Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Projekttitel:

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing

CLLAIM

Referenznummer:

2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

Arbeitspaket WP03

Leiter des Arbeitspaketes: TWI

Ergebnis 3.3

Titel: Pädagogischer Baukasten für Lehrende auf dem Gebiet der Additiven Fertigung

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Offene Lizenz

Alle diese öffentlichen und pädagogischen Materialien, die aus der Erasmus+ Förderung stammen, werden kostenlos und unter einer offenen Lizenz veröffentlicht. Die Nutzung dieses Werks/Dokuments, die Verwertung, Weitergabe oder Anpassung dieser Ressource sowie die Erstellung abgeleiteter Werke ist uneingeschränkt zulässig. Lediglich die Urheberschaft muss anerkannt werden. Daher ist der freie Zugang und die Möglichkeit zur Nutzung der Arbeitsergebnisse erlaubt. Eine offene Lizenz ist keine Übertragung von Urheberrechten oder geistigen Eigentumsrechten (IPR) und des Nutzens.

© 2021 CCLAIM Dieses Werk ist lizenziert unter einer *Creative Commons Attribution 4.0 International Licence.*

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 3
Einleitung 5
1. Verwendung des pädagogischen Baukastens 6
1.1. Didaktische Ansätze 6
1.2. Lernstile 6
1.3. Lehrmittel 8
1.4. Beste Vorgehensweisen bei Präsentationen 8
2. Pädagogischer Baukasten 11
2.1. Arbeitshilfen für Lehrende auf dem Gebiet der Additiven Fertigung 11
2.1.1. Arbeitshilfen zur Erfassung von Ausbildungsnachweisen 11
2.1.2. Arbeitshilfen für die praktische Aufgaben 12
2.1.3. Teilnahmebescheinigung 12
2.1.4. Normen und Lesestoff 12
2.1.5. Wie man Fragen schreibt und validiert 12
2.1.6. Bibliothek mit Beispielfragen während des Trainings 15
2.1.7. Bibliothek mit AM-Komponenten (CAD-Dateien) 15
2.1.8. Bibliothek mit AM-Bildern und Videos 16
2.1.9. Beispiele für AM-Fallstudien 16
2.1.10. Abschließende Beurteilungen und Interviews 16
3. Checkliste der zu übersetzenden Vorlagen und Arbeitshilfen: 16
4. Zusammenfassung 17
5. Anhänge 18
Anhang 1.1: Vorlage für einen Lehrplan 18
Anhang 1.2: Exemplarischer Lehrplan 19
Anhang 2.1: Vorlage für eine Anwesenheitsliste 20
Anhang 2.2: Exemplarische Anwesenheitsliste 21
Anhang 3.1: Vorlage zum Nachweis der Beurteilung der theoretischen Aufgaben 22
Anhang 4.1: Vorlage zum Nachweis der Beurteilung der praktischen Aufgaben 23
Anhang 5.1: Exemplarische Baukartenvorlage 24
Anhang 6.1: Vorlage für eine Arbeitsanweisung 27
Anhang 7.1: Vorlage für eine Fallstudie 28
Anhang 8.1: Teilnahmebescheinigung 29

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 8.2: Exemplarische Teilnahmebescheinigung 30
Anhang 9.1: Bibliothek für Übungsfragen 31
Anhang 10.1: Exemplarische AM Fallstudien 34

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Einleitung

Das Hauptziel des Projektes Creating KnowLedge and SkillLs in AddItive Manufacturing (CLLAIM), das sich an den Fertigungs- und Ingenieursektor richten soll, ist die Entwicklung eines brandneuen internationalen, Sektor-orientierten Qualifikationssystems und -gremiums im Bereich Additive Fertigung (engl.: Additive Manufacturing, AM) durch den Austausch eines innovativen Ausbildungslehrplans zwischen den EU-Partnern. Der pädagogische Baukasten für Lehrende fasst mehrere pädagogische Methoden zusammen, die sich u.a. auf arbeitsbasiertes Lernen und lernorientierte Methoden konzentrieren, die auf berufliche Qualifikationen angewandt werden, sowie auf die Integration neuer Schulungsmaterialien und Übungen. Dieses Dokument zielt darauf ab, eine kohärente und homogene Anwendung der in den Kursen eingesetzten Ausbildungsmethoden in den verschiedenen Ländern zu gewährleisten.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1. Verwendung des pädagogischen Baukastens

Die Informationen in diesem Dokument skizzieren die Arbeitshilfen, die ein Lehrender für AM verwenden soll. Das an der AM-Schulung beteiligte Personal hat ein offiziell dokumentiertes "Train the Trainer"-Ausbildungsprogramm zu absolvieren, das die folgenden Informationen enthalten sollte.

Der Begriff "Pädagogik" bezieht sich im Wesentlichen auf die Prozesse und Beziehungen zwischen Lernen und Lehren. Ein pädagogischer Baukasten (engl.: pedagogical toolkit) unterstützt dies, indem es dem Kandidat*innen und dem Lehrenden eine Plattform für diese Abläufe innerhalb eines Fachgebietes bietet.

1.1. Didaktische Ansätze

Der pädagogische Baukasten ist so konzipiert, dass er Arbeitshilfen zur Unterstützung des Lern- und Lehrprozesses bietet. Bei der Vermittlung des Lehrstoffs gibt es mehrere Aspekte zu berücksichtigen:

1) **Experte/Expertin:** Ähnlich wie ein Trainer oder eine Trainerin teilen Experten und Expertinnen ihr Wissen, sie zeigen ihr Fachwissen, beraten die Kandidat*innen und geben eine Rückmeldung, um das Verständnis zu verbessern und das Lernen zu fördern.
2) **Formelle Autorität:** Autoritäre Ausbildende versenden das traditionelle Vortragsformat und weisen viele der gleichen Merkmale wie Expert*innen auf, jedoch mit weniger Interaktion zwischen den Kandidat*innen.
3) **Persönliches Modell** Umfasst gemischte Unterrichtsstile, die geeignete Techniken mit den entsprechenden Lernszenarien und Kandidat*innen in einem adaptiven Format verbinden.
4) **Moderator*in:** Er/Sie entwirft partizipatorische Lernaktivitäten und verwaltet Klassenzimmerprojekte, während er/sie gleichzeitig Informationen bereitstellt und Rückmeldungen gibt, um das Lernen zu erleichtern.
5) **Delegierender/Delegierende:** Organisiert das Lernen in Gruppen, beobachtet die Kandidat*innen, bietet Beratung an und fördert die Interaktion zwischen Gruppen und zwischen Einzelpersonen, um Lernziele zu erreichen.

Diese Varianten wurden als Unterrichtsansätzen aufgelistet, und jeder Lehrende wird Aspekte davon in seinem/ihrem Unterrichtsstil haben. Es gibt keinen einzigen Ansatz, der für sich genommen der Beste ist; er hängt vom Lehrstoff, den zu vermittelnden Informationen und den Lernstilen der Kandidat*innen ab.

1.2. Lernstile

Zusätzlich zu dem oben Gesagten ist zu überlegen, wie die Kandidat*innen am liebsten lernen möchten. Diese Lernstile können in sieben verschiedene Kategorien eingeteilt werden:

1) **Visuell (räumlich)**: Sie bevorzugen die Verwendung von Bildern, Abbildungen und räumlichem Verständnis.
2) **Aural (auditive-musikalisch):** Sie bevorzugen die Verwendung von Ton und Musik.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

3) **Verbal (sprachlich):** Sie bevorzugen die Verwendung von Worten, sowohl in der gesprochenen als auch in der geschriebenen Sprache.
4) **Physikalisch (kinästethisch):** Sie bevorzugen den Einsatz Ihres Körpers, Ihrer Hände und Ihres Tastsinns.
5) **Logisch (mathematisch):** Sie bevorzugen die Verwendung von Logik, Argumentation und Systemen.
6) **Sozial (zwischenmenschlich):** Sie lernen lieber in Gruppen oder mit anderen Menschen.
7) **Einzeln (intrapersonal):** Sie ziehen es vor, allein zu arbeiten und das Selbststudium zu nutzen.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1.3. Lehrmittel

Es ist unerlässlich, über Lehrmittel zu verfügen, da es Informationen zu vermitteln gilt, und es ist sicherzustellen, dass der Kandidat / die Kandidatin ein Kompetenzniveau erreicht, das sowohl theoretisches als auch praktisches Wissen umfasst. Hierzu steht oft nur eine bestimmte Zeit zur Verfügung, innerhalb derer wir dies tun müssen. All dies trägt dazu bei, den Lernprozess zu erleichtern.

Die Lehrmittel können breit und vielfältig sein und umfassen:

- Kursmaterial (Anmerkungen/Handzettel)
- Videos
- Fallstudien (können Einzel- oder Gruppenaktivitäten sein)
- Zusätzlicher Lesestoff
- Liste von Normen
- Diagramme und Ablaufdiagramme
- Animationen
- Bilder, einschließlich CAD-Dateien und technische Zeichnungen
- Schriftliche Anweisungen und Verfahren
- Beispielfragen
- Praktische Übungen
- Gemischtes Online-Lernmaterial, das alle oben genannten Elemente enthalten kann

1.4. Beste Vorgehensweisen bei Präsentationen

Wenn Sie sich auf eine Präsentation vorbereiten, möchten Sie, dass Ihre Zuhörer engagiert und an den Informationen, die Sie vermitteln, interessiert sind. Die Umsetzung der folgenden Praktiken wird Ihre Präsentation und das Engagement Ihres Publikums verbessern:

- ☑ **Konzentration auf eine Idee pro Folie.** Vermeiden Sie zu viele Informationen auf einer Folie, Ihre Präsentation wird visuell viel ansprechender, wenn Sie Ihren Inhalt in mehrere Folien aufteilen.
- ☑ **Verwenden Sie maximal zwei oder drei Schriftarten.** Verwenden Sie in Ihrer Präsentation nur zwei oder drei Schriftarten. Konsistenz ist entscheidend, und Sie möchten sicherstellen, dass Ihre Folien kohärent aussehen und so aussehen, als ob sie zusammengehören.
- ☑ **Auf weniger als sechs Zeilen Text beschränken.** Ihre Folie sollte nicht nur eine Wand aus Text sein. Achten Sie stattdessen darauf, dass sie höchstens sechs Zeilen Text enthält, idealerweise weniger. Der auf Ihrer Folie enthaltene Inhalt sollte sich auf Ihre Hauptgesprächspunkte beschränken, und Ihre Stimme sollte den Rest erledigen. Bildmaterial ist ebenso wichtig.
- ☑ **Reduzieren oder vermeiden Sie die Verwendung von Aufzählungszeichen.** Es gibt auch andere, interessantere und visuell ansprechendere Möglichkeiten, Ihre Präsentationsfolien zu gestalten. Verwenden Sie Symbole, Bilder und Grafiken.
- ☑ **Starken Kontrast erzeugen.** Bei Ihren Zuhörern sitzen die Leute vielleicht im hinteren Teil des Raumes, relativ weit weg von Ihrem Bildschirm. Um sicherzustellen, dass sie Ihre

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Präsentationsfolien noch sehen können, müssen Sie einen starken Kontrast erzeugen. Das heißt, Ihr Text sollte sich leicht von Ihrem Hintergrund abheben.

- ☑ **Halten Sie sich an zwei oder drei Farben.** Genauso wie Sie in Ihrer Präsentation nicht mehr als zwei oder drei Schriftarten verwenden sollten, gilt dies auch für die Farben. Wenn Sie anfangen, vier, fünf, sechs Farben in eine Präsentation zu bringen, kann es anfangen, unordentlich auszusehen und so auszusehen, als ob die Folien nicht wirklich übereinstimmen oder in der gleichen Präsentation zusammenpassen. Farben können auch zur Verknüpfung von Ideen oder Lernpunkten verwendet werden.
- ☑ **Audio und Video hinzufügen.** Eine gute Möglichkeit, eine interaktive Präsentation zu erstellen, ist das Hinzufügen von Audio- und Videoelementen zu Ihren Folien. So können Sie eine Pause vom Reden einlegen und Ihrer Präsentation eine andere Dimension verleihen.
- ☑ **Bleiben Sie bei einem Bild pro Folie.** Bei Bildern und Fotografien ist es am besten, nur eines in jeder Folie einzufügen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, diese Bilder zu verwenden, z.B. als Hintergrund, als Akzentfoto oder mit einer Farbüberlagerung.
- ☑ **Hochwertige Grafiken verwenden.** Verwenden Sie stets hochwertige Vektorgrafiken, die unabhängig von ihrer Größe großartig aussehen. Symbole und Grafiken können eine effektive Methode zur visuellen Darstellung Ihrer Worte und Ihres Kontexts sein und Ihrem Publikum helfen, das Gesagte besser zu verstehen.
- ☑ **Datenvisualisierung verwenden.** Die Datenvisualisierung kann alles von Diagrammen und Grafiken bis hin zu Kreis- und Säulendiagrammen umfassen. Im Wesentlichen geht es darum, Zahlen und Statistiken in einer visuellen Form darzustellen, so dass sie für Ihr Publikum auf einen Blick leichter zu verstehen sind.
- ☑ **Machen Sie es interaktiv.** Wir haben erwähnt, wie das Hinzufügen von Audio und Video zu Ihren Präsentationsfolien dazu beitragen kann, diese interaktiv zu gestalten. Das Hinzufügen von Links zu Ihrer Präsentation, sei es zwischen Folien oder sogar zwischen Elementen in einer einzelnen Folie, ist eine großartige Möglichkeit, eine einzigartige Diashow zu erstellen. Sie können auch ein interaktives Quiz zusammenstellen, indem Sie Elemente in einer einzigen Folie miteinander verknüpfen.
- ☑ **Halten Sie Übergänge und Animationen konsistent.** Es ist wichtig, alle Übergänge und Animationen innerhalb Ihrer Präsentation konsistent zu halten, da es sonst leicht zu einer Überforderung Ihres Publikums kommen kann. Es wird empfohlen, einen einzigen Übergangs- und Animationstyp in Ihrer gesamten Diashow beizubehalten. Vermeiden Sie die Animation jedes einzelnen Ihrer Elemente. Lassen Sie einige von ihnen statisch bleiben, während andere, wichtigere Elemente auf dem Bildschirm animiert werden.
- ☑ **Seien Sie energisch.** Ihre Zuhörer*innen können Ihre Energie spüren, und wenn Sie im vorderen Teil des Raumes stehen und mit einer nicht begeisterten und monotonen Stimme durch jede Folie sprechen, wird Ihr Publikum schnell das Interesse verlieren. Bewegen Sie sich im vorderen Teil des Raumes oder verwenden Sie Handbewegungen.
- ☑ **Kennen Sie Ihr Publikum.** Verstehen Sie, wer in Ihrer Zuhörerschaft sein wird, wie viele Menschen und mit welchem Hintergrund.
- ☑ **Zusammenfassen.** Wenn Sie sich während des gesamten Vortrages Zeit nehmen, um das bisher Gesagte zusammenzufassen, ist das eine gute Möglichkeit, Ihrem Publikum zu helfen, das Material vollständig zu verstehen und es sich für die Zukunft zu merken.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Erstellen Sie nach jedem Hauptpunkt und/oder am Ende Ihrer Präsentation zum Abschluss eine zusammenfassende Folie.

- ☑ **Regelmäßig aktualisieren und anpassen.** Um Ihre Präsentation relevant zu halten, stellen Sie sicher, dass Sie Ihren Inhalt regelmäßig aktualisieren und anpassen, damit er aktuell und genau ist. Sie können auch einen Bereich in der Fußzeile Ihrer ersten oder letzten Folie mit dem Erstellungsdatum neben dem letzten Aktualisierungsdatum einfügen, damit Ihre Zuhörer*innen wissen, dass sie häufig mit aktualisierten Informationen überarbeitet wird.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

2. Pädagogischer Baukasten

Aufgrund des derzeitigen Systems führen die meisten Gerätehersteller in AM Schulungen für Kund*innen durch, wobei sie ihre eigenen Schulungsformate verwenden, die auf dem eingestellten Betrieb und der Wartung ihrer Geräte basieren. Es ist vorgesehen, dass Hersteller und Schulungsanbieter ihren Lehrplan mit Querverweisen versehen könnten, um der **"CLLAIM AM-Qualifikationsrichtlinie"** zu entsprechen, die die Mindestanforderungen an Schulungsstunden und Erfahrung im Rahmen der verschiedenen Qualifizierungswege abdeckt:

1. Standard-Route: Konventionelle Ausbildung im Klassenzimmer.
2. Gemischte Lern-Route / Blended Learning Route: Übergreifende Kompetenzeinheiten (theoretische Kenntnisse und Fertigkeiten) können durch eine Kombination aus Fernunterricht und traditionellen Unterrichts- oder arbeitsbasierten Ausbildungsprogrammen vermittelt werden.
3. Alternative Route: Die Anerkennung früherer Lernergebnisse (Recognition of Prior Learning, RPL) ermöglicht es denjenigen, die bereits über relevante Kenntnisse und Fertigkeiten in einer bestimmten Berufsfunktion durch formale, informelle und nicht-formale Bildungswege verfügen, ohne den obligatorischen Besuch eines genehmigten Ausbildungskurses oder einer bestimmten Kompetenzeinheit zur Prüfung zugelassen zu werden.

2.1. Arbeitshilfen für Lehrende auf dem Gebiet der Additiven Fertigung

Ziel des pädagogischen Baukastens ist es, Material und Arbeitshilfen für Lehrende im Bereich AM bereitzustellen. Die folgende Liste ist ein Leitfaden für die Verwendung dieser Arbeitshilfen:

2.1.1. Arbeitshilfen zur Erfassung von Ausbildungsnachweisen

Während der Schulung muss der Lehrende Informationen über die Teilnahme und den Schulungsnachweis pro Kandidat*in als Nachweis für die geleistete Schulung (Theorie oder praktische Beurteilungen) aufzeichnen. Es ist ein auf dem Lehrplan basierender Unterrichtsplan zu erstellen und den Kandidat*innen zur Verfügung zu stellen. Die für jedes Dokument und die vorgeschlagenen Vorlagen erforderlichen Mindestinformationen sind in der folgenden Liste aufgeführt:

- Anhang 1.1: Vorlage für einen Lehrplan
- Anhang 1.2: Exemplarischer Lehrplan
- Anhang 2.1: Vorlage für eine Anwesenheitsliste
- Anhang 2.2: Exemplarische Anwesenheitsliste
- Anhang 3.1: Vorlage zum Nachweis der Beurteilung der theoretischen Aufgaben
- Anhang 4.1: Vorlage zum Nachweis der Beurteilung der praktischen Aufgaben

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

2.1.2.Arbeitshilfen für die praktische Aufgaben

Als Teil der Ausbildung werden praktische Übungen empfohlen, und es wird eine klare Anleitung zum Format der Dokumente gegeben. Vorlagen für die verschiedenen praktischen Aufgaben, die ein Lehrender zur Verfügung haben sollte, sind in der folgenden Liste aufgeführt:

- Anhang 5.1: Exemplarische Baukartenvorlage
- Anhang 6.1: Vorlage für eine Arbeitsanweisung
- Anhang 7.1: Vorlage für eine Fallstudie

2.1.3.Teilnahmebescheinigung

Den Kandidat*innen, die die Schulung erfolgreich abschließen, wird eine Teilnahmebescheinigung ausgestellt. Eine Vorlage für Teilnahmebescheinigungen und die Mindestinformationen, die dieses Dokument enthalten muss, wird vorgelegt:

- Anhang 8.1: Teilnahmebescheinigung
- Anhang 8.2: Exemplarische Teilnahmebescheinigung

2.1.4.Normen und Lesestoff

Der Ausbildungsanbieter ist verantwortlich für die Erstellung einer Referenzliste zu Lesematerial und Normen, die für das Thema relevant sind. Diese Referenzliste muss aktuell sein und den Lehrenden und Kandidat*innen zur Verfügung stehen. Damit soll der Zugang zu Ressourcen ermöglicht werden, die das Verständnis und die Kontrolle der AM-Prozesse erleichtern. Die EWF wird für die Aktualisierung dieser Ressourcen zuständig sein; wenden Sie sich an die EWF, um Zugang zu der neuesten Liste von Normen und Lesematerial zu erhalten.

2.1.5.Wie man Fragen schreibt und validiert

Allgemeine Regeln

Eine Liste mit allgemeinen Regeln, die Sie beim Schreiben von Multiple-Choice-Fragen beachten sollten:

- Verwenden Sie objektive Fragen mit nur einer besten Antwort.
- Wortfragen klar und einfach formulieren, doppelte Verneinungen vermeiden sowie lokale Terminologie/Slang/diomatische Begriffe
- Testen Sie in jedem Item nur eine einzige Idee.
- Stellen Sie sicher, dass falsche Antworten (Ablenker) plausibel sind.
- Stellen Sie sicher, dass die Position der richtigen Antwort (z.B. A, B, C, D) von Aufgabe zu Aufgabe zufällig variiert.
- Stellen Sie sicher, dass die Länge der Antwortelemente für jede Frage ungefähr gleich ist.
- Halten Sie die Länge der Antwortelemente kurz.
- Verwenden Sie bei Multiple-Choice-Fragen positive Formulierungen im Wortstamm und vermeiden Sie Wörter wie "nicht" und "außer". Wenn dies unvermeidlich ist, heben Sie die negativen Wörter hervor (z.B. "Welches der folgenden Wörter ist KEIN Beispiel für...?").
- Vermeiden Sie wenn immer möglich die Verwendung von "Alle oben genannten" und "Keines der oben genannten" in den Antworten.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- Fügen Sie Fragen mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden ein, um den Wissensstand der Kandidat*innen zu ermitteln.

Analysetechniken zur Validierung von Fragen

Statistische Analysetechniken können zur Validierung von Fragen verwendet werden. Nützliche Techniken können sein:

- Individuelle Fragen (Punkt Bi-Serien oder Bi-Serien-Koeffizient)
- Einzelne Prüfungsarbeiten (KR20 - Kuder Richardson's Zuverlässigkeitskoeffizient

Fragetechniken

Die Lehrenden müssen mit typischen Fragetechniken vertraut sein:

- Zum Beispiel das Denken präzisieren: "Warum sagst du das?" …. "Könnten Sie das näher erläutern?"
- Herausfordernde Annahmen, zum Beispiel: "Ist dies immer der Fall? Warum glauben Sie, dass diese Annahme hier richtig ist?"
- Ermutigen Sie sie dazu, Beweismaterial/Daten in Frage zu stellen, Fragen wie "Warum sagen Sie das?" oder "Gibt es Grund, diese Beweise anzuzweifeln?
- Standpunkte und Perspektiven, dies fordert die Kandidatinnen und Kandidaten heraus, z.B. andere Betrachtungsweisen desselben Themas zu untersuchen: "Was ist das Gegenargument für...?" oder "Hat das jemand anders gesehen?
- Implikationen und Konsequenzen, angesichts der Tatsache, dass Handlungen Konsequenzen haben, kann die Fragelinie zum Beispiel folgendes beinhalten "Aber wenn das passiert, was würde sonst noch passieren?" oder "Wie wirkt sich... auf .... aus? Durch diese Untersuchung können die Kandidat*innen sorgfältiger analysieren, bevor sie zu einer Meinung kommen.
- Stellen Sie die Frage in Frage, gerade wenn die Kandidatinnen glauben, eine gültige Antwort zu haben, fragen Sie vielleicht: "Warum habe ich Ihrer Meinung nach diese Frage gestellt?" oder "Warum war diese Frage wichtig?

Zu vermeidende Fragetechniken:

- keine Wartezeit zuzulassen, zum Beispiel : Der oder die Lehrende stellt eine Frage und beantwortet sie virtuell im nächsten Satz, wobei er keine Bedenkzeit zulässt.
- Während in einer Klasse eine Frage namentlich an einen bestimmten Kandidaten/Kandidatin gerichtet wird, können andere in der Klasse dazu neigen, abzuschalten.
- Leitfragen, die die Antwort enthalten, z.B Fragen wie: "Sind wir uns nicht alle einig, dass die additive Herstellung eine grosse Zukunft hat?
- affirmativen Fragen verwenden, wie: "Versteht das jeder?" Ja/Nein, dies ist keine Prüfung auf Verständnis.
- Vage Umleitung, z.B. nach Antworten des Kandidaten/ der Kandidatin: "Das ist nicht korrekt, versuchen Sie es noch einmal", "Wie um alles in der Welt kommen Sie auf so eine Idee?

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- Verwenden nur von Fragen auf niedrigem Niveau: versuchen Sie, alle Ebenen der Bloom'schen Taxonomie zu erfassen.
- Ungenaue Fragestellung, zum Beispiel: "Was bedeutet das im Verfahren? (Welches Verfahren? Welcher Absatz? Welche Aussage?)

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Allgemeine und anwendungsbezogene Fragen

Die Schulungs- und Prüfungsfragen sollten "allgemeine sachbezogene" und "anwendungsbezogene" Fragen enthalten, um sicherzustellen, dass die Kenntnisse der allgemeinen Theorie und der spezifischen Themen für die verschiedenen Profile während der AM-Ausbildung genutzt werden.

- Beispiel für eine allgemeine, auf Fakten basierender Frage in AM:

  Was bedeutet die Abkürzung DED in AM?

  a) Digital environment deposition
  b) Digital energy deposition
  c) Drive energy digital
  d) Direct energy deposition

  Antwort: d

- Beispiel einer anwendungsbezogenen Frage in AM:

  Das Zielteil ist eine Titanwabenstruktur mit einer Wandstärke von 3 mm. Aufgrund der Komplexität des Designs sollte die nachträgliche Oberflächenbearbeitung oder Nachbearbeitung minimal sein. Welches der folgenden AM-Verfahren könnte geeignet sein?

  a) DED-Arc oder PBF-LB
  b) DED-LB oder PBF-LB
  c) Nur DED-EB oder DED-Arc
  d) Nur PBF-LB oder DED-Arc

  Antwort: b.

2.1.6.Bibliothek mit Beispielfragen während des Trainings

Der Ausbildungsanbieter erstellt eine Bibliothek mit Ausbildungsfragen, die für das Wissen und den Lehrplan relevant sind, die für die Kandidat*innen zur Erlangung einer AM-Qualifikation erforderlich sind. Die Ausbildungsfragen werden auf der Grundlage der verschiedenen CLLAIM-Profile erstellt. Die Bibliothek muss auf dem neuesten Stand sein und von mindestens zwei Expert*innen auf dem Gebiet überprüft werden. Als Teil des CLLAIM-Projekts wurden die Schulungsfragen den CLLAIM-Partnern zur Verfügung gestellt. Anhang 9.1: Bibliothek für Übungsfragen enthält Beispiele für Schulungsfragen; diese Beispiele können verwendet werden, wenn entsprechende Genehmigungen erteilt werden.

2.1.7.Bibliothek mit AM-Komponenten (CAD-Dateien)

Der Ausbildungsanbieter stellt den Lehrenden und Kandidat*innen eine Bibliothek von CAD-Dateien mit Beispielen unterschiedlicher Komplexität zur Verfügung. Im Rahmen des CLLAIM-Projekts wurden den Partnern mehrere CAD-Dateien zur Verfügung gestellt. Diese Bibliothek kann verwendet werden, wenn die entsprechenden Genehmigungen erteilt werden. Wenden Sie sich an die EWF, um Zugang zu diesen Ressourcen zu erhalten.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

2.1.8.Bibliothek mit AM-Bildern und Videos

Zur Erleichterung des Lernprozesses müssen den Lehrenden Beispiele sowohl von Bild- als auch von Videomaterial aus einer vom Ausbildungsanbieter erstellten Bibliothek zur Verfügung stehen. Im Rahmen des CLLAIM-Projekts wurden den Partnern AM-Videos und Bilder zur Verfügung gestellt. Diese Bibliothek kann verwendet werden, wenn die entsprechenden Genehmigungen erteilt werden. Kontaktieren Sie die EWF, um auf diese Ressourcen zuzugreifen.

2.1.9.Beispiele für AM-Fallstudien

Eine Reihe von Fallstudien, die zur Unterstützung des Lern- und Denkprozesses der Kandidat*innen verwendet werden können, werden dem/der Lehrenden vom Ausbildungsanbieter zur Verfügung gestellt. Im Rahmen des CLLAIM-Projekts wurden den CLLAIM-Partnern AM-Fallstudien zur Verfügung gestellt. Anhang 10.1: Exemplarische AM Fallstudien enthält Beispiele von Fallstudien, diese Beispiele können verwendet werden, wenn die entsprechenden Genehmigungen erteilt werden.

2.1.10. Abschließende Beurteilungen und Interviews

Es wird empfohlen, den Prozess des Trainings oder der Interviews (im Fall von Recognition Prior Learning) abzuschließen und dann eine Zeitspanne vor der Durchführung der abschließenden Beurteilung vorzusehen, insbesondere wenn der Kandidat/die Kandidatin mehrere Kompetenzeinheiten absolviert. Diese Empfehlung besteht darin, den Kandidat*innen genügend Zeit für die Vorbereitung zu geben und zusätzlichen Druck/Stress für die abschließende Beurteilung zu vermeiden.

3. Checkliste der zu übersetzenden Vorlagen und Arbeitshilfen:

Im Kapitel der Anhänge enthält dieser pädagogische Baukasten Vorlagen von Dokumenten, die als Hilfsmittel für Lehrende auf dem Gebiet der Additiven Fertigung verwendet werden können. Wenn diese Dokumente verwendet werden sollen, sind diese in die entsprechende Sprache zu übersetzen.

- ☐ **Dieses Verfahren "D3.3 – Pädagogischer Baukasten für Lehrende auf dem Gebiet der Additiven Fertigung"**
- ☐ Anhang 1.1: Vorlage für einen Lehrplan
- ☐ Anhang 2.1: Vorlage für eine Anwesenheitsliste
- ☐ Anhang 3.1: Vorlage zum Nachweis der Beurteilung der theoretischen Aufgaben
- ☐ Anhang 4.1: Vorlage zum Nachweis der Beurteilung der praktischen Aufgaben
- ☐ Anhang 5.1: Exemplarische Baukartenvorlage
- ☐ Anhang 6.1: Vorlage für eine Arbeitsanweisung
- ☐ Anhang 7.1: Vorlage für eine Fallstudie
- ☐ Anhang 8.1: Teilnahmebescheinigung

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

4. Zusammenfassung

Der vorliegende pädagogische Baukasten entwickelt sich ständig weiter und ist zu aktualisieren, wenn sich die Technologie weiterentwickelt und verändert. Zu diesem Zweck sollten von allen Mitgliedern zusätzliche Vorlagen und Lernmaterialien beigesteuert werden. Bitte beachten Sie, dass die angegebenen Informationen wie CAD-Dateien, Fallstudien und Schulungsfragen in jedem Fall nur als Beispiel dienen und möglicherweise nicht die genaue Funktionsweise und die Prozesse widerspiegeln, die von allen Mitgliedern des CLLAIM-Projekts oder Geräteherstellern angewendet wurden.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

5. Anhänge

Anhang 1.1: Vorlage für einen Lehrplan

CLLAIM

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

LEHRPLAN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Kompetenzeinheit:	Ausbildungsort:	Unterrichtsstunden gesamt	Beginn:	Ende:	Datum:	Betreuer/Ausbilder/Dozent/Gruppe:

Tag 1					
Zeitplan	Unterrichtsziele	Aktivität	Hilfsmittel	Bewertung des Teilnehmers	Unterrichtsstunden
				Unterrichtsstunden gesamt:	

Anregungen / Verbesserungen zur Unterrichtseinheit

Page 1/2

CLLAIM

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

LEHRPLAN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Tag 2					
Zeitplan	Unterrichtsziele	Aktivität	Hilfsmittel	Bewertung des Teilnehmers	Unterrichtsstunden
				Unterrichtsstunden gesamt:	

Anregungen / Verbesserungen zur Unterrichtseinheit

Page 2/2

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 1.2: Exemplarischer Lehrplan

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

LESSON PLAN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Competence Unit	CLLAIM Profile	Venue	Total contact hrs	Start time	End time	Date	Tutor/Trainer/Lecturer/Group	Partner
CU08	Metal AM Inspector	Online: Teams	4.5 hrs	09:00	14:30	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Day 1						
Time schedule	Partner / presenter	Objectives	Activity	Resources	Student evaluation	Contact hrs
09:00 – 09:30	[redacted]	Personal introductions, course introduction and objectives, general information about CLLAIM	Introduction	Online access	n/a	½ hr
09:30 – 10:00	[redacted]	DED-LB - Process principles	Power point presentation	Online access	Final assessment	½ hr
10:00 – 10:15	Break					
10:15 – 11:15	[redacted]	DED-LB - System (hardware & software)	Power point presentation	Online access	Final assessment	1 hr
11:15 – 12:15	[redacted]	DED-LB – Parameters	Power point presentation	Online access	Final assessment	1 hr
12:15 – 13:00	Lunch break					
13:00 – 14:00	[redacted]	Build platform, feedstock, consumables & Post-processing	Power point presentation	Online access	Final assessment	1 hr
14:00 – 14:30	[redacted]	Feedback & Final assessment (14 questions)	Complete feedback and Final assessment	Feedback forms & 14 Multiple choice questions	Feedback & Final assessment	½ hr

Contact hrs: 4.5 hrs

Page 1/2

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

LESSON PLAN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Learning Outcomes – CU08: DED-LB Process

KNOWLEDGE	Factual and broad of: – DED-LB systems – Laser Characteristics – Build platform – Powder/wire – Gases – Processable materials with DED-LB
SKILLS	• Describe the DED-LB systems, including the components and their functions • Distinguish different types of feedstock • Associate the interaction of the process heat source with the feedstock • Recognise the DED-LB parameters and the influence of their adjustment on the as built part (e.g. deformation) • Recognise the characteristics of the DED-LB build platform, feedstock and other consumables • Identify the problems associated with inadequate preparation and set-up of the build platform, handling and storage of feedstock and application of the gases used in DED-LB • Recognise the basic principles of 3D CAD systems and machine control software

Page 2/2

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 2.1: Vorlage für eine Anwesenheitsliste

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

CLLAIM

TEILNEHMERLISTE - AUSBILDUNG

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Kompetenzeinheit:	Beginn (Tag):	Unterrichtsstunden:	Ausbildungsstätte (Ort):	Name / Unterschrift des Dozenten (Ausbilders)

#	Name des Prüfungsteilnehmers	Arbeitgeber	Tag 1 (Datum)	Tag 2 (Datum)	Tag 3 (Datum)	Tag 4 (Datum)	Tag 5 (Datum)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 2.2: Exemplarische Anwesenheitsliste

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

LESSON PLAN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Learning Outcomes – CU08: DED-LB Process

KNOWLEDGE	Factual and broad of: – DED-LB systems – Laser Characteristics – Build platform – Powder/wire – Gases – Processable materials with DED-LB
SKILLS	• Describe the DED-LB systems, including the components and their functions • Distinguish different types of feedstock • Associate the interaction of the process heat source with the feedstock • Recognise the DED-LB parameters and the influence of their adjustment on the as built part (e.g. deformation) • Recognise the characteristics of the DED-LB build platform, feedstock and other consumables • Identify the problems associated with inadequate preparation and set-up of the build platform, handling and storage of feedstock and application of the gases used in DED-LB • Recognise the basic principles of 3D CAD systems and machine control software

Page 2/2

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 3.1: Vorlage zum Nachweis der Beurteilung der theoretischen Aufgaben

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

BEURTEILUNGSNACHWEI_

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Antwortbogen des Prüfungskandidaten

Profil:	Kompetenzeinheit:	Beginn (Tag):	Ausbildungsort:

Frage	Antwort des Prüfungs-kandidaten	Frage	Antwort des Prüfungs-kandidaten	Frage	Antwort des Prüfungs-kandidaten	Frage	Antwort des Prüfungs-kandidaten
1.		11.		21.		31.	
2.		12.		22.		32.	
3.		13.		23.		33.	
4.		14.		24.		34.	
5.		15.		25.		35.	
6.		16.		26.		36.	
7.		17.		27.		37.	
8.		18.		28.		38.	
9.		19.		29.		39.	
10.		20.		30.		40.	

Art der Beurteilung	Ergebnis Punktzahl

Anmerkungen / Kommentare des Dozenten

Name des Prüfungskandidaten:	
Unterschrift:	
Datum:	

Name des Kursleiters / Ausbilders:	
Unterschrift:	
Datum:	

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 4.1: Vorlage zum Nachweis der Beurteilung der praktischen Aufgaben

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

NACHWEIS PRAKTISCHER AUFGABEN

Auflistung der praktischen Aufgaben

Profil:	Kompetenzeinheit:	Beginn (Tag):	Ausbildungsort:

Datum:	Während der Ausbildung durchgeführte praktische Aufgaben (kurze Beschreibung)

Name des Prüfungskandidaten:	
Unterschrift:	
Datum:	

Name des Kursleiters / Ausbilders:	
Unterschrift:	
Datum:	

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 5.1: Exemplarische Baukartenvorlage

CLLAIM

Creating knowLedge and skilLs in AddItive M
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

PRODUKTIONSPLAN

Diese Baukartenvorlage entspricht dem ASTM-Standard für additive Fertigung - Prozessanforderungen und Qualifizierung - Verwendung des pulverbettbasierten Schmelzens von Metallen bei kritischen Anwendungen. Es wird empfohlen, die neueste Version zu überarbeiten und bei Bedarf zu aktualisieren.

Beginn Arbeitsauftrag:	
Abschluss Arbeitsauftrag:	
PBF-Stunden gesamt:	
P.O. Lieferdatum:	

Kundeninformationen:	
Bestellung Auftrag-Nr.:	
Kontakt:	

		Initialen
Plan überprüft von:		
Vertrieb:		
Tätigkeiten:		
Qualität:		

Teile-Nummer	Rev	Menge Produktionsserie	Menge Bauauftrag

		Initialen
Dateiname Bauprozess		
Serien-Nr. der Anlage		
Serien-Nr. der/des Laser(s)		
Legierung Ausgangswerkstoff		
Anlagenparameter		
Serien-Nr. der Bauplattform		
Zustand des Ausgangswerkstoffs (neu, gebraucht oder Mischung)		
Wärmebehandlung	☐ SR ☐ ANN ☐ HIP ☐ STA ☐ OTHER:	
Beschichtungwerkstoff (Typ)		
Laserleistung vor Bauprozess		
Laserleistung nach Bauprozess		
Chargennummer des Ausgangswerkstoffs		
Verhältnis "neu/verbraucht"	%	
Dateiname Bauprotokoll		

1/4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive M
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

PRODUKTIONSPLAN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Abschnitt #	Produktrealisierung (Handlungsvorgaben)	Datum	Abgenommene Menge	Verworfene Menge	Initialen
100	AUFTRAGSPRÜFUNG				
101	Empfang der Auftragsdatei von Engineering				
102	Bestätigung der korrekten Dateirevision und Übereinstimmung mit Bestellung				
103	Überprüfung der Übereinstimmung von Bauausrichtung und Engineering				
104	Bestätigung, dass Bauteilkennzeichnungen und -positionen mit Engineering übereinstimmen				
105	Einrichtung des Bauzyklus und Bestätigung, dass Maschinenzertifizierung gültig ist				
106	Aufzeichnung der Bauteilmenge für den Bauzyklus				
107	Bestätigung, dass Screenshot von Bauprozesseinrichtung dem Arbeitsauftrag entspricht				
108	Bestätigung, dass die Maschineneinrichtung entsprechend den Arbeitsanweisungen vorgenommen wurde				
109	Bestätigung der Übereinstimmung von Pulverchargennummer mit Arbeitsauftrag				
110	Verhältnis zwischen neuem zu gebrauchtem Pulver oben vermerken				
111	Bestätigung, dass die Prozessgasversorgung für die Bauzeit ausreichend ist				
200	BEGINN DES BAUPROZESSES				
201	Startzeit des Bauprozesses oben vermerken				
202	Arbeitsauftrag im täglichen Maschinenbauprotokoll vermerken				
203	Sicherstellen, dass der Sauerstoffgehalt in der Baukammer ständig überwacht wird				
300	ABSCHLUSS DES BAUPROZESSES				
301	Endzeit des Bauprozesses oben vermerken				
302	Gesamtanzahl der Bauprozessstunden oben vermerken				
303	Bauprotokolldatei überprüfen und von außerplanmäßigen Unterbrechungen betroffene Bauteile verwerfen				
304	Pulver unter Beachtung der Arbeitsanweisungen aus dem Pulverkuchen entfernen				
305	Bauplattform auf den nächsten Prozessschritt fahren				
306	Laserleistung unter Beachtung der Arbeitsanweisungen messen				
307	Bauprotokoll-Dateinamen oben vermerken				
308	Prozessüberwachung auf Bauanomalien überprüfen und Bauteile anhand von Arbeitsanweisungen abnehmen				
400	PROZESSBAUPLATTFORM				
401	Teile ggf. auf der Bauplattform belassen				
402	Loses Pulver von den Bauteilen bürsten. Pulver, das mit Kunststoffbürsten in Berührung kommt,muss entsorgt werden				
403	Sichtprüfung auf Fremdkörper oder Bauanomalien durchführen				
404	Maßprüfung am Referenzbauteil durchführen				
500	THERMISCHE NACHBEHANDLUNG				
501	Je Arbeitsauftrag die thermische Nachbearbeitung vornehmen				
502	Maßprüfung am Referenzteil durchführen				
503	Ggf. Eine zerstörungsfreie Prüfung (NDE) durchführen				
600	SEKUNDÄRE ARBEITSGÄNGE				
601	Bauteile ggf. von der Bauplattform				
602	Probekörper nach Bedarf verarbeiten				
603	Stützstruktur nach Bedarf entfernen				
604	Bauteile entsprechend Arbeitsauftrag bearbeiten				

2/4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive M
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

PRODUKTIONSPLAN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

700	NDE				
701	Bauteile entsprechend Arbeitsauftrag NDE unterziehen				
800	DATENAUFZEICHNUNG				
801	Zusammenstellung eines Datenpakets, das Folgendes beihnhaltet: Konformitätsbescheinigung für den Ausgangswerkstoff, Prüfung des Ausgangswerkstoffes, Ergebnisse des Probekörpers (chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften), Bauprozess-Einrichtung, Bauprotokoll, Inspektionsprotokoll für das Referenzbauteil, Maßprüfung, NDE-Prüfprotokoll(e)				

ENDABNAHME					
#	Teilenummer / -kennung	REV	Abgenommene Gesamtmenge	Nicht-konforme Gesamtmenge	Initialen
1					

Bemerkungen:

Vom Kunden bereitgestellter Ausgangswerkstoff muss in den Anmerkungen angegeben werden.

Anmerkungen zur Inspektion: (Jede Nichtkonformität anmerken)

Abschließende Unterschrift:	
Name:	
Datum:	

3/4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 6.1: Vorlage für eine Arbeitsanweisung

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

VORLAGE FÜR EINE ARBEITSANWEISUNG

Anwendbar auf Machinentyp(en):

Referenz:	Arbeitsanweisung:	Überarbeitung:	Datum:

Anwendungsbereich:

Anweisungen, die Schritt für Schritt zu befolgen sind:
1. ..
2. ..
3. ..
4. ..
5. ..
6. … …

Erstellt von:	
Unterschrift:	
Datum:	

Erstellt von:	
Unterschrift:	
Datum:	
Erstellt von:	
Unterschrift:	
Datum:	

Datum der Erstausgabe:	

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 7.1: Vorlage für eine Fallstudie

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

VORLAGE FÜR EINE FALLSTUDIE

Titel der Fallstudie:

Hintergrund:

Abbildung der Fallstudie:
Bild(er) hier einfügen

Technische Herausforderung:
• ..
• … …

Detaillierte Lösung/Prozess:
• ..
• … …

Name des Bewerbers:	
Unterschrift:	
Datum:	

Name des Tutors:	
Unterschrift:	
Datum:	

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 8.1: Teilnahmebescheinigung

CLLAIM

CERTIFICATE OF COMPLETION

ADDITIVE MANUFACTURING INSPECTOR QUALIFICATION PILOT

THIS CERTIFICATE IS PROUDLY PRESENTED TO

COMPETENCE UNIT(S): HOURS: DATE:

This Certificate is awarded in recognition of the applicant support in CLLAIM Project Pilot Activities for Competence Units

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein. No.591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 8.2: Exemplarische Teilnahmebescheinigung

CERTIFICATE OF COMPLETION
ADDITIVE MANUFACTURING INSPECTOR
QUALIFICATION PILOT
CLLAIM
THIS CERTIFICATE IS PROUDLY PRESENTED TO
COMPETENCE UNIT(S):
DATE:
CU00: Additive Manufacturing Processes Overview
CU01: DED-Arc Process
CU08: DED-LB Process
CU15: PBF-LB Process
CU22: PBF-EB Process
CU63: Quality Assurance for Inspection
CU64: Inspection-Examination and Testing
This certificate is awarded in recognition of the applicant support in CLLAIM Project Pilot Activities for Competence Units
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Anhang 9.1: Bibliothek für Übungsfragen

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

BIBLIOTHEK FÜR ÜBUNGSFRAGEN

Beispiele für Schulungsfragen zum Operator-Profil

- Nennen Sie das Jahrzehnt, in dem additive Herstellungsverfahren erfunden wurden.
- Listen Sie Anwendungen auf, für die der Einsatz des PBF-LB-Verfahrens sinnvoll ist.
- Erklären Sie die Prozesse, die für die Additive Fertigung der Metallen geeignet sind.
- Listen Sie metallische Werkstoffe für die industrielle Additive Fertigung auf.
- Listen Sie Materialien auf, die durch Materialextrusion verarbeitet werden können.

Beispiele für Schulungsfragen zum Supervisor-Profil

- Nennen Sie fünf wichtige Abschnitte eines Sicherheitsdatenblattes eines Pulvermaterials.
- Vergleichen Sie PBF-LB- und PBL-EB-Verfahren im Hinblick auf die erreichbare Komponentenauflösung und die verwendeten Pulvermaterialien.
- Bei der Herstellung maßgeschneiderter Produkte in großen Mengen spricht man oft von "kundenspezifischen Massenproduktion". Begründen Sie, warum additive Fertigungungsverfahren für die kundenspezifische Massenproduktion in der Medizintechnik aus wirtschaftlicher Sicht besonders geeignet sind.
- Erstellen Sie eine Gefärdungsbeurteilung für die Handhabung von Pulver für PBF-LB-Prozesse.
- Nennen Sie ein geeignetes Wärmebehandlungsverfahren für die Nachbearbeitung von DED-LB-Bauteilen und begründen Sie Ihre Wahl.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

CLLAIM

BIBLIOTHEK FÜR ÜBUNGSFRAGEN

Beispiele für Multi-Choice-Schulungsfragen zum Inspektor-Profil

Welches Verfahren ist KEIN typisches volumetrisches Prüfverfahren? a) Röntgen b) Computertomographie c) Ultraschall d) Eindringprüfung	richtige Antwort D
Wann ist es unbedingt notwendig, das Pulver aus dem AM-Teil zu entfernen? a) Das Pulver muss vor jeder Wärmebehandlung entfernt werden. b) Das Pulver muss entfernt werden, um eine zerstörungsfreie Prüfung durchzuführen. c) Das Pulver muss entfernt werden, um die mechanischen Eigenschaften des AM-Teils zu verbessern. d) Das Entfernen von Pulver darf nicht durchgeführt werden, da dies die Oberfläche des AM-Teils beschädigen kann.	richtige Antwort A
Kerbschlagversuch erfordert, dass: a) Das Prüfstück muss die Form eines Hundenknochens haben b) Das Teststück muss auf der maximalen Höhe des endgültigen Bauteils gebaut werden c) Das Prüfstück innerhalb derselben Aufbauschichten, wie das Endbauteil aufgebaut sein muss. d) Eine Wärmebehandlung wird vor der Prüfung durchgeführt.	richtige Antwort C
Was ist die erste Aktion im Rahmen der Inspektion nach der Entfernung der Baugruppe aus der AM-Ausrüstung? a) Sichtprüfung b) Zugfestigkeitsprüfung c) Wärmebehandlung d) Zerstörungsfreie Prüfung	richtige Antwort A
Welche der folgenden Aussagen trifft NICHT auf die unvollständige Verschmelzung in AM zu? a) Unvollständige Verschmelzung kann durch die Optimierung der Bauparameter vollständig eliminiert werden. b) Unvollständige Verschmelzung tritt typischerweise auf, wenn neues Material verwendet wird und die Konstruktionsparameter nicht optimiert wurden. c) Unvollständige Verschmelzung tritt immer zwischen den Grundmetalloberflächen und dem abgeschiedenen Material auf. d) Stellen, an denen unvollständige Verschmelzungen auftreten, sind in der Regel kugelförmig und enthalten Gas.	richtige Antwort D

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA
CLLAIM

BIBLIOTHEK FÜR ÜBUNGSFRAGEN

Beispiele für Multi-Choice-Schulungsfragen zum Designer-Profil

Welche der folgenden Aussagen ist WAHR? a) Die thermische Verarbeitung wird normalerweise durchgeführt, nachdem die gesamte Geometrie von der Bauplattform entfernt wurde, damit vor dem Spannungsabbau Ablenkungen auftreten können. b) Die thermische Verarbeitung wird in der Regel durchgeführt, bevor die gesamte Geometrie von der Bauplattform entfernt wurde, um Eigenspannungen aus der Konstruktion zu entfernen. c) Die thermische Bearbeitung wird hauptsächlich zur Minimierung des Verzugs aufgrund thermischer Spannungen eingesetzt, kann jedoch nicht zur Einstellung der Mikrostruktur des Teils verwendet werden. d) Die Nachbearbeitung der Testproben kann sich von der Nachbearbeitung des Bauteils unterscheiden.	richtige Antwort B
Zum Zeitpunkt des Entwurfs eines Bauteils mit Stützen ist es notwendig, Folgendes zu berücksichtigen a) Die Stützen könnte ein Teil des Bauteils sein b) Die Stützen müssen nach der Herstellung entfernt werden. c) Die Stütze muss leichte als Bauteil sein d) Keine Variante	richtige Antwort B
Wie würden Sie ein Bauteil mit vertikalen Wänden entwerfen, um eine bessere Positionierung an der Maschine zu erreichen? a) Ein Teil mit vertikalen Wänden kann ohne besondere Berücksichtigung entworfen werden. b) Vertikale Wände des Werkstücks müssen so gestaltet sein, dass sie bei der Herstellung nicht parallel zum Nachbearbeitungsgerät angeordnet sind. c) Es ist nicht möglich, ein Teil mit senkrechten Wänden durch diese Art von Technologie herzustellen. e) Keine Variante	richtige Antwort B
Wodurch würden Sie es vermeiden, das Bauteil erst zu drucken, wenn Sie nicht sicher sind, ob das Bauteil im Betrieb hält. a) Durch Erstellen des Netzes b) Durch Anwendung von Facettierung c) Durch den Einsatz von Nachbearbeitungstechniken d) Mit Hilfe der FEA-Analyse	richtige Antwort D
Die Wärmeemission definiert: a) Die Strahlungseigenschaften des Materials b) Die Konvektionswärmeübertragungseigenschaften zwischen Material und Flüssigkeit c) Die Leitfähigkeitseigenschaften des Materials d) Der Wärmeverlust durch in Kontakt stehende Materialien	richtige Antwort A

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anhang 10.1: Exemplarische AM Fallstudien

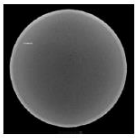
1.Case Study : Gear Stems

- Background (Corrosion/wear prevention)
  - Replacement of unpredictable coatings processes (Nitriding / HVOF)
  - Need to operate at ever higher temperatures.
- Technical Challenge
  - Tribaloy T800 (cobalt alloy) . Low ductility but high hardness (~750 Hv).
  - Controlled thermal management for crack prevention (pre-heating and cooling)
  - Stem is a martensitic stainless steel which begins to scale above 550°C.

Based upon the information given create a detailed process for deposition and inspection of the above on the surfaces highlighted

Failed HVOF Coating

DED Laser (Showing machine section)



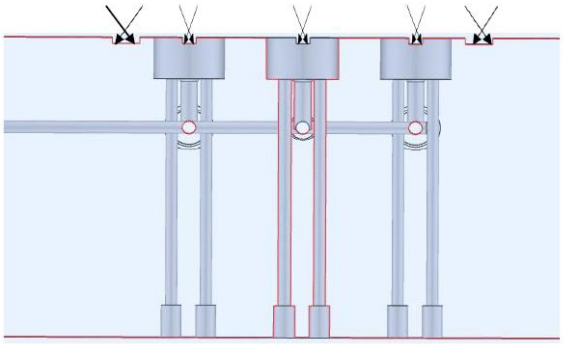
CT scanning for integrity inspection

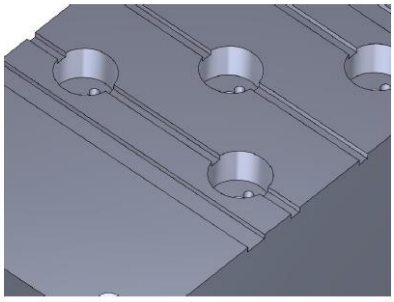
This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

2.Case Study: Manifold Die Repair

- Background
  - Tool Die edge/ recess repair
  - Common problem of in-service chipping and wear
- Technical Challenge
  - Remove and rebuild the worn edge of the parts contact face
  - Deposition material is a tooling steel

Create a step by step process including machining and inspection for the following repair.

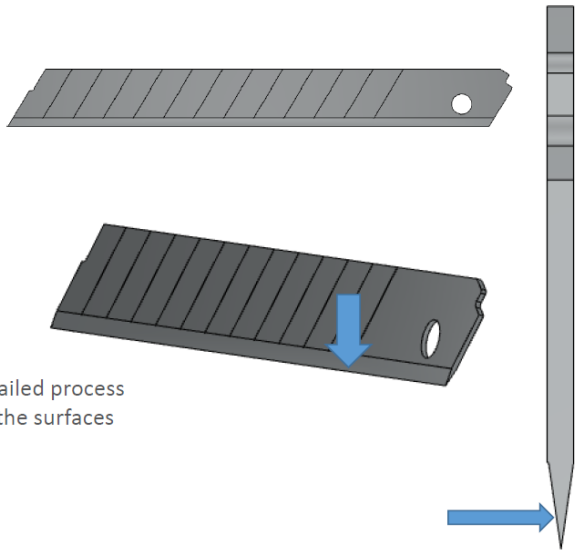




3. Case Study: WC Utility Knife Edge

- Background
  - Improve wear resistance of box cutter knife blades for cutting dry lining boards.
- Technical Challenge
  - Develop procedures to deposit a WC (86%-volume) in a CoCr metal matrix onto knife edge blanks
  - Knife edge sharpened post DED laser processing
  - Homogeneity of WC distribution

Based upon the information given create a detailed process for deposition and inspection of the above on the surfaces highlighted



This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.