

DIN EN ISO/ASTM 52911-2

ICS 25.030

**Additive Fertigung –
Konstruktion –****Teil 2: Laserbasierte Pulverbettfusion von Polymeren
(ISO/ASTM 52911-2:2019);****Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52911-2:2019**

Additive manufacturing –

Design –

Part 2: Laser-based powder bed fusion of polymers (ISO/ASTM 52911-2:2019);

German version EN ISO/ASTM 52911-2:2019

Fabrication additive –

Conception –

Partie 2: Fusion laser sur lit de poudre polymère (ISO/ASTM 52911-2:2019);

Version allemande EN ISO/ASTM 52911-2:2019

Gesamtumfang 31 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)
DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52911-2:2019) 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 Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 145-04-03 GA „Additive Fertigung — NWT & FNK Gemeinschaftsarbeitsausschuss Kunststoffe & Elastomere“ im DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT).

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

ISO 17296-2:2015	siehe DIN EN ISO 17296-2:2016-12
ISO 17296-3:2014	siehe DIN EN ISO 17296-3:2016-12
ISO/ASTM 52900:2015	siehe DIN EN ISO/ASTM 52900:2017-06
ISO/ASTM 52901:2017	siehe DIN EN ISO/ASTM 52901:2018-12
ISO/ASTM 52910	siehe DIN EN ISO/ASTM 52910
ISO/ASTM 52915:2016	siehe DIN EN ISO/ASTM 52915:2017-10
ISO/ASTM 52921	siehe DIN EN ISO/ASTM 52921

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 17296-2:2016-12, *Additive Fertigung — Grundlagen — Teil 2: Überblick über Prozesskategorien und Ausgangswerkstoffe (ISO 17296-2:2015); Deutsche Fassung EN ISO 17296-2:2016*

DIN EN ISO 17296-3:2016-12, *Additive Fertigung — Grundlagen — Teil 3: Haupteigenschaften und entsprechende Prüfverfahren (ISO 17296-3:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17296-3:2016*

DIN EN ISO/ASTM 52900:2017-06, *Additive Fertigung — Grundlagen — Terminologie (ISO/ASTM 52900:2015); Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52900:2017*

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 52910, *Additive Fertigung — Konstruktion — Anforderungen, Richtlinien und Empfehlungen*

DIN EN ISO/ASTM 52915:2017-10, *Spezifikation für ein Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2016); Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52915:2017*

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

Deutsche Fassung

Additive Fertigung - Konstruktion -
Teil 2: Laserbasierte Pulverbettfusion von Polymeren
(ISO/ASTM 52911-2:2019)

Additive manufacturing - Design -
Part 2: Laser-based powder bed fusion of polymers
(ISO/ASTM 52911-2:2019)

Fabrication additive - Conception -
Partie 2: Fusion laser sur lit de poudre polymère
(ISO/ASTM 52911-2:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. September 2019 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 Symbole und Abkürzungen	8
4.1 Symbole	8
4.2 Abkürzungen	9
5 Eigenschaften pulverbettbasierter Schmelzverfahren (PBF-Verfahren)	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Bauteilgröße	10
5.3 In Bezug auf das PBF-Verfahren zu berücksichtigende Vorteile	10
5.4 In Bezug auf das PBF-Verfahren zu berücksichtigende Einschränkungen	10
5.5 Wirtschaftlichkeit und Zeiteffizienz	11
5.6 Merkmalbedingte Randbedingungen (Insel, Überhang, Treppenstufeneffekt)	11
5.6.1 Allgemeines	11
5.6.2 Inseln	11
5.6.3 Überhang	12
5.6.4 Treppenstufeneffekt	12
5.7 Maß-, Form- und Lagegenauigkeiten	13
5.8 Datenqualität, Auflösung, Darstellung	13
6 Konstruktionsleitlinien für die laserbasierte Pulverbettfusion von Polymeren (LB-PBF-P)	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Werkstoff- und Gefügecharakteristika	14
6.3 Anisotropie der Werkstoffeigenschaften	15
6.4 Orientierung, Position und Anordnung des Aufbaus	16
6.4.1 Allgemeines	16
6.4.2 Pulverbeschichtung	16
6.4.3 Bauteilposition in der Baukammer	16
6.4.4 Übersintern	16
6.4.5 Effiziente Anordnung von Bauteilen in der Baukammer	17
6.5 Oberflächenrauheit	17
6.6 Folgeprozesse zur Nachbearbeitung	17
6.7 Konstruktive Aspekte	18
6.7.1 Berücksichtigung der Pulverentfernung	18
6.7.2 Reduzierung von Verzug	18
6.7.3 Wanddicke	19
6.7.4 Spalte, Zylinder und Bohrungen	19
6.7.5 Gitterkonstruktionen	19
6.7.6 Fluidkanäle	19
6.7.7 Federn und elastische Elemente	20
6.7.8 Verbindungselemente und Beschläge	21

6.7.9	Statische Baugruppen	22
6.7.10	Bewegliche Baugruppen	22
6.7.11	Lager	23
6.7.12	Gelenke	23
6.7.13	Integrierte Kennzeichnungen	24
6.7.14	Schneiden und Fügen	24
6.8	Anwendungsbeispiele	25
6.8.1	Funktionelles Spielzeugauto mit eingebauter Feder	25
6.8.2	Roboter-Greifer	26
7	Allgemeine Konstruktionsempfehlungen	28
	Literaturhinweise	29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52911-2:2019) 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 April 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2020 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.

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 52911-2:2019 wurde von CEN als EN ISO/ASTM 52911-2:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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 F42, *Additive Manufacturing Technologies*, auf Basis eines Partnerschaftsvertrags zwischen ISO und ASTM International mit dem Ziel, einen gemeinsamen Satz von ISO/ASTM-Normen zur additiven Fertigung zu schaffen, erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 52911 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

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

Die laserbasierte Pulverbettfusion von Polymeren (LB-PBF-P) beschreibt ein additives Fertigungsverfahren (AM) und bietet eine zusätzliche Fertigungsmöglichkeit neben etablierten Verfahren. LB-PBF-P bietet die Möglichkeit, Fertigungsdauer und -kosten zu senken und die Funktionalität von Bauteilen zu erhöhen. Bei den konventionellen, seit Langem etablierten Fertigungsverfahren wie Trennen, Fügen und den formgebenden Verfahren (z. B. spanende Bearbeitung, Schweißen oder Spritzguss) sind Praktikern die Stärken und Schwächen bekannt und sie werden bei der Konstruktion und bei der Auswahl des Fertigungsverfahrens angemessen berücksichtigt. Bei der LB-PBF-P und AM im Allgemeinen fehlt den Konstrukteuren und Fertigungsplanern dieser Erfahrungsschatz bislang noch weitgehend. Dabei bieten diese LB-PBF-P-Verfahren durch Wegfall von Einschränkungen konventioneller Verfahren Konstrukteuren und Herstellern ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit und dies erfordert ein Verständnis der Möglichkeiten und Einschränkungen des Verfahrens.

Die Normenreihe ISO 52911 bietet Leitfäden für verschiedene Techniken der Pulverbettfusion (PBF). Es ist vorgesehen, dass die Reihe ISO 52911-1 zur laserbasierten Pulverbettfusion von Metallen (LB-PBF-M), dieses Dokument zu LB-PBF-P und ISO 52911-3¹⁾ zu elektronenstrahlbasierter Pulverbettfusion von Metallen (EB-PBF-M) umfasst. Die Abschnitte 1 bis 5, in denen allgemeine Informationen einschließlich der Terminologie und des PBF-Prozesses enthalten sind, sind in der gesamten Reihe ähnlich. Die darauffolgenden Abschnitte legen den Schwerpunkt auf die spezifische Technik.

Dieses Dokument beruht auf VDI 3405-3:2015 [8]. Es unterstützt Anwender dieser Technik, wie Konstrukteure und Fertigungsplaner, bei der Gestaltung von Bauteilen, die mit LB-PBF-P gefertigt werden müssen. Es wird Praktikern dabei helfen, die Vorteile der LB-PBF-P kennenzulernen und die verfahrensbezogenen Einschränkungen bei der Gestaltung von Bauteilen zu verstehen. Darüber hinaus baut es auf ISO/ASTM 52910 [4] auf und ergänzt die Anforderungen, Leitlinien und Empfehlungen für die AM-Konstruktion um das PBF-Verfahren.

1) In Vorbereitung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Merkmale der laserbasierten Pulverbettfusion von Polymeren (LB-PBF-P) fest und bietet detaillierte Konstruktionsempfehlungen.

Einige der grundlegenden Prinzipien gelten auch für andere additive Fertigungsverfahren (AM-Verfahren), vorausgesetzt, dass die prozessspezifischen Merkmale berücksichtigt werden.

Dieses Dokument bietet eine Überprüfung von Konstruktionsleitfäden auf dem Stand der Technik im Zusammenhang mit pulverbettbasiertem Schmelzen (PBF), indem relevantes Wissen zu diesem Verfahren zusammengeführt und der Anwendungsbereich von ISO/ASTM 52910 erweitert wird.

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*

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 <http://www.electropedia.org/>

3.1

Downskin-Fläche

Überhangfläche

D

(Teil-)Fläche, bei der der Normalenvektor $\vec{n}$ eine negative z-Achsenprojektion hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.2

Downskin-Winkel

Überhangwinkel

δ

Winkel zwischen der Bauplattformebene und der *Downskin-Fläche* (3.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Winkel liegt zwischen 0° (parallel zur Bauplattform) und 90° (senkrecht zur Bauplattform).

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.3

Upskin-Fläche

Aufbaufläche

U

(Teil-)Fläche, bei der der Normalenvektor $\vec{n}$ eine positive z-Achsenprojektion hat

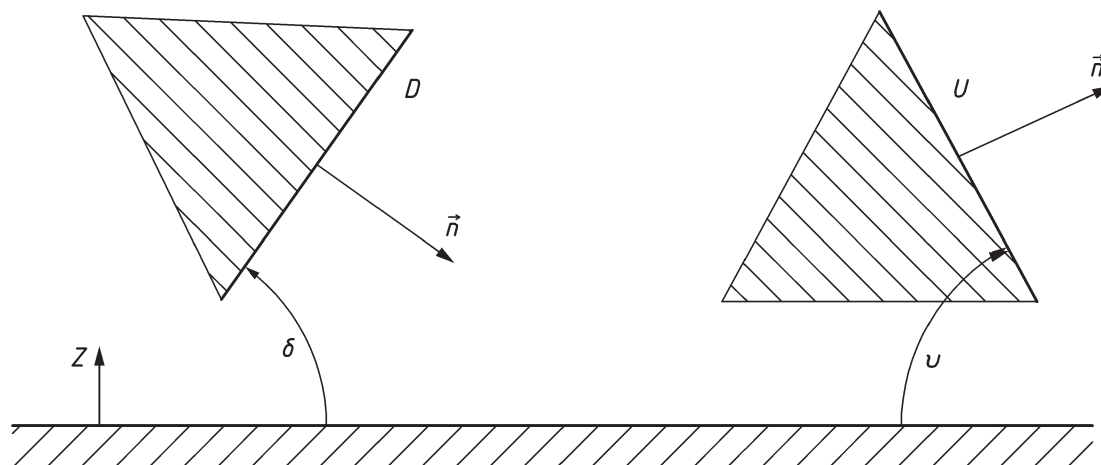
Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.4 Upskin-Winkel Aufbauwinkel

v
Winkel zwischen der Bauplattformebene und der *Upskin-Fläche* (3.3)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Winkel liegt zwischen 0° (parallel zur Bauplattform) und 90° (senkrecht zur Bauplattform).

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1.



Legende

z Baurichtung

QUELLE VDI 3405-3:2015.

Bild 1 — Upskin- und Downskin-Flächen U und D , Upskin- und Downskin-Winkel v und δ , Normalenvektor $\vec{n}$

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

Die in Tabelle 1 angegebenen Symbole werden in diesem Dokument verwendet.

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Bezeichnung	Einheit
a	Überhang	mm
D	Downskin-Fläche	mm ²
I	Insel	mm ²
$\vec{n}$	Normalenvektor	—
P	Bauteil	mm ³
Ra	Mittenrauwert	μm
Rz	gemittelte Rautiefe	μm