DIN EN ISO/ASTM 52948

DIN

ICS 19.100; 25.030

Einsprüche bis 2023-11-29

Entwurf

Additive Fertigung für Metalle – Zerstörungsfreie Prüfung und Bewertung – Klassifizierung von Fehlern in PBF-Teilen (ISO/ASTM DIS 52948:2023); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO/ASTM 52948:2023

Additive manufacturing for metals –
Non-destructive testing and evaluation –
Imperfections classification in PBF parts (ISO/ASTM DIS 52948:2023);
German and English version prEN ISO/ASTM 52948:2023

Fabrication additive de métaux –
Essais et évaluations non destructifs –
Classification des imperfections dans les pièces PBF (ISO/ASTM DIS 52948:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO/ASTM 52948:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-09-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

— vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;

— oder als Datei per E-Mail an nwt@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;

— oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 99 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 52948:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 145-04-02 AA „Additive Fertigung – NWT, NAS & NL Gemeinschaftsarbeitsausschuss Metalle und Luft- und Raumfahrt“ im DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

ISO 3252	siehe	DIN EN ISO 3252
ISO/ASTM 52900	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52900
ISO/ASTM 52907	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52907
ISO/ASTM 52911-1	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52911-1

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3252, *Pulvermetallurgie — Begriffe*

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

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

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

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

– Leerseite –

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

– Entwurf –

Oktober 2023

prEN ISO/ASTM 52948

Additive Fertigung für Metalle – Zerstörungsfreie Prüfung und Bewertung – Klassifizierung von Fehlern in PBF-Teilen (ISO/ASTM DIS 52948:2023)

Additive manufacturing for metals – Non-destructive testing and evaluation – Imperfections classification in PBF parts (ISO/ASTM DIS 52948:2023)

Fabrication additive de métaux – Essais et évaluations non destructifs – Classification des imperfections dans les pièces PBF (ISO/ASTM DIS 52948:2023)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 4
Vorwort 5
Einleitung 6
1 Anwendungsbereich 7
2 Normative Verweisungen 7
3 Begriffe 7
4 Klassifizierung von Mängeln 10
4.1 Allgemeines 10
4.2 Bezeichnung 11
4.3 Detaillierte Klassifizierung von bei der additiven Fertigung auftretenden Unvollkommenheiten 11
4.3.1 Allgemeines 11
4.3.2 Risse 11
4.3.3 Porosität 11
4.3.4 Einschlüsse 12
4.3.5 Bindefehler 12
4.3.6 Form- und Maßfehler 12
4.3.7 Sonstige Unvollkommenheiten 12
Anhang A (informativ) Darstellung von Unvollkommenheiten und den zugehörigen visuellen und metallographischen Kontrollen 31
Anhang B (informativ) Unvollkommenheiten aufgrund von Problemen mit dem Prozess oder der Ausrüstung 46
B.1 Allgemeines 46
B.2 Schichtungsproblem 46
B.3 Ausfall der Energieversorgung zur Maschine 46
B.4 Problem mit der laminaren Strömung 47
B.5 Probleme mit dem optischen System 47
B.6 Reibung zwischen Teil und Schichtungseinrichtung 47
B.7 Verzug oder Bruch im Fertigungsprozess 48
B.8 Problem mit dem im Fertigungsprozess vorhandenen Gas 48
B.9 Problem mit der Laserpositionierung 49
B.10 Unzureichende Pulvermenge 49
Anhang C (informativ) Pulvermängel 50
C.1 Allgemeines 50
C.2 Problem mit der Rheologie 50
C.3 Feuchtigkeit — Oxidation 50
C.4 Verunreinigung 50
Anhang D (informativ) Bei nachfolgenden Fertigungsschritten auftretende Unvollkommenheiten 51
D.1 Allgemeines 51
D.2 Verzug — Risse/Bruch 51
D.3 Eingeschlossenes Pulver 51
D.4 Oberflächenbehandlungen 51
Literaturhinweise 52

Bilder

Bild 1 — Beispiel für eine Fertigungsstrategie unter Verwendung einer Kontur 8
Bild 2 — Upskin- und Downskin-Flächen *U* und *D* (aus Bild 1 von ISO/ASTM 52911-1 entnommen) 8

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Bild 3 — Verschiedene Arten von Scan-Strategien 10
Bild A.1 — Unvollkommenheit PBF 111 31
Bild A.2 — Unvollkommenheit PBF 121 32
Bild A.3 — Unvollkommenheit PBF 122 32
Bild A.4 — Unvollkommenheit PBF 131 33
Bild A.5 — Unvollkommenheit PBF 132 33
Bild A.6 — Unvollkommenheit PBF 212 34
Bild A.7 — Unvollkommenheit PBF 301 34
Bild A.8 — Unvollkommenheit PBF 303 36
Bild A.9 — Unvollkommenheit PBF 411 36
Bild A.10 — Unvollkommenheit PBF 412 37
Bild A.11 — Unvollkommenheit PBF 413 37
Bild A.12 — Unvollkommenheit PBF 413 38
Bild A.13 — Unvollkommenheit PBF 413 39
Bild A.14 — Unvollkommenheit PBF 415 39
Bild A.15 — Unvollkommenheit PBF 414 40
Bild A.16 — Unvollkommenheit PBF 420 40
Bild A.17 — Unvollkommenheit PBF 513 41
Bild A.18 — Unvollkommenheit PBF 521 41
Bild A.19 — Unvollkommenheit PBF 531 42
Bild A.20 — Unvollkommenheiten PBF 532 43
Bild A.21 — Unvollkommenheit PBF 601 44
Bild A.22 — Unvollkommenheit PBF 605 44
Bild A.23 — Unvollkommenheit PBF 606 45
Bild B.1 — Schichtungsproblem beim pulverbettbasierten Schmelzen mit Laserstrahl 47
Bild B.2 — Schichtungsproblem beim pulverbettbasierten Schmelzen mit Laserstrahl 48
Bild B.3 — Schichtungsproblem beim pulverbettbasierten Schmelzen mit Laserstrahl 48

Tabellen

Tabelle 1 — Klassifizierung von Unvollkommenheiten nach Art 10
Tabelle 2 — Klassifizierung von Rissen 13
Tabelle 3 — Klassifizierung der Porosität 17
Tabelle 4 — Klassifizierung von Einschlüssen 19
Tabelle 5 — Klassifizierung von Bindefehlern 21
Tabelle 6 — Klassifizierung von Form- und Maßfehlern 25
Tabelle 7 — Klassifizierung sonstiger Unvollkommenheiten 29

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 52948:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 428 „Additive Fertigungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/ASTM DIS 52948:2023 wurde von CEN als prEN ISO/ASTM 52948:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Vorwort

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

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

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

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 Basis eines Partnerschaftsvertrags 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.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Einleitung

Die Entwicklung der additiven Fertigung (AM) von Metall mit laser-pulverbettbasiertem Schmelzen (PBF) mithilfe eines Laserstrahls (PBF-LB) oder eines Elektronenstrahls (PBF-EB) ist in vollem Gange. Hierbei werden Pulverschichten auf eine Platte aufgetragen und jede Schicht mit einem Laser- oder Elektronenstrahl verschmolzen. Es ist daher möglich, geometrisch hochkomplexe Teile herzustellen.

Die Steuerung dieses Prozesses ist das Thema zahlreicher Studien zur Erzielung der bestmöglichen Qualität. Es ist äußerst wichtig, die in diesen Studien behandelten Ansätze durch eine Norm zu ergänzen, in der die auftretenden Unvollkommenheiten beschrieben werden und die somit als Grundlage für zerstörungsfreie Prüfungen dient.

Das Wissen zu den durch den Fertigungsprozess entstehenden Unvollkommenheiten und deren genormte Klassifizierung sind vorläufig und unerlässliche Schritte zur Festlegung und Umsetzung der Abnahme.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Klassifizierung von Unvollkommenheiten fest, die in additiven Fertigungsprozessen mittels PBF-LB (Laserstrahl-pulverbettbasiertem Schmelzen) oder PBF-EB (elektronenstrahlbasierter Pulverbettfusion) bei Metallteilen voraussichtlich auftreten.

Dieses Dokument gibt auch die wahrscheinlichsten Gründe für die Bildung der Unvollkommenheiten an und enthält Darstellungen.

Dies kann auf weitere Kategorien additiver Fertigungsprozesse ausgeweitet werden, so lange es keine anderen zugehörigen Normen gibt.

Die Abnahmekriterien für Unvollkommenheiten sind in diesem Dokument nicht enthalten.

2 Normative Verweisungen

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

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

ISO 3252, *Powder metallurgy — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 3252, 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/

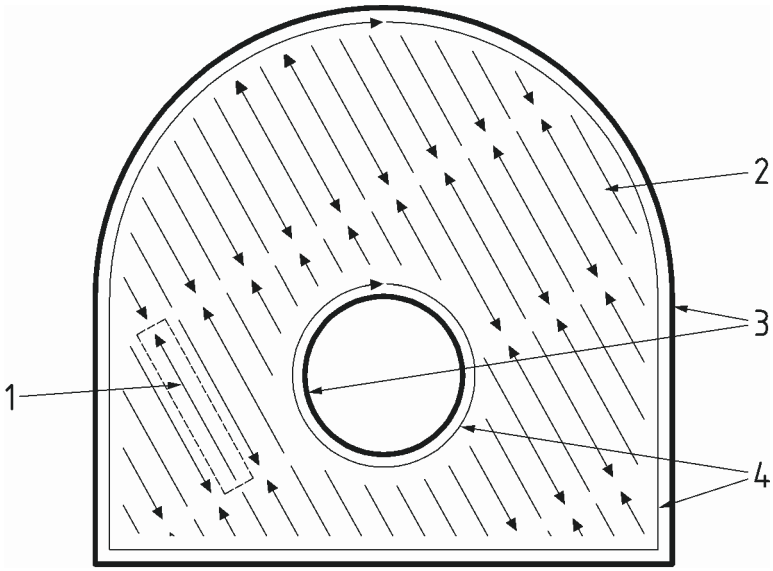
3.1
Kontur
ein einzelner oder ein Satz von Scanverläufen, der den Kanten der Schicht folgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Scan-Strategien ist es üblich, eine oder mehrere Konturen zu verwenden, die um die Kanten der Schicht folgenden Pfaden entsprechen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11



Legende

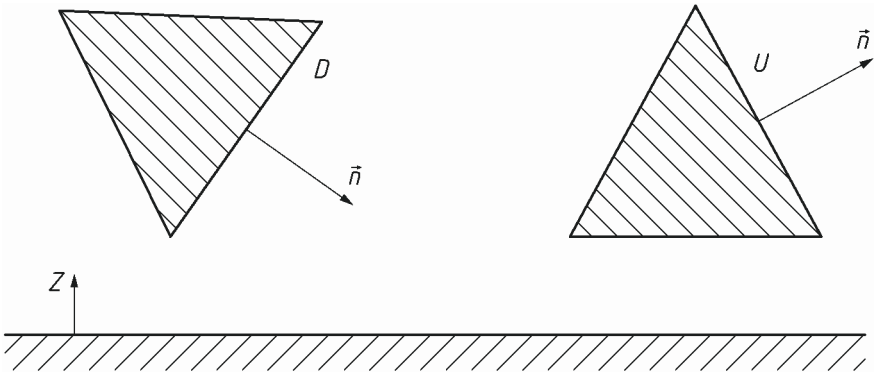
1 Schweißwulst
2 Scan-Strategie für den Kern
3 geometrische Kante
4 Kontur

Bild 1 — Beispiel für eine Fertigungsstrategie unter Verwendung einer Kontur

3.2
Downskin-Fläche
Überhangfläche
D
(Teil-)Fläche, bei der die Projektion des Normalenvektors auf der z-Achse negativ ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

[QUELLE: ISO/ASTM 52911-1, 3.2 geändert — Verweisung auf Bild 2 statt auf Bild 1]



Legende

$\vec{n}$ Normalenvektor
D Downskin-Fläche (links)
U Upskin-Fläche (rechts)

Bild 2 — Upskin- und Downskin-Flächen *U* und *D* (aus Bild 1 von ISO/ASTM 52911-1 entnommen)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

3.3
Unvollkommenheit
jegliche auftretende Unterbrechung oder Abweichung von einer Spezifikation (geometrisch, Materialintegrität)

3.4
Bindefehler
LOF, en: lack of fusion
eine Art der verfahrensinduzierten Porosität, bei der das Ausgangsmaterial in Form von Pulver oder Draht nicht vollständig geschmolzen oder mit dem zuvor deponierten Substrat verbunden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei PBF kann dieser Mangel in Form eines leeren Hohlraumes bzw. eines Hohlraumes, der ungeschmolzenes oder teilweise verbundenes Pulver, als unverfestigtes Pulver bezeichnet, enthält, auftreten.

Anmerkung 2 zum Begriff: LOF treten typischerweise im Schüttgut auf, was die Erkennung schwierig macht.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wie auch Hohlräume können LOF auf Bauschichtebene (Schicht-LOF/horizontale LOF) oder über mehrere Bauschichten (Querschicht-LOF/vertikale LOF) auftreten.

[QUELLE: ISO/TR ASTM 52905, 3.2]

3.5
Pulververteilereinrichtung
Schichtungseinrichtung
Anlage für die Pulverversorgung, die das Pulver gleichmäßig über die Bauoberfläche verteilt

[QUELLE: ISO/ASTM 52941, 3.4 geändert — Ergänzung des zulässigen Begriffs Schichtungseinrichtung]

3.6
Scan-Strategie
Konzept, das den Laser- oder Elektronenstrahlpfad an jeder Schicht beschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Scan-Strategie wird automatisch von der Maschine oder der vorgelagerten Software erstellt. Es gibt eine Vielzahl von Scan-Strategien.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 3, in dem jeder Pfeil für einen Schweißwulst steht.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

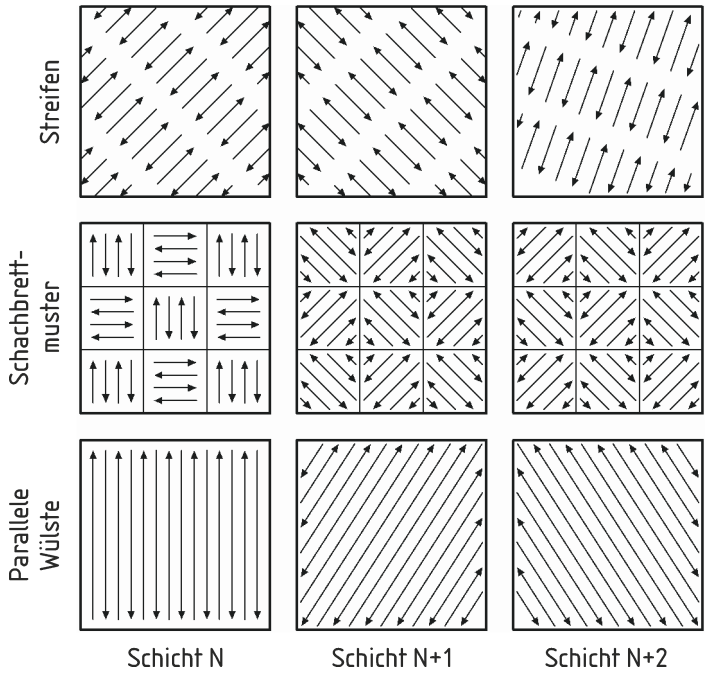


Bild 3 — Verschiedene Arten von Scan-Strategien

3.7
Upskin-Fläche
Aufbaufläche
U
(Teil-)Fläche, bei der die Projektion des Normalenvektors n auf der z-Achse positiv ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

[QUELLE: ISO/ASTM 52911-1, 3.4 geändert — Verweisung auf Bild 2 statt auf Bild 1]

3.8
Wulst
durchgezogene Linie verschmolzenen Materials

4 Klassifizierung von Mängeln

4.1 Allgemeines

Die Regeln des Klassifizierungs- (oder Nummerierungs-)systems basieren auf sechs Gruppen von Unvollkommenheiten nach Tabelle 1.

Tabelle 1 — Klassifizierung von Unvollkommenheiten nach Art

Klasse	Art der Unvollkommenheit
1	Riss
2	Porosität
3	Fester Einschluss
4	Bindefehler[a]

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Tabelle 1 (*fortgesetzt*)

Klasse	Art der Unvollkommenheit
5	Form- und Maßfehler[b]
6	Andere Arten von Unvollkommenheiten
[a] In ISO/ASTM TR 52905 auch als Querschicht oder Schicht- und in ASTM E3166 als vertikale LoF oder horizontale LoF definiert.	
[b] Entspricht der Schichtverschiebung in ISO/ASTM TR 52905 und ASTM E3166.	

Das Auftreten von Unvollkommenheiten kann mit Problemen mit dem Prozess oder der Maschine (siehe Anhang B), dem Pulver (siehe Anhang C) oder Problemen, die in Phasen nach dem Fertigungsprozess entstehen (siehe Anhang D), zusammenhängen.

4.2 Bezeichnung

In diesem Dokument muss der Unvollkommenheitsklasse (oder -nummerierung) das Präfix PBF vorausgehen, das auf PBF-Prozesse unter Verwendung eines Laser- oder Elektronenstrahls verweist.

Wenn eine Bezeichnung für eine Unvollkommenheit erforderlich ist, muss sie folgende Struktur aufweisen: ISO/ASTM 52948-PBF-[nnn].

Mit

ISO/ASTM 52948 als Verweisung auf dieses Dokument

PBF steht für pulverbettbasiertes Schmelzen (mit Laser- oder Elektronenstrahl)

nnn Klassifizierungsindex entsprechend der Art der Unvollkommenheit (siehe 4.3)

BEISPIEL Die Bezeichnung ISO/ASTM 52948-PBF-112 nach diesem Dokument bezieht sich auf einen Riss in einem mittels pulverbettbasiertem Schmelzen gefertigten Teil.

Um den Lesefluss zu verbessern, werden Unvollkommenheiten im Folgenden als PBF- [nnn] bezeichnet.

4.3 Detaillierte Klassifizierung von bei der additiven Fertigung auftretenden Unvollkommenheiten

4.3.1 Allgemeines

In Tabelle 2 bis Tabelle 7 wird für jede Art von Unvollkommenheit die jeweilige Bezeichnung, Position und Ausrichtung, sofern anwendbar eine Darstellung, und die Hauptgründe sowie zugehörige Kommentare angegeben. Zusätzliche Bilder sind in Anhang A zu finden.

4.3.2 Risse

Risse müssen nach Tabelle 2 klassifiziert werden.

ANMERKUNG ISO/ASTM 52911-1 zur Konzeption der Nachbehandlung liefert Empfehlungen zur Reduzierung von Rissen.

4.3.3 Porosität

Die Porosität muss nach Tabelle 3 klassifiziert werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

4.3.4 Einschlüsse

Einschlüsse müssen nach Tabelle 4 klassifiziert werden.

4.3.5 Bindefehler

Bindefehler müssen nach Tabelle 5 klassifiziert werden.

4.3.6 Form- und Maßfehler

Form- und Maßfehler müssen nach Tabelle 6 klassifiziert werden.

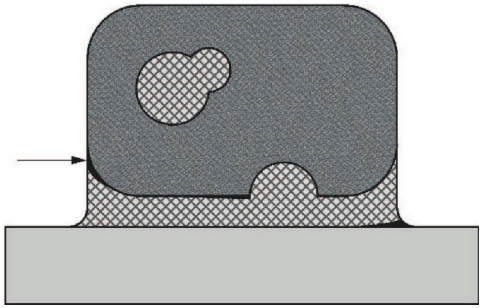
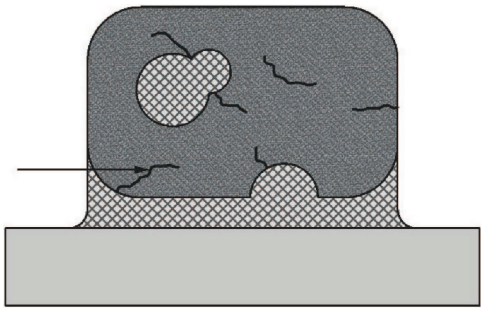
4.3.7 Sonstige Unvollkommenheiten

Sonstige Unvollkommenheiten müssen nach Tabelle 7 klassifiziert werden.

Documents
Document Sharing Hub

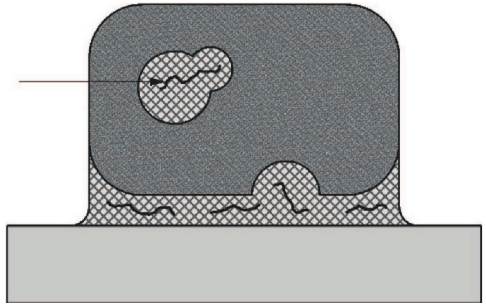
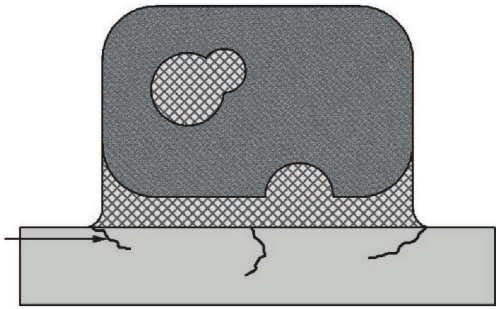
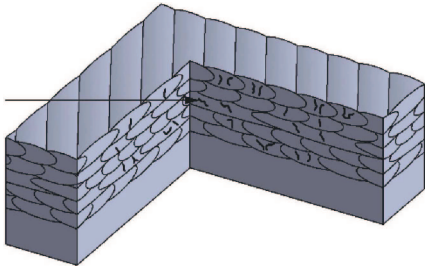
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Tabelle 2 — Klassifizierung von Rissen

PBF-Nr.	Bezeichnung	Übliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
110	Riss	Zone der Spannungskonzentration	n. a.	Hierbei handelt es sich oft um Risse mechanischen Ursprungs, die aufgrund erheblicher verbleibender Restspannungen entstehen. Diese Restspannungen und das Risiko für Risse werden durch das Vorwärmen der Bauplatte oder -kammer abgemildert (insbesondere bei PBF-EB). Sie treten nach dem Auftragen der oberen Schichten auf.
111	Riss an der Schnittstelle zwischen Teilen und Stützkonstruktion oder Teilen und Platte oder Stützkonstruktion und Platte	Schnittstelle	 Siehe auch Bild A.1.	Oftmals sind Verbindungen zwischen Zonen, aus geometrischen Gründen (z. B. kein Verbindungsradius), aus metallurgischen Gründen (Bindefehler) oder aus mechanischen Gründen (unzureichende Dimensionierung) die Ursache. Die Prozessparameter können ebenfalls betroffen sein. Materialien sind unterschiedlich anfällig für dieses Phänomen. Diese Unvollkommenheiten können bei der nachfolgenden Wärmebehandlung oder dem Schneiden auftreten.
112	Riss im Teil	Teil		Sie entstehen hauptsächlich durch hohe verbleibende Restspannungen und aufgrund der Teilegeometrie (ein solides Teil mit Zonen mit Spannnungskonzentrationen ist empfindlicher). Die gewählten Prozessparameter und die gewählte Qualität haben ebenfalls Einfluss.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

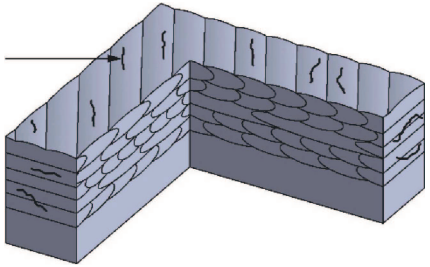
Tabelle 2 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung	Übliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
113	Riss in der Stützkonstruktion	Stützkonstruktion		Sie entstehen hauptsächlich durch hohe verbleibende Restspannungen. Möglicherweise sind auch die Stützkonstruktionen zu klein. Die Geometrie, Dimensionierung der Stützkonstruktionen und die Prozessparameter können ebenfalls die Ursache für die Unvollkommenheit sein.
114	Riss in der Platte	Platte		Risse in der Platte, die im Allgemeinen entlang eines Teils beginnen, entstehen aufgrund der während der Fertigung erzeugten Restspannungen, die sich auf die Platte auswirken. Ein schwacher oder nicht vorhandener Verbindungsradius zwischen dem Teil und der Platte sowie solide Teile wirken sich nachteilig aus. Die Prozessparameter spielen ebenfalls eine große Rolle.
120	Mikroriss	Keine	n. a.	
121	Mikroriss im Kern	Kern	 Siehe auch Bild A.2	Sie hängen hauptsächlich mit der Verfestigung oder mikrostrukturellen Phasenumwandlungen zusammen. Metallurgische Unvollkommenheit, die aufgrund ihrer Größe mit NDT oftmals schwierig zu erkennen ist. Manche Materialien, wie bestimmte Nickellegierungen, sind empfindlicher. ANMERKUNG Diese Art von Riss ist für gewöhnlich nur unter dem Mikroskop (mit mindestens 50-facher Vergrößerung) sichtbar.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

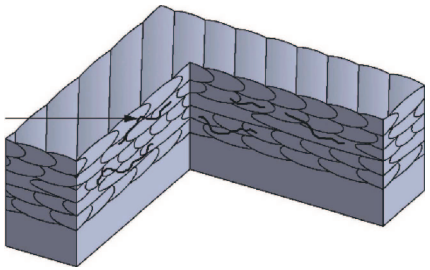
Tabelle 2 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung	Übliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
122	Mikroriss auf der Oberfläche	Oberfläche	 Siehe auch Bild A.3	Metallurgische Unvollkommenheit, die aufgrund ihrer Größe mit NDT oftmals schwierig zu erkennen ist. Manche Materialien, wie nickelbasierte Legierungen und Superlegierungen, sind empfindlicher. Dies kann hauptsächlich die obere Fläche betreffen. ANMERKUNG Diese Art von Riss ist bei Betrachtung der Oberfläche für gewöhnlich nur unter dem Elektronenmikroskop und bei Betrachtung des Abschnitts unter dem Lichtmikroskop sichtbar.
130	Sonstige Risse		n. a.	

E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11
prEN ISO/ASTM 52948:2023 (D)

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

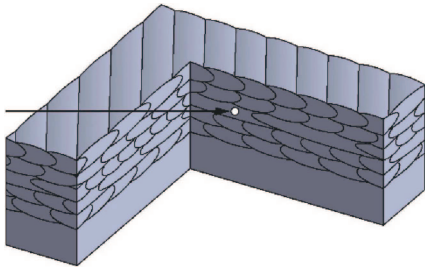
Tabelle 2 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung	Übliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
131	Mehrere Risse in horizontalen Ebenen	Horizontale Ebene	 Siehe auch Bild A.4.	Die Risse entstehen aufgrund einer mangelhaften vorherigen Verschmelzung zwischen den Schichten. Ursache kann ein erhebliches Problem mit den Prozessparametern sein, insbesondere dann, wenn das Phänomen in mehreren Bereichen auftritt. Eine mangelhafte Schichtung oder eine Maschinenabschaltung sind ebenfalls möglich. Die Risse entstehen aufgrund mit der Fertigung verbundener oder sich aus der Wärmebehandlung ergebender Restspannungen.
132	Kontaktriss	Kern (Zwischen- oder Querschicht)	Siehe auch Bild A.5.	Mängel bei extrem nah beieinander liegenden Oberflächen, bei teilweisem oder direktem Kontakt, ohne Verbindung in einer Dimension, die ein Querschnittsverhältnis der Länge und/oder Breite zu Öffnungen in mehreren Größenordnungen haben. ANMERKUNG Diese Art von Riss ist bei Betrachtung des Abschnitts für gewöhnlich nur unter dem Lichtmikroskop oder dem Elektronenmikroskop sichtbar.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Tabelle 3 — Klassifizierung der Porosität

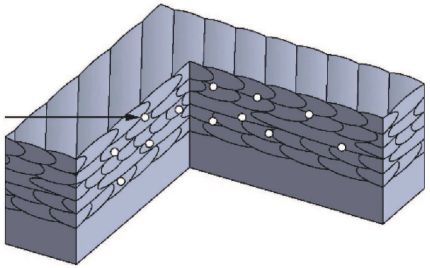
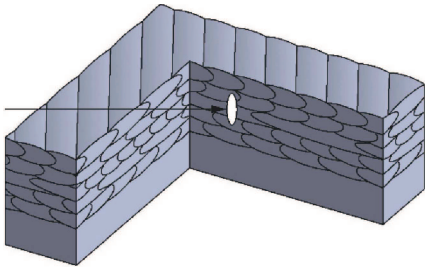
PBF-Nr.	Bezeichnung	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
210	Porosität	Keine	n. a.	
211	Kugelige Porosität	Keine		Unvollkommenheit in Kugelform aufgrund der Zusammenballung von Gasmolekülen im Metall während der Verfestigung. Eine kreisförmige Vertiefung, die durch die Instabilität des mit Dampf gefüllten Hohlraums während der Fertigung entsteht (als Schlüsselloch-Effekt bekannt) kann ebenfalls zu dieser Art von Mangel führen. Viele Faktoren können zur Bildung von Porositäten führen, angefangen bei der Beschaffenheit des aufgetragenen Materials und den Betriebsbedingungen (Aufragungsrate, Änderung des Gasschutzes, Feuchtigkeit im Pulver usw.). Porositäten sind bei PBF-LB und PBF-EB oft sehr klein und mit NDT schwierig zu erkennen (<50 µm).

E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11
prEN ISO/ASTM 52948:2023-(DE)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

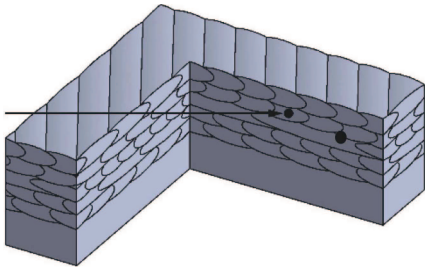
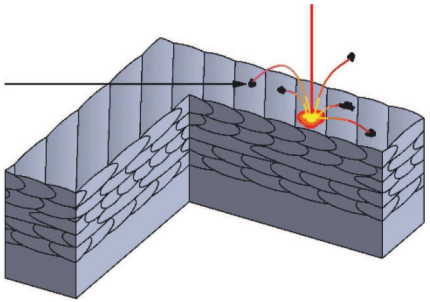
Tabelle 3 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
212	Verteilte kugelige Porositäten	Keine	 Siehe auch Bild A.6	Isolierte, verteilte kugelige Porosität (siehe PBF 210). Ein plötzlicher Abfall der Löslichkeit der verschiedenen Gase zwischen dem flüssigen und festen Metall können zu dieser Unvollkommenheit führen (z. B.: Aluminiumlegierungen)
213	Längliche Porosität	Keine		Isolierte Porosität mit vertikaler länglicher Form (besonders bei einer Schachbrett-Strategie ohne Überlappen) (siehe PBF 210).

Documents
Document Sharing Hub

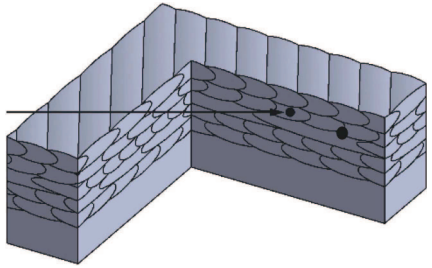
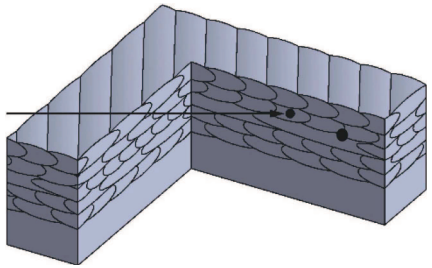
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Tabelle 4 — Klassifizierung von Einschlüssen

PBF-Nr.	Bezeichnung	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
301	Oxideinschluss	Keine	 Siehe auch Bild A.7	Das Pulver kann vor oder während der Fertigung oxidieren. Dies kann am Gasschutz, der Lagerung oder dem Vorliegen von Feuchtigkeit liegen. Manche Materialien sind gegenüber diesem Phänomen erheblich empfindlicher als andere.
302	Spritzer	Keine		Bei PBF-LB treten, insbesondere wenn große Teilemengen gleichzeitig gefertigt werden oder die Teile falsch ausgerichtet sind, während des Teilescans Einschlüsse aufgrund von Spritzern auf. Dies kann in lokalen Bereichen zu Bindefehlern führen und sich negativ auf die mechanische Eigenschaften bestimmter Plattenteile auswirken.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

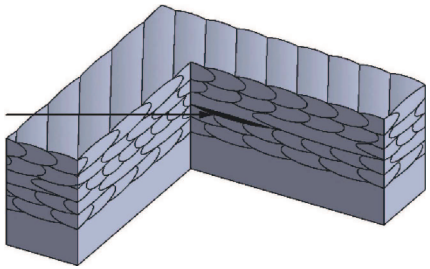
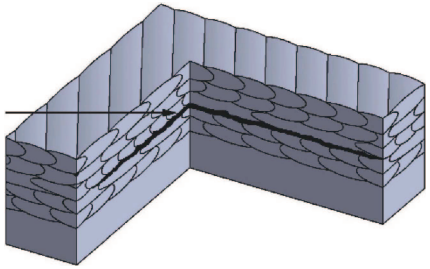
Tabelle 4 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
303	Exogene Kontaminierung	Keine	 Siehe auch Bild A.8	Das Pulver kann während der Vorbereitung (Elemente aus dem Tiegel im Pulver — seltener Fall), während der Fertigung (beispielsweise durch Klingenfragmente) kontaminiert werden. Diese Unvollkommenheiten sind oft klein und ohne Mikroskop sehr schwierig zu erkennen.
304	Querkontamination	Keine		Der Ursprung der Unvollkommenheit liegt in der Verunreinigung durch eine andere Pulverart. Schlechte Reinigung der nachgelagerten Ausrüstung (von der Verdüsung zur endgültigen Verwendung, einschließlich jeglicher Pulverhandhabung). Diese Unvollkommenheiten haben die gleiche Größe wie das Pulver und sind mit Elektronenmikroskopie erkennbar.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

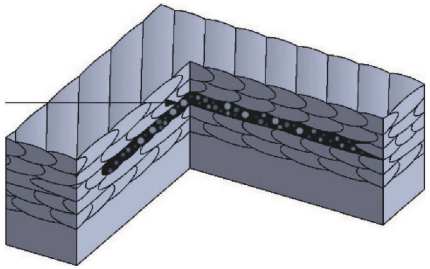
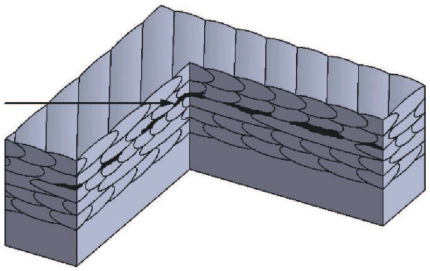
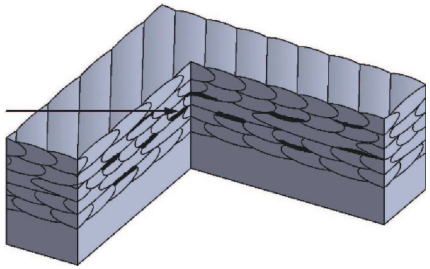
Tabelle 5 — Klassifizierung von Bindefehlern

PBF-Nr.	Bezeichnung	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
410	Bindefehler	Keine	n. a.	Bindefehler werden oft als Porosität bezeichnet. Hierbei handelt es sich um eine Unvollkommenheit der metallurgischen Verbindung zwischen den Schichten aufgrund eines lokalen Energiemangels während des Fertigungsprozesses.
411	Vereinzelte Bindefehler	Keine	 Siehe auch Bild A.9	Vereinzelte Instabilitäten im Schmelzbad. Sehr häufige und kleine Unvollkommenheiten (kleiner als die Schmelzbadbreite) Diese Unvollkommenheit kann das Ergebnis von Spritzern sein (PBF 302).
412	Lokal erhebliche Bindefehler	Keine	 Siehe auch Bild A.10	Schichtungsproblem, übermäßige Reibung zwischen der Schichtungseinrichtung und dem Teil, Problem mit der optischen Kette (z. B.: verschmutzte Linse).

E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11
prEN ISO/ASTM 52948:2023-11 (D)

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

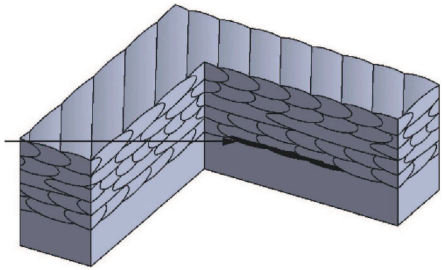
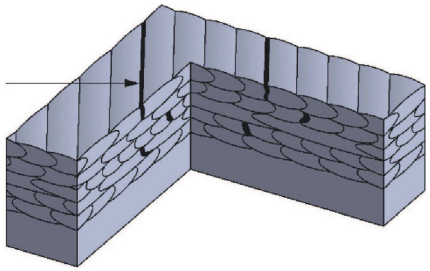
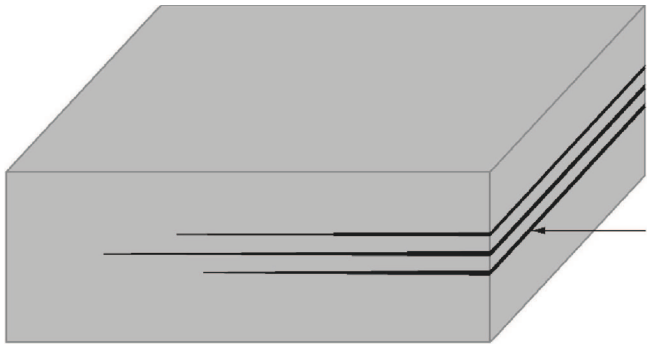
Tabelle 5 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
413	Bindefehler mit unverfestigtem Pulver	Keine	 Siehe auch Bild A.11, Bild A.12 und Bild A.13.	Entspricht PBF 412, aber oftmals mit weiteren Öffnungen.
414	Schichtfehler (horizontaler Bindefehler)	Horizontale Ebene (im Verhältnis zur Fertigungsrichtung)		Zu große zu verschmelzende Pulvermenge. Es liegt oftmals ein Schichtungsproblem, eine falsche Z-Position oder eine Maschinenabschaltung oder eine lokale Pulveransammlung vor. Dies kann zu einer Delaminierung zwischen den Schichten führen (siehe PBF 418).
415	Hohe Anzahl von im Teil verteilten Unvollkommenheiten durch Bindefehler (wie 414, aber viele Schichten sind betroffen)	Mehrere horizontale Ebenen	 Siehe auch Bild A.14	Falsche Prozessparameter. Instabiler Strahl, Optikproblem, Dämpfe, falsche laminare Strömung. Dies kann zu einer Delaminierung zwischen den Schichten führen (siehe PBF 418).

Documents
Document Sharing Hub

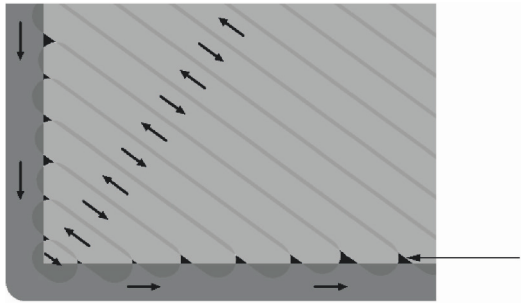
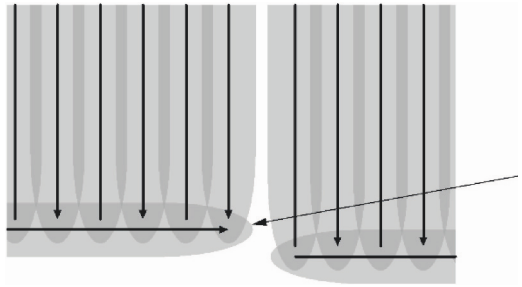
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Tabelle 5 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
416	Bindefehler an der Platte	Schnittstelle zwischen Platte und Teil		Falsche Prozessparameter, Problem mit der Positionierung oder Plattenvorbereitung (Oberflächenbeschaffenheit). ANMERKUNG Dies wird dann als Unvollkommenheit betrachtet, wenn die Grundplatte Teil des fertigen Teils ist.
417	Keine durchgängige Verschmelzung zwischen parallelen Schweißwülsten	Keine		Prozessparameterproblem und insbesondere übermäßige Abweichung des Vektors. Diese Unvollkommenheit tritt im Allgemeinen über das Teil verteilt auf.
418	Delaminierung zwischen Schichten	Horizontale Ebenen		Die Delaminierung zwischen Schichten tritt aufgrund schlechter Haftung zwischen den Schichten auf. Ursache kann ein erhebliches Problem mit den Prozessparametern sein, insbesondere dann, wenn das Phänomen in mehreren Bereichen auftritt. Eine mangelhafte Schichtung oder eine Maschinenabschaltung sind ebenfalls möglich.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

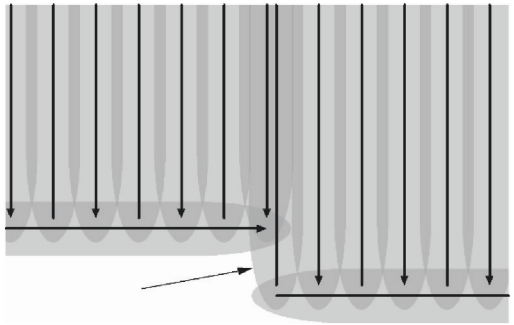
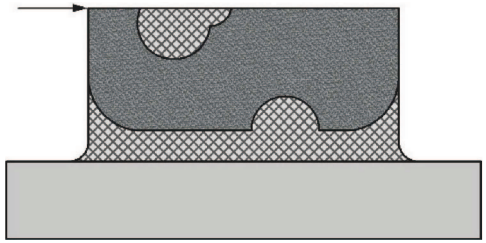
Tabelle 5 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
419	Bindefehler unter der Oberfläche — Unvollkommenheit der Kontur	Direkt unter der Oberfläche.	 Siehe auch Bild A.15	Problem bei der Anpassung der Scan-Strategie. Die Lücke zwischen den Konturen ist falsch eingestellt. Diese Unvollkommenheit kann nur bestimmte Bereiche (z. B. Downskin- oder Upskin-Flächen) betreffen. Falls der Problem erheblich ist, können sich oft Linien bilden. Es können auch Poren nahe der Kontur als Folge nicht kalibrierter Laser-Steuerungsparameter (z. B. Beschleunigung und Verzögerung) auftreten. ANMERKUNG 1 Dieser Effekt wird auch in ASTM E3533-22 als ‚Fehler bei der Überlappung von Schraffur und Kontur' oder ‚Fehler aufgrund kurzer Schraffur' bezeichnet. ANMERKUNG 2 Schematische Abbildung einer unvollständigen Überlappung zwischen Kernscan und Kontur.
420	Bindefehler zwischen zwei mit zwei verschiedenen Lasern bearbeiteten Bereichen	Fehlende Laserabdeckung. Horizontale Ebene.	 Siehe auch Bild A.16	Schlecht abgestimmte Laserpositionierung bei Maschinen, die gleichzeitig mehrere Laser verwenden. ANMERKUNG Schematisches Bild einer Schicht mit einer Unvollkommenheit aufgrund schlecht abgestimmter Laserpositionierung

Documents
Document Sharing Hub

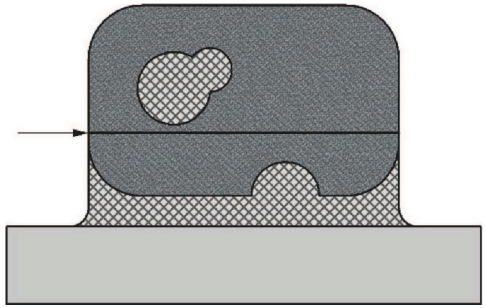
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Tabelle 6 — Klassifizierung von Form- und Maßfehlern

PBF-Nr.	Bezeichnung der Unvollkommenheit	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
510	Globale morphologische Unvollkommenheit	Keine	n. a.	Restspannung. Kontakt zur Schichtungseinrichtung
511	Globaler Verzug	Keine	n. a.	Restspannung. Kontakt zur Schichtungseinrichtung.
512	Lokaler Verzug	Horizontal	n. a.	Kontakt zur Schichtungseinrichtung
513	Lokaler Verzug	Vertikal	 Siehe auch Bild A.17.	Lokaler Versatz im Überlappungsbereich bei einer Maschine mit mehreren Lasern, im Falle einer mechanischen Dekalibrierung zwischen den Lasern. ANMERKUNG Schematisches Bildeiner Schicht mit einer Unvollkommenheit aufgrund schlecht abgestimmter Laserpositionierung
514	Unvollständiges/ Fehlendes Teil	Keine		Kontakt zur Schichtungseinrichtung. Teil während der Fertigung entfernt. Willentliche Unterbrechung eines Teils während der Fertigung. Teil zu dünn oder mit nicht kompatibler Geometrie.
520	Lokale morphologische Unvollkommenheit	Außenfläche	n. a.	

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11

Tabelle 6 (*fortgesetzt*)

PBF-Nr.	Bezeichnung der Unvollkommenheit	Vornehmliche Position/Ausrichtung	Darstellung	Hauptgründe und Kommentare
521	Sprung	Horizontale Linie, für gewöhnlich auf gleicher Höhe an allen Teilen	 Siehe auch Bild A.18	Sprunglinien oder abrupte Linieneigenschaften an Teilen sind ebenfalls sichtbar und treten möglicherweise dann häufiger auf, wenn die Fertigung kürzerer Teile vor der höherer Teile abgeschlossen ist, wodurch sich die Bearbeitungszeit mit dem Laser und die Wärmeeinbringung je Schicht ändern. Es kann eine sichtbare Linie an den hohen Teilen auftreten, die auf der gleichen Schichthöhe liegt wie die letzte Schicht der kürzeren Teile; insbesondere dann, wenn viele kurze Teile mit der gleichen Höhe vorhanden sind. Fertigungsstopp, der eine Schrumpfung der Maße (Zusammenziehen nach dem Abkühlen) verursacht. Schäden an der Beschichtungs-/Schichtungseinrichtung aufgrund des Teilverzugs. Seltener, ein Schichtungsproblem. In manchen Fällen, wird der obere Abschnitt im Verhältnis zum unteren Abschnitt verschoben.
522	Linien auf den oberen Flächen	Linien parallel zur Schichtungsrichtung	Siehe auch Bild A.20	Störung an der Schichtungseinrichtung (z. B. eine beschädigte Klinge)
523	Sich wiederholende Linien auf den oberen Flächen	Lageroberseite	n. a.	Für gewöhnlich Folgen der Scan-Strategie. (Schachbrett, mit Schraffur usw.).
530	Oberflächen-unregelmäßigkeit	Außenfläche	n. a.	

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52948:2023-11