



Certificate of Advanced Studies

Additive Manufacturing

Die additive Fertigung bietet als alternative Fertigungsmöglichkeit Chancen für Innovation in vielerlei Hinsicht. Neue Geschäftsmodelle, Möglichkeiten zur Kostenoptimierung und beschleunigte Produktentwicklungszyklen sind nur einige Beispiele dafür, was die additive Fertigung zu bieten hat. Das CAS Additive Manufacturing vermittelt Ihnen das passende Wissen, um die Technologie der additiven Fertigung richtig einordnen und nachhaltig einsetzen zu können.



Inhaltsverzeichnis

1	Umfeld	3
2	Ausbildungsziele	3
3	Zielpublikum	3
4	Voraussetzungen	4
5	Kompetenzprofil	4
6	Kursübersicht	5
7	Didaktik, Präsenz, Distance Learning	5
8	Kursbeschreibungen	6
9	Kompetenznachweis	10
10	Lehrmittel	10
11	Dozierende	10
12	Projektpartner	10
13	Organisation	11

Stand: 15.09.2022

1 Umfeld

Die additive Fertigung – auch bekannt als 3D-Druck – entwickelte sich seit den 80er Jahren von einer schnellen und kostengünstigen Lösung für die Prototypenfertigung zu einer Technologie, die in der Serienfertigung in unterschiedlichsten Branchen und für unterschiedlichste Anwendungen eingesetzt wird. Die durch Computer Aided Design (CAD) generierten Modelle der Bauteile werden in einzelne Schichten zerlegt und durch einen 3D Drucker nach und nach aufgebaut, während bei der herkömmlichen subtraktiven Fertigung Stück für Stück vom Material abgetragen wird. Dieser schichtweise Aufbau ermöglicht die Fertigung von Bauteilen mit beinahe beliebiger Komplexität ohne zusätzliche Kosten.

Im CAS Additive Manufacturing führen wir Sie durch die vielfältigen Prozesse, Materialien und Anwendungen des 3D-Drucks und geben Ihnen Einblicke in aktuelle technische Innovationen. Wir zeigen Ihnen...

- wie sich die additive Fertigung zu einer Technologie mit unzähligen Vorteilen entwickelt hat
- wie die additive Fertigungstechnologie Verfahren bereitstellt, die sowohl neue Produkte ermöglichen, wie auch die klassische Fertigung in vielerlei Hinsicht ergänzen können.
- wie Sie die Möglichkeiten der additiven Fertigung für innovative Produktideen umsetzen können.
- Beispiele von Anwendungen u.a. in Maschinenbau, Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt.
- wie Sie additive Technologien zur Kostenreduktion einsetzen können.
- wie Sie entscheiden, ob additive Fertigung die richtige Herstellungsmethode für Ihr Bauteil ist.

Während Hands-on Praxistagen können Sie zudem erste Erfahrungen im Umgang mit 3D-Druckern sammeln und eigene Bauteile fertigen.

2 Ausbildungsziele

- Sie verfügen über fundiertes Grundlagenwissen betreffend Technologie, Prozesse und Materialien der Additiven Fertigung.
- Sie verstehen die Prozesskette für eine industrielle Anwendung der Additiven Fertigung.
- Sie eignen sich das notwendige Wissen für die Entwicklung und Einführung der Additiven Fertigung an.
- Sie lernen einzuschätzen, wo die Möglichkeiten und Grenzen der additiven Fertigung liegen.
- Sie setzen die Additiven Fertigung für technische Innovationen ein und bewerten neue Geschäftsmodelle.
- Sie bewerten die qualitativen Merkmale additiv gefertigter Bauteile und kennen gängige Nachbearbeitungsverfahren.
- Sie verstehen, welche Faktoren die Kosten der additiven Fertigung bestimmen und wie AM-basierte Businessmodelle funktionieren können.

3 Zielpublikum

- R&D Engineers, Production Engineers
- Project Manager
- Process Developers
- Business Development Manager
- Product Manager
- Geschäftsführer*innen
- Chief Technology Officers
- Chief Digital Officers

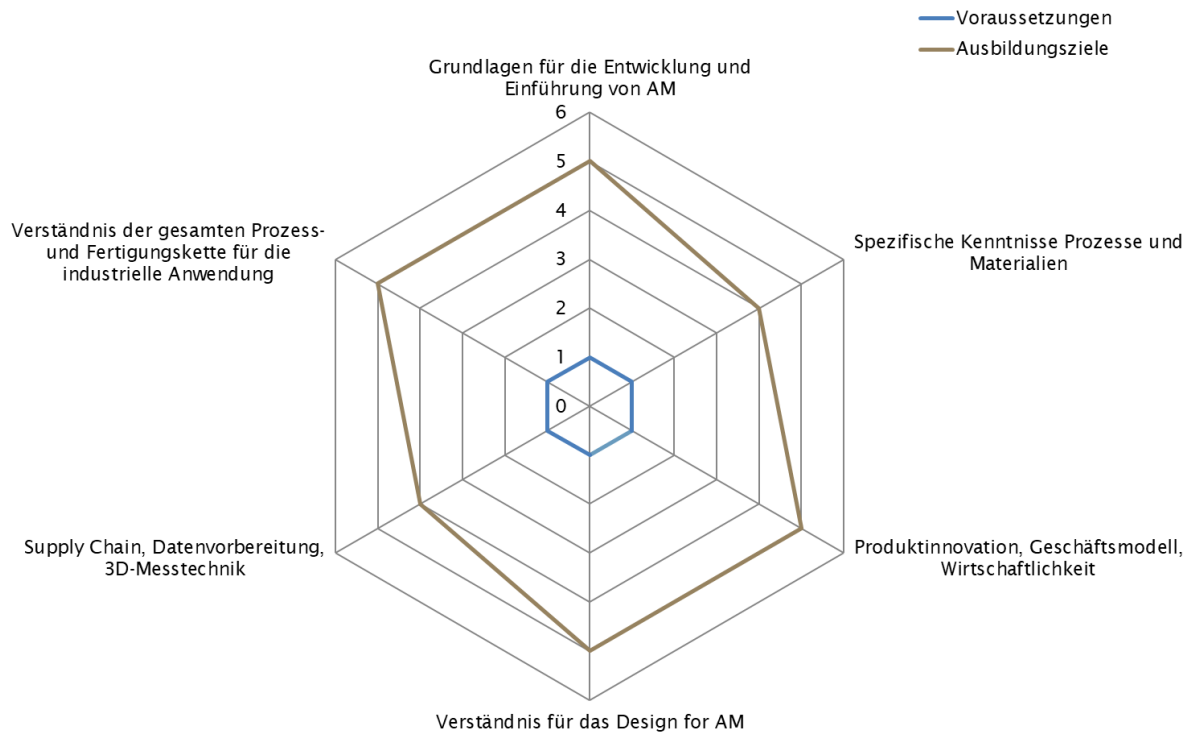
Personen aus der Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie oder ähnliche Industriezweige.

4 Voraussetzungen

Sie haben eine Affinität für den Bereich Technik oder erfüllen berufliche Aufgaben, welche ein technisches Grundverständnis voraussetzen.

CAD-Kenntnisse werden für die Teilnahme nicht vorausgesetzt.

5 Kompetenzprofil



Kompetenzstufen

1. Kenntnisse/Wissen
2. Verstehen
3. Anwenden
4. Analyse
5. Synthese
6. Beurteilung

6 Kursübersicht

Lehreinheit	Lektionen	Stunden
Einführung und Grundlagen zur Additiven Fertigung	8	
FabLab Day @Sipbb	8	
Prozesse und Materialien	16	
Design for Additive Manufacturing	16	
Design Workshop @Swiss m4m Center	8	
Praxistag Metall AF @Swiss m4m Center	8	
Supply Chain der AF	8	
Industrielle Anwendung I	24	
Wahlmodul I	8	
Wahlmodul II	8	
Projektarbeit	8	90
Total Lektionen	116	

Das CAS umfasst insgesamt 12 ECTS-Punkte. Für die einzelnen Kurse ist entsprechend Zeit für Selbststudium etc. einzurechnen.

7 Didaktik, Präsenz, Distance Learning

Das CAS wird vorwiegend in Präsenzform durchgeführt. In Absprache mit der Klasse können Tage via MS-Teams in Distance Learning oder Hybridform mit Online-Teilnahme durchgeführt werden.

Unterrichtssprache ist Deutsch und Englisch.

Nebst Gastreferenten aus der Praxis sind Firmenbesuche ein wichtiges Element dieses CAS.

8 Kursbeschreibungen

Einführung und Grundlagen zur Additiven Fertigung

Lernziele

Sie verstehen das Grundprinzip der additiven Fertigung, sowie die Vorteile und Herausforderungen der Technologie. Sie erhalten einen ersten groben Überblick über die additiven Fertigungsverfahren und deren Anwendungen in Industrie und Forschung. Sie können die unterschiedlichen Begrifflichkeiten richtig einordnen und haben ein Verständnis für die Normgebung der additiven Fertigung. Sie können rechtliche und sicherheitsrelevante Aspekte richtig beurteilen.

Inhalt	Lektionen
Einführung in das CAS Additive Manufacturing	1
Definition und historische Entwicklung der AF	1
Terminologien und Normgebung	1
Einführung in die AF	1
Datenschutz, Rechtliche Aspekte und Sicherheit	1
Anwendungsgebiete Industrie und Gesellschaft (Private Nutzung, Maschinenbau, Medizintechnik)	1
Additive vs. konventionelle Fertigung mit Betrachtung der ökonomischen und ökologischen Aspekte	2
Fablab @Sipbb	8

Lehrmittel

Hand-out der Dozierenden

Prozesse und Materialien

Lernziele

Sie kennen die wichtigsten Verfahren der additiven Fertigung und verstehen deren Einsatz in einer industriellen Umgebung. Sie verstehen den Fertigungsprozess vom CAD zum additiv gefertigten Bauteil mit den notwendigen Nachbearbeitungsschritten. Sie beurteilen die Auswahl des angemessenen Verfahrens für bestimmte Anwendungen.

Inhalt	Lektionen
Material Extrusion (FDM = Filament Deposition Modeling) <ul style="list-style-type: none"> - Verfahrenseigenschaften - Parameter die Bauteile beeinflussen - Material: Plastik und Komposit - Anwendungen - Supply Chain und Nachbearbeitungsschritte 	2
Photopolymerisation (SLA = Stereolithografie, DLP, CDLP) <ul style="list-style-type: none"> - Verfahrenseigenschaften - Parameter die Bauteile beeinflussen - Material: Plastik und Keramik - Anwendungen - Supply Chain und Nachbearbeitungsschritte 	2
Material Jetting (MJ, NPJ, DOP) <ul style="list-style-type: none"> - Verfahrenseigenschaften - Parameter die Bauteile beeinflussen - Material: Plastik, Metall und Wachs 	2

- Anwendungen - Supply Chain und Nachbearbeitungsschritte	
Binder Jetting - Verfahrenseigenschaften - Parameter die Bauteile beeinflussen - Material: Metall, Gypsum/Sand - Anwendungen - Supply Chain und Nachbearbeitungsschritte	2
Powder bed fusion (MJF, SLS, DMLS/SLM, EBM) - Verfahrenseigenschaften - Parameter die Bauteile beeinflussen - Material: Plastik und Metall - Anwendungen - Supply Chain und Nachbearbeitungsschritte	3
Direct Energy Deposition (DED, LENS, EBAM) - Verfahrenseigenschaften - Parameter die Bauteile beeinflussen - Material: Metall - Anwendungen - Supply Chain und Nachbearbeitungsschritte	2
Exkurs: Lamination - Verfahrenseigenschaften - Parameter die Bauteile beeinflussen - Material: Metall - Anwendungen - Supply Chain und Nachbearbeitungsschritte	1
Zusammenfassende Übersicht über alle Prozesse mit einem Vergleich der Vor- und Nachteile.	2
Lehrmittel	
Hand-out der Dozierenden	

Design for Additive Manufacturing

Lernziele

Sie wenden die für die additive Fertigung notwendigen Designprinzipien an. Sie verstehen und wenden die digitale Datenvorbereitung an. Sie lernen Berechnungsverfahren wie z.B. FEM, Topologieoptimierung, sowie Simulationstools kennen. Sie wenden eine Methode zur additiven Denkweise bei der Konstruktion von Bauteilen an.

Inhalt	Lektionen
Additive Designprinzipien	1
Wann lohnt sich der Einsatz der AF	1
Topologieoptimierung	1
Positionierung und Stützstrukturen	1
Datenformat	1
Reverse Engineering	1
Messtechnik, 3D-Scans	1
Makrosimulation des Bauprozesses und Fehlerreduktion	1
Design Workshop RIC @Swiss m4m Center	8
Design Day @CSEM	8
Praxistag @Swiss m4m Center	8

Lehrmittel

Hand-out der Dozierenden

Industrielle Anwendung des 3D-Drucks

Lernziele

Sie kennen die Vorteile der additiven Fertigung für eine industrielle Anwendung. Sie sind in der Lage additive Verfahren für industrielle technische Anwendungen gegen konventionelle Fertigungsverfahren abzugrenzen. Sie bewerten Business Modelle und können Kosten kalkulieren.

Inhalt	Lektionen
Supply Chain der AF	8
Serielle Produktion	1
Prototypenbau	1
Vorrichtungsbau / Tooling	1
Funktionsintegration	1
Kundenindividualisierte Produkte / Customization and Personalization	1
Ersatzteile, Wartung und Reparatur	1
Exkurs: Design und Architektur	2
AM Adoption und Projektmanagement (Anforderungen, Machbarkeitsanalyse, agile Entwicklung, Herstellung, Prüfung)	8
Business Modelle und Wirtschaftlichkeit	4
Kostenkalkulation	2
Firmenbesuch @Campofer	8
Zukunftsaussichten	2

Lehrmittel

Hand-out der Dozent*innen

Wahlmodule

Lernziele

Sie können zwischen zwei Vertiefungsveranstaltungen aus vorgeschlagenen Themengebieten wählen. Diese zwei Veranstaltungen werden nach Beginn des CAS bekanntgegeben.

Es ist durchaus erlaubt, beide Wahlmodule zu besuchen.

Lehrmittel

Hand-out der Dozent*innen

Projektarbeit

Lernziele

Innerhalb der Projektarbeit wird das Gelernte praktisch umgesetzt.

In einer Einzel- oder Gruppenarbeit sollen Sie mit Begleitung von Experten einen von ihnen gewählten thematischen Schwerpunkt ausarbeiten. Es steht ihnen frei, ob Sie in Richtung Produktentwicklung, Business Modelle oder Forschung gehen möchten.

Ziel ist die Integration und ganzheitliche Berücksichtigung des Gelernten innerhalb der Projektarbeit. Dafür stehen ausgewählte Experten aus den Kursen für eine bestimmte Zeit mit unterstützender Funktion zur Verfügung. Die Projektarbeit bearbeitet eine konkrete Aufgabenstellung mit praktischem Bezug. Die technologischen Möglichkeiten der additiven Fertigung sollen in dieser Projektarbeit ausgeschöpft und in die eigene Praxis transferierbar gemacht werden.

Ablauf

Die Semesterarbeit umfasst ca. 90 Stunden Arbeit und beinhaltet folgende Meilensteine (siehe auch Zeitplan):

1. Thema suchen, und mit Vorteil einen Ansprechpartner / Betreuer in der eigenen Firma definieren.
2. Erstellen und Eingabe (Upload Moodle) einer Disposition (Wordvorlage, 1 bis 2 Seiten)
 - a. Titel
 - b. Umfeld
 - c. Problemstellung
 - d. Lösungsansatz (Vorgehen, Methoden)
 - e. Name und Kontaktadressen der Gruppenmitglieder, und des Ansprechpartners / Betreuers in der Firma
3. Eventuell Überarbeitung der Projektskizze gemäss Feedback BFH.
4. Zuordnung eines Experten / einer Expertin seitens BFH.
5. Durchführung der Arbeit in eigener Terminplanung.
6. 2-3 Meetings mit dem Experten / der Expertin (Durch Studierende organisiert)
7. Schlusspräsentation vor Klasse, Experte und Dozenten. 15' Präsentation, 15' Diskussion.
8. Abgabe (Upload Moodle) des Berichtes an den Experten und an die BFH

9 Kompetenznachweis

Kompetenznachweis	Gewicht	Art der Qualifikation (Bewertung auf Skala oder erfüllt/nicht erfüllt)
Projektarbeit aus dem begleiteten Selbststudium	10	Projektarbeit, 0-100%
Total	10	

10 Lehrmittel

- Vorlesungen
- Bearbeitung von Fallbeispielen, Gruppenarbeiten und Übungen
- Firmenbesichtigung und Gastreferate
- Persönliche Betreuung der Projektarbeit durch Mentoren
- Freies Selbststudium (Aufarbeitung der Literatur, Erarbeiten Projektarbeit)

11 Dozierende

Vorname Name	Firma	E-Mail
Prof. Eduard Bachmann	BFH	eduard.bachmann@bfh.ch
Fritz Bircher	inspire AG	bircher@inspire.ethz.ch
Nicolas Bouduban	Swissm4m Center	nicolas.bouduban@swissm4m.ch
Dr. Andreas Burn	Sipbb	andreas.burn@sipbb.ch
Jan Eisenhuth	Campofer 3D Druck AG	j.eisenhuth@campofer.ch
Marco Heinemann	Campofer 3D-Druck AG	m.heinemann@campofer.ch
Dr. Sébastien Lani	Sipbb	sebastien.lani@sipbb.ch
Hervé Saudan	CSEM	herve.saudan@csem.ch

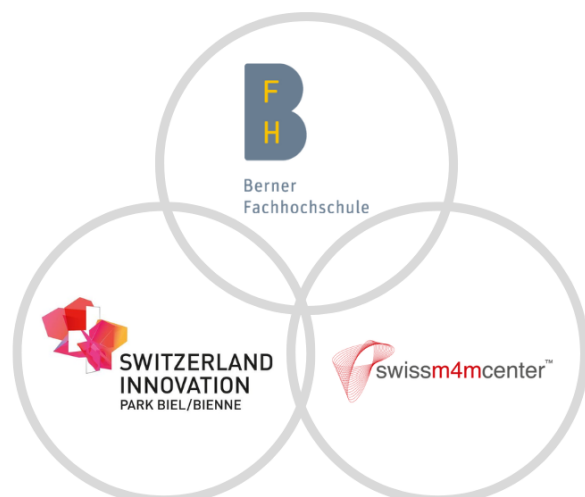
12 Projektpartner

Dieses CAS ist ein Kooperationsprojekt von

Berner Fachhochschule

swissm4mcenter

Switzerland Innovation Park



13 Organisation

Projekt-Team

Arno Schmidhauser, Berner Fachhochschule, arno.schmidhauser@bfh.ch

Andreas Burn, Switzerland Innovation Park, andreas.burn@sipbb.ch

Melanie Wahl, swissm4mcenter, melanie.wahl@swissm4m.ch

CAS-Leitung

Melanie Wahl, swissm4mcenter

melanie.wahl@bfh.ch

CAS-Administration

Andrea Moser

andrea.moser@bfh.ch

Durchführungsort

Berner Fachhochschule

Technik und Informatik

Switzerland Innovation Park Biel/Bienne AG (Sipbb)

Aarbergstrasse 46

CH-2503 Biel

Während der Durchführung des CAS können sich Anpassungen bezüglich Inhalte, Lernzielen, Dozierenden und Kompetenznachweisen ergeben. Es liegt in der Kompetenz der Dozierenden und der Studienleitung, aufgrund der aktuellen Entwicklungen in einem Fachgebiet, der konkreten Vorkenntnisse und Interessenslage der Teilnehmenden, sowie aus didaktischen und organisatorischen Gründen Anpassungen im Ablauf eines CAS vorzunehmen.