifikation ergibt: PBF-EB/Ti6Al4V.

- Pulverbettbasiertes Schmelzen von Kobaltchrom mittels laserbasiertem System: PBF-LB/M/CoCr.

Die Prozesskategorie ist pulverbettbasiertes Schmelzen (PBF) mittels Laserstrahl (-LB) an einem metallischen Werkstoff (/M), einer Kobalt-Chrom-Legierung (/CoCr). Ähnlich wie beim vorstehenden Beispiel kann dies zu PBF-LB/CoCr verkürzt werden.

- Pulverbettbasiertes Schmelzen von glasgefülltem Polyamid-12 (PA12): PBF-LB/P/PA12GF.

Die Prozesskategorie ist pulverbettbasiertes Schmelzen (PBF), für die Verfestigung wird ein Laserstrahl eingesetzt (-LB), dies kann sowohl für Polymere als auch für Metalle angewendet werden (/P), der spezielle Werkstoff ist glasgefülltes Polyamid (/PA12GF).

- Freistrah-Bindemittelauftrag auf nichtrostendem Stahl mit anschließender Sinterung und Bronzeinfiltration: BJT-MSt/M/StS,BI.

Die Prozesskategorie ist Freistrah-Bindemittelauftrag (BJT), ein mehrstufiger Prozess (-MSt) für metallische Werkstoffe (/M), in diesem Fall ein Verbundwerkstoff bestehend aus nichtrostendem Stahl (/StS) [en: stainless steel] mit Bronzeinfiltration (/BI).

- Materialeextrusion von ABS-Kunststoff aus einer beheizten Düse: MEX-TRB/P/ABS.

Die Prozesskategorie ist Materialeextrusion (MEX), das Material wird durch thermische Reaktion verbunden (-TRB), es handelt sich um ein Polymer (/P), in diesem Fall ABS (/ABS).

- Materialeextrusion von Silikon: MEX-CRB/P/Silicone.

Die Prozesskategorie ist Materialeextrusion (MEX), das Material wird durch chemische Reaktion verbunden (-CRB), es handelt sich um ein Polymer (/P), in diesem Fall Silikon (/Silicone).

- Materialeextrusion von Beton: MEX-CRB/C/Concrete.

Die Prozesskategorie ist Materialeextrusion (MEX), das Material wird durch chemische Reaktion verbunden (-CRB), es handelt sich um einen keramischen Werkstoff (/C), in diesem Fall Beton (/Concrete).

Anhang B (informativ)

Grundprinzipien

B.1 Additive Formgebung von Werkstoffen

Die Funktionalität eines hergestellten Gegenstands wird von der Kombination aus der Geometrie des Gegenstands und dessen Werkstoffeigenschaften determiniert. Um diese Kombination zu erzielen, besteht ein Fertigungsprozess aus einer Reihe von Prozessabläufen und Unterprozessen, welche die Gestalt der vorgesehenen Geometrie mit einem Werkstoff kombiniert, der zu den gewünschten Eigenschaften fähig ist. Die Gestaltung von Materialien zu Gegenständen innerhalb eines Fertigungsprozesses kann durch Anwendung eines oder einer Kombination der drei Grundprinzipien erzielt werden.

- **Formgebende Fertigung:** Die gewünschte Form wird durch die Anwendung von Druck auf einen Körper aus Rohmaterial erreicht.

BEISPIEL Schmieden, Biegen, Gießen, Spritzgießen, Verdichtung von Grünkörpern in der konventionellen Pulvermetallurgie oder Keramikverarbeitung usw.

- **Subtraktive Fertigung:** Die gewünschte Form wird durch selektives Entfernen von Werkstoff erzielt.

BEISPIEL Fräsen, Drehen, Bohren, Funkenerodieren (EDM, en: electrical discharge machining) usw.

- **Additive Formgebung:** Die gewünschte Form wird durch sukzessive Aufbringung von Material erzielt.

Die Gegenstände oder Bauteile mit der erlangten Form können durch Verbinden unterschiedlicher Bauteile durch einen physikalischen, chemischen oder mechanischen Vorgang, wie z. B. Schweißen, Löten, Kleben, durch Verbindungselemente usw., zu komplexer geformten Produkten kombiniert werden.

Additive Fertigungstechnologien wenden die additive Formgebung an und bauen dadurch mittels sukzessiver Aufbringung von Material physische 3-D-Geometrien auf.

„Aufbringung von Material“ bedeutet, dass Einheiten von Ausgangsmaterial zusammengebracht und verbunden (z. B. verschmolzen oder verbunden) werden, meist Schicht für Schicht, um ein Bauteil zu bauen. Der bestimmende Faktor bei jedem Prozess ist die zum Aufbringen der Materialien verwendete Technik. Diese bestimmt beispielsweise, welche Arten von Materialien im Prozess möglich sind, da unterschiedliche Materialien unterschiedliche Prinzipien zum Verschmelzen oder Kleben aufweisen. Grundsätzlich werden bei additiven Fertigungsprozessen die grundlegenden Eigenschaften der Produkte bestimmt durch:

- a) Art des Werkstoffs (Polymer-, Metall-, Keramik- oder Verbundwerkstoff);
- b) für das Verschmelzen oder Verbinden angewendetes Prinzip (Schmelzen, Aushärten, Sintern usw.);
- c) Ausgangsmaterial, das für das Aufbringen von Material verwendet wird (Flüssigkeit, Pulver, Suspension, Filament, Folie usw.); und
- d) wie das Material zusammengebracht wird, d. h. die Maschinenarchitektur.

Der Prozess des sukzessiven Aufbringens von Material zum Bau eines Bauteils macht die Werkstoffeigenschaften in diesem Bauteil höchst abhängig vom Maschinentyp und den Prozessparametern im additiven Betrieb. Somit ist es nicht möglich, diese Werkstoffeigenschaften genau vorauszusagen, ohne sie an einen bestimmten Maschinentyp und Prozessparameter zu koppeln.

Ein schichtweiser Ansatz beim additiven Bau von Bauteilen kann auch Richtungsabhängigkeiten bei den Werkstoffeigenschaften dieses Bauteils verursachen. Somit können Werkstoffeigenschaften in einem AM-Bauteil abhängig von der Ausrichtung und Position des Bauteils im Bauraum während der Verarbeitung sein.

B.2 Einstufige und mehrstufige additive Fertigungsprozesse

Es ist selten, dass die Herstellung eines fertigen Produkts vollständig innerhalb eines einzelnen Prozessprinzips abgeschlossen werden kann. Gewöhnlich sind eine Reihe von Betriebsabläufen und Unterprozessen erforderlich, um die vorgesehene Kombination aus geometrischer Form und angestrebten Eigenschaften zu erreichen. Jedoch gibt es im AM-Kontext eine Unterscheidung, welche Betriebsabläufe unverzichtbar für den additiven Prozess sind und welche stark produkt- und anwendungsabhängige Vorbereitungs- und Nachbearbeitungsvorgänge sind. Wird additive Fertigung innerhalb eines industriellen Fertigungssystems angewendet, ist diese Unterscheidung notwendig, um zu klären, welcher Teil des gesamten Fertigungsprozesses den tatsächlichen additiven Fertigungsprozess ausmacht und welcher Teil des gesamten Fertigungssystems das tatsächliche additive Fertigungssystem ausmacht, damit Normen angemessen angewendet werden können.

Das Grundprinzip von AM-Prozessen ist, dreidimensionale Bauteile durch sukzessive Materialaufbringung zu formen. Abhängig vom Prozess können die Bauteile die Grundgeometrie und grundlegenden Eigenschaften des vorgesehenen Werkstoffs in einem einzelnen Prozessschritt erlangen, d. h. in einem einstufigen Prozess, oder sie können die Geometrie in einem primären Prozessschritt erlangen und dann die grundlegenden Eigenschaften des vorgesehenen Werkstoffs (z. B. metallische Eigenschaften eines vorgesehenen metallischen Bauteils und keramische Eigenschaften für ein vorgesehenes keramisches Bauteil) in einem sekundären Prozessschritt, d. h. in einem mehrstufigen Prozess, siehe Bild B.1. Zum Beispiel erlangt der Gegenstand die Grundgeometrie durch Verbinden von Pulver mit einem Bindemittel im primären Prozessschritt, welchem die Materialverfestigung durch Sintern, mit oder ohne Infiltrieren, in den nächsten Prozessschritten folgt. Abhängig von der Endanwendung können sowohl einstufige als auch mehrstufige Prozesse einen oder mehrere Nachbearbeitungsvorgänge, wie z. B. Wärmebehandlungen (einschließlich HIP), Oberflächenbearbeitungen und andere (zu weiteren siehe ISO 17296-2 [6]) erfordern, um die vorgesehenen Eigenschaften im Endprodukt zu erhalten.

AM-Technologie kann verwendet werden, um Werkzeuge, Formen und Gussmuster zu produzieren, welche anschließend für die Herstellung der vorgesehenen Produkte verwendet werden. Allerdings werden in diesem Szenario die Gussmuster, Formen oder Werkzeuge mit dem AM-Prozess produziert, nicht das vorgesehene Endprodukt. Somit sollte die Fertigung der vorgesehenen Endprodukte in diesen Prozessen eher als durch Anwendungen der AM-Technologie ermöglicht denn selbst als einer der AM-Produktionsprozesse betrachtet werden.

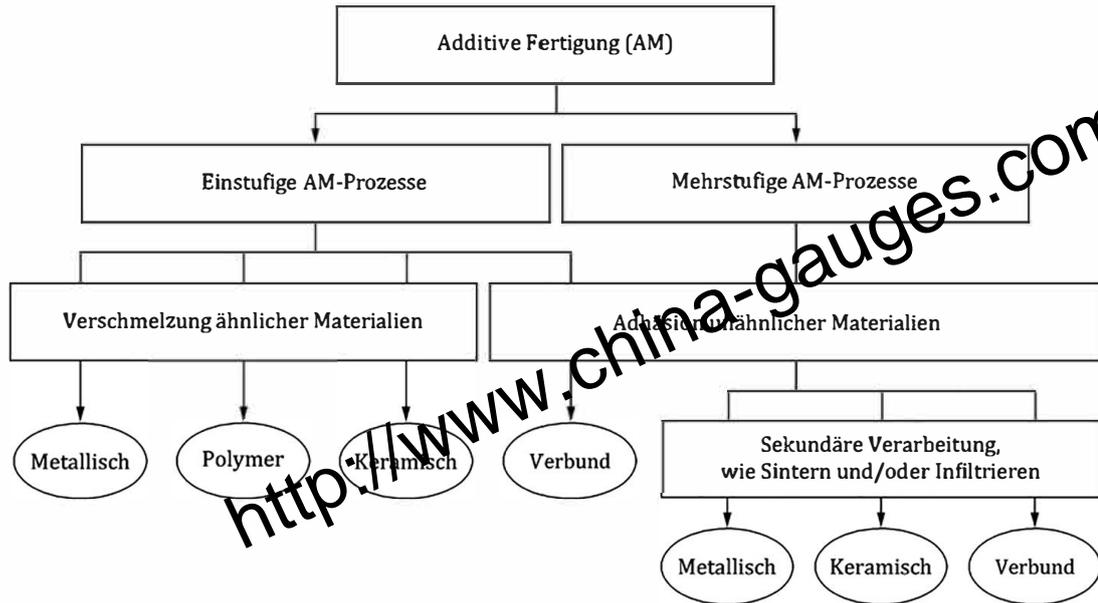


Bild B.1 — Einstufige und mehrstufige AM-Prozessprinzipien

B.3 Prozessprinzipien der additiven Fertigung

B.3.1 Allgemeines

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, wie Materialeinheiten zu einem Bauteil verbunden werden können. Verschiedene Werkstoffarten werden durch unterschiedliche Arten von Atombindungen zusammengehalten: metallische Werkstoffe werden typischerweise durch metallische Bindungen zusammengehalten, Polymer-Moleküle typischerweise durch kovalente Bindungen, keramische Werkstoffe typischerweise durch Ionen- und/oder kovalente Bindungen und Verbundwerkstoffe durch eine Kombination aus den oben genannten. Die Art der Verbindung sorgt für die grundlegendsten Voraussetzungen dafür, wie diese Werkstoffart in einem additiven Prozess verbunden werden kann. Neben der Werkstoffart hängt auch der Verbindungsvorgang von der Form ab, in der Material in das System eingebracht und dort, wo es auf das Bauteil aufzubringen ist, auf der Oberfläche verteilt wird. Bei additiven Fertigungsprozessen kann das Ausgangsmaterial, der Massenrohstoff, der in den Prozess eingespeist wird, typischerweise in Form von Pulver (trocken, als Paste oder als Schlicker), Filament, Folie, geschmolzen und bei Polymeren auch in Form von nicht ausgehärtetem Flüssigharz vorliegen. Abhängig von der Form kann dann das Ausgangsmaterial Schicht für Schicht in einem Pulverbett verteilt, von einer Düse abgesetzt, als Schichten in einem Folienstapel aufgetragen, durch einen Druckkopf abgesetzt oder als Flüssigkeit, Paste oder Schlicker in einem Bad aufgetragen werden. Hinsichtlich der vielfältigen Möglichkeiten der Variation bei unterschiedlichen Werkstoffarten, unterschiedlichen Arten von Ausgangsmaterialien und Mitteln zu dessen Verteilung gibt es eine große Anzahl möglicher Prinzipien, die für additive Fertigungsprozesse verwendet werden können. Obwohl es weltweit in diesem Bereich signifikante Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gibt, wurden bei weitem nicht alle möglichen Lösungen jeweils in einen Arbeitsprozess umgesetzt, und noch weniger haben den Markt erreicht. Bild B.2 bis Bild B.5 geben einen Überblick über die Prozessprinzipien, die derzeit auf dem Markt verfügbar sind und sich als in einem industriellen Kontext realisierbar erwiesen haben.

B.3.2 Überblick über einstufige AM-Prozessprinzipien

Die Bauteile werden in einem einzelnen Arbeitsgang hergestellt, bei dem die grundlegende geometrische Form und die grundlegenden Werkstoffeigenschaften des vorgesehenen Produkts simultan in einem einzelnen Arbeitsgang erzielt werden. Das Entfernen der Stützkonstruktion und Reinigung können notwendig sein. Bild B.2 bis Bild B.4 geben Überblick über einstufige AM-Prozessprinzipien für metallische Werkstoffe, Polymerwerkstoffe und keramische Werkstoffe.

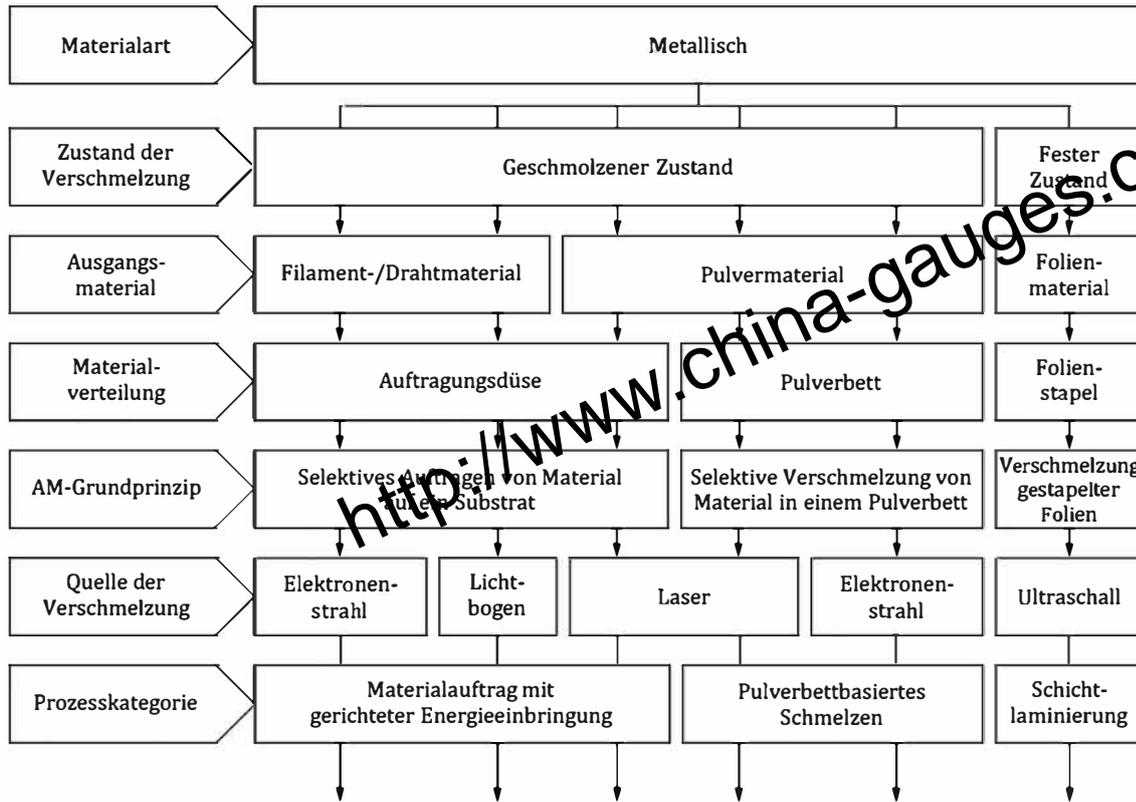


Bild B.2 — Überblick über die einstufigen AM-Prozessprinzipien für metallische Werkstoffe

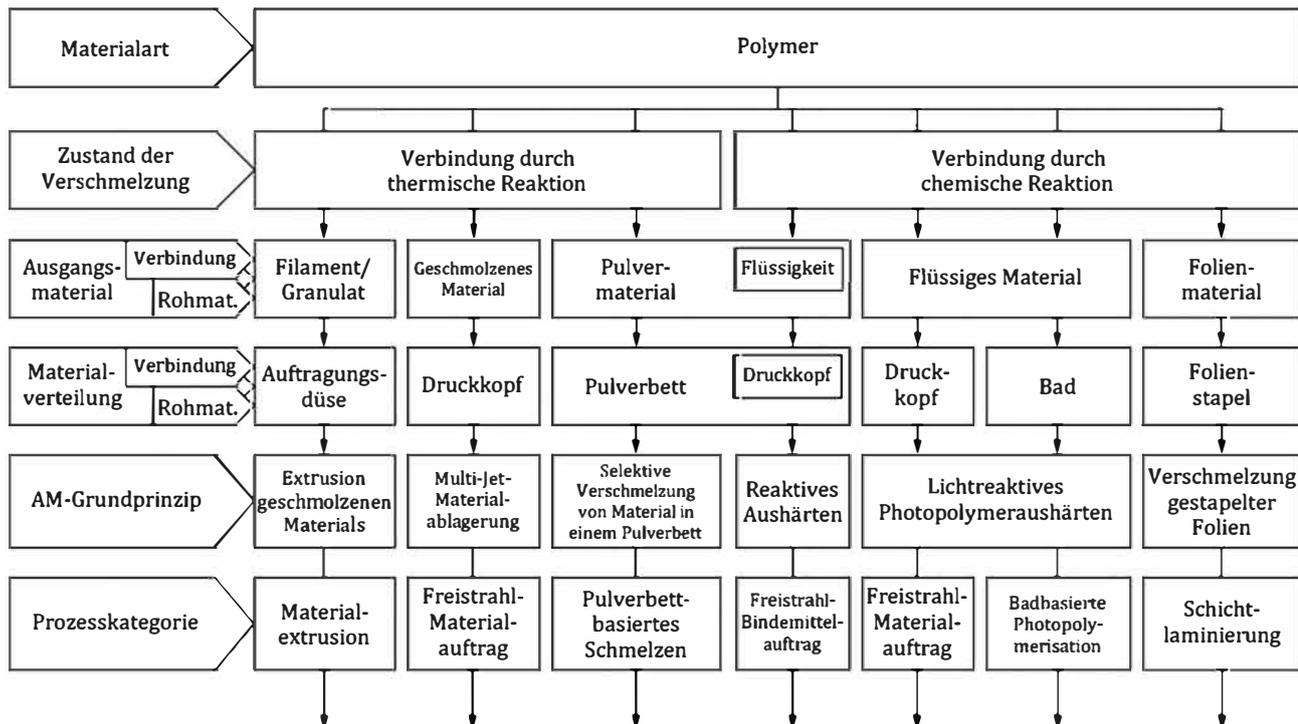


Bild B.3 — Überblick über die einstufigen AM-Prozessprinzipien für Polymerwerkstoffe

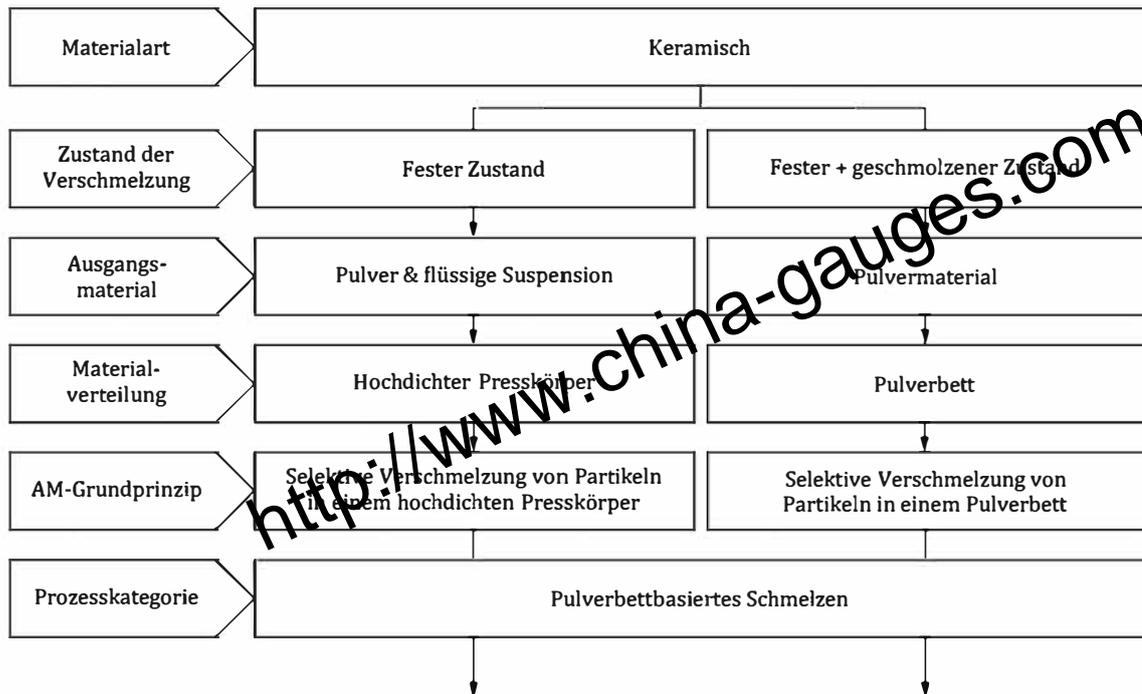


Bild B.4 — Überblick über die einstufigen AM-Prozessprinzipien für keramische Werkstoffe

B.3.3 Überblick über mehrstufige AM-Prozessprinzipien

Die Bauteile werden in zwei oder mehr Arbeitsgängen gefertigt, wobei der erste typischerweise die grundlegende geometrische Gestalt liefert und der folgende das Bauteil auf die vorgesehenen grundlegenden Werkstoffeigenschaften verfestigt. Falls gewünscht, kann der Prozess nach dem ersten Arbeitsgang beendet werden, wodurch ein Bauteil als Verbundwerkstoff produziert wird, der durch Werkstoffklebung verbunden ist. Bild B.5 gibt einen Überblick mehrstufiger AM-Prozessprinzipien für metallische, keramische und Verbundwerkstoffe dar.

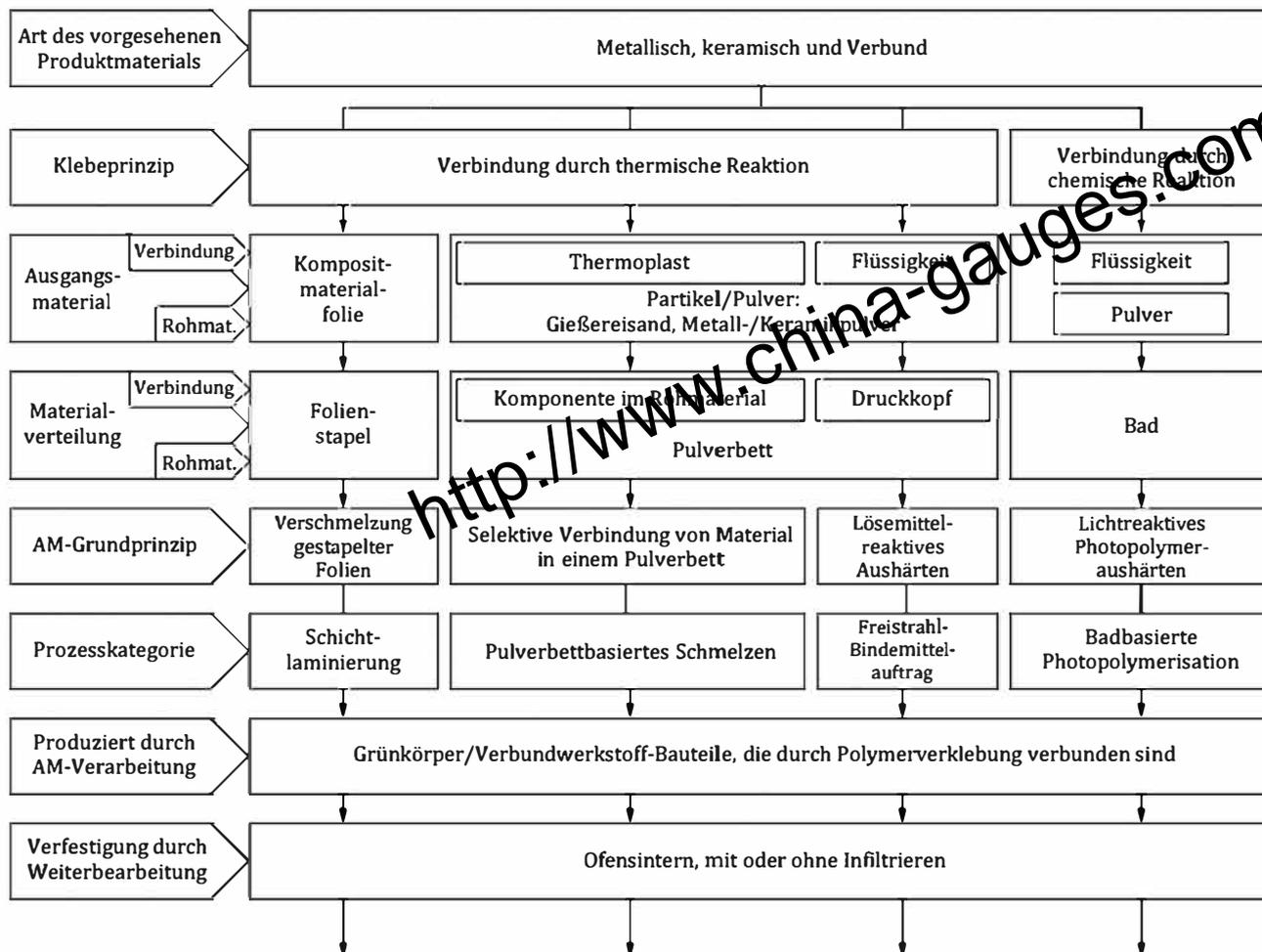


Bild B.5 — Überblick über die mehrstufigen AM-Prozessprinzipien für metallische, keramische und Verbundwerkstoffe

Literaturhinweise

- [1] ISO 841:2001, *Industrial automation systems and integration — Numerical control of machines — Coordinate system and motion nomenclature*
- [2] ISO 9001, *Quality management systems — Requirements*
- [3] ISO 10241-1, *Terminological entries in standards — Part 1: General requirements and examples of presentation*
- [4] ISO 10303, *Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange*
- [5] ISO/IEC 12207:2017, *Systems and software engineering — Software life cycle processes*
- [6] ISO 17296-2, *Additive manufacturing — General principles — Part 2: Overview of process categories and feedstock*
- [7] ISO/ASTM 52915, *Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2*
- [8] ISO/ASTM 52921, *Standard terminology for additive manufacturing — Coordinate systems and test methodologies*
- [9] ASQ ANSI C1, *Specification of General Requirements for a Quality Program*
- [10] W3C Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition). W3C, 2008, www.w3.org/TR/REC-xml

Stichwortverzeichnis

(0, 0, 0).....	3.15.12	Fertigungslos.....	3.8.12
3-D-Digitalisierung.....	3.4.13	Fertigungsplan.....	3.3.13
3-D-Druck.....	3.3.1	Filament.....	3.7.4
3-D-Drucker.....	3.1.1	gebrauchtes Pulver.....	3.8.9
3-D-Scannen.....	3.4.13	Genauigkeit.....	3.11.1
additive Fertigung.....	3.1.2	geometrischer Mittelpunkt.....	3.5.5
additives Fertigungssystem.....	3.1.3	Gitter.....	3.9.2
additives Fertigungszubehör.....	3.1.3	Gitterstruktur.....	3.9.2
additives System.....	3.1.3	Granulat.....	3.7.5
AMF.....	3.4.1	Haupt-Begrenzungsbox.....	3.5.4
AMF-Dateiformat.....	3.4.1	Kommentar.....	3.4.9
AMF-Editor.....	3.4.3	kontinuierliche Verarbeitung.....	3.8.2
AMF-Produzent.....	3.4.4	Laser-Sintern.....	3.8.10
AMF-Verarbeiter.....	3.4.2	Los.....	3.6.2
AM-Maschine.....	3.1.4	LS.....	3.8.10
AM-Maschinenbediener.....	3.1.5	Maschinen-Ausgangseinstellung.....	3.5.14
AM-Systembediener.....	3.1.6	Maschinen-Begrenzungsbox.....	3.5.3
Attribut.....	3.4.8	Maschinen-Koordinatensystem.....	3.5.11
Auflösung.....	3.11.3	Maschinen-Nullpunkt.....	3.5.14
Auftragsfähigkeit.....	3.6.4	Maschinen-Ursprung.....	3.5.14
Ausgangsmaterial.....	3.6.5	Materialauftrag.....	3.2.4
Ausgangsmaterialanbieter.....	3.6.7	Materialauftrag mit gerichteter Energieeinbringung.....	3.2.2
Ausgangsmaterialhersteller.....	3.6.6	Materialextrusion.....	3.2.3
Ausgangsmateriallieferant.....	3.6.7	mehrstufiger Prozess.....	3.1.9
aushärten.....	3.6.9	MEX.....	3.2.3
badbasierte Photopolymerisation.....	3.2.7	MJT.....	3.2.4
Bauhülle.....	3.5.9	Nachbearbeitung.....	3.6.10
Baukammer.....	3.3.2	neu.....	3.6.3
Bauoberfläche.....	3.3.6	Nullpunkt.....	3.5.12
Bauplatte.....	3.7.1	Nutzer des additiven Systems.....	3.1.6
Bauplatzform.....	3.3.5	Oberflächenmodell.....	3.4.12
Bauprozess.....	3.3.8	PBF.....	3.2.5
Bauraum.....	3.3.3	PDES.....	3.4.7
Bauteil.....	3.9.1	Porosität.....	3.11.8
Bauteilbett.....	3.8.5	Präzision.....	3.11.2
Bauteil-Neuorientierung.....	3.5.8	Produktionsdurchlauf.....	3.3.14
Bauteilposition.....	3.5.15	Prototyp.....	3.10.1
Bau-Ursprung.....	3.5.13	Prozesskette.....	3.3.15
Bauvolumen.....	3.3.4	Prozessparameter.....	3.3.10
Begrenzungsbox.....	3.5.1	Prüfplan.....	3.12.1
beliebig ausgerichtete Begrenzungsbox.....	3.5.2	Prüfung vor dem Versand.....	3.12.4
Bindemittelauftrag.....	3.2.1	Pulverbett.....	3.8.5
BJT.....	3.2.1	pulverbettbasiertes Schmelzen.....	3.2.5
Charge.....	3.6.1	Pulvergemisch.....	3.8.7
Chargen-Verarbeitung.....	3.8.1	Pulverkuchen.....	3.8.8
DED.....	3.2.2	Pulvermischung.....	3.8.6
einstufiger Prozess.....	3.1.10	Pulvermix.....	3.8.7
Element.....	3.4.10	Qualifizierung.....	3.12.5
endkonturnah.....	3.11.7	Rapid Prototyping.....	3.10.3
Endprüfung.....	3.12.4	Rapid Tooling.....	3.10.4
erstes Muster.....	3.12.2	Referenzbauteil.....	3.12.3
erstes Produktionsteil.....	3.12.2	Schicht.....	3.3.7
Extrudierkopf.....	3.7.2	Schichtlaminiierung.....	3.2.6
Extrusionsdüse.....	3.7.3	Schwerpunkt.....	3.5.5
Extrusionskopf.....	3.7.2	SHL.....	3.2.6
Facette.....	3.4.11		

STEP	3.4.5	Vorderseite.....	3.1.7
STL	3.4.6	Vorratsbehälter	3.8.3
Stützkonstruktion.....	3.3.9	VPP	3.2.7
Systemkonfiguration	3.3.11	Werkstofflieferant.....	3.1.8
Überlaufbehälter.....	3.8.4	Werkzeugprototyp	3.10.2
Ursprung	3.5.12	wie gebaut.....	3.11.4
ursprüngliche Bauteilorientierung.....	3.5.7	wie konstruiert	3.11.5
Vermerk der orthogonalen Ausrichtung.....	3.5.6	Wiederholpräzision	3.11.9
verschachtelt	3.5.10	X-Achse.....	3.5.16
Verschmelzung.....	3.6.8	Y-Achse.....	3.5.17
vollständig dicht	3.11.6	Z-Achse.....	3.5.18

<http://www.china-gauges.com/>