

# Konstruieren für Additive Fertigungsverfahren / industriellen 3D-Druck

In Kooperation mit  
dem 3D-Netzwerk



## Referenten

Experten aus Hochschule und  
Ingenieursdienstleistung

## Solingen

Dienstag, 16.05. bis  
Donnerstag, 18.05.2017

Lehrgang

# Konstruieren für Additive Fertigungsverfahren / industriellen 3D-Druck

In Kooperation mit dem 3D-Netzwerk

## ■ Zum Lehrgang

Additive Fertigungsverfahren (Additive Manufacturing) besitzen das Potenzial höchster Gestaltungsfreiheit und Fertigungsflexibilität. Durch permanente Weiterentwicklung der Verfahren und verfügbarer Werkstoffe erschließen sich immer mehr Anwendungsfelder.

Additiv gefertigte Bauteile eröffnen neue Funktionalitäten und Bauteil-Geometrien bei der Produktgestaltung und neue Lösungen im Entwicklungs- und Fertigungsprozess. Gleichzeitig können Herstellzeit und -kosten reduziert werden.

Um zukünftig wettbewerbsfähige und innovative Produkte zu gestalten, müssen Entwickler und Konstrukteure neben den konventionellen Fertigungsverfahren auch die **Konstruktionsprinzipien** und die Möglichkeiten sowie Design-Grenzen der additiven Fertigung/des industriellen 3D-Drucks kennen.

**Der Lehrgang „Konstruieren für Additive Fertigungsverfahren / industriellen 3 D-Druck“** vermittelt Ihnen das notwendige Know-how, um ein geeignetes Verfahren auszuwählen und erfolgreich Produkte, Komponenten und Funktionsbauteile für **kunststoff- und metallbasierte additive Fertigungsverfahren** zu gestalten.

Dabei werden die Neuproduktentwicklung und Bauteiloptimierungen behandelt. Sie lernen anhand zahlreicher Beispiele von der (Klein)serienfertigung bis hin zum Betriebsmittel- und Werkzeugbau sowie Formenbau und Ersatzteilproduktion.

## ■ Ihre Referenten

**Prof. Dr.-Ing. Andreas Gebhardt**, Fachgebiet Hochleistungsverfahren der Fertigungstechnik, Hochschule Aachen

**Tobias Grotschulte**,  
GoetheLab for Additive Manufacturing, FH Aachen

**Alexander Schwarz**,  
Institut für werkzeuglose Fertigung GmbH - IWF, Aachen

**Dominik Sippel**, Additive Manufacturing Consultant,  
EOS Additive Minds, Krailling

**Hagen Tschorn**, Canto Ing. GmbH - Entwicklung - Prototypen -  
Werkzeugbau - Kleinserienfertigung, Lüdenscheid

## ■ Lehrgangsdaten

**Gründer- und Technologiezentrum Solingen**, Grünewalder  
Straße 29-31, 42657 Solingen

Di, 16.5.2017 bis Do, 18.5.2017

1. Tag: 9.15 bis 17.15 Uhr

2.-3. Tag: 9.00 bis 17.00 Uhr

**Anmelde-Nr. 0121100117** / Gebühr: € 1.590,-

(mehrwertsteuerfrei, einschließlich Lehrunterlagen,  
Pausengetränken und Mittagessen)

## ■ Lehrgangsinhalt

Der Lehrgang besteht aus drei Modulen. Je nach Vorkenntnissen und Qualifizierungsbedarf im Bereich additiver Fertigung können Sie die Module auch separat buchen.

### **In Modul 1 Additive Fertigung: Technologiewissen für Entwickler und Konstrukteure**

werden Ihnen wichtige Grundlagen zu Einsatzbereichen, Kosten, Stärken und Schwächen gängiger kunststoff- und metall-basierter additiver Fertigungsverfahren vermittelt. Sie lernen Kriterien und Vorgehen bei der Auswahl eines geeigneten und wirtschaftlichen Fertigungsverfahrens für die spezifischen Produkt-/Material-/Gestaltungsanforderung kennen.

### **Modul 2 Design für Additive Fertigung: Konstruktion metallischer Bauteile für den SLM-Prozess**

vermitteln Ihnen konkrete Konstruktionsregeln für die fertigungsgerechte Gestaltung für das SLM-Verfahren (Strahlschmelzen von Metallen). Sie lernen, wie Sie Gestaltungsmöglichkeiten und Material- und Designvorteile ausschöpfen.

### **Modul 3 Konstruieren für Kunststoffbasierte additive Fertigungsverfahren**

vermitteln Ihnen konkrete Konstruktionsregeln für die fertigungsgerechte Gestaltung für die Kunststoffbasierten additiven Fertigungsverfahren SLS und FLM. Sie lernen, wie Sie Gestaltungsmöglichkeiten und Material- und Designvorteile ausschöpfen.

## ■ Teilnehmerkreis (m/w)

Entwicklungsingenieure, Konstrukteure, die additive Fertigungsverfahren einsetzen oder einsetzen wollen. Ingenieure aus K&E, die bei Redesign und Neukonstruktionen die Potenziale der Additiven Fertigungsverfahren kennen müssen, um Sie beim Prototyping, für Funktionsmuster, die Vorserienfertigung oder die (Klein)serienproduktion einsetzen zu können.

## ■ Art der Präsentation

Vortrag, Diskussion, Lehrunterlage, Gestaltungsbeispiele mit CAD-Software, Live-Demonstration

## ■ Teilnahmebescheinigung

Zum Abschluss der Veranstaltung erhalten Sie eine qualifizierte Teilnahmebescheinigung der TAW mit detaillierter Auflistung der vermittelten Seminarinhalte.

## ■ Hinweis

Details zu den Inhalten der einzelnen Module finden Sie in den folgenden Seminarbeschreibungen.

# Additive Fertigung – 3D-Druck Technologiewissen für Entwickler und Konstrukteure

**Modul 1 des Lehrgangs** Konstruieren für Additive  
Fertigungsverfahren / industriellen 3D-Druck  
In Kooperation mit dem 3D-Netzwerk

## ■ Zum Seminar

Das Seminar vermittelt Ihnen als Entwickler und Konstrukteur den aktuellen Stand des industriellen 3D-Drucks und zeigt, was diese Technologie leistet, um wettbewerbsfähige und innovative Produkte zu gestalten.

Sie erhalten einen relevanten Überblick zu Einsatzbereichen, Kosten, Gestaltungsmerkmalen, Stärken und Schwächen gängiger kunststoff- und metallbasierter additiver Fertigungsverfahren. Sie erlangen ein grundlegendes Anlagen- und Prozessverständnis und lernen wichtige Kriterien und das praktische Vorgehen für die Auswahl eines geeigneten und wirtschaftlichen Fertigungsverfahrens kennen.

Sie erfahren,

- welche generellen Gestaltungsfreiheiten und Designgrenzen einzelne additive Verfahren und Materialien haben
- wie Sie das bestmögliche, wirtschaftlichste additive Fertigungsverfahren auswählen
- wie Additive Manufacturing (AM) in konventionelle subtraktive Verfahren wie z.B. spanabhebende Fertigungsverfahren eingebunden wird
- wie AM-Verfahren den Produktentwicklungsprozess, vom Prototypen bis zum Funktionsmuster beschleunigen und Projektrisiken minimieren.

## ■ Ihre Referenten

**Prof. Dr.-Ing. Andreas Gebhardt**, Fachgebiet Hochleistungs-  
verfahren der Fertigungstechnik und Additive Manufacturing,  
Hochschule Aachen

**Hagen Tschorn**, Canto Ing. GmbH, Lüdenscheid,  
Dienstleistungsunternehmen für Entwicklung, Prototypen,  
Werkzeugbau und Kleinserienfertigung

## ■ Teilnahmebescheinigung

Zum Abschluss der Veranstaltung erhalten Sie eine qualifizierte Teilnahmebescheinigung der TAW mit detaillierter Auflistung der vermittelten Seminarinhalte.

## ■ Seminardaten

**Gründer- und Technologiezentrum Solingen**, Grünewalder  
Straße 29-31, 42657 Solingen

Di, 16.5.2017, 9.15 bis 17.15 Uhr

**Anmelde-Nr. 0121100217** / Gebühr: € 680,-

(mehrwertsteuerfrei, einschließlich Lehrunterlagen,  
Pausengetränken und Mittagessen)

## ■ Seminarinhalt

- 1. Der Additive Fertigungsprozess - Vergleich zur konventionellen Bearbeitung (Prof. Andreas Gebhardt)**
  - Break-Even-Point und sinnvolle Fertigungstiefe für AM
  - Wann lohnt sich die Additive Fertigung?
    - Complexity for free – Freiheitsgrade nutzen
    - Reduzierung von Kosten und Zeit
    - Kleinserien und Spezialanfertigungen
  - Prinzipien der Additiven Fertigungskette - vom Datensatz zum fertigen Bauteil
    - Datenaufbereitung, (Fertigungs-) Bauprozess, nachgelagerte Prozessschritte
- 2. Anwendungsebenen - Prototyping oder Manufacturing**
  - Anwendungsbereiche: Solid Imaging, Functional Prototyping, Prototype Tooling, Direct Tooling, Direct Manufacturing
- 3. Triangle of Additive Manufacturing (Hagen Tschorn)**
  - Zusammenspiel von Design, Material, Produktion
  - Bei Gestaltungsaufgaben die Vorteile des 3D-Druckes optimal ausschöpfen
- 4. Technologieüberblick und Verfahrensvorstellung - Möglichkeiten und Potenziale kennen**

Die wichtigsten Verfahren mit Blick auf:

  - Grundprinzipien und Prozessabläufe
  - Gestaltungsfreiheit, Stützen und deren Entfernbarekeit
  - Materialien und Eigenschaften
  - Auflösung, Geschwindigkeiten, Reproduzierbarkeit
  - Bauteilkosten, Prozesssicherheit, Serientauglichkeit
- 5. Marktübersicht - Druckertypen, Hersteller, Einsatzbereiche, Equipmentanforderungen und Kosten**
  - Von Metal bis Kunststoff, von Mikro bis Makro – vom Prototyp bis zur Serienfertigung
  - Anschaffungskosten, laufende Kosten
  - Welches zusätzliche Equipment ist sinnvoll?
- 6. Material- und Verfahrensauswahl**

**Von der Bauteilanforderung zum geeigneten Verfahren**

  - Drei Casestudies: aus Automotive, technischem Tauchsport und Sondermaschinenbau
  - Incl. Aspekte Nachbearbeitung in der Prozesskette + Kombination mit etablierten mech. Fertigungsverfahren
- 7. Produkt-/Herstell- und Fertigungskosten – Kostenstrukturen in der Prozesskette**
  - Break-even-point bei AM gefertigten Teilen
  - Wie additive & mechanische Fertigung ineinander greifen
  - Betriebswirtschaftliche Entscheidungsszenarios
  - Kriterien für die Make-or-Buy Entscheidung – Wettbewerbsvorteil 3D-Druck
  - Additive Lohnfertigung
    - Vom einfachen Druckauftrag bis zum Full-Service. Kooperationsstrategien - der Dienstleister als Partner
    - Was sind die Leistungen, was ist zu beachten?
- 8. Checkliste zur Material- und Verfahrensauswahl**
- 9. Rechtliche Rahmenbedingungen/ Haftungsfragen**

# Design für Additive Fertigung - Konstruktion metallischer Bauteile für den SLM-Prozess

**Modul 2 des Lehrgangs** Konstruieren für Additive  
Fertigungsverfahren / industriellen 3 D-Druck  
In Kooperation mit dem 3D-Netzwerk

## ■ Zum Seminar

**Das selektive Laserstrahlschmelzen (Selektive Laser Melting)** ist zurzeit das weitverbreitetste additive Fertigungsverfahren für metallische Werkstoffe. So findet es in der Industrie breite Anwendung in der Luftfahrt, Medizintechnik, Automotive und Energietechnik; zunehmend werden die Vorteile des additiven Fertigungsverfahrens aber auch im Werkzeugbau und Formenbau, dem Betriebsmittelbau sowie für Kleinserien im Sondermaschinenbau genutzt.

Das Seminar vermittelt Entwicklern und Konstrukteuren wichtige fertigungsbedingte Konstruktionsprinzipien und -regeln für das Bauteildesign und gibt Hinweise zur Optimierung. So lernen Sie die konstruktiven und materialtechnischen Möglichkeiten des additiven Verfahrens voll auszuschöpfen und für Ihre jeweilige Gestaltungsaufgabe im Rapid Manufacturing umzusetzen. An ausgewählten Bauteilen werden diese Strategien vorgeführt.

Sie erfahren:

- wie Sie Gestaltungs-Specs z.B. hinsichtlich Steifigkeit, Gewicht, Maßhaltigkeit umsetzen
- Welche Oberflächen- und Detailgüte erreicht werden kann
- Wie Sie Freiheitsgrade der AM nutzen und mit der Präzision einer mechanischen Bearbeitung kombinieren
- welche neuen Geometrien möglich sind, wie sie mit gängiger CAD Software umgesetzt werden und welche neuen Entwicklungen im Bereich der Software stattfinden

## ■ Teilnehmerkreis (m/w)

Entwicklungsingenieure und Konstrukteure aus Unternehmen, die selektives Laserstrahlschmelzen (Selective Laser Melting, SLM) einsetzen oder einsetzen wollen.

## ■ Ihr Referent

**Alexander Schwarz,**  
Institut für werkzeuglose Fertigung GmbH - IWF, Aachen

## ■ Teilnahmebescheinigung

Zum Abschluss der Veranstaltung erhalten Sie eine qualifizierte Teilnahmebescheinigung der TAW mit detaillierter Auflistung der vermittelten Seminarinhalte.

## ■ Seminardaten

**Gründer- und Technologiezentrum Solingen,** Grünewalder  
Straße 29-31, 42657 Solingen  
Mi, 17.5.2017, 9.00 bis 17.00 Uhr  
**Anmelde-Nr. 0121100317** / Gebühr: € 680,-  
(mehrwertsteuerfrei, einschließlich Lehrunterlagen,  
Pausengetränken und Mittagessen)

## ■ Seminarinhalt

- 1. Einführung Selective Laser Melting Process (SLM)**
  - Grundlagen des Prozesses und wichtiger Parameter
  - Verfügbare Materialien und mechanische Kennwerte, Auswahl und Qualitätskontrolle von Pulverwerkstoffen
- 2. Prozessketten für die additive Fertigung mit dem SLM**
  - Vorgehen bei Rapid Manufacturing
- 3. Einführung in die Regeln zur additive Konstruktion**
  - Richtlinienreihe VDI 3405 – Blatt 3
- 4. Grundlegende prozessbedingte Konstruktionsregeln – Gestaltungsoptionen ausschöpfen - Restriktionen kennen**
  - Oberflächenrauheiten
  - Orientierung von Bauteilen
  - Maßhaltigkeit – welche Präzision ist realisierbar? Welche konstruktiven Elemente können dargestellt werden?
  - Tolerierung und Prüfmaße
- 5. Neue Gestaltungsmöglichkeiten – Leichtbauprinzipien umsetzen – neue Funktionalitäten einbinden**
  - Wandstärken, Steifigkeit, Gewichtsoptimierung
  - Gitterstrukturen
  - Topologieoptimierung
  - Funktionsintegration
  - Beispiele aus Neukonstruktion und Redesign
- 6. Orientierung und Stützkonstruktion für den SLM-Prozess**
- 7. Anwendungsbeispiele und Live-Demonstration**
  - 3D-CAD-SW/Slicer-SW, Datenaufbereitung
  - Beispiele: von der Gestaltungsanforderung zu verschiedenen Konstruktionsvarianten
  - Anwendungsbeispiele für ausgewählte Bauteile aus verschiedenen Branchen werden vorgestellt
- 8. Qualitätssicherung bei Metallbauteilen in der AM-Fertigung**
  - Inline Prozesskontrolle
  - CT/Röntgen nach dem Prozess
  - Fertigungseinführung in der AM: die Schnittstelle zum Anwender aktiv gestalten
- 9. Nachbearbeitung von AM-gefertigten Bauteilen: wie AM und mechanische Fertigung optimal ineinander greifen**
  - Freiheitsgrade der AM nutzen und mit der Präzision einer mechanischen Bearbeitung kombinieren
  - Oberflächen: Polieren, Schleifen, Beschichten
  - Aufmaße für AM, Orientierung des Bauteils, Funktions- und Dichtflächen, Kosten
  - Fertigungskette mit Spanabhebenden Verfahren (Fräsen / Drehen) kombinieren

## ■ Art der Präsentation

Vortrag, Diskussion, Seminarunterlagen, Gestaltungsbeispiele mit CAD-Software

# Konstruieren für Kunststoffbasierte additive Fertigungsverfahren

## Modul 3 des Lehrgangs

Konstruieren für Additive Fertigungsverfahren / industriellen 3D-Druck

In Kooperation mit dem 3D-Netzwerk

### ■ Zum Seminar

Der **industrielle 3D-Druck von Kunststoffbauteilen** eröffnet durch die Vielzahl an Verfahren neue Gestaltungsfreiheiten und Flexibilität in der Fertigung. Um diese additiven Fertigungsverfahren erfolgreich und wirtschaftlich einzusetzen, sind bei der Verfahrensauswahl und Bauteilkonstruktion wichtige materialtechnische und fertigungsbedingte Aspekte sowie Restriktionen zu beachten.

Das Seminar bandelt den **Fused Layer Modeling Process (FLM)** und das **Selektive Laser Sintern (SLS-Druck)**. Etablierte additive Fertigungsverfahren für Bauteile und Endprodukte aus Kunststoff. Technologie, Gestaltungsmöglichkeiten und sinnvolle Einsatzbereiche - vom Funktionsmusterbau, der Sonderbauteilfertigung bis zur Serienfertigung, werden vorgestellt.

Das Seminar vermittelt Entwicklern und Konstrukteuren wichtige **Konstruktionsprinzipien und -regeln für das Bauteildesign** und gibt Hinweise zur fertigungsgerechten Optimierung. So lernen Sie für Ihre Produkthanforderung die Eignung des Verfahrens zu prüfen, die konstruktiven und materialtechnischen Möglichkeiten voll auszuschöpfen und für Ihre jeweilige Gestaltungsaufgabe umzusetzen.

Sie erfahren:

- Die Konstruktionsprinzipien zur fertigungsgerechten Gestaltung für FLM und SLS-Druck
- Möglichkeiten und Grenzen des SLS im Direct Manufacturing
- Welche Detailauflösung mit SLS möglich ist und wie mechanische Funktionselemente integriert werden.
- Wie Sie für das FLM-Verfahren Einzelbauteile z.B. im Sondermaschinenbau konstruieren
- Wie Sie geeignete Materialien auswählen und Oberflächen modifizieren können

### ■ Ihre Referenten

**Tobias Grotschulte,**

GoetheLab for Additive Manufacturing, FH Aachen

**Dominik Sippel,**

Additive Manufacturing Consultant,  
EOS Additive Minds, Krailling

### ■ Seminardaten

**Gründer- und Technologiezentrum Solingen,** Grünewalder Straße 29-31, 42657 Solingen

Do, 18.5.2017, 9.00 bis 17.00 Uhr

**Anmelde-Nr. 0121100417** / Gebühr: € 680,-

(mehrwertsteuerfrei, einschließlich Seminarunterlagen, Pausengetränken und Mittagessen)



## ■ Seminarinhalt

### 1. Fused Layer Modeling Process (FLM) mit Live-Demonstration am FLM-Drucker

- Begrifflichkeiten, Abgrenzung der Verfahren
- Grundlagen, Anwendungsbeispiele

### 2. Der FLM-Prozess und verfügbare Materialien

- Prozesskette, Software Lösungen zur Datenaufbereitung
- Materialien von flexibel bis fest: Eigenschaften und Einsatzbereiche

### 3. Maschinen/Anlagen - Fertigung von FLM Bauteilen

- Maschinenklassen, Vor- / Nachteile – Leistungsunterschiede/ Einsatzbereiche
- Strategie zur Maschinenauswahl anhand definierter Produkteigenschaften (incl. Make-or-buy Kriterien)

### 4. FLM-gerechte Konstruktion - Konstruktionsprinzipien

- Fertigungsgerechte Radien, Wandstärken, Überhänge und Bohrungen
- Anpassungskonstruktion bei der Materialsubstitution von Bauteilen

### 5. Der Selective Laser Sintering Process (SLS)

- Prozessgrundlagen, wichtige Parameter, verfügbare Systeme
- Verfügbare Materialien und mechanische Kennwerte

### 6. Prozesskette für die additive Fertigung mit SLS

- Vorgehen und Prozessschritte

### 7. Einführung in die Regeln zur additive Konstruktion

- Konstruktionsempfehlungen Lasersintern VDI3405–Blatt3

### 8. Grundlegende prozessbedingte Konstruktionsregeln Gestaltungsoptionen ausschöpfen - Restriktionen kennen

- Orientierung/Positionierung von Bauteilen im Bauraum
- Wandstärke, Spaltmaß, Auflösung, Pulverentfernung
- Maßhaltigkeit. Welche Präzision ist realisierbar?
- Welche konstruktiven Elemente können dargestellt werden?

### 9. Neue Gestaltungsmöglichkeiten – Kundenindividuelle Massenprodukte, komplexe Bauteile, Funktionsintegration

- Hinterschnitte, Gitterstrukturen
- Funktionsintegration: Scharniere, Federn, Lager, Gewinde
- Beispiele Neukonstruktion, Redesign, Materialsubstitution

### 10. Anwendungsbeispiele und Live-Demonstration

- Datenaufbereitung
- Anwendungsbeispiele ausgewählter Bauteile aus versch. Branchen (u.a. Maschinen-, Sondermaschinenbau)
- Bauteil im SLS-Verfahren umsetzen: Konzeptionsworkshop (Gruppenarbeit)
- Was ist technisch möglich? Was wirtschaftlich sinnvoll?

### 11. Nachbearbeitung von SLS-gefertigten Bauteilen

- Oberflächen: Schleifen, Strahlen, Färben

### ■ Übernachtung / Unser Service

**Für Solingen:** Für Ihre Übernachtung empfehlen wir Ihnen  
**H+ HOTEL Solingen City Centre B&B**,  
Teschestraße 34, 42655 Solingen, Telefon 02 12 / 2 20 60  
oder **Hotel Solinger Hof**, Goerdelerstraße 9,  
42651 Solingen, 02 12 / 59 90 30

### ■ Innerbetriebliche Seminare

Für eine größere Gruppe von Mitarbeitern bieten wir Ihnen gerne ein gezieltes Weiterbildungsprogramm als „Seminar nach Maß“ an. Der bedarfsorientierte Zuschnitt auf Ihr Unternehmen bietet die Gewähr für schnelle und effektive Umsetzung in den betrieblichen Alltag. Zu allen unseren Seminarthemen können wir individuelle Veranstaltungen für Sie entwickeln und durchführen.

Rufen Sie uns an! Wir beraten Sie gern!

### ■ Unser Angebot

Melden Sie mehr als einen Teilnehmer zum selben Seminar an, bieten wir Ihnen für den zweiten Teilnehmer 10 % Preisnachlass und für jeden weiteren Teilnehmer 20 %.

### ■ Anmeldung / Geschäftsbedingungen

Mit Ihrer Anmeldung erkennen Sie die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der Technischen Akademie Wuppertal e.V. an. Sie sind im Internet unter [www.taw.de/agb](http://www.taw.de/agb) abgedruckt und werden mit der Rechnung oder auf Wunsch auch vorab zugesandt. Bis eine Woche vor Veranstaltungstermin können Sie Ihre Anmeldung gegen eine Bearbeitungsgebühr von 50 € stornieren.



### ■ Anmeldung mit Anmelde-Nr. an

Technische Akademie Wuppertal e.V.  
D-42097 Wuppertal  
Fax: 0202 / 7495 - 216  
[anmeldung@taw.de](mailto:anmeldung@taw.de) · [www.taw.de](http://www.taw.de)

### ■ Beratung und Information

Fachlich: Dr.-Ing. Claudia Dössereck, Tel.: 0202-7495-207  
Organisatorisch: Tanja Hühnken, Tel.: 09187-931-212

### ■ Wir sind

Außeninstitut der RWTH Aachen,  
Weiterbildungspartner der Bergischen Universität Wuppertal