ICS 25.030

VDI-RICHTLINIEN

April 2021

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Additive Fertigungsverfahren
Anwendersicherheit beim Betrieb der Fertigungsanlagen
Laser-Sintern von Kunststoffen

Additive manufacturing processes
User safety on operating the manufacturing facilities
Laser sintering of polymers

VDI 3405
Blatt 6.2 / Part 6.2

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

Vorbemerkung ... 3
Einleitung ... 3
1 Anwendungsbereich ... 3
2 Normative Verweise ... 4
3 Begriffe ... 4
4 Abkürzungen ... 6
5 Potenzielle Gefährdungen beim Laser-Sintern ... 6
5.1 Wareneingangskontrolle bzw. Pulverprüfung im Rahmen der Wiederaufbereitung ... 7
5.2 Lagerung von Pulvermaterialien ... 8
5.3 Umgang mit verschiedenen Kunststoffen ... 8
5.4 Pulvervorbereitung und Wiederaufbereitung von Pulver (Sieben und Mischen) ... 8
5.5 Anlagenvorbereitung ... 8
5.6 Bauprozess – Betrieb der Maschine ... 9
5.7 Schritte der Bauteilentnahme ... 9
5.8 Schritte der Bauteilnachbearbeitung ... 10
5.9 Abfalllagerung ... 12
6 Potenzielle Gefährdungen bei Reinigung, Wartung, Umbau und Instandhaltung ... 12
6.1 Reinigung für Materialwechsel ... 12
6.2 Wechsel der Umluftfilter ... 12
6.3 Reinigung der Räumlichkeiten ... 13
6.4 Eingriff in die Anlage im Rahmen von Vermessung und Kalibrierung (Überbrückung) ... 13
6.5 Umbauten und Eingriff in Anlagen (Überbrückung) ... 13
7 Gefährdungsbeurteilung und Rangfolge der Schutzmaßnahmen ... 14
7.1 Gefährdungsbeurteilung ... 14
7.2 Rangfolge der Schutzmaßnahmen ... 15

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 of laser sintering ... 6
5.1 Incoming goods inspection and powder testing as part of reprocessing ... 7
5.2 Storage of powder materials ... 8
5.3 Handling different polymers ... 8
5.4 Powder preparation and reprocessing (sieving and blending) ... 8
5.5 Machine preparation ... 8
5.6 Build process – Operation of the machine ... 9
5.7 Part removal process ... 9
5.8 Part post-processing ... 10
5.9 Waste storage ... 12
6 Potential hazards associated with cleaning, maintenance, refitting, and repair ... 12
6.1 Cleaning prior to material change ... 12
6.2 Changing the recirculated air filters ... 12
6.3 Cleaning the premises ... 13
6.4 Intervention in the machine for measurement and calibration purposes (bypass) ... 13
6.5 Modifications and intervention in machines (bypass) ... 13
7 Risk assessment and hierarchy of protective measures ... 14
7.1 Risk assessment ... 14
7.2 Hierarchy of protective measures ... 15

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

VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 2: Fertigungsverfahren

Frühere Ausgabe: 11.19 Entwurf, deutsch
Former edition: 11/19 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 2021

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

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2021

Inhalt Seite

8 Empfehlungen für die arbeitssichere Prozessgestaltung ... 16
8.1 Wareneingangskontrolle und Pulverprüfung im Rahmen der Wiederaufbereitung ... 16
8.2 Lagerung von Pulvermaterialien und bauliche Anforderungen an die Pulverlagerung ... 17
8.3 Umgang mit verschiedenen Materialien ... 17
8.4 Pulvervorbereitung und Wiederaufbereitung von Pulver (Sieben und Mischen) ... 17
8.5 Anlagenvorbereitung ... 18
8.6 Bauprozess – Betrieb der Maschine ... 18
8.7 Schritte der Bauteilentnahme ... 19
8.8 Schritte der Bauteilnachbearbeitung ... 20
8.9 Abfalllagerung ... 22

9 Empfehlungen für die Gestaltung der Arbeiten bei Reinigung, Wartung, Umbau und Instandhaltung ... 22
9.1 Reinigung für Materialwechsel ... 22
9.2 Wechsel der Umluftfilter ... 23
9.3 Reinigung der Räumlichkeiten ... 23
9.4 Externe Dienstleister und Besucher ... 24

10 Persönliche Schutzausrüstung (PSA) und Verhaltenshinweise ... 24
10.1 Handschutz ... 24
10.2 Hautschutz ... 25
10.3 Atemschutz ... 25
10.4 Kleidung und Schuhe ... 26

Anhang Checkliste für den arbeitssicheren Technologieeinstieg ... 27

Schrifttum ... 29

Contents Page

8 Recommendations for safe process design ... 16
8.1 Incoming goods inspection and powder testing as part of reprocessing ... 16
8.2 Storage of powder materials and construction requirements for powder storage ... 17
8.3 Handling different materials ... 17
8.4 Powder preparation and reprocessing (sieving and blending) ... 17
8.5 Machine preparation ... 18
8.6 Build process – Operation of the machine ... 18
8.7 Part removal process ... 19
8.8 Part post-processing ... 20
8.9 Waste storage ... 22

9 Recommendations for the organisation of cleaning, maintenance, refitting, and repair work ... 22
9.1 Cleaning prior to material change ... 22
9.2 Changing the recirculated air filters ... 23
9.3 Cleaning the premises ... 23
9.4 External service providers and visitors ... 24

10 Personal protective equipment (PPE) and codes of conduct ... 24
10.1 Hand protection ... 24
10.2 Skin protection ... 25
10.3 Respiratory equipment ... 25
10.4 Clothing and shoes ... 26

Annex Checklist for safe working with new technology ... 27

Bibliography ... 29