

**DIN EN ISO/ASTM 52904**

ICS 25.030

Einsprüche bis 2020-03-10

**Entwurf**

**Additive Fertigung –  
Prozessanforderungen und Qualifizierung –  
Verwendung des pulverbettbasierten Schmelzens von Metallen bei  
kritischen Anwendungen (ISO/ASTM 52904:2019);  
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO/ASTM 52904:2019**

Additive manufacturing –  
Process characteristics and performance –  
Practice for metal powder bed fusion process to meet critical applications  
(ISO/ASTM 52904:2019);  
German and English version prEN ISO/ASTM 52904:2019

Fabrication additive –  
Caractéristiques et performances du procédé –  
Pratique du procédé de fusion sur lit de poudre métallique en vue de répondre aux  
applications critiques (ISO/ASTM 52904:2019);  
Version allemande et anglaise prEN ISO/ASTM 52904:2019

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-01-10 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](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-  
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de),  
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [nwt@din.de](mailto:nwt@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im  
Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-  
Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT), 10772 Berlin, Saatwinkler  
Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten  
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)  
DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

## Nationales Vorwort

Der Text von ISO/ASTM 52904:2019 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO/ASTM 52904:2019 durch das Technische Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 145-04-02 GA „Additive Fertigung — NWT & NAS Gemeinschaftsarbeitsausschuss Metalle“ im DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT).

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

## **Additive Fertigung — Prozessanforderungen und Qualifizierung — Verwendung des pulverbettbasierten Schmelzens von Metallen bei kritischen Anwendungen (ISO/ASTM 52904:2019)**

*Fabrication additive — Caractéristiques et performances du procédé — Pratique du procédé de fusion sur lit de poudre métallique en vue de répondre aux applications critiques (ISO/ASTM 52904:2019)*

*Additive manufacturing — Process characteristics and performance — Practice for metal powder bed fusion process to meet critical applications (ISO/ASTM 52904:2019)*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

## Inhalt

|                                                                    | Seite |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                         | 3     |
| Vorwort .....                                                      | 4     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                          | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                     | 5     |
| 3 Begriffe .....                                                   | 6     |
| 4 PBF-Werkstoffidentifizierung .....                               | 7     |
| 5 Ausgangswerkstoff und Pulverladungen .....                       | 7     |
| 6 Anforderungen an das Personal .....                              | 8     |
| 7 Qualifikation .....                                              | 8     |
| 7.1 Prüfungen vor dem Bau .....                                    | 8     |
| 7.2 Regelmäßige vorbeugende Wartung (Zulassung durch Dritte) ..... | 10    |
| 7.3 Maschinen-, Prozess- und Bauteilqualifizierung .....           | 11    |
| 8 Steuerung der Maschinen-Betriebssystem-Software .....            | 13    |
| 9 Hilfswerkzeuge und Kontamination .....                           | 13    |
| 10 Produktionsplan .....                                           | 14    |
| 11 Externe Umweltkontrollen .....                                  | 15    |
| 12 Konfigurationssteuerung für digitale Dateien .....              | 15    |
| Anhang A (informativ) .....                                        | 18    |
| A.1 Beispiel eines Produktionsplans .....                          | 18    |

## Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 52904:2019 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 52904:2020 durch das Technische Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/ASTM 52904:2019 wurde von CEN als prEN ISO/ASTM 52904:2020 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](http://www.iso.org/directives)).

ASTM International ist eine der weltgrößten freiwilligen Organisationen zur Entwicklung von Normen unter weltweiter Beteiligung betroffener Interessenvertreter. Die technischen Komitees der ASTM befolgen strenge Verfahren zur Abstimmung im Rahmen eines ordnungsgemäßen Prozesses.

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](http://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](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom ASTM-Komitee F42, *Additive Manufacturing Technologies* (als ASTM F3303-2018) vorbereitet und in Übereinstimmung mit seinen Gestaltungsregeln erstellt. Es wurde dem Technischen Komitee ISO/TC 261, *Additive manufacturing*, zugewiesen und im Rahmen des „fast-track procedure“ (beschleunigtes Verfahren) übernommen.

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](http://www.iso.org/members.html) zu finden.

# Additive Fertigung — Prozessanforderungen und Qualifizierung — Verwendung des pulverbettbasierten Schmelzens von Metallen bei kritischen Anwendungen<sup>1</sup>

## 1 Anwendungsbereich

**1.1** Diese Praxis beschreibt den Betrieb und die Produktionskontrolle von PBF-Maschinen und -Prozessen (pulverbettbasiertes Schmelzen), um kritische Anwendungsanforderungen für beispielsweise kommerzielle Bauelemente für die Luft- und Raumfahrt und medizinische Implantate zu erfüllen. Die in diesem Dokument enthaltenen Anforderungen gelten für Fertigungskomponenten und mechanische Probekörper unter Verwendung des pulverbettbasierten Schmelzens (PBF) mit Laser- und Elektronenstrahlen.

**1.2** *Diese Norm gibt nicht vor, alle unter Umständen mit der Anwendung des Verfahrens verbundenen Sicherheitsaspekte zu behandeln. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Dokuments, geeignete Vorkehrungen für den Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz zu treffen und vor der Anwendung festzulegen, welche einschränkenden Vorschriften gelten.*

**1.3** *Diese internationale Norm wurde in Übereinstimmung mit den international anerkannten Grundsätzen der Normung entwickelt, die in der Entscheidung über die Grundsätze für die Entwicklung internationaler Normen, Leitfäden und Empfehlungen des Ausschusses für technische Handelshemmnisse (TBT) der Welthandelsorganisation festgelegt sind.*

## 2 Normative Verweisungen

**2.1** 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).

### **2.2 ASTM-Normen:<sup>2</sup>**

E8/E8M, *Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*

E11, *Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves*

E2910, *Guide for Preferred Methods for Acceptance of Product*

F2924, *Specification for Additive Manufacturing Titanium-6 Aluminum-4 Vanadium with Powder Bed Fusion*

---

1 Diese Verwendung fällt unter den Zuständigkeitsbereich des ASTM-Komitees F42 zu Additiven Fertigungstechniken (en: Additive Manufacturing Technologies) und liegt in direkter Verantwortlichkeit des Unterkomitees F42.05 zu Materialien und Prozessen (en: Materials and Processes) und fällt ebenfalls unter den Zuständigkeitsbereich von ISO/TC 261.

Aktuelle Ausgabe anerkannt am 1. Februar 2018. Veröffentlicht im Juni 2018. DOI: 10.1520/F3303-18.

2 Für referenzierte ASTM-Normen besuchen Sie die ASTM-Website, [www.astm.org](http://www.astm.org), oder kontaktieren Sie den ASTM-Kundendienst unter [service@astm.org](mailto:service@astm.org). Für Informationen zum Band des „Annual Book of ASTM Standards“, siehe die Dokumentenübersicht für die Norm auf der ASTM-Website.

F2971, *Practice for Reporting Data for Test Specimens Prepared by Additive Manufacturing*

F3049, *Guide for Characterizing Properties of Metal Powders Used for Additive Manufacturing Processes*

F3122, *Guide for Evaluating Mechanical Properties of Metal Materials Made via Additive Manufacturing Processes*

### 2.3 ISO/ASTM-Normen:<sup>2</sup>

52900, *Standard Terminology for Additive Manufacturing — General Principles — Terminology*

52921, *Terminology for Additive Manufacturing — Coordinate Systems and Test Methodologies*

### 2.4 ISO-Normen:<sup>3</sup>

4497, *Metallic powders — Determination of particle size by dry sieving*

D6892-1, *Metallic materials — Tensile testing at ambient temperature*

D6892-2, *Metallic materials — Tensile testing — Part 2: Method of test at elevated temperature*

8573-1, *Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes*

9001, *Quality management systems — Requirements*

9044, *Industrial Woven Wire Cloth — Technical Requirements and Testing*

13320, *Particle size analysis — Laser diffraction methods*

13485, *Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes*

### 2.5 Sonstige Normen:

ANSI/ASQC C1-1996, *Specification of General Requirements for a Quality Program*<sup>4</sup>

AS9100, *Quality Management Systems — Requirements for Aviation, Space, and Defense Organizations*<sup>5</sup>

## 3 Begriffe

**3.1** Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach Specification F2924, ISO/ASTM 52900, ISO/ASTM 52921, Guide E2910 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

---

3 Erhältlich von der International Organization for Standardization (ISO), ISO Central Secretariat, BIBC II, Chemin de Blandonnet 8, CP 401, 1214 Vernier, Genf, Schweiz, <http://www.iso.org>.

4 Erhältlich vom National Standards Institute (ANSI), 25 W. 43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

5 Erhältlich von SAE International (SAE), 400 Commonwealth Dr., Warrendale, PA 15096, <http://www.sae.org>

### 3.3 Definitionen:

#### 3.3.1

##### **Bauprogrammierer**

Person, die für die Programmierung eines Bauprozesses verantwortlich ist, einschließlich Bauteilorientierung, Verschachtelung von Teilen und Anwendung kritischer Bauparameter

#### 3.3.2

##### **Maschinenbediener**

Person, die für die Einleitung von Bauprozessen und das Umrüsten von Maschinen verantwortlich ist, einschließlich, aber nicht beschränkt auf das Beladen mit Ausgangswerkstoffpulver, das Beladen von Bauplattformen, das Entfernen fertiger Bauerzeugnisse und die routinemäßige Maschinenreinigung und den Filterwechsel

#### 3.3.3

##### **Beschichterrakel**

Teil der Maschine, der mit dem Ausgangswerkstoff in Kontakt kommt und diesen über die Baufläche verteilt

##### 3.3.3.1

##### **Diskussion**

Der Beschichtungsrakel kann auch Rakel, Nachbeschichter, Walze oder Bürste genannt werden.

## 4 PBF-Werkstoffidentifizierung

**4.1** Die unter dieses Dokument fallenden Werkstoffe (d. h. Pulver und feste Teile/PBF-Maschinenein- und -ausgaben) müssen durch Spezifikationsbeschreibungen identifiziert werden, die unter anderem Folgendes umfassen:

**4.1.1** Legierungsbezeichnung nach den Anforderungen; wenn keine Legierungsbezeichnung vorliegt, muss die chemische Zusammensetzung aufgeführt werden.

**4.1.2** *Pulverart*: neu, gebraucht, gemischt.

**4.1.3** *Oberflächenbeschaffenheit*: wie gebaut, mediengestrahlt, Stützen durch Bearbeitung oder manuelles Entgraten entfernt, nach Spezifikationsbeschreibungen, oder eine beliebige Kombination der letztgenannten Oberflächentypen.

**4.1.4** *Maßtoleranzen*: in Übereinstimmung mit den Spezifikationsbeschreibungen oder der PBF-Maschinenausgabefähigkeit.

ANMERKUNG 1: 4.1.3 und 4.1.4 gelten nur für feste Bestandteile.

## 5 Ausgangswerkstoff und Pulverladungen

**5.1** Der Werkstofflieferant muss das Pulver in Behältern verpacken, die das Eindringen von Feuchtigkeit in die Behälter verhindern. Andere Werkstoffe, einschließlich Trockenmittelbeutel, Etiketten oder Schilder, dürfen nicht in die Behälter eingebracht werden, die mit dem Pulver in Berührung kommen.

**5.2** Alle Ausgangswerkstoffe müssen über eine Konformitätsbescheinigung des Werkstofflieferanten verfügen, aus der hervorgeht, dass die Ausgangswerkstoffe die Anforderungen der Einkaufsspezifikation erfüllen.

**5.3** Metallpulver muss von einem zugelassenen Werkstofflieferanten im Rahmen des QMS (Qualitätsmanagementsysteme (siehe 6.3)), einer ASL (Approved Supplier List) oder einem vom Kunden bestimmten Werkstofflieferanten bezogen werden. Das Pulver muss auf Übereinstimmung mit der

Werkstoffspezifikation überprüft werden. Die Zertifizierung des Pulvers durch Dritte ist zulässig. Guide F3049, ISO 4497 sowie ISO 13320 stellen einen Leitfaden für die Messung der Teilchengrößenverteilung zur Verfügung.

**5.4** Der Bauelementhersteller muss über eine Spezifikation des Ausgangswerkstoffes verfügen, anhand derer der Ausgangswerkstoff bestellt und geprüft werden kann. Ausgangswerkstoffe, die für Qualifizierungszwecke verwendet werden, können eine begrenzte Menge an gebrauchtem Pulver erfordern, so dass das für einen Qualifizierungsaufbau verwendete Pulver genauso einheitlich wie praxistauglich bleibt (z. B. durch die Verwendung von neuem Ausgangswerkstoff, da der Zweck der Qualifizierung die Prüfung der Einheitlichkeit des Maschinenbetriebs über eine längere Zeit ist).

**5.4.1** Eine Ausgangsstoff-Spezifikation muss unter anderem die chemische Zusammensetzung, die Teilchengrößenverteilung und das Produktionsverfahren beinhalten.

**5.5** Das Pulver muss in einem vor Umwelteinflüssen geschütztem Behälter gelagert werden, um Verunreinigungen und Feuchtaufnahme zu vermeiden.

**5.6** Gebrauchtes Pulver ist zulässig (siehe 7.1.1.4.1 für die Anforderung an gebrauchtes Pulver, das mit einem keramischen Beschichterrakel verarbeitet wird); das Verhältnis zwischen frischem Pulver zu gebrauchtem Pulver muss für jeden Produktionsdurchlauf im Produktionsplan erfasst und gemeldet werden (Abschnitt 10). Automatisierte Pulverzuführungssysteme sind möglicherweise nicht in der Lage, das Verhältnis von neuem zu gebrauchtem Pulver genau zu messen und im Produktionsplan zu erfassen. In solchen Systemen gilt der Ausgangswerkstoff als gebrauchtes Pulver. Die maximale Anzahl der Anwendungen von gebrauchtem Pulver sowie die Anzahl der Verarbeitung eines Teils einer Pulvercharge in der Baukammer müssen nach 7.3 validiert werden. Nach einem Bauzyklus kann verbleibendes gebrauchtes Pulver mit neuem Pulver gemischt werden, um eine Pulvermenge zu erhalten, die ausreichend groß für den nächsten Bauzyklus ist. Die kritischen Pulvereigenschaften, die sich auf die Qualifikationen nach 7.3 auswirken, müssen regelmäßig analysiert werden. Das gesamte gebrauchte Pulver muss mit einem Sieb mit einer Maschenweite gesiebt werden, die zum Entfernen von Agglomeraten geeignet ist. Alle Pulversiebe, die zur Herstellung von Teilen verwendet werden, müssen über eine Konformitätsbescheinigung verfügen, aus der hervorgeht, dass sie nach ISO 9044 oder der Spezifikation E11 hergestellt wurden.

## **6 Anforderungen an das Personal**

**6.1** Es gelten die Anforderungen an die Qualifikation des Personals nach ISO 13485, einschließlich angemessener Ausbildung, Schulung, Fähigkeiten und Erfahrung.

**6.2** Fertigungsleiter, Maschinenbediener oder Bauprogrammierer (wie in Abschnitt 3 definiert) müssen gegebenenfalls vom Maschinenhersteller oder einer qualifizierten Stelle für PBF-Maschinen-Hardware und -Software geschult werden.

**6.3** Bei Maschinen, die nach 7.3 qualifiziert sind, muss der Maschinenhersteller für die Weiterbildung Sorge tragen, wenn neue Hardware- und Softwareversionen angeschafft und implementiert werden. Aufzeichnungen über solche Schulungen müssen in Ordnern für Mitarbeiterschulungen in Übereinstimmung mit einem lokalen Qualitätsmanagementsystem (z. B. ISO 9001, ISO 13485, ASQC C1, AS 9100) als Referenz für Kunden oder externe Aufsichtsbehörden, oder beide, aufbewahrt werden.

**6.4** Als qualifiziertes Personal gelten nur nach 6.1 und 6.2 geschulte Personen.

## **7 Qualifikation**

### **7.1 Prüfungen vor dem Bau**

**7.1.1** Dieser Abschnitt beschreibt die Prüfungen vor dem Bau, die auf alle Anlagen unabhängig von ihrem Zweck angewendet werden (z. B. regelmäßige vorbeugende Wartung, Maschinen-/Prozessqualifizierung,

Skalierung/Kalibrierung usw.). Die Prüfungen vor dem Bau müssen Folgendes umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf:

**7.1.1.1 Instandhaltungsprotokoll:** Prüfen des Instandhaltungsprotokolls (siehe 7.2.2) und Qualifikationsstatus der Maschine (siehe 7.3).

**7.1.1.2 Erforderliche Menge an Ausgangswerkstoff:** Überprüfen, ob die erforderliche Menge für den Bau verfügbar ist.

**7.1.1.3 Bauplattform (auch Bauplatte oder Startplatte genannt):** Sicherstellen, dass die Seriennummer der Bauplattform mit der im Produktionsplan (Abschnitt 10) angegebenen übereinstimmt. Die Bauplattform muss frei von Oberflächenverunreinigungen (einschließlich Schmutz, Öl oder Fett) und jeder Form von Mängeln sein, die zu einem uneinheitlichen Pulverbett führen. Bauplattformen müssen einer Sichtprüfung unterzogen und bei offensichtlichen Schäden oder Nichtkonformität aussortiert werden. Die Plattform muss in der PBF-Maschine unter Verwendung der entsprechenden QMS-Anweisungen installiert werden.

**7.1.1.4 Beschichterrakel:** Es muss die Werkstoffkompatibilität mit dem Ausgangswerkstoff und verfestigtem Werkstoff, Sauberkeit, Abwesenheit jeglicher Form von Defekten, die zu einem uneinheitlichen Pulverbett führen, sowie ein einheitlicher Abstand des Nachbeschichters zur Bauplattform an allen Stellen in Übereinstimmung mit 10.1.2.2 sichergestellt werden.

**7.1.1.4.1** Vor Beginn eines PBF-Maschinenbauprozesses muss der Beschichterrakel überprüft werden. Der Maschinenbediener muss den Beschichterrakel einer Sichtprüfung unterziehen und überprüfen, ob er frei von Spänen, Kratzern, Schmutz oder Verformungen und entsprechend den Empfehlungen des Maschinenherstellers installiert ist. Für eine PBF-Maschine nach 7.3 dürfen nur qualifizierte Werkstoffe verwendet werden. Die chemische Zusammensetzung des Beschichterrakels muss im Produktionsplan festgehalten werden. PBF-Maschinen mit Polymer-Beschichterrakel müssen validiert werden, um zu demonstrieren, dass das Polymer den Ausgangswerkstoff nicht verunreinigt, indem die chemische Zusammensetzung des Pulveraustausgswerkstoff und des verfestigten Teils analysiert und kombiniert wird. Wenn eine Inspektion aufgrund des Einbauortes nicht möglich ist, sollten die Polymer-Beschichterrakel nach Abschluss jedes Baus durch neue ersetzt werden. Gebrauchter Ausgangswerkstoff, der mit einem keramischen Beschichterrakel verarbeitet wird, darf nicht weiterverarbeitet werden. Dieser Abschnitt gilt nicht für PBF-Maschinen, die ausschließlich Walzen zum Verstreichen des Pulvers verwenden.

**7.1.1.5 Hilfssysteme (z. B. Schutzgas, Filter):** Auf korrekten Typ, korrekte Funktion und Sauberkeit der Hilfssysteme achten (mindestens Grad 4.8 für Schutzgas).

**7.1.1.6 Kühlttemperature und Durchfluss der Wärmeträgerflüssigkeit:** Kühlttemperature und Durchfluss der Wärmeträgerflüssigkeit überprüfen (ggf. entsprechend der Empfehlung des Maschinenherstellers). Die Temperatur des Kühlers muss vor jedem Bauzyklus auf dem Produktionsplan festgehalten werden.

**7.1.1.7 Baukammerumgebung:** Bei Maschinen mit Schutzgasfiltern darf es während des Maschinenbetriebs keine Beschränkung des Durchflusses geben.

**7.1.1.8 Externes Gas:** Gasart und -durchfluss müssen der Empfehlung des Maschinenherstellers für den Ausgangswerkstoff entsprechen.

**7.1.1.9 Ausgangswerkstoff und Maschinen- und Prozess-Grundparameter:** Sicherstellen, dass der Ausgangswerkstoff und die Parameter (z. B. Strahlversatz, Strahlparameter, Eingangsenergie) für den Bau korrekt sind.

**7.1.1.10 Überprüfung der Strahlleistung:** Die Anweisungen zur Überprüfung der Laser- oder Elektronenstrahlleistung müssen vom Hersteller der Bauelemente festgelegt und in einem QMS-Dokument festgehalten werden. Die Laser- oder Elektronenstrahlleistung muss unmittelbar vor der Einleitung des Baus und nach Abschluss aller Bauvorgänge im Produktionsplan gemessen und dokumentiert werden.