

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Additive Fertigungsverfahren  
Güteklassen für additiv gefertigte  
Kunststoffbauteile  
  
Additive manufacturing processes  
Quality grades for additive manufacturing  
of polymer parts

VDI 3405  
Blatt 7 / Part 7

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         |
| <b>1 Anwendungsbereich.....</b>   | <b>3</b>  | <b>1 Scope.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2 Normative Verweise.....</b>  | <b>3</b>  | <b>2 Normative references.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3 Begriffe.....</b>  | <b>3</b>  | <b>3 Terms and definitions.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>4 Formelzeichen und Abkürzungen.....</b>   | <b>4</b>  | <b>4 Symbols and abbreviations.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>5 Güteklassensystem.....</b>   | <b>5</b>  | <b>5 Quality grades system.....</b>   | <b>5</b>  |
| 5.1 Definition der Güteklassen.....   | 5         | 5.1 Definition of the quality grades.....   | 5         |
| 5.2 Typische Einordnung wichtiger<br>Materialklassen und Anwendung des<br>Güteklassensystems..... | 6         | 5.2 Typical classification of important<br>material classes and usage of the quality<br>grades system.....        | 6         |
| <b>6 Probekörper zur Ermittlung der Kennzahlen<br/>für die Güteklassen.....</b>                   | <b>8</b>  | <b>6 Test specimens for determining the<br/>characteristic values for the quality grades.....</b>                 | <b>8</b>  |
| 6.1 Probekörper.....  | 8         | 6.1 Test specimens.....   | 8         |
| 6.2 Orientierung, Rasteranordnung und<br>Verteilung im Bauraum.....                               | 9         | 6.2 Orientation, grid arrangement, and<br>distribution in the build space.....                                    | 9         |
| <b>7 Fertigung der Probekörper.....</b>   | <b>14</b> | <b>7 Manufacturing of the test specimens.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>8 Kennwertermittlung und Einordnung in das<br/>Güteklassensystem.....</b>                      | <b>15</b> | <b>8 Determination of characteristic values and<br/>classification in the quality grades system.....</b>          | <b>15</b> |
| 8.1 Mechanische Eigenschaften.....  | 15        | 8.1 Mechanical properties.....  | 15        |
| 8.2 Maßhaltigkeit.....  | 16        | 8.2 Dimensional accuracy.....   | 16        |
| 8.3 Relative Bauteildichte.....   | 17        | 8.3 Relative part density.....  | 17        |
| 8.4 Darstellung der Einordnungen in die<br>Güteklassen.....                                       | 18        | 8.4 Classification in<br>quality grades.....  | 18        |
| <b>9 Initiale Einordnung und regelmäßige<br/>Überprüfung der Einordnungen.....</b>                | <b>18</b> | <b>9 Initial classification and regular checking of<br/>the classifications.....</b>                              | <b>18</b> |
| 9.1 Initiale Einordnung.....  | 18        | 9.1 Initial classification.....   | 18        |
| 9.2 Regelmäßige Überprüfung.....  | 18        | 9.2 Regular checking.....   | 18        |
| 9.3 Neuermittlung der Einordnungen beim<br>Austausch maßgeblicher<br>Anlagenkomponenten.....      | 20        | 9.3 Renewed determination of the<br>classifications in case of replacement of<br>relevant machine components..... | 20        |
| <b>Anhang</b> Formblatt für Güteklasseneinordnungen<br>gemäß VDI 3405 Blatt 7.....                | <b>21</b> | <b>Annex</b> Form for quality grades classification as<br>per VDI 3405 Part 7.....                                | <b>21</b> |
| Schrifttum.....   | 22        | Bibliography.....   | 22        |

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)  
Fachbereich Produktionstechnik und 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](http://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](http://www.vdi.de/3405).

## Einleitung

Ziel dieser Richtlinie ist es, die Kommunikation zwischen Anbietern und Anwendern von additiv gefertigten Kunststoffbauteilen bezüglich der zu liefernden Bauteilqualität zu verbessern. Dazu werden in dieser Richtlinie Qualitätskriterien und Bauteileigenschaften in ein System von Güteklassen eingeteilt.

Die Bauteileigenschaften hängen bei den für Polymere relevanten additiven Fertigungsverfahren (siehe VDI 3405) sehr stark von den genutzten Anlagensystemen, dem Material sowie der verwendeten Prozessführung ab. Grundsätzlich kann die Prozessführung auf Produktivität oder Qualität optimiert werden. Diese Ziele sind im Rahmen der Leistungsfähigkeit einer bestimmten Anlage prinzipiell gegenläufig.

Die in dieser Richtlinie aufgestellten Güteklassen helfen, Qualitätsunterschiede zu veranschaulichen. Die Güteklassen befähigen die Anwender, Bauteilspezifikationen praxisgerecht für die Fertigung zu definieren.

Neben der Spezifikation der Güteklassen gibt diese Richtlinie für typische Materialien an, welche Güteklassen damit erreicht werden können. Es werden Probekörper und deren Anordnung im Bauraum spezifiziert (Die CAD-Daten dafür liegen dieser Richtlinie im MAGICS-Format bzw. als positionierte STL-Daten bei.). Die Bestimmung der mechanischen Zugeigenschaften, der Maßhaltigkeit und der Bauteildichte mithilfe dieser Probekörper wird beschrieben, um die Zuordnung zu Güteklassen für die jeweiligen Kenngrößen zu ermöglichen.

## 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](http://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](http://www.vdi.de/3405).

## Introduction

The goal of this standard is to improve the communication between providers and users of additive manufactured polymer parts in relation to the part quality to be supplied. For this purpose, quality criteria and part properties are categorised in this standard into a system of quality grades.

In the additive manufacturing processes relevant for polymers (see VDI 3405), the part properties depend very heavily on the machine systems, the material and the process control used. In principle the process control can be optimised for productivity or quality. These goals are in principle contradictory in the context of the performance of a specific machine.

The quality grades listed in this standard help to make clear the differences in quality. The quality grades enable the user to define part specifications for manufacturing so they are practical.

Along with the specification of the quality grades, this standard states which quality grades can be achieved with typical materials. Test specimens and their arrangement in the build space are specified (The related CAD data are included with this standard in the MAGICS format or as positioned STL data.). The determination of the mechanical tensile properties, the dimensional accuracy and the part density with the aid of these test specimens is described to make possible the assignment to quality grades for the related characteristic values.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie wendet sich an Anbieter von Fertigungsdienstleistungen für Kunststoffbauteile, die zur Herstellung additive Fertigungsanlagen einsetzen, und an die Auftraggeber dieser Dienstleistungen. Konstrukteure von Bauteilen sowie Einkäufer und Anbieter von Fertigungsdienstleistungen können das erforderliche beziehungsweise das erreichbare Qualitätsniveau mithilfe dieser Richtlinie nachvollziehbar spezifizieren.

Diese Richtlinie gilt für Bauteile, die mittels Laser-Sintern (LS) oder Materialextrusion (MEX) aus thermoplastischen Kunststoff hergestellt wurden. Die Übertragbarkeit auf weitere Verfahren für Polymere ist im Einzelfall zu prüfen.

**Anmerkung 1:** Das Laser-Sintern ist auch bekannt unter der Bezeichnung *selektives Laser-Sintern* (SLS®), siehe VDI 3405.

**Anmerkung 2:** Das in DIN EN ISO/ASTM 52900 *Material-extrusion* genannte Verfahren ist auch als *Fused Layer Modelling* (FLM), *Fused Layer Manufacturing*, *Fused Deposition Modelling* (FDM) oder *Strangablegeverfahren* bekannt, siehe VDI 3405.

Die Güteklassen gelten für Bauteile, die nach der Entnahme aus dem Bauraum und der Entfernung möglicher Stützkonstruktionen nicht durch weitere Nachbehandlungsschritte bearbeitet wurden.

## 2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

DIN 16742:2013-10 Kunststoff-Formteile; Toleranzen und Abnahmebedingungen

DIN EN ISO/ASTM 52900:2018-06 Additive Fertigung; Grundlagen; Terminologie

VDI 3405:2014-12 Additive Fertigungsverfahren; Grundlagen, Begriffe, Verfahrensbeschreibungen

## 1 Scope

This standard is aimed at providers of manufacturing services for polymer parts who use additive manufacturing machines and at the customers for these services. Designers of parts as well as buyers and providers of manufacturing services can specify, in a traceable manner, the required or the achievable level of quality with the aid of this standard.

This standard applies to parts that have been manufactured from a thermoplastic polymer by means of laser sintering (LS) or material extrusion (MEX). Its applicability to other processes for polymers shall be checked in the specific case.

**Note 1:** Laser sintering is also known as *selective laser sintering* (SLS®), see VDI 3405.

**Note 2:** The process called *material extrusion* in DIN EN ISO/ASTM 52900 is also known as *fused layer modelling* (FLM), *fused layer manufacturing* or *fused deposition modelling* (FDM), see VDI 3405.

The quality grades apply to parts that have not been post-processed after unpacking from the build space and the removal of possible support structures.

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

DIN 16742:2013-10 Plastics moulded parts; Tolerances and acceptance conditions

DIN EN ISO/ASTM 52900:2018-06 Additive manufacturing; General principles; Terminology

VDI 3405:2014-12 Additive manufacturing processes, rapid manufacturing; Basics, definitions, processes