areola

Schulungshandbuch für Lehrkräfte und Ausbildende

Projekt Nr: *2021-1-PT01-KA220-VET-000034876*

Finanziert von der Europäischen Union. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die des Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der Europäischen Union oder der Europäischen Kommission wider. Weder die Europäische Union noch die Europäische Kommission können für sie verantwortlich gemacht werden. Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Ansichten der Autoren wiedergibt, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.

areola

Co-funded by the European Union

areola

Revision	Datum	Autor/Organisation	Beschreibung
1 st	01.03.2023	LZH Laser Akademie (LAK)	Aufbau des Dokuments
2nd	1.02.2024	LZH Laser Akademie (LAK)	Revision
3rd	27.02.2024	LZH Laser Akademie (LAK)	Finale Version

Inhalt

1. Einführung 3
2. Informationen zum Projekt 3
2.1 Über das Projekt Areola 3
2.2 Der internationale Metall-AM-Betreiber für PBF im Rahmen des IAMQS 4
2.3 CU21 und Verwendung des theoretischen Materials von Areola 8
3. Psychologie des Lernens (Grundlagen des Lernens) 10
Motivation 10
Wege des Lernens 11
Arten von Lernenden 12
Referenzen 12
4. Coaching-Aktivitäten 14
5. Planung der Unterrichtsstunden 16
Vorüberlegungen und Schlüsselfragen 16
Strukturelle Instrumente (Tabellen) 17
6. Bewertung des Lernprozesses 19
Beurteilung des Erfolgs einer Person im Hinblick auf die erwarteten Lernergebnisse 19
Bewertung der individuellen Wahrnehmung von Trainingseffizienz und Engagement 20
Integration der Ergebnisse des Evaluierungsprozesses 21
7. AREOLA Theoretisches Unterrichtsmaterial 21
Theoretisches Unterrichtsmaterial zum Download 21
Empfehlungen und bewährte Praktiken zur Verwendung des theoretischen Schulungsmaterials von AREOLA 22

1. Einführung

Der Zweck dieses Handbuchs ist es, ein detailliertes Verständnis dafür zu vermitteln, wie die im Rahmen des AREOLA-Projekts entwickelten Materialien in einem Schulungsprogramm für die Additive Fertigung in der Luft- und Raumfahrt für die Qualifizierung von Bedienern und Bedienerinnen des Pulverbettschmelzverfahrens mit dem Laserstrahl (PBF-LB) verwendet werden können. Die Zielgruppe für dieses Schulungshandbuch sind in erster Linie Ausbilder und Ausbilderinnen und Pädagogen von Berufsbildungszentren, die eine umfassendere und innovativere Schulungslösung anbieten möchten. Durch den Einsatz von theoretischen Online-Schulungsmaterialien und digitalen Augmented-Reality- und Virtual-Reality-Arbeitshilfen für die praktische Ausbildung erhalten die Lernenden Zugang zu den neuesten und fortschrittlichsten Fertigungsverfahren, die sonst aufgrund von zu hohen Kosten, Sicherheitsrisiken und logistischen Herausforderungen nicht verfügbar wären.

Der Inhalt dieses Handbuchs umfasst detaillierte Informationen über das internationale Qualifizierungssystem für die Additive Fertigung (International Additive Manufacturing Qualification System (IAMQS)), die Bedeutung des Verständnisses verschiedener Lerntypen, die Psychologie des Lernens und Coaching-Aktivitäten. Darüber hinaus werden die Unterrichtsplanung und die Bewertung des Lernprozesses eingehend erörtert, um sicherzustellen, dass die Lernenden die erwarteten Lernergebnisse erzielen.

Wir hoffen, dass dieses Schulungshandbuch Sie mit den notwendigen Informationen versorgt, um in der Ausbildung zum Bediener für die Additive Fertigung in der Luft- und Raumfahrt (Powder Bed Fusion - Laser Beam, PBF-LB) erfolgreich zu sein.

2. Informationen zum Projekt

2.1 Über das Projekt Areola

AREOLA Erasmus Plus [1]. Das Projekt entstand aus der Notwendigkeit, eine belastbarere Lösung für die Ausbildung zu finden, die den Übergang des Bildungswesens in das digitale Zeitalter unterstützt.

Mit AREOLA kann die Ausbildung zum "Aerospace **Powder Bed Fusion - Laser Beam** (PBF - LB) Operator" in einer Blended-Learning-Umgebung unter Verwendung von theoretischen Online-Schulungsmaterialien und innovativen digitalen Augmented-Reality- und Virtual-Reality-Tools durchgeführt werden. Mit diesen neuen Lösungen können die AM-Berufsbildungszentren eine umfassendere Ausbildung anbieten, die den Qualitätsstandards entspricht, die durch die enge Zusammenarbeit mit AM Networks und der Luft- und Raumfahrtindustrie gewährleistet werden.

AREOLA wird die Wiederbelebung der Luft- und Raumfahrt unterstützen, indem es mit Hilfe innovativer virtueller Trainingsumgebungen eine hervorragende Ausbildung in diesem Bereich gewährleistet.

[1] https://areola-am.eu/

2.2 Der internationale Metall-AM-Betreiber für PBF im Rahmen des IAMQS

Das Internationale Qualifizierungssystem für die Additive Fertigung (IAMQS)

Die schnelle Entwicklung der Technologie und die raschen Veränderungen im Produktionsprozess, insbesondere in der Additiven Fertigung, erfordern ein harmonisiertes Qualifizierungssystem. Die Herausforderung für die europäischen Bildungs- und Ausbildungsanbieter besteht darin, schnell auf den Qualifikationsbedarf und das Qualifikationsgefälle in der Additiven Fertigung (AM) zu reagieren, um mit den schnellen Veränderungen dieser Schlüsseltechnologie Schritt zu halten.

Das Internationale Qualifizierungssystem für die Additive Fertigung (IAMQS), das von der Europäischen Föderation für Fügen, Schweißen und Schneiden (EWF) verwaltet wird, wurde 2018 ins Leben gerufen, um sicherzustellen, dass Unternehmen und Fachleute mit den richtigen Fähigkeiten ausgestattet sind, um die Additive Fertigung auf industrieller Ebene umzusetzen. IAMQS gewährleistet eine harmonisierte Entwicklung von Wissen und Fähigkeiten für jeden Inhaber eines Diploms in jeder Region der Welt und umfasst Ausbildungs-, Prüfungs- und Qualifikationsrichtlinien für verschiedene berufliche Ebenen.

Das Qualitätssicherungssystem, das dem IAMQS zugrunde liegt, garantiert seine Relevanz, Wettbewerbsfähigkeit und Harmonisierung. Dadurch haben die Teilnehmer und Teilnehmerinnen Zugang zu denselben Ausbildungsinhalten und Bewertungsverfahren, unabhängig davon, in welchem Land sie ihre Kurse absolvieren. Das IAMQS arbeitet eng mit den Akteuren des AM-Ökosystems zusammen. Auf diese Weise kann es sicherstellen, dass die entwickelten Qualifikationen den Bedürfnissen und Anforderungen der Industrie entsprechen, aber auch mit den Anforderungen von Berufsbildungsanbietern und Hochschuleinrichtungen sowie den Bedürfnissen des Einzelnen in Einklang gebracht werden.

Das Qualifizierungssystem besteht aus verschiedenen Qualifikationen, die in Kompetenzeinheiten gegliedert sind (kurze Lerneinheiten, die mehrere Akkumulations- und Kombinationsmöglichkeiten bieten) und dazu dienen, die erwarteten Kenntnisse und Fähigkeiten zu beschreiben, die von Fachleuten nach erfolgreichem Abschluss der Ausbildungskurse erworben werden.

Derzeit bietet das System zwölf Qualifikationen im Bereich der Additiven Fertigung an, die bereits in sieben Ländern eingeführt wurden: Frankreich, Deutschland, Italien, Portugal, Spanien, Türkei und im Vereinigten Königreich (einschließlich der Republik Irland). Das IAMQS deckt verschiedene AM-Berufsprofile ab, insbesondere Operator (Anlagenbediener; unabhängiges Niveau, abgestimmt auf EQR 4), Supervisor (Prozessverantwortlicher/ Prozessverantwortliche; unabhängiges Niveau - abgestimmt auf EQR 4), Designer (Konstrukteur/ Konstrukteurin; fortgeschrittenes Niveau, abgestimmt auf EQR 6), Prozess engineer (Prozessingenieur/ Prozessingenieurin; fortgeschrittenes Niveau, abgestimmt auf EQR 6) und Coordinator ((fortgeschrittenes Niveau, abgestimmt auf EQR 6).

Abbildung 1 - Internationale Metall-AM-Qualifikationen (IAMQS)

Jede Qualifikation besteht aus verschiedenen Kompetenzeinheiten (CUs), die dem spezifischen AM-Berufsprofil entsprechen. Darüber hinaus umfasst das System übergreifende, unabhängige CUs, die in die maßgeschneiderte Ausbildung einbezogen werden können, nämlich: die CU für Zertifizierung, Qualifizierung und Standardisierung in AM, Business in AM und Nachhaltigkeit für AM.

Weiterentwicklung im Rahmen eines Karriereplans

Innerhalb des IAMQS sind Weiterbildungspfade für verschiedene AM-Spezialisierungsbereiche (z. B. Anlagenbediener / Anlagenbedienerin und Prozessingenieure) vorgesehen, die es Fachleuten ermöglichen, ihr Wissen und ihre Karriere durch den Erwerb neuer Fähigkeiten und Kenntnisse innerhalb des Qualifikationssystems voranzutreiben. Die Progression der Stufen erfolgt von der niedrigsten zur höchsten Stufe in Bausteinen. Die höchsten Stufen beginnen die Ausbildungskurse zusammen mit den niedrigsten Stufen, um die Entwicklung solider grundlegender Kenntnisse und Fähigkeiten in Bezug auf Konzepte und Prinzipien zu gewährleisten. Nach erfolgreichem Abschluss der niedrigsten Stufen beginnen die Lernenden mit komplexeren Stufen.

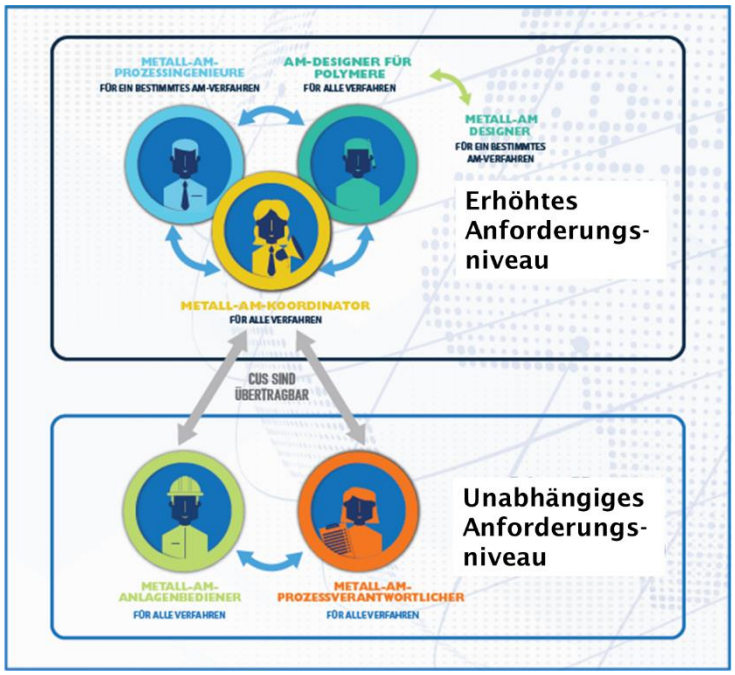


Abbildung 2 - Fortschreiten innerhalb des IAMQS

Beispiele für diesen Fortschritt sind in Abbildung 2 dargestellt. In der unabhängigen Stufe kann ein Metall-AM-Anlagenbediener oder eine Metall-AM-Anlagenbedienerin mit dem zusätzlichen Abschluss bestimmter CUs direkt zum Metall-AM-Prozessverantwortlichem oder zur Metall-AM-Prozessverantwortlichen aufsteigen. Die gleiche Entwicklung ist in der fortgeschrittenen Stufe möglich. Die Qualifikationen mit zusätzlichem Abschluss bestimmter CUs können direkt zu anderen Qualifikationen in der gleichen Stufe führen: Metall-AM-Koordinator, AM-Designer für Polymere, Metall-AM-Prozessingenieur.

Der Aufstieg in eine andere Qualifikationsstufe ist ebenfalls möglich, allerdings nur, wenn auch andere Zugangsvoraussetzungen erfüllt sind, zum Beispiel ein Abschluss in bestimmten Bereichen.

Zu diesem Zweck gibt es im IAMQS-System zwei Arten von Kompetenzeinheiten, die funktionalen und die bereichsübergreifenden.

Die funktionale CU bedeutet, dass die Lernergebnisse direkt mit mindestens einer beruflichen Funktion verknüpft sind. Auf diesem Weg werden die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten in spezifischen beruflichen Funktionen und damit verbundenen Tätigkeiten eingesetzt.

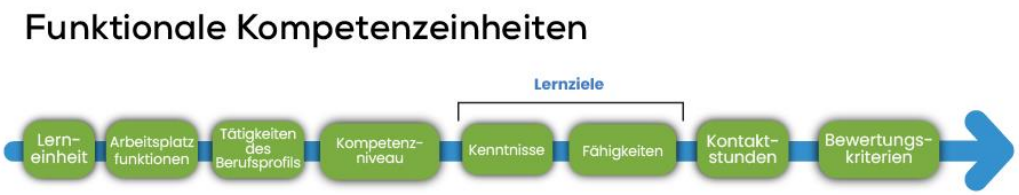


Abbildung 3 - IAMQS-Funktionale Kompetenzeinheit

Bereichsübergreifende CU bedeutet, dass die spezifischen CU nicht an eine Arbeitsfunktion gebunden sind, sondern dass die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten Teil mehrerer Arbeitsfunktionen sein können und mehrere Tätigkeiten umfassen.

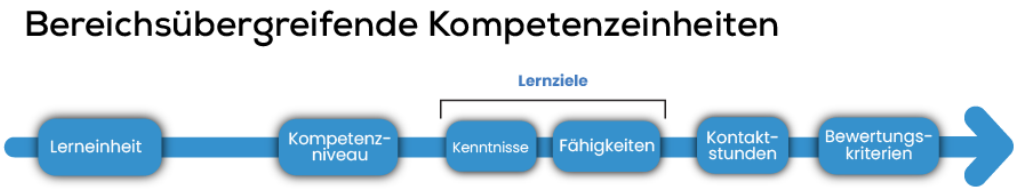


Abbildung 4 - IAMQS-Querschnitts-CU

Der Mehrwert dieses modularen und kumulativen Systems liegt bei den AM ATBs, den Berufsbildungsanbietern und den Hochschuleinrichtungen, den Lernenden, die an den Qualifikationen teilnehmen, und der Industrie selbst:

- Eine einzige Kompetenzeinheit kann für verschiedene Qualifikationen gelten - kumulatives System
- Die Kursteilnehmenden können sich innerhalb des Systems leicht weiterentwickeln, indem sie Zugang zu anderen Qualifikationen oder zu höheren und niedrigeren Qualifikationen erhalten.
- Unternehmen profitieren von zweckmäßigen Qualifikationen/Schulungen

Der EWF-Qualifikationsrahmen (d.h. die Kompetenzniveaus) gewährleistet die Transparenz aller IAMQS-Qualifikationen und ermöglicht die Anerkennung und Verknüpfung mit nationalen und europäischen Qualifikationsrahmen, was ihre Integration auf nationaler Ebene erleichtert.

Der internationale Metall-AM-Operator Powder Bed Fusion – Laser Beam (I MAM O PBF-LB)

Der Powder Bed Fusion - Laser Beam Anlagenbediener oder Anlagenbedienerin ist eine Fachkraft mit spezifischen Kenntnissen, Fähigkeiten, Selbständigkeit und Verantwortung für die Bedienung von Metall-AM-Maschinen im PBF-LB-Prozess.

Die Hauptaufgaben stehen im Zusammenhang mit der Bedienung von pulverbettbasierten Laserstrahlmaschinen für die Additive Fertigung, einschließlich Montage und Einrichtung, Wartung und Reparatur. Die Fachkraft wird am Ende der Schulung in der Lage sein, Teile zu entnehmen und für Nachbearbeitungsschritte vorzubereiten sowie Lösungen für grundlegende und spezifische Probleme im Zusammenhang mit pulverbettbasierten Maschinen und Verfahren für die Additive Fertigung zu entwickeln.

Der internationale Operator-PBF-LB Qualifizierungskurs richtet sich an Fachleute, die noch keine Erfahrung, Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich der PBF-LB Additiven Fertigung haben oder an Kandidaten und Kandidatinnen, die bereits Erfahrung haben, aber ihre Kenntnisse erweitern möchten. Neben einer international anerkannten Qualifikation, die die Beschäftigungsfähigkeit auf dem Arbeitsmarkt durch Mobilität und Kompetenztransparenz erhöht, bietet diese Qualifikation auch die Möglichkeit, aktuelle Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen in Bezug auf das PBF-LB-Verfahren zur Additiven Fertigung zu erwerben und eine formale Anerkennung einer Qualifikation zu erlangen, um im Bereich der Additiven Fertigung von Metallen mit dem PBF-LB-Verfahren tätig zu werden.

Um Zugang zu dieser Qualifikation zu erhalten, muss man einen nationalen Pflichtschulabschluss haben.

Um die Qualifikation zum internationalen „Operator Powder Bed Fusion - Laser Beam“ zu erlangen, ist der folgende Weg notwendig. Es gibt spezifische Kompetenzeinheiten, die zwingend erforderlich sind, um die Qualifikation erfolgreich zu absolvieren.

Außerdem gibt es zwei optionale Kompetenzeinheiten, die zusätzlich zu den obligatorischen Kursinhalten besucht werden können.

Required Course Content

#CU	Title	Recommended Hours
00	Additive Manufacturing Processes Overview	3,5
15	PBF-LB Process	14
16	Quality Assurance (QA) in PBF-LB	7
17	Health, Safety and Environment (HSE) in PBF-LB	3,5
18	Hardware, software and build file set-up for PBF-LB	14
19	Monitoring and managing the manufacturing of PBF-LB parts	3,5
20	Post processing of PBF-LB Systems	7
21	Maintenance of PBF-LB Systems	7
	TOTAL:	**60h**

Optional Course Content

#CU	Title	Recommended Hours
48	Powder Handling	7
49	Laser Beam Characterisation	7

Zum Erreichen der Qualifikation ist das erfolgreiche Bestehen bei allen CUs erforderlich, jedoch kann die Abfolge dieser CUs unabhängig und individuell gewählt werden.

2.3 CU21 und Verwendung des theoretischen Materials von Areola

Die Kompetenzeinheit (CU) 21 Wartung von PBF-LB-Systemen ist Teil der Kompetenzeinheiten, die für den Kursinhalt des International Operator Powder Bed Fusion - Laser Beam, Independent Level/EQF 4 erforderlich ist.

Die CU 21 ist eine funktionale Kompetenzeinheit, d. h. sie steht in direktem Zusammenhang mit mindestens einer beruflichen Funktion, in diesem Fall "Instandhaltung und Reparatur des PBF-LB-Systems". Auf diesem Weg werden die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten in spezifischen beruflichen Funktionen und damit verbundenen Tätigkeiten eingesetzt, nämlich:

Umsetzung der Wartungsroutinen des Geräteherstellers

Reinigung und Austausch von Materialkomponenten (z. B. Pulverbett, Reinigungsmittel, Filter, Deckglas)

Meldung von Problemen an den Ingenieur / die Ingenieurin

Einhaltung der geltenden HSE-Verfahren

Die in dieser CU erzielten Ergebnisse werden es den Kursteilnehmenden ermöglichen, sich weiterzubilden, entweder innerhalb desselben Tätigkeitsbereichs oder zwischen verschiedenen Spezialisierungsbereichen.

Das im Projekt AREOLA entwickelte theoretische Material deckt alle in CU21 vorgesehenen Themen ab:

CU 21: Maintenance of PBF-LB systems	RECOMENDED CONTACT HOURS
SUBJECT TITLE	
General maintenance aspects	2
Optical elements	0,5
Parts maintenance	1,5
Auxiliary elements maintenance	1
Application driven material change	1
HSE Procedures	1
Total	7
WORKLOAD	14

CU	EQF/ EWF LEVEL	JOB FUNCTIONS	JOB REQUIRED ACTIVITIES	CONTACT HOURS	WORK-LOAD
Maintenance of PBF-LB sys-tems	4 INDEPENDENT	Maintain and repair the PBF-LB system	Implementing equipment manufacturer's maintenance routines	7	14
			Cleaning and replacing materials com-ponents (e.g. powder bed, cleaning agent, filters, cover glass)		
			Reporting problems to the Engineer		
			Following applicable HSE procedures		

Im Hinblick auf die Lernergebnisse sind die detaillierten Kenntnisse und Fähigkeiten, die für diese Kompetenzeinheit identifiziert wurden, unten aufgeführt:

LEARNING OUTCOMES – CU 21: Maintenance of PBF-LB systems	
KNOWLEDGE	Factual and broad of: – Maintenance aspects associated with PBF-LB systems
SKILLS	Change protective lens and clean the nozzle Assess the need to perform maintenance operations inPBF-LB system Perform maintenance operations in a PBF-LB system Identify the consumables for the different machine parts Report the need to execute specific maintenance Support other technicians during system maintenance Verify the cleanliness of the optic system Verify if the optical system is working correctly Monitoring and calibration status Verify the level of wear of a mechanical component Verify the system gas flow Adequate maintenance routines to the material type Verify the condition and make use of the personal protective equipment

Der Ablauf der CU führt zu einer Prüfung und anschließend zu einem Leistungsnachweis, wenn die Prüfung mit Erfolg abgelegt wurde. Die Prüfung ist außerdem harmonisiert, was bedeutet, dass alle Kursteilnehmenden die gleiche Prüfung nach einer harmonisierten Prüfungsmatrix und unter den gleichen Bedingungen ablegen, unabhängig von Land oder Region.

Referenzen

IAMQS AM-Katalog

https://www.ewf.be/iamqs/files/am-cataloguev2.aspx?v=%3d%3dHAAAAB%2bLCAAAAAAABABLLk6zNVRLzC2wLk9NgrJSbVNNEx0DygDOk5ECHAAAAA%3d%3d

AREOLA-Projekt

https://areola-am.eu/

3. Psychologie des Lernens (Grundlagen des Lernens)

Hoffman und Engelkamp (2013) betonen, dass Lernen eine Veränderung des Wissens, der Fähigkeiten und des Verhaltens ist, die aus individuellen Erfahrungen resultiert. Bei der persönlichen Erfahrung spielen mehrere Faktoren eine wesentliche Rolle. Im Folgenden werden drei wichtige pädagogische Konzepte in diesem Zusammenhang skizziert.

Motivation

Hasselhorn und Gold (2022) definieren Motivation als "[...] die Bereitschaft einer Person, sich intensiv und ausdauernd mit einem Objekt zu beschäftigen." (Hasselhorn & Gold, 2022, S.101). Man unterscheidet grob zwischen der Bereitschaft, die durch das eigene Interesse an einem bestimmten Gegenstand von innen heraus ausgelöst wird, also der intrinsischen Motivation, und dem von außen gesteuerten Antrieb, der extrinsischen Motivation (Rheinberg & Vollmeyer, 2019). Aktivitäten wie Lernen werden bei intrinsischer Motivation ohne ein kontrollierendes Instrument ausgeführt, während die extrinsische Motivation aufhört, wenn der externe Antrieb wegfällt (Brandstätter et al., 2018). Dementsprechend betrachten wir im Folgenden die intrinsische Motivation im Kontext der Pädagogik.

Das Leitmotiv von zentraler Bedeutung unterscheidet dabei das Leistungs-, das Anschluss- und das Machtmotiv (Brandstätter et al., 2018). Beim Leistungsmotiv geht es um die Auseinandersetzung mit einem individuell gesetzten Qualitätsstandard, den es zu erreichen gilt - wenn sich Lernende auf die Lösung anspruchsvoller Aufgaben einlassen und sich dabei als kompetent erleben. Dabei treten die Hoffnung auf Erfolg (Erfolgsmotiv) und die Angst vor Misserfolg (Misserfolgsmotiv) in den Vordergrund. Erfolgsmotivierte und misserfolgsängstliche Personen lassen sich in ihren Kausalattributionen unterscheiden, d.h. wem oder was sie die Ursache für ihren Erfolg oder Misserfolg zuschreiben (z.B. Hasselhorn & Gold, 2022; Adenstedt, 2021). Erfolgsmotivierte Personen führen ihren Erfolg in der Regel auf ihre Fähigkeiten und ihren Einsatz zurück, während Misserfolge auf mangelndes Handeln oder äußere Umstände zurückgeführt werden. Im Gegensatz dazu führen versagensängstliche Personen Misserfolge nicht auf ihre Fähigkeiten, sondern auf mangelndes Wissen und Erfolg zurück (Brandstätter et al., 2018). Attributionen können eine lernfördernde Funktion haben, wenn sie Lernende, die ihr Scheitern mit mangelnder Anstrengung begründen, zu weiteren Lernanstrengungen anregen. Sie können aber auch das

Lernverhalten hemmen, wenn versagensängstliche Lernende zu häufig mit ihrer selbst angenommenen Unfähigkeit konfrontiert werden (Hasselhorn & Gold, 2022).

Das Bindungsmotiv bezieht sich, im Gegensatz zum Leistungsmotiv, auf die Existenz anderer Menschen. Lernende mit einem starken Bindungsmotiv streben danach, sich im Lernprozess zu verbinden und zu kooperieren und gute Leistungen zu erbringen. Sie wollen nicht im Wettbewerb herausgefordert werden, sondern genießen eher ein Gefühl des gemeinschaftlichen Wohlbefindens (Brandstätter et al., 2018).

Das dritte Motiv, das Machtmotiv, baut auf Wettbewerb als Anreiz auf. Es basiert auf dem Gefühl, einen Anreiz zu verspüren, wenn die eigene Leistung anderen überlegen ist oder Mitmenschen beeinflusst (Brandstätter et al., 2018). Im Bildungsbereich sollten Ausbildern und Ausbilderinnen versuchen, die intrinsischen Anreize der Lernenden zu kitzeln, anstatt auf extrinsische Motivation zu bauen, da diese nicht sehr langlebig ist. Lernende unterscheiden sich in ihren Leitmotiven, worauf in der Unterrichtssituation Bezug genommen werden sollte. Für das Leistungsmotiv scheint es vorteilhaft zu sein, sich auf die persönliche Kontrolle zu konzentrieren, zum Beispiel durch die Bereitstellung von Feedback zur Bewertung der Anstrengung (Schnotz, 2011). Die Lernenden sollten auch ermutigt werden, sich realistische Ziele zu setzen und eine angemessene Selbsteinschätzung vorzunehmen (Borcher, 2007), um den Erfolg sicherzustellen. Wenn sich Gruppenarbeiten und Kollaborationen als positiv für verbindungsmotivierte Lernende erweisen, schneiden Lernende mit einem starken Leistungsmotiv im Vergleich zu anderen gut ab und gehen als die Stärksten hervor (Brandstätter et al., 2018).

Wege des Lernens

Neben der Motivation müssen auch die verschiedenen Arten des Lernens in den Mittelpunkt gerückt werden. Lernen in einer zunehmend komplexen Welt ist zeitlich und räumlich unbegrenzt (Harring, Witte & Burger, 2018). Der Lernprozess findet nicht ausschließlich in organisierten und institutionalisierten Settings wie Schulen oder anderen Weiterbildungseinrichtungen statt (formales Lernen). Lernen kann auch ein integraler, unbewusster Bestandteil des Alltagsgeschehens sein (informelles Lernen). Zur letzteren Art des Lernens gehören Aktivitäten wie das Lesen eines Buches oder der Versuch, das gerade bestellte Regal mit der Anleitung wieder aufzubauen, nur dass man kein Zertifikat erhält oder eine Abschlussprüfung ablegen muss, wie es beim formalen Lernen der Fall ist (Kerres, Hölterhof, & Rehm, 2017). Informelles Lernen kann nicht direkt gesteuert werden, aber es können Rahmenfaktoren geschaffen werden, die Lernerfahrungen ermöglichen und verstärken (Brodowski et al., 2009). Lernen kann in diesem Zusammenhang nicht mehr als klassisches Modell verstanden werden. Stattdessen ist der Lernende als Individuum zu verstehen, das seine Lernerfahrungen in Interaktion mit sich selbst und der Welt absolviert (Kerres et al., 2017).

Welche Faktoren können in einem formalen Unterrichtsszenario etabliert werden, um informelle Lernmethoden zu fördern?

Ein grundlegender Ansatz ist die Möglichkeit des Selbststudiums durch Fachliteratur. Heyder (2015) betont die Bedeutung des Zugangs zu Lehrbüchern, Fachzeitschriften und digitalen und elektronischen (Lern-)Medien für selbst gewählte Lernaktivitäten, um die Möglichkeit des Selbststudiums durch die Bereitstellung von Informationen zu ermöglichen.

Ein weiterer zentraler Punkt ist das "Learning by doing". Dabei geht es um das Ausprobieren und Anwenden der eigenen Ideen (Decius, Schaper & Seifert, 2019). Der Weg des Learning by Doing sollte jedoch nicht unabhängig von der Reflexion darüber sein, was funktioniert hat und was nicht. Daher besteht die Aufgabe der Lehrkräfte oder Ausbildenden darin, Raum und Anreize für Reflexion und Bewertung zu schaffen (Becker, 2016).

Ein letzter Punkt ist das Modelllernen, bei dem unterschiedliche kulturelle Ansätze und Denkweisen aufeinandertreffen und sich gegenseitig bereichern (Decius et al., 2019). Modelllernen ist gewährleistet, wenn die Lernenden andere Verhaltensweisen beobachten und in ihr eigenes Verhalten integrieren. Laut Heyder (2015) ist die Förderung des Erfahrungsaustauschs, zum Beispiel mit Hilfe von Informationsveranstaltungen, Mentorenprogrammen, Expertenforen und Lerngruppen, besonders vorteilhaft.

Arten von Lernenden

Bis heute stehen Lerntypen im Mittelpunkt einiger Diskussionen um die pädagogische Psychologie, und Lehrkräfte richten ihren Unterricht an diesen Lerntypen aus. Die Lernenden werden in Gruppen eingeteilt, die sich z. B. hinsichtlich ihrer Lernpräferenzen oder der Sinneskanäle, mit denen Informationen am besten aufgenommen werden, unterscheiden (Burger & Scholz, 2014; Grotehusmann, 2008).

Einige Forscher halten diese Theorie für umstritten. Sie verweisen stattdessen auf das handlungsorientierte Lehren und Lernen. Im Gegensatz zum rein kognitiven Frontalunterricht umfasst der handlungsorientierte Ansatz kognitive, emotionale und praktische Aspekte (Looß, 2001).

Eine Idee von Looß (2001) beschreibt, dass der Unterricht wie folgt ausgerichtet sein muss, anstatt nur zwischen vier Lerntypen zu unterscheiden: Die Lernenden brauchen Raum zum Wissensaufbau in einer Selbstlernzeit, in der sie selbstständig lernen. Die Vorerfahrungen und Vorkenntnisse jedes Einzelnen müssen in allen Bereichen berücksichtigt werden. Ansonsten können die Lernenden über- oder unterfordert werden. Darüber hinaus muss der soziale Austausch gegeben sein, um von unterschiedlichen Überzeugungen, Gedanken und Meinungen zu lernen. Wie im Motivationsteil dieser Zusammenfassung gezeigt wurde, sind manche SchülerInnen vor allem dann motiviert, wenn andere dabei sind, weshalb dies in jedem Unterrichtsszenario berücksichtigt werden muss (Brandstätter et al., 2018). Schließlich sollte sich der Unterricht weg vom klassischen Auswendiglernen hin zu komplexeren Aufgaben, wie z. B. dem Lösen von Problemen, entwickeln (Looß, 2001).

Bei dieser Neuausrichtung bzw. der Abkehr von der Unterscheidung zwischen Lerngruppen steht der Lernende im Mittelpunkt. Es können verschiedene Methoden angewandt werden, wie z. B. Zeit zum Selbststudium, sozialer Austausch und konkrete Aufgaben anstelle von Zuhören und Empfangen von Informationen. Anstelle von Lerntypen oder -stilen unterstützen diese Lernmethoden das Aufgreifen der verschiedenen Leitmotive und eröffnen unterschiedliche Wege des Lernens.

Referenzen

Adenstedt, V. (2021). Attributionen von Grundschulkindern zur Erklärung von Leistungsergebnissen bei technischen Alltagsaufgaben. In B. Landwehr, I. Mammes, & L. Murmann (Hrsg.), Technische Bildung im

Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Becker, M. (2016). Informelles Lernen aus wirtschaftswissenschaftlicher Perspektive. Handbuch Informelles Lernen, 225-257.

Borcher, J. (2007). Motivationsförderung und Attributionstraining. In J. Walter, & F. B. Wember (Hrsg.), Sonderpädagogik des Lernens. (Band 2 Handbuch Sonderpädagogik). Göttingen: Hogrefe.

Brand, M., & Altstötter-Gleich, C. (2022). Motivationspsychologie. In Schütz, Brand, & Steins-Loeber (Hrsg.), Psychologie. Eine Einführung in ihre Grundlagen und Anwendungsfächer. 6. Auflage. Stuttgart: W. Kohlhammer.

Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., Lozo, L., Brandstätter, V., Schüler, J., ... & Lozo, L. (2018). Implizite und explizite Motive: Zwei voneinander unabhängige Motivationssysteme. Motivation und Emotion: Allgemeine Psychologie für Bachelor, S. 81-96.

Brodowski, M., Devers-Kanoglu, U., Overwien, B., Rohs, M., Salinger, S., & Walser, M. (2009). Informelles Lernen und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: Beiträge aus Theorie und Praxis. Opladen & Farmington Hills, MI: Verlag Barbara Budrich.

Burger, P. H., & Scholz, M. (2014). Der Lerntyp macht den Unterschied--Zusammenhang von Kolbs Lerntypen mit psychischen Befunden von Medizinstudierenden im vorklinischen Studienabschnitt am Hochschulstandort Erlangen. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung, 31(4).

Decius, J., Schaper, N., & Seifert, A. (2019). Informelles Lernen am Arbeitsplatz: Development and validation of a measure. Human Resource Development Quarterly, 30(4), S. 443-610. doi:10.17619/UNIPB/1-1072.

Grotehusmann, S. (2008). Der Prüfungserfolg: die optimale Prüfungsvorbereitung für jeden Lerntyp. GABAL Verlag GmbH.

Harring, M., Witte, M. D., & Burger, T. (2018). Handbuch informelles Lernen. Interdisziplinäre und internationale Perspektiven. 2. Auflage. Weinheim Basel: Beltz Juventa in der Verlagsgruppe Beltz.

Hasselhorn, M., & Gold, A. (2022). Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren. 5. Aufl. (M. Hasselhorn, W. Kunde, & S. Schneider, Hrsg.) Stuttgart: W. Kohlhammer.

Heyder, U. (April 2015). Wie unterstützt man das informelle Lernen der Beschäftigten? Ein Leitfaden für die öffentliche Verwaltung. Bundesakademie für öffentliche Verwaltung im Bundesministerium des Inneren. Abgerufen am 9. März 2023 von https://www.bakoev.bund.de/SharedDocs/Publikationen/LG_1/Informelles_Lernen.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Hoffmann, J., & Engelkamp, J. (2013, 2017). Lern- und Gedächtnispsychologie. 2. Aufl., Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Kerres, M., Hölterhof, T., & Rehm, M. (2017). Lebenslanges Lernen im Kontext sozialer Medien: Chancen für formelles und informelles Lernen. Lebenslanges Lernen im sozialstrukturellen Wandel: Ambivalenzen der Gestaltung von Berufsbiografien in der Moderne, 141-170.

Looß, M. (2001). Lerntypen. Die Deutsche Schule, 93(2), 186-198.

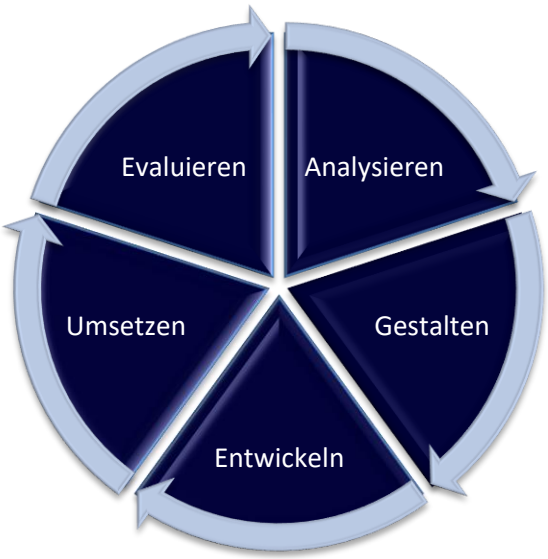
Rheinberg, F., & Vollmeyer, R. (2019). Motivation. 9. Auflage. Stuttgart: W. Kohlhammer.

Schnotz, W. (2011). Pädagogische Psychologie kompakt. 2. Auflage. Weinheim: Beltz.

4. Coaching-Aktivitäten

Die Methoden müssen den Lernenden den Zugang zu einigen der weltweit neuesten und fortschrittlichsten Fertigungsverfahren erleichtern, die andernfalls aufgrund der hohen Kosten, der Sicherheitsrisiken und der logistischen Herausforderungen, die eine hochwertige Laborumgebung für die fortgeschrittene Fertigung mit sich bringt, für eine große Zahl von Lernenden nicht verfügbar wären. Ziel ist es, die berufliche Bildung schneller, effizienter und effektiver zu vermitteln. Es wird die Übernahme neuer Technologien, Standards und Arbeitsweisen fördern und auf einen Rückgang der Sicherheitsfragen im Zusammenhang mit den für die Additive Fertigung erforderlichen Fähigkeiten und Verhaltensweisen hinarbeiten.

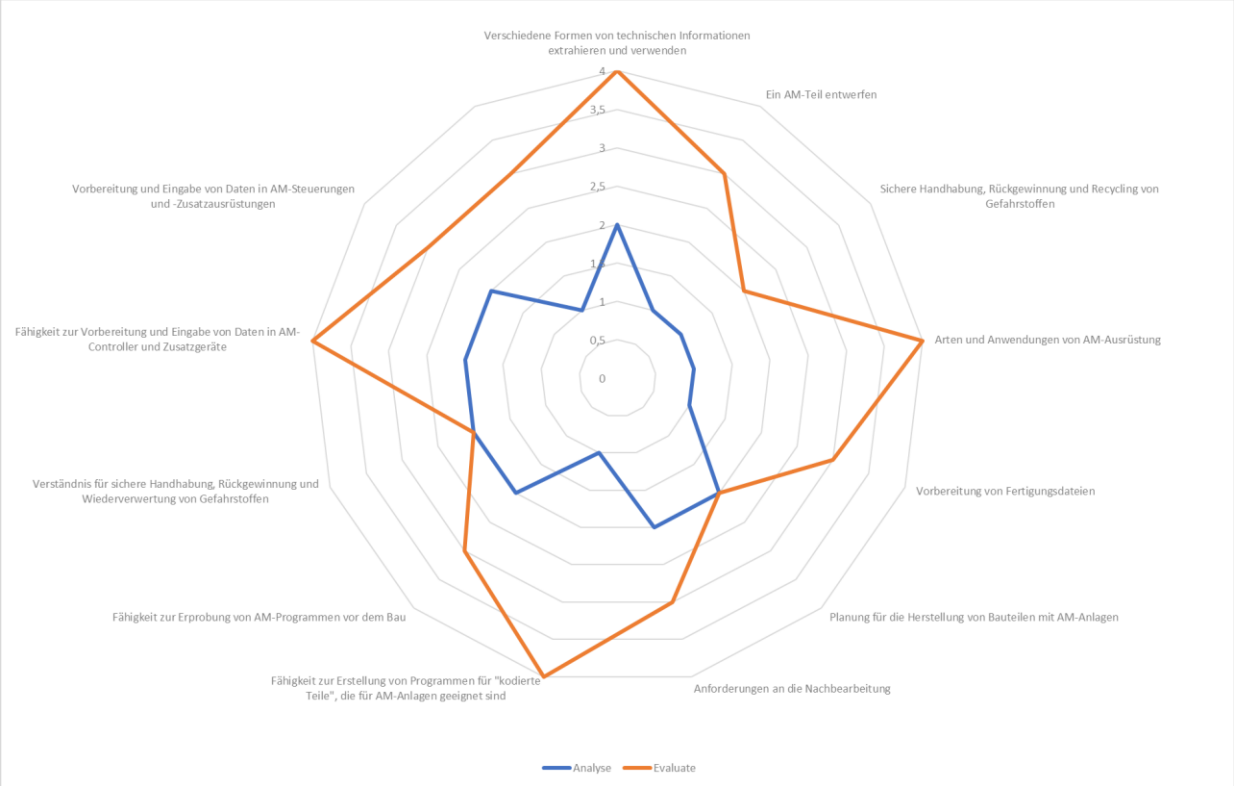
Um dieses Ziel zu erreichen, empfehlen wir die folgenden Ansätze und Modelle.

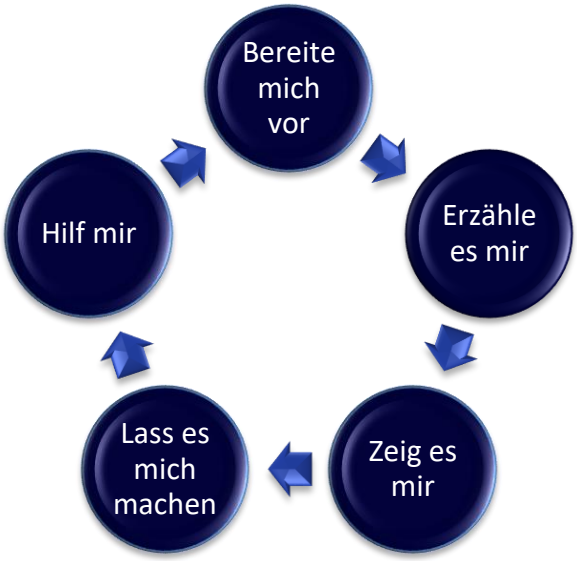


Die Anwendung dieses Ansatzes zur Entwicklung von Schulungen und Kursen basiert auf dem Verständnis der Aufgaben, Strukturen und Kompetenzen, die der Sektor für die Zukunft benötigt. Das Projekt wird von der Verwendung der oben dargestellten KUSAB- (Knowledge, Understanding, Skills, Attitude, Behaviours → Wissen, Verstehen, Fertigkeiten, Einstellung, Verhalten) und ADDIE-Modelle (Analyse, Design, Develop, Implement, Evaluate → Analysieren, Entwerfen, Entwickeln, Implementieren, Evaluieren) profitieren.

Die Anwendung dieses ganzheitlichen Ansatzes bei der Schulung und Kursgestaltung folgt bewährten Methoden, um sicherzustellen, dass sich die Lernintervention auf die tatsächlichen Qualifikationsdefizite des bzw. der Einzelnen konzentriert und dass die Coaches in vollem Umfang in der Lage sind, eine effektive, auf die Bedürfnisse des bzw. der Einzelnen zugeschnittene Schulung durchzuführen.

Die Bewertung der Kenntnisse einer Person nach dem ADDIE-Prinzip **Analysieren** und **Bewerten** am Ende zeigt, dass die Kenntnisse effektiv erworben wurden. Ein Beispiel für ein Fähigkeitsprofil ist unten dargestellt.





Coaches, die dieses Modell anwenden, erhalten umfassende Unterstützung in allen Phasen der Fortbildung und verbessern so ihre Fähigkeit, den Lernenden ein effektives, ansprechendes und einprägsames Training zu bieten.

5. Planung der Unterrichtsstunden

Vorüberlegungen und Schlüsselfragen

Die Planung von Unterricht ist ein komplexer Prozess, daher sollten alle Überlegungen strukturiert dokumentiert werden. Ein Unterrichtsplan dient nicht nur als Hilfsmittel für den Ersteller oder die Erstellerin bei der Durchführung des Unterrichts, sondern kann auch genutzt werden, um die Ziele für die Lernenden transparent zu machen oder die Planung Dritten zugänglich zu machen.

Die Planung einer Lerneinheit gliedert sich in drei Phasen: Die Vorüberlegungen, die Durchführung und die Reflexion. Diese Phasen sind direkt miteinander verknüpft und beeinflussen sich gegenseitig, so dass die Planung nicht nur im Vorfeld der eigentlichen Unterrichtsstunde stattfindet, sondern auch während der Stunde an die Situation angepasst und im Nachhinein reflektiert und angepasst wird, um nachfolgende Stunden zu verbessern.

Der größte Teil der Planung findet jedoch im Vorfeld statt. Dabei sollte man sich von grundlegenden Schlüsselfragen leiten lassen:

- Welche Lerninhalte und -ziele möchte ich vermitteln?
  (Wo finde ich vordefinierte Inhalte und wie kann ich Ziele so formulieren, dass sie im Nachhinein überprüfbar sind?)
- Mit welcher Lerngruppe habe ich es zu tun und was ist ihr Vorwissen?
  (Verfügen die Auszubildenden über frühere Erfahrungen in dem betreffenden Bereich oder arbeiten sie bereits in dieser Branche, ...?)

- Was ist meine eigene Vorerfahrung und wo habe ich möglicherweise Wissenslücken?
  (Welche weiteren Fragen könnten während des Unterrichts auftauchen und verfüge ich über genügend Hintergrundwissen?)
- Welche anderen Bedingungen finde ich in der Lernumgebung vor?
  (Findet der Unterricht in Anwesenheit oder digital statt? Welche visuellen Objekte können verwendet werden?)

Erst wenn diese Fragen abschließend geklärt sind, sollte die Detailplanung beginnen. Hierfür sollten zunächst die Lernziele formuliert werden. Diese sollten sich immer an den Lernenden orientieren und durch einen Abschlusstest überprüfbar sein. Nur wenn diese so formuliert sind, ist eine Reflexion über die Wirksamkeit der Lerneinheit möglich.

Sobald die Ziele definiert sind, kann der Unterricht im Detail geplant werden. Zu diesem Zweck wird eine tabellarische Übersicht erstellt. Hier können Zeitvorgaben, Unterrichtsphasen, Lernziele, Methoden und Materialien in leicht verständlicher Form kurz dargestellt werden. Ein Beispiel für eine solche tabellarische Übersicht finden Sie im nächsten Unterkapitel.

Wie bereits erwähnt, sollte die Planung flexibel genug sein, um kleinere Anpassungen während der Durchführung zu ermöglichen. Außerdem sollte die Lehrkraft Notizen machen, um sie später in die Evaluierungsphase einfließen zu lassen und so den Unterricht kontinuierlich zu verbessern. Auch ein Abschlusstest kann für die Lehrkraft ein nützliches Instrument sein, um den Erfolg des Unterrichts zu überprüfen.

Strukturelle Instrumente (Tabellen)

Die folgenden Tabellen sollen dazu dienen, komplette Unterrichtseinheiten mit einem Umfang von mehreren Einzelstunden zu planen (Makrosequenz). Die einzelnen Lerneinheiten sollen genauer strukturiert werden (Verlaufsplan). Zu diesem Zweck finden Sie unten einen Organisationsvorschlag in Tabellenform.

Tabelle 1: Vorlage: Planung einer Unterrichtssequenz (Makrosequenz)

Projekt: AREOLA	areola
Planung einer Unterrichtssequenz -Vorlage	Projekt Nr: 2021-1-PT01-KA220-VET-000034876 Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union
Thema:	
Veranstaltungsort:	

Datum	Zeitplan / Dauer	Inhalt / Themen	Lernergebnis / Ziel	Ressourcen (Material und Methoden)	Dozent / Verantwortlicher
28.07.2023	*2'*	*Grundlagen*		Klassenzimmer / Teams	

Tabelle 2: Vorlage für die Planung einzelner Lerneinheiten (Verlaufsplan)

Projekt: AREOLA - Planung der einzelnen Lerneinheiten	areola Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union Projekt Nr: 2021-1-PT01-KA220-VET-000034876
Ausbilder/Lehrer:	
Datum:	
Zeit:	
Modul:	
Thema / Betreff:	
Veranstaltungsort:	
Lernziele/Ergebnisse:	

Phase:	Startzeit / Dauer (min)	Thema/ Inhalt/ Gegenstand/ Tätigkeit	Lehr- und Lernmethoden / Sozialform	Medien/ Arbeitshilfen / Ressourcen	Lern-ergebnis	Bewertung der Studierenden
Einleitung:						
Hauptteil/ Entwicklung:	*10'*	*Michael erklärt die Grundlagen mit Hilfe der Materialien*	*Diskussion zwischen Lehrenden und Lernenden; Methode: Experten-lernen: Sozialer Typ: Gruppenarbeit*	*PPT*	*LO 1*	*z.B. Abschluss-bewertung*
Speichern der Ergebnisse/						

Zusammen-fassung:						

6. Bewertung des Lernprozesses

Der Erfolg eines Lernprozesses kann unter verschiedenen Gesichtspunkten bewertet werden:

- Das Hauptziel eines jeden Ausbildungsprogramms besteht darin, dass die Auszubildenden die erwarteten Lernergebnisse erzielen.
- Die Effizienz bei der Erreichung der erwarteten Lernergebnisse kann durch die Bewertung der Angemessenheit des Inhalts, die Vermeidung unnötiger Wiederholungen und die Berücksichtigung der Zeit, die der Student für den Abschluss des Programms benötigt, gemessen werden.
- Das Interesse und das Engagement der Lernenden kann durch die Kombination von Inhalt und Lehrmethode bewertet werden, die die Teilnahme fördert und Zufriedenheit mit dem Inhalt und der Lernerfahrung erzeugt.
- Die Sichtweise des Trainers bzw. der Trainerin ist entscheidend für die Identifizierung von Stärken und verbesserungswürdigen Bereichen des Trainingskurses.

Um den Erfolg eines Ausbildungsprogramms genau zu bewerten, müssen daher alle diese Perspektiven berücksichtigt werden. Sie bieten wesentliche Instrumente zur Bewertung der Qualität des Inhalts, der Wirksamkeit der Lehrmethoden und des Erreichens der erwarteten Lernergebnisse durch die Studierenden.

Beurteilung des Erfolgs einer Person im Hinblick auf die erwarteten Lernergebnisse

Im Allgemeinen beinhaltet die Bewertung des Niveaus, in dem ein(e) Auszubildende(r) die erwarteten Lernergebnisse erreicht hat, irgendeine Form der Prüfung, sei es eine mündliche oder schriftliche Prüfung oder die Durchführung einer praktischen Bewertung/Fallstudie. Diese Beurteilungen dienen dazu, nachzuweisen, dass der bzw. die Auszubildende die erwarteten Kenntnisse nach Abschluss der Ausbildung erworben hat, und dienen als Nachweis gegenüber Dritten, dass diese Kenntnisse erworben und anerkannt wurden. Im Zusammenhang mit den Ausbildungskursen von AREOLA können die Teilnehmenden den Erwerb der erwarteten Lernergebnisse durch zwei spezifische Instrumente nachweisen:

- Um den Erwerb theoretischer Kenntnisse zu bewerten, werden schriftliche Tests durchgeführt, bei denen die Studierenden einen Multiple-Choice-Fragebogen ausfüllen müssen.
- Zur Bewertung des Erwerbs praktischer Kenntnisse werden Fallstudien durchgeführt, die verschiedene Formen annehmen, wie z. B. Quiz, schriftliche Übungen, praktische Übungen mit Geräten usw.

Zu den Aspekten, die für die Ausarbeitung dieser Arten von Bewertungsinstrumenten relevant sind, gehören:

- Fragen und Fallstudien sollten immer in direktem Zusammenhang mit dem Inhalt stehen, der in dem zu bewertenden Abschnitt des Lehrgangs behandelt wird. Das bedeutet, dass sich die Fragen auf Informationen beziehen sollten, die in den Lehrmaterialien oder in den vom Trainer oder der Trainerin bereitgestellten Erklärungen und Zusatzmaterialien enthalten sind.
- Hinsichtlich der Gestaltung von Multiple-Choice-Fragen und im Zusammenhang mit den im Rahmen des AREOLA-Projekts durchgeführten Schulungsmaßnahmen:
    - Die Fragen sollten kurz und klar, leicht zu lesen und zu interpretieren sein und wenig Zeit für die Auswahl der Antwort erfordern.
    - Die Anzahl der möglichen Antworten sollte begrenzt sein, jedoch mindestens 4 Optionen umfassen.
    - Bei der Bewertung sollte der Erwerb von Konzepten Vorrang vor der Kenntnis hochspezifischer Daten haben.
- Bei den Fallstudien gibt es eine gewisse Flexibilität bei der Gestaltung, und ihr Format kann variabel sein. Es können jedoch einige allgemeine Leitlinien für ihre Gestaltung angegeben werden:
    - Die Bewertung des Erwerbs von Kenntnissen mit praktischer Anwendung sollte Vorrang vor der Bewertung von eher theoretischen Inhalten haben, die eher in die oben beschriebene Bewertungsmethodik einbezogen werden können.
    - Die Dauer der Fallstudien sollte begrenzt werden, d. h. sie sollte weniger als eine Stunde betragen.
    - Den Studierenden sollten die Fälle klar und prägnant präsentiert werden, wobei die grundlegenden Aspekte, aus denen sie sich zusammensetzen, herausgearbeitet und die von den Studierenden zu ergreifenden Maßnahmen deutlich gemacht werden sollten.

Bewertung der individuellen Wahrnehmung von Trainingseffizienz und Engagement

Die Studierenden werden auch die Möglichkeit haben, ihre Zufriedenheit mit dem Lernprozess zu bewerten, indem sie Aspekte wie die folgenden beurteilen:

- Die Methodik, die zur Entwicklung der Fortbildungsmaßnahme verwendet wurde.
- Die Materialien, die den Schülern und Schülerinnen zur Verfügung gestellt werden.
- Die Fähigkeit der Ausbildenden, die beabsichtigten Lernergebnisse zu vermitteln, ihre Vorbereitung und ihre Interaktion mit den Schülern und Schülerinnen.
- Die Nutzung und das Management der Zeit während der Ausbildungsmaßnahme.
- Die Gesamtbewertung der Fortbildungsmaßnahme.
- Die Einschätzung ihres Nutzens für ihre künftige Beschäftigung.
- Aspekte, die attraktiver waren, und solche, die verbessert werden sollten.
- Würden Sie den Kurs weiterempfehlen?

Das grundlegende und objektive Instrument für die Bewertung der Ausbildungsmaßnahme durch die Auszubildenden wäre das Ausfüllen eines speziellen Fragebogens. Idealerweise würde dieser in der letzten Phase der Ausbildungsmaßnahme, unmittelbar nach Abschluss aller Ausbildungsaktivitäten, ausgefüllt werden.

Die Ausbilder oder die Ausbilderin sollten auch die Möglichkeit haben, die Ausbildungsmaßnahme zu evaluieren, und zwar auf der Grundlage einer Umfrage mit der Möglichkeit, ähnliche Fragen wie die oben genannten zu stellen, jedoch modifiziert und an die entgegengesetzte Perspektive angepasst.

Integration der Ergebnisse des Evaluierungsprozesses

Über ihren Wert als Aufzeichnungen hinaus sollten die Ergebnisse des Evaluierungsprozesses für jede Ausbildungsmaßnahme in einen allgemeinen Rahmen der kontinuierlichen Überprüfung der Ausbildungsinhalte, Lehrmethoden und Lernergebnisse, die für die Ausbildung festgelegt wurden, integriert werden, um spezifische Verbesserungen sowohl für die verschiedenen Ausbildungsmodule/Kompetenzeinheiten als auch für die Programme, in die sie eingebettet sind, zu ermitteln.

7. AREOLA Theoretisches Unterrichtsmaterial

Im Rahmen des Projektergebnisses 2 (PR2 - Entwicklung von Materialien zur theoretischen Ausbildung von PBF-LB für Anlagenbediener) des AREOLA-Projekts entwickelte das Konsortium theoretisches Lehrmaterial für das Profil des „International Metal Additive Manufacturing Operator (IMAM-O)“, das dann durch Pilotaktivitäten in jedem Partnerland getestet wurde. Das Konsortium entschied sich für die Entwicklung von Material für die Wartung von PBF-LB-Anlagensystemen und für die Pulverhandhabung. Nach dem Pilotierungsprozess wurden die erzielten Ergebnisse, insbesondere das Feedback der Teilnehmenden und Trainer:innen, analysiert und das theoretische Material entsprechend dem wichtigsten Feedback überarbeitet. In diesem Kapitel finden Sie das entwickelte Material zum kostenlosen Download sowie einige Hinweise und Best Practices für den Einsatz von AREOLA-Lehrmaterial in eigenen Kursen mit dem Schwerpunkt Luft- und Raumfahrt. Weitere Informationen über den Einsatz von AR/VR-Hilfsmitteln und über das praktische Material des AREOLA-Projekts werden in einem separaten Bericht gegeben, der sich auf die Ergebnisse von Projektergebnis 3 (PR3 – Entwicklung von VR/AR Werkzeugen zur praktischen Ausbildung von PBF-LB für Anlagenbediener) konzentriert.

Theoretisches Unterrichtsmaterial zum Download

Alle Ergebnisse, die im Rahmen des AREOLA-Projekts entwickelt wurden, sind auf der Website des Projekts (https://areola-am.eu/) in englischer, portugiesischer, spanischer und deutscher Sprache verfügbar. Bitte nutzen Sie den Link (https://areola-am.eu/results.html) oder den untenstehenden QR-Code für den Zugang zum Material.

SCAN ME

Abbildung 5: Zugang zu den Ergebnissen des AREOLA-Projekts

Empfehlungen und bewährte Praktiken zur Verwendung des theoretischen Schulungsmaterials von AREOLA

Bitte beachten Sie die folgenden Empfehlungen, Informationen und Best Practices bei der Verwendung des AREOLA-Materials für die Vorbereitung Ihrer eigenen Lehrveranstaltungen:

Ressourcen und Hilfsmittel	Empfehlung / Informationen

Folien und Präsentation	- Die AREOLA-Folien wurden auf der Grundlage des Feedbacks aus den Pilotaktivitäten überarbeitet, aber Sie können das Material für Ihre eigenen Vorlesungen anpassen. Empfohlene Anpassungen:
	  ○ Erstellung eigener Unterrichtsnotizen auf der Grundlage der bereitgestellten AREOLA-Folien und Präsentationen
	  ○ Reduzieren der Textmenge pro Folie bei Bedarf
	  ○ Reduzieren Sie die Verwendung von Abkürzungen
	  ○ Berücksichtigen Sie den Hintergrund und das Niveau der Teilnehmenden und ändern oder vereinfachen Sie die Inhalte bei Bedarf
	- Best Practices aus den Pilotaktivitäten von Areola:
	  ○ Für Neueinsteiger im 3D-Druck waren zusätzliche Einführungsinhalte zur Additiven Fertigung erforderlich, um die Kurse CU21 und CU48 absolvieren zu können

	○ Die Kursinhalte, die Durchführung und die Bewertungsmethoden sollten den Teilnehmenden klar erklärt werden ○ Wiederholen Sie die wichtigsten Aspekte des Inhalts kurz nach jeder Sitzung ○ Videos und Praxisbeispiele unterstützen die theoretische Darstellung ○ Interaktive Aufgaben wie ein Quiz oder Spiele während oder am Ende jeder Sitzung wurden sehr positiv bewertet, um die Inhalte zu überprüfen und die Teilnehmenden zu motivieren ○ Im Rahmen einer virtuellen Präsentation konnte den Teilnehmenden ein reales PBF-gefertigtes Bauteil gezeigt und per Kamera erklärt werden ○ Es wird empfohlen, bei der Durchführung von Online-Kursen kürzere Sitzungen und mehr Pausen einzulegen
Notizen für den Unterricht	- Es wurden Unterrichtsnotizen für Lehrende und Ausbildende erstellt, um sie entlang den in den Folien bereitgestellten Inhalten zu führen. - Für den Fall, dass Lehrende oder Ausbildende sie als Foliennotizen verwenden möchten, sollten ihre eigenen Unterrichtsnotizen auf der Grundlage des Areola-Materials erstellt werden, welches als Informationen dienen kann. - Basierend auf dem Kenntnisstand und den Bedürfnissen der Zielgruppe können die Foliennotizen angepasst werden.
Fallstudien	- Alle Fallstudien wurden in Power Point / PPTS-Dateiformate übertragen, entsprechend dem bevorzugten Modus der Dozenten und Dozentinnen der Pilotkurse (die für den virtuellen Unterricht als besser erachtet wurden). Die Fallstudien sind als Quizteil mit Fragen und Antworten auf verschiedenen Folien aufgebaut. - Die Fallstudie "Failed aeroengine" kann je nach Publikumsstand und Hintergrundinformationen angepasst werden. - Die Fallstudie "H&S-Untersuchungen" kann an das Niveau des Publikums und der Hintergrundinformationen angepasst werden. - Die Fallstudie "PBF-LB Umlauffiltersystem (RFS)" sollte nach der vollständigen Präsentation von CU21 und nicht dazwischen durchgeführt werden, da die zur Lösung der Fallstudie erforderlichen Informationen in separaten Abschnitten der Präsentation gegeben werden. - Es werden verschiedene Interaktionen mit der Fallstudie empfohlen, um die Autonomie der Studierenden zu stimulieren und die Interaktivität zu fördern:

	- Stellen Sie die Fallstudien als Gruppenarbeit zur Verfügung - Integrieren Sie die Fallbeispiele in die Vorlesung - Betrachten Sie die Fallstudien als Hausaufgaben
Unterrichtsplan	- Es empfiehlt sich, die empfohlenen Kontaktstunden aus dem Leitfaden (IMAM-O guideline) zu berücksichtigen und die Kursdauer je nach Niveau der Gruppe anzupassen.
Fragen zur Bewertung	- Die Bewertungsfragen für die Kursinhalte wurden in den Pilotkursen entwickelt und getestet. - Die Bewertungsfragen eignen sich zur Überprüfung des Wissensstandes. - Die Fragen werden nicht veröffentlicht. - Sollten die Bewertungsfragen in den Pool des IAMQS-Systems integriert werden, müssten sie an die entsprechenden Vorgaben angepasst werden.

Empfehlungen für Online- und gemischtes Lernen:

Diese AREOLA PR2-Materialien können im Online-, Gemischten- oder Präsenzunterricht verwendet werden. Lehrende und Ausbildende müssen bedenken, dass bei der Verwendung dieser Materialien im Online- und gemischten Lernen die Fallstudien, Gruppenarbeiten oder das Quiz als gute Quellen angesehen werden können, um die Interaktion der Lernenden und die Teilnahme im Kurs zu fördern. Während des virtuellen Trainings sollte die Interaktion mit und von den Teilnehmenden fokussiert werden. Die Auszubildenden sollten einbezogen werden, z.B. indem sie Kameras eingeschaltet haben, der/ die Ausbildende mit dem Publikum spricht und mit ihnen diskutiert, gemeinsame Übungen, Gruppenarbeiten oder ein Quiz durchführt.