

# Richtige Aus- und Weiterbildung

Um die vielen Vorteile der additiven Fertigung optimal zu nutzen, sind sehr gute Kenntnisse in dieser noch recht jungen Fertigungstechnologie immens wichtig. Allerdings sind heute noch zu wenig Konstrukteure und Ingenieure in der additiven Fertigung ausgebildet. Neue Aus- und Weiterbildungsangebote an der ZHAW zeigen wie diese Lücke erfolgreich geschlossen wird.

Gegenüber der herkömmlichen subtraktiven Fertigung bietet die additive Fertigung (AF) direkt aus dem CAD-Modell diverse Vorteile. Komplexe Strukturen im Leichtbau für die Luft- und Raumfahrt, patientenspezifische Produkte in der Medizin- und Dentaltechnik, aber auch spezielle Kundenwünsche in der Schmuckindustrie sind einfach herstellbar. Die funktionale Integration ist ein weiterer Vorteil, der zu einem zusätzlichen Wert, einem «added Value» führt; beispielsweise durch konturnahe Kühlung zur Reduktion der Zykluszeiten beim Spritzgiessen oder

in Baugruppen zur Bauteilreduzierung.

«Complexity for free»: Das ist eines der vielversprechenden Argumente für die AF (Bild 1). Die Fertigungskosten eines Bauteils nehmen mit Erhöhung der Komplexität bei der konventionellen im Gegensatz zu der additiven Fertigung zu. Nur wer die innovativen AF-Technologien richtig beherrscht, kann diese optimal einsetzen und auf dem Markt erfolgreich sein. Daher ist es notwendig, eine fundierte theoretische und praktische Ausbildung in AF für Studierende oder Berufstätige zu schaffen.

Am Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung (ZPP) der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW in Winterthur ist AF schon seit mehreren Jahren nicht nur Teil der angewandten Forschung und Entwicklung, sondern auch Teil des Ausbildungsprogramms. Sowohl in der Lehre der Maschinenbaustudierenden als auch in der Weiterbildung von Berufsleuten gehört AF zum Lernstoff. Neu wird in diesem Jahr auch das erste Certificate of Advanced Studies CAS «Additive Fertigung» angeboten.

## ZUM AUTOR

Dr.-Ing. Andreas Kirchheim  
Leitung Advanced Production Technologies  
Additive Manufacturing  
ZPP Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung  
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Lagerplatz 22  
CH-8401 Winterthur  
T +41 (0)58 934 76 25  
www.zhaw.ch/zpp  
andreas.kirchheim@zhaw.ch

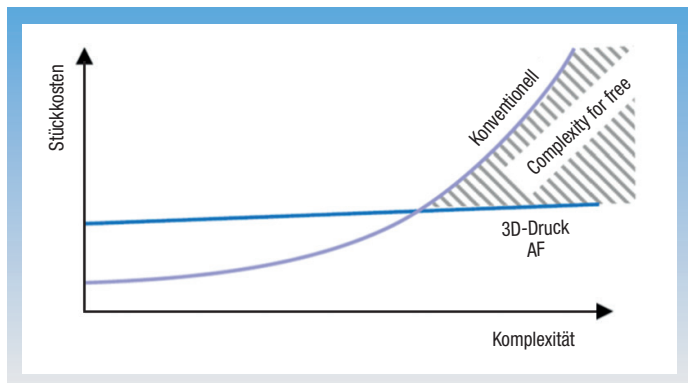


Bild 1: Kostenlose Komplexität durch AF nur bei richtiger Anwendung.

## AF im Bachelorstudium

Das Maschinenbaustudium an der ZHAW konzentriert sich auf den innovativen und integrierten Produktentwicklungsprozess. Neben klassischen Gestaltungsprinzipien und Maschinenelementen werden Kreativität und Erfindergeist von Anfang an gefördert. Werkzeuge wie CAx-Technologien in 3D-Experience und neue Fertigungstechnologien wie 3D-Druck werden geschult. Im Rahmen eines teambasierten Semesterprojekts kommt Rapid Prototyping (Einsatz 3D-Drucker, Laser Cutter usw.) zum Einsatz, um den Studierenden schnell ein verständliches, reales und greifbares Feedback für ihre Entwicklungen zu geben. Ein diskreter Prototyp kann Fragen zu Grösse, Design und Ergonomie beantworten und macht Dysfunktionen sichtbar und nachvollziehbar. Das alles fördert nicht nur die Problemlösungskompetenzen, die Kreativität und die kommunikativen Fähigkeiten der Studierenden, sondern vermittelt ihnen zusätzlich ein motivierendes «Start-up-feeling».

Mit dieser Ausbildungsgrundlage haben die Studierenden gute Voraussetzungen für eine Vertiefung der AF im Hauptstudium. In

diesem Wahlmodul lernen die Studierenden die Voraussetzungen für eine erfolgreiche AF und deren verschiedenen Anwendungen, erhalten einen breiten Überblick über die AF-Technologien im Allgemeinen und über das Selektive Laserstrahlschmelzen (SLM) für metallische Bauteile unter wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten. In Theorie und Praxis erlernen die Studierenden den Workflow der additiven Fertigung, wie in Bild 3 dargestellt.

Ihr erlerntes Wissen über die additive Fertigung müssen die Studierenden in einer semesterbegleitenden Projektarbeit anwenden, das heisst, sie müssen den Workflow (Bild 3) umsetzen. Zuerst wird eine sinnvolle Komponente für die additive Fertigung unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten identifiziert, gefolgt von der additiv gerechten Konstruktion, der Vorbereitung des Build-Jobs (zum Beispiel Ausrichtung der Komponenten im Arbeitsbereich der Maschine, Anordnung von Stützstrukturen usw.), der Anwendung der korrekten Nachbehandlungs- und Nachbearbeitungsmethoden sowie der abschliessenden Qualitätssicherung.

Der Abschluss bildet eine Posterpräsentation und Demonstration der gedruckten Bauteile.

In einer Evaluierung des Wahlmoduls durch die Studierenden zeigte sich die sehr gute Balance zwischen theoretischem Input und praktischer Arbeit an der Software sowie am 3D-Drucker. Auch die semesterbegleitende Projektarbeit mit Abschlussprä-

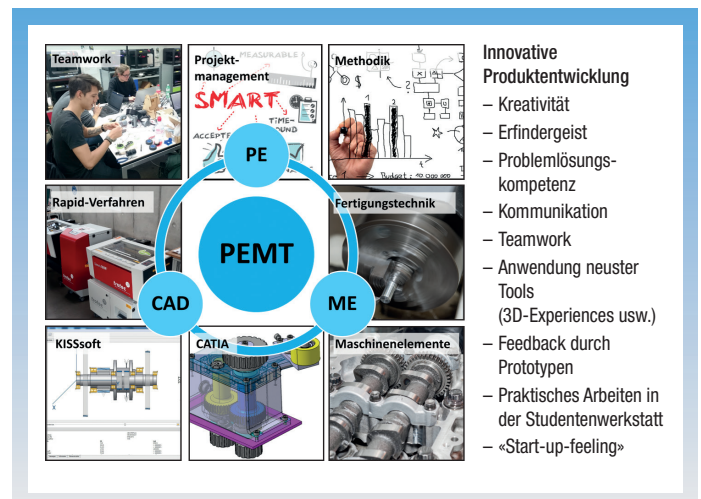
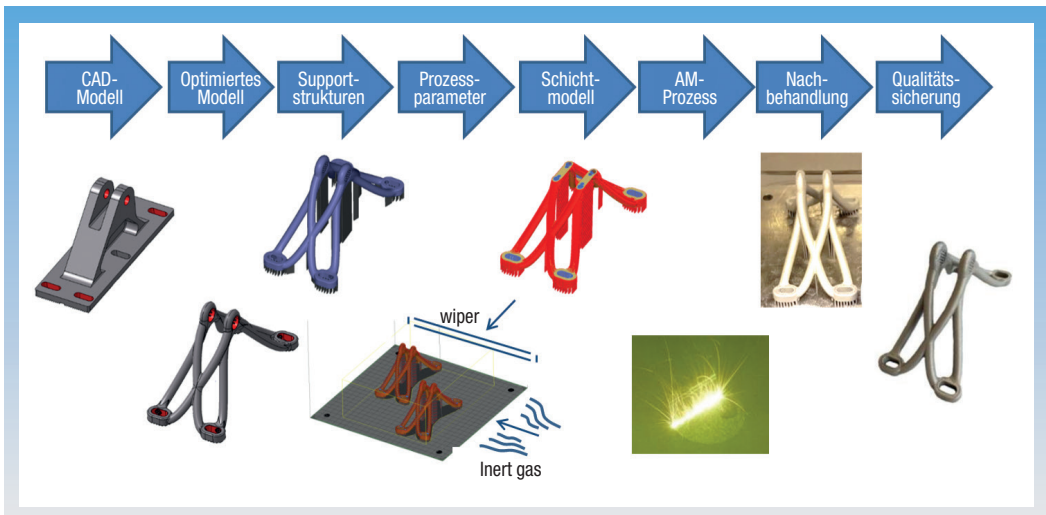


Bild 2: Innovative Produktentwicklung im Grundstudium des Maschinenbaus an der ZHAW/ZPP (PE-Produktentwicklung, ME-Maschinenelemente, CAD-Computer Aided Design).



Quelle: ZP/ZHAW

Bild 3: Workflow eines additiven Fertigungsprozesses am Beispiel des selektiven Laserschmelzens (topologieoptimierte Aufnahmevorrichtung einer Bordküchenbefestigung in Titan).

sensation als Test kam bei den Studierenden gut an. Sie können die erlernte Theorie direkt in der Projektarbeit üben.

### Berufsbegleitende Weiterbildung

Die ZHAW bietet seit mehreren Jahren den Weiterbildungslehrgang «Additive Manufacturing» (9x4 halbe Tage) für Berufsleute an. Hier werden die verschiedenen additiven Fertigungstechnologien und die entsprechenden Prozesse zur Vor- und Nachbearbeitung vermittelt. Der Kurs richtet sich an Anfänger aber auch Personen mit technischem Hintergrund wie Ingenieure, Techniker und ähnliche Fachkräfte.

Neu bietet die ZHAW das Certificate of Advanced Studies CAS Additive Fertigung (zwölf ECTS) an. Das CAS wird berufsbegleitend absolviert und umfasst 15 Kurstage

zu je acht Lektionen (insgesamt also 120 Lektionen). Begleitet wird der Kurs durch eine semesterbegleitende Projektarbeit und Selbststudium. Das Ausbildungsprogramm umfasst verschiedene Aktivitäten, wie Vorlesungen, praxisorientierte Übungen und Fallbeispiele, Gruppenarbeiten, Exkursionen, Arbeiten an der Maschine sowie Selbststudium.

Bei erfolgreicher Teilnahme am CAS Additive Fertigung verstehen die Teilnehmenden die additive Fertigungskette (vom CAD bis zum additiv gefertigten Bauteil) sowie die unterschiedlichen industriell umgesetzten additiven Fertigungsverfahren für Metall, Kunststoff und Keramik (Bild 4).

Sie lernen die Möglichkeiten und Grenzen der additiven Fertigung sowie der zum Einsatz kom-

menden Materialien kennen, verstehen die für die additive Fertigung notwendige digitale Datenvorbereitung, Konstruktionsrichtlinien, Prozessdaten und Nachbehandlungsverfahren und können diese anwenden. Prozesssimulationen und Topologieoptimierung sind neben den verschiedenen Anwendungen und anwendungsspezifischen Aspekten ebenfalls Themen. Darüber hinaus werden neue Geschäftsmodelle unter rechtlichen und sicherheitstechnischen Aspekten vorgestellt und diskutiert. Kurs begleitend können im AF-Labor und in der Projektarbeit die theoretischen Kenntnisse umgesetzt werden.

### Fazit

Diese Kurse führen zu mehr Absolventinnen und Absolventen und somit qualifizierten Fachleuten, die das Potenzial verstehen und in der Lage sind, AF erfolgreich anzuwenden. Dies soll die breite Anwendung und Industrialisierung von additiven Fertigungsprozessen unterstützen und eine verbesserte, innovative Produktentwicklung ermöglichen, um das volle Potenzial der AF auszuschöpfen. Die angebotene Aus- und Weiterbildung der ZHAW im Bereich der AF (Konstruktionsregeln, Materialwissen, Nachbehandlung, Qualitätsmanagement) schafft ein Gleichgewicht zwischen Theorie und Praxis und führt zu verbesserten Fähigkeiten für neue Produktideen, Konstruktionsdenken und Produktionsmethoden.



Bild 4: AF in Metall, Kunststoff, Keramik.