

DIN EN ISO/ASTM 52945



ICS 25.030

**Additive Fertigung für die Automobilindustrie –
Grundsätze der Qualifizierung –
Generische Maschinenbewertung und Spezifikation von
Leistungskennzahlen für PBF-LB/M-Prozesse (ISO/ASTM 52945:2023);
Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52945:2024**

Additive manufacturing for automotive –
Qualification principles –
Generic machine evaluation and specification of key performance indicators for
PBF-LB/M processes (ISO/ASTM 52945:2023);
German version EN ISO/ASTM 52945:2024

Fabrication additive pour l'automobile –
Principes de qualification –
Évaluation générique de la machine et spécifications des indicateurs clefs de performance
pour les procédés PBF-LB/M (ISO/ASTM 52945:2023);
Version allemande EN ISO/ASTM 52945:2024

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52945:2024) 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 145-04-01 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 3369	siehe	DIN EN ISO 3369
ISO 4499-4	siehe	DIN EN ISO 4499-4
ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
ISO 25178 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 25178 (alle Teile)
ISO/ASTM 52900	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52900
ISO/ASTM 52902	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52902
ISO/ASTM 52904	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52904
ISO/ASTM 52910	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52910
ISO/ASTM 52941	siehe	DIN EN ISO/ASTM 52941
ISO/ASTM/TS 52930	siehe	DIN CEN ISO/ASTM/TS 52930

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 4499-4, *Hartmetalle — Metallographische Bestimmung der Mikrostruktur — Teil 4: Charakterisierung von Porosität, Kohlenstofffehlern und Anteil an Eta-Phase*

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

DIN EN ISO 25178 (alle Teile), *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft*

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

DIN EN ISO/ASTM 52902, *Additive Fertigung — Testkörper — Geometrische Leistungsbewertung additiver Fertigungssysteme*

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

DIN EN ISO/ASTM 52910, *Additive Fertigung — Konstruktion — Anforderungen, Richtlinien und Empfehlungen*

DIN EN ISO/ASTM 52941, *Additive Fertigung — Systemleistung und Betriebssicherheit — Abnahmeprüfung von pulverbettbasierten Laserstrahlanlagen für metallische Werkstoffe in Luft- und Raumfahrtanwendungen*

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

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Additive Fertigung für die Automobilindustrie —
Grundsätze der Qualifizierung —
Generische Maschinenbewertung und Spezifikation
von Leistungskennzahlen für PBF-LB/M-Prozesse
(ISO/ASTM 52945:2023)

Additive manufacturing for automotive —
Qualification principles —
Generic machine evaluation and specification of key
performance indicators for PBF-LB/M processes
(ISO/ASTM 52945:2023)

Fabrication additive pour l'automobile —
Principes de qualification —
Évaluation générique de la machine et spécifications
des indicateurs clefs de performance pour les procédés
PBF-LB/M (ISO/ASTM 52945:2023)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. Dezember 2023 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Methodik für generische Maschinenbewertung	8
4.1 Spezifizierung von Anwendungsfällen	8
4.1.1 Allgemeines	8
4.1.2 Anwendungsfall 1 – Benchmarks von Maschinen	8
4.1.3 Anwendungsfall 2 – Generische Bewertung in der Werks-/Standortabnahmeprüfung	9
4.2 Spezifizierung von Probekörpern und Baujobgestaltung	9
4.2.1 Spezifizierung generischer Probekörper und Prüfnormen	9
4.2.2 Baujobgestaltung	13
4.3 Maschinenleistungsmerkmale	16
4.3.1 Eingabedaten und Rahmenwerk	16
4.3.2 Definition der Maschinenleistungsmerkmale	17
5 Definition der Gesamtgeräteeffektivität (OEE, en: overall equipment effectiveness) für AM-Maschinen	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Überblick	19
5.3 Vorgesehene Anlagenbetriebszeit für die OEE-Überwachung	21
5.4 Verfügbarkeitsrate	21
5.5 Leistungsrate	21
5.6 Qualitätsrate	22
5.7 OEE-Berechnung	22
Anhang A (informativ) Beispiele für Abschnitt 4 und Abschnitt 5	23
A.1 Beispiele für Abschnitt 4: Beispiel Visualisierung von Maschinenleistungsmerkmalen	23
A.2 Beispiele für Abschnitt 5: Berechnungsbeispiel für die OEE während der SAT	23
Literaturhinweise	32

Bilder

Bild 1 — Beispiele für Baujobgestaltung	13
Bild 2 — Baujobkennzeichnung X-Y-Richtung	14
Bild 3 — Baujobkennzeichnung Z-Richtung und Unterscheidung der Probekörper	15
Bild 4 — Definition der Probekörperauswahl für würfel- und zylinderförmige Bauhüllen	16
Bild 5 — Übersicht über Zeitblöcke, die zur OEE-Berechnung beitragen	19
Bild A.1 — Visualisierung der Maschinenleistung (Produktivität gegenüber Vergleichpräzision)	23
Bild A.2 — Berechnungsbeispiel eines SAT OEE-Plans	27
Bild A.3 — Berechnungsbeispiel eines SAT OEE-Plans	31

Tabellen

Tabelle 1 — Spezifizierung von Probekörpern für die Messung von Oberflächenrauheit, relativer Dichte und Zugfestigkeit	10
Tabelle 2 — Dateneingabe vom technischen Maschinendatenblatt	16

Tabelle 3 — Mindestdateneingabe vom PBF-LB/M-Prozess 16

Tabelle 4 — Einführung einer Bewertungsreferenz $E_{r,c}$ ($R_{p0,2}$, R_m , A nach VDI 3405-2.1, 2.4) . . . 18

Tabelle 6 — Zuordnung von Produktionsvorfällen in Kategorien für Geschwindigkeitsverlust . . 22

Tabelle 7 — Zuordnung von Produktionsvorfällen in Kategorien für Qualitätsverlust 22

Tabelle A.1 — Zahlenbeispiel für SAT OEE-Plan mit während eines Monats geplanten
generischen und Serienbaujobs 25

Tabelle A.2 — Zahlenbeispiel für SAT OEE-Dokumentation mit während eines Monats geplanten
generischen und Serienbaujobs 29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52945:2024) 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 Juli 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2024 zurückgezogen werden.

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

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

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/ASTM 52945:2023 wurde von CEN als EN ISO/ASTM 52945:2024 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

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

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

ISO weist auf die Möglichkeit hin, dass die Anwendung dieses Dokuments mit der Verwendung eines oder mehrerer Patente verbunden sein kann. ISO bezieht jedoch in dieser Hinsicht keinerlei Stellung bezüglich Nachweis, Gültigkeit oder Anwendbarkeit jeglicher beanspruchten Patentrechte. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments lag ISO keine Mitteilung über ein Patent bzw. mehrere Patente vor, welche/s zur Umsetzung dieses Dokuments erforderlich sein könnte/n. Anwender werden jedoch darauf hingewiesen, dass dies möglicherweise nicht der aktuelle Informationsstand ist. Dieser kann jedoch der Patentdatenbank unter www.iso.org/patents entnommen werden. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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 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.

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

Dieses Dokument stellt auf objektiver Basis eine Methodik zur Bewertung von PBF-LB/M AM-Maschinen im Kontext der Automobilindustrie zur Verfügung. Die Notwendigkeit, ein Dokument zur Standardisierung dieses Themas bereitzustellen, besteht, weil in der industriellen Großserienproduktion die Vergleichpräzision des produzierten Bauteils entscheidend für die Einhaltung der Produktionsziele ist. Deswegen müssen die Vergleichpräzision und Leistungsfähigkeit der für die Fertigung verwendeten Maschinen im Vorfeld bewertet werden. Es werden eine Methodik und Leistungsmerkmale eingeführt, die eine Bewertung auf objektiver und quantitativer Grundlage ermöglichen. Die aus der Bewertung der AM-Maschinen resultierende Dokumentation wird verwendet, um eine zuverlässige Orientierungsauswahl und Bewertung der PBF-LB/M AM-Maschinen zu erhalten.

Darüber hinaus enthält das Dokument einen Leitfaden für Leistungskennzahlen (KPIs) für die Maschinenproduktion, die bei der Beschaffung, der Produktionsplanung und der Produktion verwendet werden können, um die Verständigung zwischen Maschinenhersteller und -anwender zu verbessern. Die im Rahmen dieses Dokuments zu bestimmenden KPIs helfen bei der systematischen Leistungsbewertung von PBF-LB/M-Maschinen. Dies stellt jedoch nicht unbedingt sicher, dass die KPIs stets verwendet werden können, um die am besten geeignete Maschine für ein bestimmtes Anwendungsszenario auszuwählen. Da eine große Anzahl von sehr spezifischen Einflussfaktoren Auswirkung auf die Auswahl einer optimalen Maschine haben, müssen situationsbezogene, individuelle Parameter in die Entscheidungsfindung einbezogen werden. Jedoch können die KPIs die Grundlage für diese Entscheidung bilden.

Die Anforderungen an Qualität und Planung von Baujobs sind automobilindustriespezifisch. Der eingeführte generische Ansatz kann auf andere Branchen erweitert werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Methodik für die generische AM-Maschinenbewertung im Automobilbereich anhand objektiver Prüfkriterien fest und stellt das Rahmenwerk für eine objektive AM-Maschinenbewertung und -vergleichbarkeit bereit. Dieses Dokument findet Anwendung bei Leistungsvergleichen, bei der Vorbereitung von Kaufentscheidungen, aber auch bei der AM-Maschinenbewertung während Maschinenbeschaffungs-, Abnahme- und Qualifizierungsprozessen. Dieses Dokument befasst sich spezifisch mit dem Automobilbereich, da es sich auf bestehende Serienteilanforderungen verschiedener Originalgerätehersteller bezieht, jedoch kann der Inhalt bei Bedarf auf andere Branchen übertragen werden.

Darüber hinaus legt dieses Dokument Maschinenleistungskennzahlen im Kontext von Maschinenbeschaffung, Produktionsplanung und Produktion von PBF-LB/M-Komponenten fest. Es zielt darauf ab, detailliertes Verständnis zwischen Maschinenlieferant und Maschinenanwender in Bezug auf die Abnahmekriterien während des Beschaffungsprozesses und der Bewertung der Maschinenleistung während der laufenden Produktion zu erreichen. Für die Anwendung dieses Dokuments sind sämtliche Prozessparameter wie Scangeschwindigkeit, Laserkraft usw. festgelegt, da eine Änderung dieser Parameter die Prozessleistung insgesamt und deren Stabilität beeinflussen kann. Deshalb werden die Variablen während oder nach der Qualifizierung nicht mehr geändert. Dieses Dokument und die Bestimmung der KPIs helfen bei der Bewertung der Maschineneigenschaften, sind jedoch kein Ersatz für einen anwendungsspezifischen Zulassungsprozess.

Dieses Dokument ist anwendbar auf die additive Fertigungstechnologie PBF-LB/M.

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 3369, *Impermeable sintered metal materials and hardmetals — Determination of density*

ISO 4499-4, *Hardmetals — Metallographic determination of microstructure — Part 4: Characterisation of porosity, carbon defects and eta-phase content*

ISO 6892-1, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*

ISO 25178 (alle Teile), *Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Areal*

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

ISO/ASTM 52902, *Additive manufacturing — Test artifacts — Geometric capability assessment of additive manufacturing systems*

ISO/ASTM 52928, *Additive manufacturing — Feedstock materials — Powder life cycle management*

ASTM E8M, *Standard test methods for tension testing of metallic materials*

3 Begriffe

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

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>