**Additive Fertigung**

|  |  |
| --- | --- |
| Wahlpflichtfach | Digitale Transformation |
| Lernbereich | Lerngebiet 3  Synthesen der digitalen Technik mit anderen Technologien aufzeigen |
| Querverweise zu weiteren Fächern des Lehrplans | Konstruktion II  Entwicklung und Konstruktion  Fertigungsverfahren  Produktions- und Fertigungstechnik  Werkzeugmaschinen |
| Zeitrahmen | 12 Unterrichtsstunden |
| Benötigtes Material | Computer mit CAD-System, ggf. 3D-Drucker und Slicing-Software, ggf. Scanner, Beamer und Dokumentenkamera, Internetzugang |

# **Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler …

* analysieren die Folgen der zunehmenden Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft und verschaffen sich einen Überblick über die veränderte Art und Weise, wie mithilfe vernetzter Informationstechnologien gearbeitet wird.
* analysieren bestehende Lösungen der Digitalen Transformation entlang einer Wertschöpfungskette.

**Ergänzende Kompetenzen aus dem DJP:**

Die Schülerinnen und Schüler …

* beschreiben aktuelle additive Verfahren und bewerten den möglichen spezifischen Einsatzbereich. Sie erstellen 3D-Modelle mit CAD-Software und bereiten diese zum Druck auf.
* bewerten neben dem selbständigen Druck von Bauteilen Angebote externer Dienstleister für 3D-Druck und vergleichen diese.

**Aufgabengebiete**

Neben der ursprünglichen Intention des Rapid Prototyping, der schnellen Erstellung von Prototypen, hat sich die additive Fertigung zu einem zentralen Punkt der digitalen Transformation, bis hin zur Fertigung von Werkzeugen und Serienteilen ab Losgröße 1, entwickelt.

**Aufgaben:**

* Überblick, Bewertung und Auswahl aktueller additiver Fertigungsverfahren
* 3D-Teileerstellung mit CAD in Hinblick auf die spezifischen Besonderheiten für den 3D-Druck (z.B. kraftflussgerechte Gestaltung, Berücksichtigung von Stützbereichen, Losgröße 1)
* Download von 3D-Modellen aus Onlineangeboten (z. B. Ersatzteile)
* Aufbereitung und Druck von Teilen
* 3D-Scannen von Bauteilen

# **Beispiele für Aufgabengebiete und Lösungen der Schülerinnen und Schüler**

**Bedeutung der Begriffe „Rapid Prototyping“, „Rapid Tooling“, und „Rapid Manufacturing“ sowie der Einsatzfelder**

- Rapid Prototyping: Erstellung von Prototypen

- Rapid Tooling: Erstellung von Werkzeugen (z. B. Spritzgussformenbau)

- Rapid Manufacturing: Erzeugung von Teilen für die Serienfertigung

**Vor- und Nachteile des additiven Fertigungsverfahren**

- schnelle Erstellung eines 3D-Modells

- niedrige Kosten im Vergleich zur konventionellen Einzelfertigung

- fast jede Geometrie herstellbar

- Bauteile individualisierbar

- in hohen Stückzahlen teurer als Spritz- oder Druckguss

**Generelle Verfahrensbeschreibung**

- rechnerisches Modell (CAD, Scannen)

- Umsetzen in rechnerinterne Schnittdarstellung (Slicen des CAD-Modells)

- Druck des realen Modells

**Information über übliche Dateiformate für den Austausch von CAD-Systemen bzw. 3D-Scanner mit den 3D-Druckverfahren.**

z. B. \*.stl \*.ply \*.obj \*.wrl

**Selbständiges Erarbeiten von aktuellen Additiven Fertigungsverfahren und deren spezifischen Besonderheiten.**

z. B. durch Sammeln von Informationen über das Internet auf den Seiten von Dienstleistern für Additive Fertigung (Rapid Prototyping Dienstleister)

z. B. - eine kurze stichpunktartige Beschreibung aktueller Verfahren

- die verfahrenstypischen Materialen

- die Vorteile

- die Nachteile

Musterbeispiel MJF-Verfahren

|  |  |
| --- | --- |
| Multi Jet Fusion – MJF | |
| Verfahren | Aufbringen einer Pulverschicht, die mit wärmeleitenden und wärmehemmenden Flüssigkeiten bespritzt wird. Aushärten des Pulvers mittels UV-Lampe. |
| Materialien | Polyamid |
| Vorteile | sehr dünne Wandstärken und hohe Detaillierung  hohe Stabilität  gute mechanische Eigenschaften  kostengünstig |
| Nachteile | bisher nur in Farbe grau oder schwarz erhältlich  demnächst auch farbige Teile möglich |

**Überblick über Kosten und Qualität von aktuellen Additiven Fertigungsverfahren**

z. B. - Erstellen eines einfachen Bauteils

- Export als stl-Datei und Ermittlung der Kosten für einen 3D-Druck in den verschiedenen Verfahren über die Online-Kalkulation der Druck-Dienstleister

- Bewertung der Qualität und der Stabilität der Bauteile in einfacher übersichtlicher Kategorie

(z. B. sehr gut = +++ gut = ++ weniger gut = +)

**Übersicht aktueller Verfahren (Preis = Anhaltswerte)**

Beispiel: Zahnrad ca. 40mm \* 8mm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Verfahren** | **ca. Preis** | **Qualität** | **Stabilität** |
| FDM | 10 € | + | + + |
| SLA | 80 € | + + + | + |
| 3DP (Polymergips) | 30 € | + | + |
| MJM | 30 € | + + + | + |
| MJF | 10 € | + + + | + + |
| SLS (PA) | 10 € | + + | + + |
| SLS (Alumid) | 25 € | + + | + + |
| SLM (Stahl) | 180 € | + + | + + + |
| SLM (Edelstahl) | 200 € | + + | + + + |
| SLM (Aluminium) | 200 € | + + | + + + |
| SLM (Titan) | 2.200 € | + + | + + + |
| Silberfeinguss | 200 € | + + + | + + |

***Falls eigener Drucker vorhanden:***

**Druck von Bauteilen mit eigenem 3D-Drucker**

z. B.

- Konstruktion, Export in Drucksoftware, Aufbereitung, Druck.

***Falls eigener Scanner vorhanden:***

**Scannen und Aufbereiten von Modelldaten**

z. B.

- Scannen von Bauteilen, Aufbereitung des Modells und Druck auf eigenem Drucker

**Querverweise zu anderen Fächern / Fachrichtungen**

Die Additive Fertigung sollte zudem als Bestandteil in den Fächern Konstruktion II und Entwicklung und Konstruktion hinsichtlich der CAD-Gestaltung von Bauteilen als auch des Rapid Prototyping berücksichtigt werden.

In den Fächern Fertigungsverfahren, Produktions- und Fertigungstechnik sowie Werkzeugmaschinen ist auf die additive Fertigung und die verschiedenen Verfahren als aktueller Stand der Technik einzugehen.

# **Quellen- und Literaturangaben**

* Einschlägige Informationen von diversen Herstellern von 3D-Drucktechnologien und 3D-Druckdienstleistern.