ICS 13.110, 25.030

VDI-RICHTLINIEN

November 2019

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Additive Fertigungsverfahren
Anwendersicherheit beim Betrieb der Fertigungsanlagen
Laser-Strahlschmelzen von Metallpulvern

Additive manufacturing processes
User safety on operating the manufacturing facilities
Laser beam melting of metallic parts

VDI 3405

Blatt 6.1 / Part 6.1

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

Vorbemerkung ... 3
Einleitung ... 3
1 Anwendungsbereich ... 3
2 Normative Verweise ... 4
3 Begriffe ... 4
4 Abkürzungen ... 6
5 Potenzielle Gefährdungen beim Laser-Strahlschmelzen ... 7
5.1 Wareneingangskontrolle und Pulverprüfung im Rahmen der Wiederaufbereitung ... 8
5.2 Lagerung von Pulvermaterialien ... 8
5.3 Pulvervorbereitung und Wiederaufbereitung von Pulver (Sieben) ... 8
5.4 Anlagenvorbereitung ... 9
5.5 Bauprozess – Betrieb der Maschine ... 9
5.6 Schritte der Bauteilentnahme ... 10
5.7 Schritte der Bauteilnachbearbeitung ... 11
5.8 Abfalllagerung ... 13
6 Potenzielle Gefährdungen bei Reinigung, Wartung, Umbau und Instandhaltung ... 14
6.1 Reinigung für Pulverwechsel ... 14
6.2 Wechsel der Umluftfilter ... 14
6.3 Reinigung der Räumlichkeiten ... 15
6.4 Eingriff in die Anlage im Rahmen von Vermessung und Kalibrierung (Überbrückung) ... 15
6.5 Umbauten und Eingriff in Anlagen (Überbrückung) ... 15
6.6 Externe Dienstleister und Besucher ... 16
7 Gefährdungsbeurteilung und Rangfolge der Schutzmaßnahmen ... 16
7.1 Gefährdungsbeurteilung ... 16
7.2 Rangfolge der Schutzmaßnahmen ... 17

Contents Page

Preliminary note ... 3
Introduction ... 3
1 Scope ... 3
2 Normative references ... 4
3 Terms and definitions ... 4
4 Abbreviations ... 6
5 Potential hazards with laser beam melting ... 7
5.1 Incoming goods inspection and powder testing as part of reprocessing ... 8
5.2 Storage of powder materials ... 8
5.3 Powder preparation and reprocessing of powder (sieving) ... 8
5.4 Machine preparation ... 9
5.5 Build process – Operation of the machine ... 9
5.6 Steps in part removal ... 10
5.7 Steps in post-processing of parts ... 11
5.8 Waste storage ... 13
6 Potential hazards for cleaning, maintenance, conversion, and repair ... 14
6.1 Cleaning for powder change ... 14
6.2 Changing the recirculated air filters ... 14
6.3 Cleaning the premises ... 15
6.4 Intervention in the machine in the scope of measurement and calibration (by-pass) ... 15
6.5 Modifications and intervention in machines (by-pass) ... 15
6.6 External service providers and visitors ... 16
7 Risk assessment and sequence of protective measures ... 16
7.1 Risk assessment ... 16
7.2 Sequence of protective measures ... 17

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

VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 2: Fertigungsverfahren

Frühere Ausgabe: 06.18 Entwurf, deutsch
Former edition: 06/18 Draft, in German only

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2019

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2019

Inhalt Seite

8 Empfehlungen für die arbeitssichere Prozessgestaltung ... 18
8.1 Wareneingangskontrolle und Pulverprüfung im Rahmen der Wiederaufbereitung ... 19
8.2 Lagerung von Pulvermaterialien und bauliche Anforderungen an die Pulverlagerung ... 19
8.3 Pulvervorbereitung und Wiederaufbereitung von Pulver (Sieben) ... 20
8.4 Anlagenvorbereitung ... 20
8.5 Betrieb der Maschine ... 21
8.6 Schritte der Bauteilentnahme ... 22
8.7 Schritte der Bauteilnachbearbeitung ... 24
8.8 Abfalllagerung ... 26

9 Empfehlungen für die Gestaltung der Arbeiten bei Reinigung, Wartung, Umbau und Instandhaltung ... 27
9.1 Reinigung für Pulverwechsel ... 27
9.2 Wechsel der Umluftfilter ... 28
9.3 Reinigung der Räumlichkeiten ... 28
9.4 Externe Dienstleister und Besucher ... 29

10 Persönliche Schutzausrüstung (PSA) und Verhaltenshinweise ... 29
10.1 Handschutz ... 29
10.2 Hautschutz ... 30
10.3 Atemschutz ... 30
10.4 Kleidung und Schuhe ... 31

Anhang A Checkliste für den arbeitssicheren Technologieeinstieg ... 32

Anhang B Beispielhafte Lastenrechnung zur Lüftungsdimensionierung ... 34

Schrifttum ... 36

Contents Page

8 Recommendations for occupationally safe process design ... 18
8.1 Incoming goods inspection and powder testing as part of reprocessing ... 19
8.2 Storage of powder materials and construction requirements for powder storage ... 19
8.3 Powder preparation and reprocessing of powder (sieving) ... 20
8.4 Machine preparation ... 20
8.5 Operation of the machine ... 21
8.6 Steps in part removal ... 22
8.7 Steps in post-processing of parts ... 24
8.8 Waste storage ... 26

9 Recommendations for the design of work for cleaning, maintenance, conversion, and repair ... 27
9.1 Cleaning for powder change ... 27
9.2 Changing the recirculated air filters ... 28
9.3 Cleaning the premises ... 28
9.4 External service providers and visitors ... 29

10 Personal protective equipment (PPE) and instructions for conduct ... 29
10.1 Hand protection ... 29
10.2 Skin protection ... 30
10.3 Breathing protection ... 30
10.4 Clothes and shoes ... 31

Annex A Checklist for safely getting started with technology ... 32

Annex B Example load calculation for ventilation dimensioning ... 34

Bibliography ... 36