

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Additive Fertigungsverfahren
Strahlschmelzen metallischer Bauteile
Qualifizierung, Qualitätssicherung und Nachbearbeitung
Additive manufacturing processes, rapid manufacturing
Beam melting of metallic parts
Qualification, quality assurance and post processing

VDI 3405
Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	2	1 Scope	2
2 Normative Verweise	3	2 Normative references	3
3 Begriffe	3	3 Terms and definitions	3
4 Formelzeichen und Abkürzungen	4	4 Symbols and abbreviations	4
5 Prüfung des Pulverwerkstoffs	5	5 Testing powdered materials	5
6 Metallografische Prüfverfahren	9	6 Metallographic test methods	9
7 Dichte	11	7 Density	11
7.1 Archimedisches Verfahren	12	7.1 Archimedean method	12
7.2 Bildanalyse von metallografischen Schliffen	12	7.2 Image analysis of metallographic specimens	12
8 Ermittlung von mechanischen Eigenschaften	14	8 Determining the mechanical characteristics	14
8.1 Statisch	14	8.1 Static	14
8.2 Dynamische Prüfung	22	8.2 Dynamic testing	22
9 Oberflächengüte	27	9 Surface quality	27
10 Form-, Maß- und Lagetoleranzen	28	10 Form, dimensional and positional tolerances	28
11 Zerstörungsfreie Prüfung	31	11 Non-destructive testing	31
12 Nachgelagerte Verfahren	33	12 Post-production processes	33
13 Wärmebehandlung	34	13 Heat treatment	34
Anhang	36	Annex	36
Schrifttum	38	Bibliography	38

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)
Fachbereich Produktionstechnik und Fertigungsverfahren

VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 2: Fertigungsverfahren

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3405.

Einleitung

Diese Richtlinie wurde aufbauend auf der Richtlinie VDI 3404 erarbeitet, die die Beschreibung verschiedener additiver Fertigungsverfahren aus unterschiedlichen Werkstoffen zum Inhalt hat. Ergänzend behandelt diese Richtlinie die Prüfung von aus metallischen Werkstoffen additiv hergestellten Bauteilen.

Die additive Fertigung von Bauteilen aus metallischen Werkstoffen weist ebenso wie konventionelle Fertigungsverfahren (z.B. Gießen und Fräsen) kritische Qualitätseigenschaften auf. Diese sind insbesondere die Dichte, Festigkeit, Härte, Oberflächengüte, Maßhaltigkeit, Eigenspannungsverhalten, Rissfreiheit, und Gefügehomoogenität, die charakteristisch an additiv gefertigten Bauteilen zu prüfen sind. Vor dem Hintergrund, Funktionsbauteile im industriellen Maßstab herzustellen, ist es erforderlich, additive Fertigungsverfahren nach einheitlichen Kriterien zu qualifizieren und laufende additive Fertigung mit einer standardisierten Qualitätsprüfung abzusichern.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie gibt Empfehlungen für die Prüfung verschiedener Eigenschaften von additiv hergestellten Bauteilen aus Metall. Diese Richtlinie bezieht sich zunächst auf laserstrahlbasierte Verfahren, ist jedoch nicht zwangsläufig darauf beschränkt.

Die Richtlinie enthält ausschließlich bekannte Prüfverfahren und Methoden, die bereits anderweitig standardisiert oder genormt sind und allgemeingültigen Charakter besitzen. Da typischerweise diese Prüfverfahren und Methoden verschiedene Freiheitsgrade erlauben, sind oftmals Ergebnisse

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the internet at www.vdi.de/3405.

Introduction

This standard is designed to complement the standard VDI 3404, which describes different additive manufacturing processes using a variety of materials. This standard covers the testing of components manufactured from metallic materials using additive technologies.

As with conventional manufacturing processes (e.g. casting and milling), metallic parts produced by additive manufacturing technologies have critical-to-quality characteristics. These include in particular density, strength, hardness, surface quality, dimensional accuracy, residual stress properties, absence of cracks and structural homogeneity, which are typically tested in additively manufactured components. The quality of additively manufactured components is essential if functional components are produced on an industrial scale. Thus, it is necessary to qualify additive manufacturing processes according to uniform criteria and to apply standardised in-process testing.

1 Scope

The standard gives recommendations for testing various characteristics of additively manufactured metal parts. Although it relates primarily to laser-beam-assisted processes, it is not necessarily limited to such processes.

The standard refers only to well-established test procedures and methods which are already standardised elsewhere and are regarded as universally valid. Since these test procedures and methods typically allow varying degrees of freedom, the results for test specimens which have been pro-

für Prüfkörper, die mittels eines bestimmten additiven Herstellungsverfahrens produziert wurden, nicht direkt vergleichbar. Um die Vergleichbarkeit zu erhöhen, ist es erforderlich, weitere Prüfkriterien vorzugeben, die insbesondere eine Beurteilung der eingangs genannten kritischen Qualitätseigenschaften gefertigter Bauteile ermöglichen. Die Normen zu den verwendeten Prüfverfahren und Methoden sind in Abschnitt 2 namentlich aufgeführt und können gleichermaßen zur Qualifizierung eines additiven Herstellungsverfahrens als auch zur laufenden Qualitätssicherung herangezogen werden. Deren Anwendung wird in Abschnitt 7 bis Abschnitt 13 definiert.

duced using a specific additive manufacturing process are often not directly comparable. To increase comparability, further test criteria must be specified which allow the aforementioned critical-to-quality characteristics of additively manufactured parts to be assessed. Standards for the test procedures and methods used are listed in Section 2 and can be used to qualify an additive manufacturing process or similarly for in-line quality assurance purposes. Section 7 to Section 13 describe their implementation.