

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREAdditive Fertigungsverfahren
Strahlschmelzen metallischer Bauteile
Charakterisierung von Pulverwerkstoffen
Additive manufacturing processes, rapid manufacturing
Beam melting of metallic parts
Characterisation of powder feedstockVDI 3405
Blatt 2.3 / Part 2.3Ausg. 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 |
|--|-------|
| Vorbemerkung | 2 |
| Einleitung | 2 |
| 1 Anwendungsbereich | 2 |
| 2 Normative Verweise | 3 |
| 3 Prüfverfahren in der Pulvermetallurgie | 3 |
| 3.1 Probenahme | 3 |
| 3.2 Chemische Zusammensetzung | 4 |
| 3.3 Partikelgrößenverteilung | 6 |
| 3.4 Partikelform (Morphologie) | 7 |
| 3.5 Fließfähigkeit | 8 |
| 3.6 Pulverdichtebestimmung (geschlossene Porosität von Partikeln)..... | 10 |
| 3.7 Klopfdichte | 10 |
| 3.8 Schüttdichte | 10 |
| 3.9 Feuchtigkeitsbestimmung | 11 |
| 3.10 Absorptionsrate des Pulvers | 12 |
| 4 Herstellung | 12 |
| 5 Handhabung | 14 |
| 5.1 Transport und Lagerung | 14 |
| 5.2 Wiederaufbereitung/ Wiederverwendung des Pulvers | 14 |
| 6 Verarbeitung im AM-System | 15 |
| 7 Qualitätsrelevante Angaben zu den Pulvereigenschaften | 15 |
| 8 Sicherheitshinweise | 15 |
| Schrifttum | 16 |

| Contents | Page |
|---|------|
| Preliminary note | 2 |
| Introduction | 2 |
| 1 Scope | 2 |
| 2 Normative references | 3 |
| 3 Test methods in powder metallurgy | 3 |
| 3.1 Sampling | 3 |
| 3.2 Chemical composition | 4 |
| 3.3 Particle size distribution | 6 |
| 3.4 Particle shape (morphology) | 7 |
| 3.5 Flowability | 8 |
| 3.6 Determination of powder density (closed porosity of particles) | 10 |
| 3.7 Tap density | 10 |
| 3.8 Bulk density | 10 |
| 3.9 Moisture analysis | 11 |
| 3.10 Absorption rate of the powder | 12 |
| 4 Production | 12 |
| 5 Handling | 14 |
| 5.1 Transportation and storage | 14 |
| 5.2 Powder recycling/ re-use | 14 |
| 6 Use in the AM system | 15 |
| 7 Documentation of powder quality | 15 |
| 8 Safety instructions | 15 |
| Bibliography | 16 |

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 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 Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

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

Einleitung

Beim Einsatz der additiven Fertigungsverfahren im industriellen Maßstab fällt auf, dass Pulverbestellungen mit identischen Vorgaben zur Lieferung von unterschiedlich geeigneten Pulvern führen können. Diese Richtlinie beschreibt Vorgehensweisen und Methoden, die dazu beitragen, eine geeignete Pulvercharakterisierung sicherzustellen. Damit kann die Reproduzierbarkeit und Prozesssicherheit der gesamten additiven Fertigungskette gesteigert werden. Die Qualität des Pulvers ist die Voraussetzung für gute Bauteile, doch muss der Prozess der additiven Fertigung insgesamt beherrscht werden, um diese tatsächlich zu erhalten.

Diese Richtlinie wurde aufbauend auf VDI 3405 Blatt 2 erarbeitet, die das Laser-Strahlschmelzen metallischer Bauteile behandelt und in Abschnitt 5 bereits Verfahren zur Prüfung des Pulverwerkstoffs beschreibt.

Die Richtlinie ergänzt und präzisiert diese Beschreibungen.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie wendet sich an Hersteller von Metallpulvern, Einkäufer von Rohstoffen für die additive Fertigung, die Qualitätssicherung für additiv hergestellte Bauteile sowie an Anbieter für Mess- und Prüftechnik zur Charakterisierung von Pulverwerkstoffen zur Verwendung in pulverbettbasierten Strahlschmelzverfahren metallischer Werkstoffe. Diese sind auch bekannt unter den Bezeichnungen: Laser-Strahlschmelzen (LBM), Laser Forming, Selective Laser Melting (SLM[®]), LaserCUSING[®], Elektronen-Strahlschmelzen (EBM[®]), Direktes Metall-Laser-Sintern (DMLS[®]), Laser Metal Fusi-

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 (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

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

Experience of industrial additive manufacturing processes shows that identically specified powder orders can result in the delivery of powders with varying degrees of suitability. This standard describes procedures and methods designed to ensure consistent powder characterisation, which helps to improve the reproducibility and process reliability of the entire additive manufacturing chain. Powder quality is essential for good components, but the additive manufacturing process as a whole must be controlled to actually achieve this.

This standard is designed to complement standard VDI 3405 Part 2, which deals with the laser beam melting of metallic parts and describes in Section 5 procedures for testing powder feedstock.

This standard elaborates on these methods in more detail.

1 Scope

This standard is aimed at manufacturers of metal powders, purchasers of powder feedstock for additive manufacturing, those responsible for the quality assurance of additively manufactured parts and suppliers of measurement and testing equipment for characterising metal powders for use in powder bed fusion processes. Various terms are used to describe these processes, such as laser beam melting (LBM), laser forming, selective laser melting (SLM[®]), LaserCUSING[®], electron beam melting (EBM[®]), direct metal laser sintering (DMLS[®]), laser metal fusion and direct metal printing. The

on oder Direct Metal Printing. Die einzelnen Verfahren werden in VDI 3405 ausführlich beschrieben.

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 3405 Blatt 2:2013-08 Additive Fertigungsverfahren; Strahlschmelzen metallischer Bauteile; Qualifizierung, Qualitätssicherung und Nachbearbeitung

individual processes are described in detail in VDI 3405.

2 Normative references

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI 3405 Part 2:2013-08 Additive manufacturing processes, rapid manufacturing; Beam melting of metallic parts; Qualification, quality assurance and post processing