

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Additive Fertigungsverfahren
Gestaltungsempfehlungen für die Bauteilfertigung
mit Materialextrusionsverfahren

Additive manufacturing processes
Design rules for part production using
material extrusion processes

VDI 3405
Blatt 3.4 / Part 3.4

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.....	3	1 Scope.....	3
2 Normative Verweise.....	3	2 Normative references.....	3
3 Begriffe	3	3 Terms and definitions	3
4 Formelzeichen.....	4	4 Symbols.....	4
5 Grundlagen von Materialextrusionsverfahren.....	5	5 Basic principles of material extrusion processes.....	5
6 Werkstofftechnische Hinweise für die Konstruktion.....	6	6 Material considerations for part design.....	6
6.1 Verfügbare Materialien.....	7	6.1 Available materials.....	7
6.2 Werkstoffeigenschaften	7	6.2 Material characteristics.....	7
7 Gestaltungsempfehlungen.....	8	7 Design rules.....	8
7.1 Minimaler Bohrungsdurchmesser	9	7.1 Minimum hole diameter	9
7.2 Maximaler waagerechter Bohrungsdurchmesser (frei von Stützkonstruktionen).....	10	7.2 Maximum horizontal hole diameter (clear of support structures).....	10
7.3 Minimale Wandstärke.....	11	7.3 Minimum wall thickness.....	11
7.4 Geneigte freistehende Wände	11	7.4 Inclined self supporting walls	11
7.5 Dickensprünge von zylindrischen Bauteilen	13	7.5 Varying thicknesses of cylindrical parts	13
7.6 Minimaler freistehender Zylinder	13	7.6 Minimum detached cylinder	13
7.7 Geneigte freistehende Zylinder	14	7.7 Inclined detached cylinders	14
7.8 Maximaler freitragender Überhang.....	14	7.8 Maximum self-supporting overhang.....	14
7.9 Minimales Spaltmaß	17	7.9 Minimum clearance	17
7.10 Spaltmaße für bewegliche Teile.....	17	7.10 Clearances for moving elements.....	17
8 Geometrische Toleranzen und Genauigkeit.....	19	8 Geometric tolerances and accuracy.....	19
8.1 Maßabweichungen	19	8.1 Dimensional deviations	19
8.2 Formabweichungen.....	19	8.2 Shape deviations.....	19
8.3 Oberflächenabweichungen.....	20	8.3 Surface deviations.....	20
9 Verfahrensspezifische Folgeprozesse.....	21	9 Post-processing processes.....	21
9.1 Entfernung von Stützkonstruktionen.....	22	9.1 Removal of support structures.....	22
9.2 Folgeprozesse zur Erreichung von geometrischen Genauigkeiten.....	22	9.2 Post-processing processes for achieving the geometrical accuracies.....	22
9.3 Veredelung von Bauteiloberflächen.....	23	9.3 Surface finishing.....	23
Schrifttum	25	Bibliography	25

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 und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3405.

Einleitung

Die additiven Fertigungsverfahren bieten neben den in DIN 8580 genannten Verfahren eine weitere Fertigungsoption. Sie haben das Potenzial, Herstellzeit und -kosten eines Bauteils zu reduzieren und dabei dessen Funktionalität zu erhöhen.

Jedes Fertigungsverfahren hat seine spezifischen Stärken und Schwächen. Bei den konventionellen Fertigungsverfahren wie dem Trennen (Beispiel: spanende Bearbeitung), dem Fügen (Beispiel: Schweißen) oder den urformenden Verfahren (Beispiel: Spritzguss) sind diese bekannt und werden bei der Konstruktion und bei der Auswahl des Fertigungsverfahrens angemessen berücksichtigt.

Bei den additiven Fertigungsverfahren fehlt den Konstrukteuren dieser Erfahrungsschatz bislang noch weitgehend. Dabei bieten diese Verfahren durch Wegfall von Einschränkungen konventioneller Verfahren ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit. Somit können Bauteilgeometrien realisiert werden, die anders nicht herstellbar sind.

Die Richtlinien der Reihe VDI 3405 Blatt 3 geben den in der Konstruktion und Fertigungsplanung Tätigen eine Arbeitsgrundlage an die Hand, mit der sie die additiven Fertigungsverfahren bei der Auswahl eines geeigneten Produktionsverfahrens für eine gegebene Aufgabenstellung qualifiziert berücksichtigen können.

Die vorliegende Richtlinie gibt ausführliche und konkrete Konstruktionsempfehlungen für Materialextrusionsverfahren.

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 and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3405.

Introduction

Additive manufacturing processes offer additional manufacturing options alongside established processes defined in DIN 8580. They have the potential to reduce part manufacturing times and costs, and in so doing increase their functionality.

Each manufacturing process has its specific strengths and weaknesses. Practitioners are aware of the strengths and weaknesses of conventional manufacturing processes such as cutting, joining, and shaping processes, e.g. by machining, welding, or injection moulding, and give them appropriate consideration at the design stage and when selecting the manufacturing process.

In the case of additive manufacturing processes, however, design engineers have thus far had access to only a limited pool of experience. Without the limitations associated with conventional processes, additive manufacturing processes offer designers a high degree of freedom. They allow component geometries to be created that would be impossible by conventional means.

The series of standards VDI 3405 Part 3 provides design and production engineers with a working basis which allows them to make an informed decision about additive manufacturing processes when selecting a suitable production method for a specific task.

This standard provides detailed, concrete design rules for material extrusion processes.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Gestaltung mit thermoplastischen Kunststoffen, die mittels Materialextrusion (Begriff aus DIN EN ISO/ASTM 52900) hergestellt werden.

Das beinhaltet sowohl das kontinuierliche Extrusionsverfahren Fused Layer Modelling (FLM, Begriff aus VDI 3405) sowie nicht kontinuierliche Verfahren.

1 Scope

This standard governs the design of parts for material extrusion processes (term from DIN EN ISO/ASTM 52900) using thermoplastic materials.

This applies to both the continuous extrusion process „Fused Layer Modelling (FLM)“ (term from VDI 3405) and the non-continuous extrusion process.