European Design Technicians League

Projekt-Nr. 2020-1-ES01-KA202-082337

Europäischer Leitfaden für die Ausbildung von Technischen Produktdesignern für die metallische Additve Fertigung für Lehrkräfte und Ausbildende – Kurzfassung

Ergebnis von IO2

Dokument-Status		
Version	**Datum**	**Beschreibung**
V1	Oktober 2021	Erste Vollfassung mit Beiträgen der Projektpartner
V2	Juli 2022	Kurzfassung des Leitfadens
V3	September 2022	Deutsche Fassung

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

Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben..

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 1

Einleitung 3

1. Die Ausbildungsrichtlinie des europäischen Technischen Produktdesigners für die metallische Additive Fertigung im Kontext des internationalen Qualifikationssystems für die Additive Fertigung 4

1.1. Das internationale Qualifikationssystems für die Additive Fertigung 4

1.2. Der modulare Ansatz des Systems 5

1.3. Methodologischer Ansatz für die Gestaltung von Kompetenzeinheiten 6

1.4. Europäischer Technischer Produktdesigner für die metallische Additive Fertigung (EMAM-DT) 7

1.5. EMAM-DT innerhalb des IAMQS 8

2. Lernprinzipien 10

2.1. Einleitung 10

2.2. Lernprinzipien 10

2.2.1. Ziele des Moduls 10

2.2.2. Was ist Lernen? 10

2.2.3. Wie lernen wir? 10

2.2.4. Faktoren, die die Lernenden und den Lernprozess beeinflussen 11

2.3. Fazit 14

3. Planung von Unterrichtseinheiten 15

3.1. Einführung 15

3.2. Ziel dieser Ausarbeitung 15

3.3. Vorbereitung 15

3.3.1. Lernziele 16

3.3.2. Lerninhalte 16

3.3.3. Unterrichtsmethoden 16

3.3.4. Lehr- und Lernmittel 17

3.3.5. Lernerfolgskontrolle 18

3.4. Evaluation 18

3.5. Erstellung des Unterrichtsplanes 18

3.6. Quellen 19

4. Lehrmethoden 20

4.1. Lernerzentrierte Didaktik 20

4.2. Kollaboratives Lernen 21
4.3. Problembasiertes Lernen 22
4.4. Kritisches Denken 23
5. Evaluierung des Unterrichts 24
5.1. Bewertung des Lernens 24
5.1.1. Bewertung von Vorkenntnissen 25
5.1.2. Summative Bewertung von Kenntnissen 26
5.2. Evaluierung des Unterrichts 26
5.2.1. Methoden zur Evaluierung des Unterrichts 28
5.2.2. Abschließende Bemerkungen 30
6. Exemplarische Fallstudie und Prüfungsaufgabe 31
6.1. Fallstudie Flügelrad: Planung und Vorbereitung 31
6.2. Fallstudie Flügelrad: Fallstudie oder Prüfungsaufgabe 32
6.3. Fallstudie Flügelrad: Lösung und Begründung 34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bestehende Spezialisierungen für Metall-AM-Anlagenbediener, Metall-AM-Designer und Metall-AM-Prozessingenieure Qualifikationen (IAMQS) 5
Abbildung 2: Der methodische Top-Down-Ansatz des EWF 6
Abbildung 3: Struktur einer funktionalen Kompetenzeinheit 6
Abbildung 4: Struktur der bereichsübergreifenden Kompetenzeinheiten 7
Abbildung 5: Der EMAM-DT innerhalb des IAMQS: Weiterentwicklung vom EMAM-DT Qualifikationsstandard (unabhängiges "independent" Level) zum Metal AM Designer (fortgeschrittenes "advanced" Level) 8
Abbildung 6: Lernpyramide (vgl. Engelbert und Dachrodt 2014) 17
Abbildung 7: Grundrhythmus einer Schulung 18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: EMAM-DT vs. Metall-AM-Designer für DED/ für PBF Deskriptoren der Qualifikationen 9
Tabelle 2: Prozentuale Lernanteile nach dem Ansprechen unterschiedlicher Sinne 12
Tabelle 3: Nützliche Fragen zur Festlegung des Schwerpunkts einer bestimmten Evaluierung / Bewertung 27

Einleitung

Das vorliegende Dokument unterstützt die Vorbereitung von Schulungen und Kursen für den europäischen Technischen Produktdesigner für die metallische Additive Fertigung (European Metal Additive Manufacturing Design Technician, EMAM-DT) im Rahmen des internationalen Qualifikationssystems für Additive Fertigung (International Additive Manufacturing Qualification System, IAMQS), einem im DESTINE-Projekt 2021 entwickelten Berufsprofils. Es kann auch für die Vorbereitung von Ausbildenden für andere Berufsprofile und Qualifikationen verwendet werden.

Dies ist eine gekürzte Version des Leitfadens für die Ausbildung von europäischen Technischen Produktdesignern für die metallische Additive Fertigung (additive manufacturing, AM) für Lehrkräfte und Ausbildende (European Metal AM Design Technician Training Guide for Teachers and Trainers). Enthalten sind Informationen über den EMAM-DT-Leitfaden und das IAMQS, pädagogische Grundsätze und eine Fallstudie, die als Beispiel während der Schulung (mit Planung, Fallstudie und Lösung), als praktische Übung zum Selbstlernen oder als Prüfung verwendet werden kann, wenn nur der Abschnitt "Fallstudie oder praktische Übung" der Fallstudie genutzt wird. Die Kurzversion des Leitfadens ist in mehreren Sprachen verfügbar: Englisch, Italienisch, Portugiesisch, Spanisch und Deutsch.

1. Die Ausbildungsrichtlinie des europäischen Technischen Produktdesigners für die metallische Additive Fertigung im Kontext des internationalen Qualifikationssystems für die Additive Fertigung

1.1. Das internationale Qualifikationssystems für die Additive Fertigung

Das internationale Qualifizierungssystem für die Additive Fertigung (engl.: International Additive Manufacturing Qualification System →IAMQS) ist ein Zertifizierungssystem, das 2018 mit Beiträgen von Vertretern der Industrie geschaffen wurde und von der Europäischen Föderation für Fügen, Schweißen und Schneiden (European Federation for Joining, Welding and Cutting, EWF) verwaltet wird. Es befasst sich mit einem allgemeinen Anliegen: der Herausforderung für europäische Bildungs- und Ausbildungsanbieter, schnell auf den Weiterbildungsbedarf und das Qualifikationsdefizit der Additiven Fertigungsindustrie zu reagieren, um mit den schnellen Veränderungen dieser Schlüsseltechnologie Schritt zu halten.

Das IAMQS umfasst derzeit elf internationale Qualifikationen, die sich auf Metall-AM-Materialien konzentrieren und vom Metall-AM-Bediener (Metall-AM-Operator) und Metall-AM-Prozessverantwortlicher (Metall-AM-Supervisor, ausgerichtet auf ein unabhängiges Kompetenzniveau, das dem EQR[1]-Niveau 4 entspricht) bis zum Metall-AM-Koordinator, Metall-AM-Prozessingenieur und Metall-AM-Designer (ausgerichtet auf ein fortgeschrittenes Kompetenzniveau, das dem EQR-Niveau 6 entspricht) reichen.

Es basiert auf einem starken und transparenten Qualitätssicherungssystem, das mit der Unterstützung von autorisierten benannten Stellen für die Additive Fertigung (AM) angewendet wird (AM ANBs). Dieses Qualitätssicherungssystem ermöglicht die harmonisierte Umsetzung der Qualifikationen durch das EWF Training Network aus 46 Ländern weltweit. Diese Harmonisierung bedeutet, dass alle Qualifikationen von zugelassenen Ausbildungsstellen für AM (AM ATBs: additive manufacturing approved training bodies) auf die gleiche Art und Weise, basierend auf spezifischen Richtlinien, durchgeführt werden und dass die Schulungsteilnehmenden unter den gleichen Bedingungen geprüft werden, unabhängig von den Ländern dieser AM ATBs.

[1] Europäischer Qualifikationsrahmen (verfügbar unter https://europa.eu/europass/en/european-qualifications-framework-eqf). EWF hat seine eigenen Kompetenzniveaus, die von der Industrie auf europäischer Ebene anerkannt und an die Deskriptoren des EQR angeglichen sind.

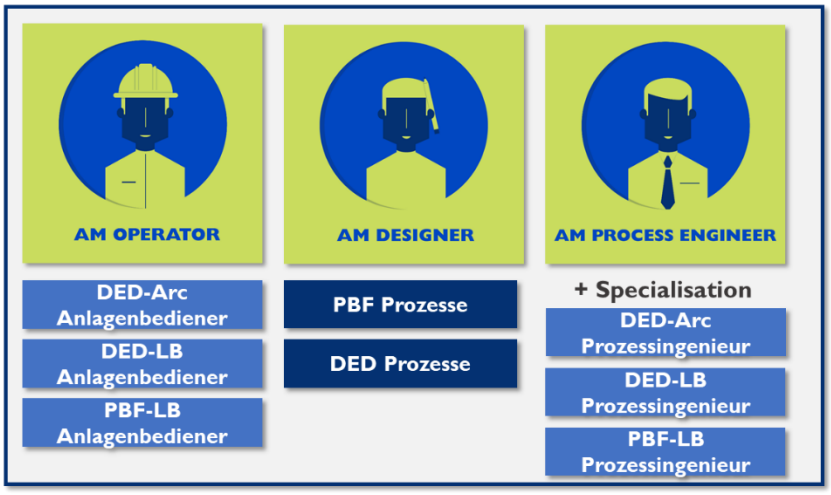


Abbildung 1: Bestehende Spezialisierungen für Metall-AM-Anlagenbediener, Metall-AM-Designer und Metall-AM-Prozessingenieure Qualifikationen (IAMQS)

Um seine Qualifikationen /Ausbildungsrichtlinien zu entwickeln und ihre Qualität zu gewährleisten, arbeitet das IAMQS eng mit Vertretern der AM-Industrie, mit Vertretern von Berufsbildungsanbietern und Hochschuleinrichtungen sowie mit anderen Personen und Organisationen zusammen, die Teil dieses umfassenden Netzwerkes Ökosystems sind.

Nur so kann das IAMQS sicherstellen, dass alle seine Qualifikationen Ausbildungsrichtlinien von der Industrie sowohl auf europäischer als auch auf internationaler Ebene anerkannt werden (da sie den realen Bedürfnissen der Industrie entsprechen und auf ihre Anforderungen abgestimmt sind), während sie gleichzeitig verschiedene Qualifikationsniveaus durch die Umsetzung innovativer pädagogischer Ansätze ansprechen, die mit der aktuellen europäischen Bildungspolitik abgestimmt sind und die Transparenz der Qualifikationen sowie die Mobilität und den beruflichen Erfolg der Studierenden fördern.

1.2. Der modulare Ansatz des Systems

Das IAMQS verwendet einen modularen Ansatz, was bedeutet, dass alle Qualifikationen aus Kompetenzeinheiten bestehen, die in Lernziele gegliedert sind, die in Form von Wissen und Fähigkeiten definiert sind und von den Lernenden nach erfolgreicher Absolvierung der Kompetenzeinheiten, die individuell unterrichtet, bewertet und validiert werden, erworben werden. Dieser modulare Ansatz bringt einen Mehrwert für die AM ATBs, für die Studierenden, die an den Qualifikationen teilnehmen, und letztendlich für die Unternehmen:

- ✓ Eine einzige Kompetenzeinheit kann für verschiedene Qualifikationen verwendet werden (kumulatives System);
- ✓ Das System fördert individuelle Lernwege, da jede Kompetenzeinheit einzeln validiert werden kann;
- ✓ Lernende können sich innerhalb des Systems leicht weiterentwickeln, indem sie:
  - Auf andere Qualifikationen zugreifen
  - Auf höhere und niedrigere Qualifikationsstufen zugreifen.
- ✓ Unternehmen profitieren von "zweckmäßigen" Qualifikationen/Schulungen.

Auch Berufsbildungsanbieter und Hochschuleinrichtungen profitieren vom IAMQS und seinen Qualifikationen, da diese die Möglichkeit bieten, technologische Inhalte und neu entstehende Technologien, die im AM-Sektor benötigt werden, zu berücksichtigen. 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 Einbindung auf nationaler Ebene erleichtert.

1.3. Methodologischer Ansatz für die Gestaltung von Kompetenzeinheiten

Das IAMQS verwendet einen spezifischen methodischen Ansatz für die Gestaltung von CUs, der die Verwendung einer gemeinsamen Terminologie für alle Qualifikationen und somit deren harmonisierte Umsetzung in allen AM ATBs impliziert. Er ermöglicht es auch, die Kompetenzeinheiten mit einem "Top-Down-Ansatz" zu strukturieren, wobei die Berufsprofile als Ausgangspunkt für ihre Gestaltung dienen.

Nach der Definition des Berufsprofils, auf das sich die Qualifizierung/der Lehrgang beziehen soll, besteht der Weg darin:

- die Arbeitsplatzfunktionen, die zu diesem Beruf gehören, und ihre jeweiligen Tätigkeiten zu identifizieren;
- die erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten zu ermitteln und die Lernergebnisse der Kompetenzeinheit zu formulieren.

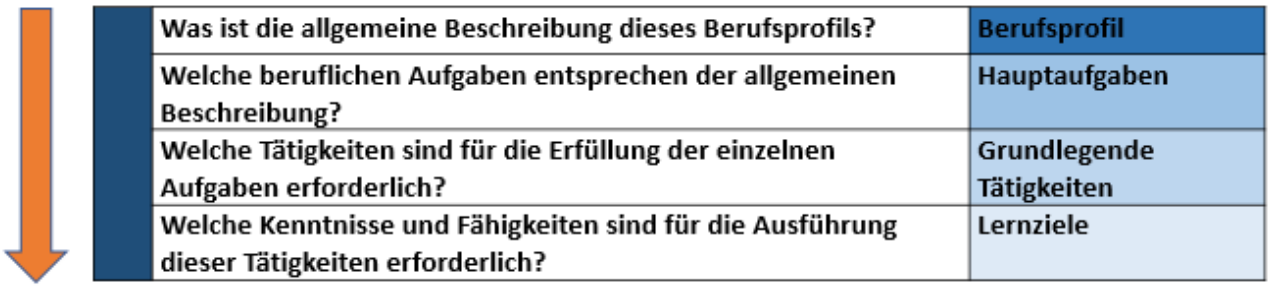


Abbildung 2: Der methodische Top-Down-Ansatz des EWF

Es gibt zwei Arten von Kompetenzeinheiten im IAMQS: funktionale und bereichsübergreifende.

Funktionale Kompetenzeinheiten sind diejenigen, die sich direkt auf mindestens eine Arbeitsplatzfunktion aus dem Berufsprofil beziehen.

FUNCTIONAL / Funktionale Kompetenzeinheiten

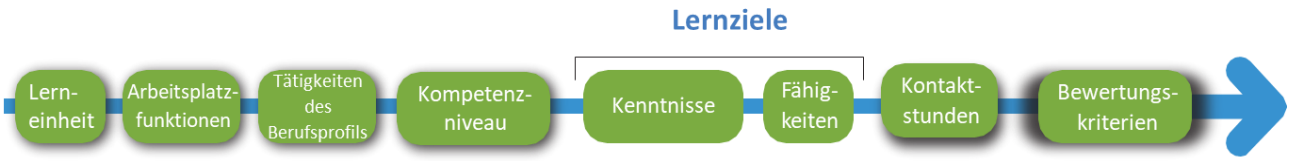


Abbildung 3: Struktur einer funktionalen Kompetenzeinheit

Die **übergreifenden (cross-cutting) Kompetenzeinheiten** sind in Lernergebnisse gegliedert, die transversal in verschiedenen Arbeitsfunktionen und Tätigkeiten innerhalb desselben Berufsprofils oder zwischen verschiedenen Berufsprofilen eingesetzt werden können:

CROSS CUTTING / Bereichsübergreifende Kompetenzeinheiten

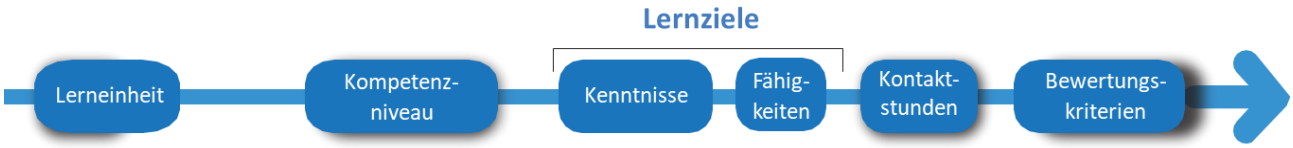


Abbildung 4: Struktur der bereichsübergreifenden Kompetenzeinheiten

1.4. Europäischer Technischer Produktdesigner für die metallische Additive Fertigung (EMAM-DT)

Das Konzept hinter dem DESTINE-Projekt war die Notwendigkeit, junge Menschen für den AM-Bereich zu gewinnen, indem eine neue Qualifikation geschaffen wurde, die dem EQR-Niveau 4 entspricht (entsprechend dem unabhängigen Qualifikationsniveau des EWF-Qualifikationsrahmens): der europäische Technische Produktdesigner für die metallische Additive Fertigung.

Diese Qualifikation wurde durch die Umsetzung des oben erwähnten modularen und methodischen Ansatzes vom IAMQS für die Gestaltung von Kompetenzeinheiten konzipiert. In diesem Sinne haben die DESTINE-Partner das Berufsprofil eines europäischen Technischen Produktdesigners für die metallische Additive Fertigung definiert: *Diese Fachkraft ist jemand, der Konstruktionen von Metall-AM-Bauteilen für Direct Energy Deposition (DED) und/oder Powder Bed Fusion (PBF) Prozesse erstellt, Lösungen für grundlegende und spezifische Probleme im Zusammenhang mit der Konstruktion von DED- und/oder PBF-Bauteilen entwickelt und zu Projekten in einer Teamumgebung beiträgt*.

Von diesem Punkt aus identifizierten die DESTINE-Partner die **Arbeitsplatzfunktion** (*Ausführung der Konstruktion von Teilen für Metall-AM-Prozesse*) und die erforderlichen Arbeitstätigkeiten eines europäischen Technischen Produktdesigner für die metallische Additive Fertigung:

- ✓ Erstellung neuer (oder Umgestaltung bestehender) Modelle mit Hilfe von CAD-Werkzeugen, basierend auf den Anweisungen eines AM-Designers;
- ✓ Ableitung von Produktionszeichnungen, der entsprechenden Stücklisten und deren Struktur;
- ✓ Mitwirkung an Projekten in einer Teamumgebung.

Auf der Grundlage all dieser Elemente haben die DESTINE-Partner eine Entscheidung über die **Zugangsbedingungen** getroffen, die ein Bewerber oder eine Bewerberin erfüllen muss, um an der europäischen Qualifikation zum europäischen Technischen Produktdesigner für die metallische Additive Fertigung teilzunehmen:

- ✓ Fertigkeiten im Umgang mit 3D-CAD-Werkzeugen und EQF-Niveau 2 in technischen Bereichen, oder
- ✓ Berufsbildungsabschluss in technischen Bereichen, oder
- ✓ Vergleichbare Berufserfahrung von mindestens 2 Jahren.

1.5. EMAM-DT innerhalb des IAMQS

Eines der Ziele des DESTINE-Projekts ist die Integration der EMAM-DT-Qualifikation in das IAMQS, nachdem es vom internationalen AM-Qualifikationsrat validiert wurde. Diese Entwicklung ist aufgrund der Tatsache möglich, dass es gemeinsame Kompetenzeinheiten (CUs) und gemeinsame Themen gibt, die sowohl im **EMAM-DT Qualifikationsstandard** als auch im **Metal AM Designer für DED** und **Metal AM Designer für PBF** Profil behandelt werden. Die IAMQS-Qualifikationen implizieren die Überarbeitung der EMAM-DT-Qualifikationen, die dann zwei Komplexitätsebenen haben werden: eine für das EQR-Niveau 4 (das von der Richtlinie des EMAM-DT angesprochen wird) und die andere für das EQR-Niveau 6.

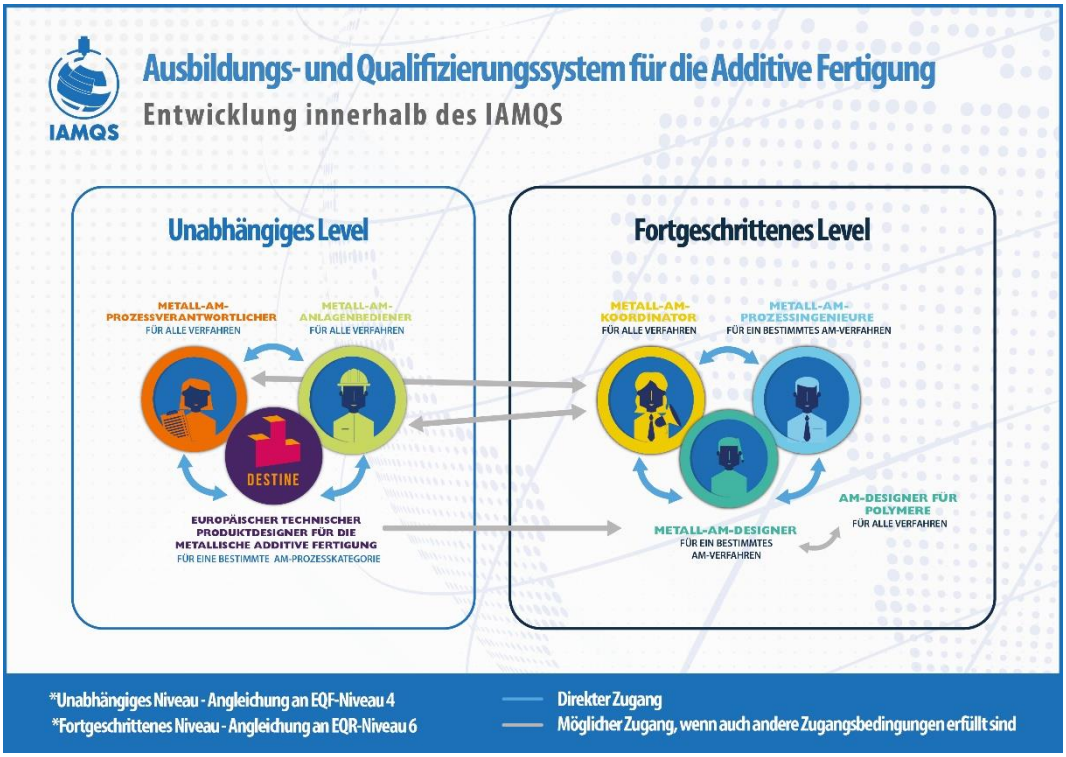


Abbildung 5: Der EMAM-DT innerhalb des IAMQS: Weiterentwicklung vom EMAM-DT Qualifikationsstandard (unabhängiges "independent" Level) zum Metal AM Designer (fortgeschrittenes "advanced" Level)

Um von der EMAM-DT-Qualifikation zu den Metall-AM-Designer-Qualifikationen zu gelangen, muss der/die Lernende die Qualifikation (oder zumindest einige ihrer Kompetenzeinheiten, einschließlich CU00) erfolgreich abgeschlossen haben und einen akademischen Abschluss im Bereich Ingenieurwesen vorweisen

können, da die Zugangsvoraussetzungen für eine Metall-AM-Designer-Qualifikation (Metal AM Designer Qualification) einen Abschluss auf Ingenieursebene erfordern[2].

Es gibt in der Tat überlappende Tätigkeitsbereiche, bei denen es wichtig ist zu verstehen, wann die Rolle des einen Berufsprofils endet und die des anderen beginnt. Die folgende Tabelle (Tabelle 1) gibt Aufschluss über den Grad der erwarteten Autonomie der verschiedenen Qualifikationen zum Metall-AM-Design:

Tabelle 1: EMAM-DT vs. Metall-AM-Designer für DED/ für PBF Deskriptoren der Qualifikationen

Deskriptor des Leistungsniveaus/ EQR Level	Kenntnisse	Fähigkeiten	Autonomie
	Technischer Produktdesigner für die metallische Additive Fertigung (Metal AM Design Technician, DESTINE)		
Unabhängig (independent) / EQR-Niveau 4	Faktische und theoretische Kenntnisse der Theorie, der Prinzipien und der Anwendbarkeit von AM Design für DED/PBF Prozesse	Grundlegende kognitive und praktische Problemlösungsfähigkeiten, die erforderlich sind, um Teile zu entwerfen, die mit DED/PBF-Metall-Additiven-Fertigungsverfahren unter einfachen und spezifischen Bedingungen hergestellt werden sollen	Selbstständige Durchführung von einfachen Konstruktionsprojekten für DED/PBF-Prozesse. Beaufsichtigung von Mitarbeitern mit Routineaufgaben und ähnlichen Funktionen sowie Übernahme der Verantwortung für die Entscheidungsfindung bei einfachen Konstruktionsanwendungen für DED-/PBF-Fertigungsprozesse
Fortgeschritten (advanced) / EQR-Niveau 6	**Metall-AM-Designer für DED-Prozesse** **Metall-AM-Designer für PBF-Prozesse**		
	Fortgeschrittene Kenntnisse und kritisches Verständnis der Theorie, der Prinzipien und der Anwendbarkeit des Designs für die Additive Fertigung von Metallen für DED/ für PBF-Prozesse	Fortgeschrittene Problemlösungsfähigkeiten, einschließlich kritischer Bewertung und konstruktivem Denken, die es ermöglichen, bei der Konstruktion von Teilen, die mit DED/PBF-Metall-Additive-Manufacturing-Verfahren hergestellt werden sollen, unter komplexen und unvorhersehbaren Bedingungen die richtigen technischen und wirtschaftlichen Lösungen zu wählen	Management komplexer Projekte zur Konstruktion von DED-/PBF-Bauteilen, Übernahme von Entscheidungsverantwortung bei unvorhersehbaren Anforderungen an die Konstruktion von Bauteilen für DED-/PBF-Prozesse

[2] Das IAMQS ist ein Qualifizierungssystem, das seinen Lernenden durch seine Qualifikationen eine praktische Weiterbildung und keine akademischen Schulungen bietet.

2. Lernprinzipien

2.1. Einleitung

Zunächst einmal ist es wichtig, einige Begriffe zu kennen:

Lernen
Lernen ist der Prozess des Erwerbs neuer oder der Veränderung bestehender Kenntnisse, Verhaltensweisen, Fähigkeiten, Werte oder Vorlieben.

Bildung
Das Wort Bildung bedeutet den Erwerb von allgemeinem theoretischem Wissen, was das Erlernen einer bestimmten praktischen Arbeit, Aufgabe oder Fähigkeit beinhalten kann, aber nicht muss.

Training
Ausbildung bedeutet in der Regel, dass man auf etwas vorbereitet wird, dass man eine bestimmte Fähigkeit erlernt und übt, bis man den erforderlichen Standard erreicht hat.

2.2. Lernprinzipien

2.2.1. Ziele des Moduls

Nach Abschluss dieses Moduls sollte der Trainer in der Lage sein:

- Die Schlüsselpunkte effektiven Lernens zu identifizieren.
- Elemente zu untersuchen, die effektives Lernen fördern und hemmen.
- Die Auswirkungen der Lernprinzipien auf den praktischen Unterricht zu bewerten.

2.2.2. Was ist Lernen?

Im grundlegendsten Sinne beinhaltet Lernen den Erwerb neuer Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen, die zu einer Veränderung unserer Fähigkeit führen, etwas zu tun.

2.2.3. Wie lernen wir?

Es gibt eine Vielzahl von Informationen und Studien darüber, wie wir lernen. Ein interessanter Ausgangspunkt ist es, sich diese Frage zu stellen: *Wie habe ich in verschiedenen Lernsituationen gelernt?*

Die Antwort ist wahrscheinlich eine der folgenden: *Ich habe einen Kurs besucht; ich habe einen Kollegen gefragt; ich habe es geplant; ich habe etwas gelesen und recherchiert; ich habe die Informationen durch Versuch und Irrtum getestet; ich habe immer wieder geübt.*

Erwerb von relevantem Wissen

Der Schlüsselprozess beim Wissenserwerb ist das Erinnern. Der Erwerb von Wissen ist bei jedem Lernen erforderlich, auch wenn der Grad der Aneignung von Wissen je nach Lerngegenstand variieren kann. Das Erlernen einer neuen Sprache zum Beispiel erfordert einen hohen Wissenserwerb. Aber auch eine effektive Leistung bei geschicklichkeitsbasierten Aktivitäten wie dem Basketballspielen erfordert den Erwerb wichtiger Kenntnisse wie der Spielregeln.

Denken für das Verstehen

Die Lernenden sollten sich bewusst machen, was sie gelernt haben, und wissen, wie, wann und wo sie dieses Wissen anwenden können. Das Verstehen der erworbenen Informationen ist in den meisten Fällen eine wesentliche Voraussetzung für effektives Lernen. Was durch Auswendiglernen gelernt wird, hat wenig Nutzen und wird ohne Verständnis schnell wieder vergessen.

Handeln

Das Lernen dient oft dem praktischen Zweck, Kompetenzen in einer Tätigkeit zu entwickeln. Dabei kann es sich um eine Freizeitbeschäftigung handeln, wie z. B. das Erlernen des Gitarrenspiels, oder um eine arbeitsbezogene Tätigkeit, wie z. B. das Erlernen einer neuen Software. Beim Lernen in diesen Situationen geht es darum, die Aktivitäten tatsächlich auszuführen, und es bedarf der Wiederholung und Übung im Laufe der Zeit, um eine Verbesserung der Leistung zu erreichen.

Diese drei Komponenten des Lernens (Erwerb von Wissen, Verstehen und Handeln) treten in realen Situationen nicht als getrennte Prozesse auf, obwohl sie dynamisch und synergetisch für den Erfolg des gesamten Lernprozesses sind. Der Erwerb von angemessenem Wissen, gutem Verständnis und Handeln ermöglicht die Entwicklung einer kompetenten Leistung im Laufe der Zeit.

2.2.4. Faktoren, die die Lernenden und den Lernprozess beeinflussen

Das zuvor beschriebene Modell kann auf jedes Lernen angewandt werden und ist ein nützliches Instrument für die Planung des Unterrichts, aber es gibt noch andere Faktoren, die den tatsächlichen Lernprozess der Lernenden beeinflussen Wenn Sie zum Beispiel über die Faktoren nachdenken, die Ihr eigenes Lernen beeinflusst haben, werden Sie wahrscheinlich einige der folgenden aufzählen:

- Motivation.
- Die Beziehungen, die Sie zu Lehrkräften und Gleichaltrigen hatten.
- Ihr Zugang zu Ressourcen und zeitliche Beschränkungen.
- Ihre Stimmung und situative Faktoren.
- Ihr früheres Lernen in einem bestimmten Bereich.
- Wie Sie unterrichtet wurden.
- Wie relevant Sie das Gelernte für sich selbst empfinden.

Das Wichtigste ist, dass diese Liste widerspiegelt, dass Lernen nicht nur ein intellektueller Prozess ist, sondern auch ein sozialer und emotionaler. Der Ausbilder sollte die folgenden sieben wichtigen Lernprinzipien bei der Entwicklung, Planung und Durchführung des Unterrichts berücksichtigen.

Prinzip 1: Die Sinne nutzen und stimulieren

Unsere fünf Sinne stimulieren die geistige Aktivität. Jüngste Forschungen legen nahe, dass jeder Sinn zu den folgenden Prozentsätzen zu unserem Lernen beiträgt. Die Möglichkeiten eines erfolgreichen Lernens steigen mit einer größeren Kombination der Sinne, die beim Lernen stimuliert werden. Es wird zum Beispiel geschätzt, dass wir lernen:

Tabelle 2: Prozentuale Lernanteile nach dem Ansprechen unterschiedlicher Sinne

10 % 20 %	Von dem, was wir lesen Von dem, was wir hören
30 %	Von dem, was wir sehen
40 % 50 % 70 %	Von dem, was wir sehen und hören Von dem, was wir besprechen Von dem, was wir erleben
90 %	Von dem, was wir unterrichten

Um effektives Lernen zu fördern, ist es wichtig, die Lernenden zum Nachdenken anzuregen, Fragen zu stellen und reale Aufgaben zu bearbeiten.

Prinzip 2: Die Lernkurve erkennen

Obwohl Lernen ein kontinuierlicher Prozess ist, erfolgt er nicht in einem gleichmäßigen Tempo. Wenn Sie beispielsweise beginnen, etwas Neues zu lernen, ist es üblich, dass Sie zu Beginn nur geringe Fortschritte machen, gefolgt von einer Phase, in der Sie scheinbar sehr schnell sehr viel lernen. Dies ist der Moment, in dem Sie das bereits Gelernte verfestigen. Der Schlüssel zu einem neuen Lernspurt ist eine anhaltende Anstrengung.

Es ist wichtig, den Schülerinnen und Schülern zu helfen, sich dieser Phasen von Lernspurten und auch -pausen bewusst zu sein. Dies wird sie davor bewahren, aufzugeben und es wird ihr Selbstvertrauen und ihre Motivation aufrechterhalten, wenn sie ein Lernplateau erleben.

Prinzip 3: Die Aufmerksamkeitsspanne nicht ausreizen

Die Aufmerksamkeit spielt eine zentrale Rolle beim Lernen. Bei mangelnder Aufmerksamkeit ist das Lernen wahrscheinlich unvollständig und ineffektiv. Daraus ergeben sich wichtige Konsequenzen für den Unterricht, denn es wird deutlich, dass ein Unterricht, bei dem der Lehrende lange spricht und den Lernenden kaum Gelegenheit gibt, sich zu beteiligen, als Unterrichtsmethode ineffizient sein kann.

Prinzip 4: Die effektive Nutzung des Gedächtnisses fördern

Wir haben bereits gesehen, dass die Aneignung von Wissen ein Schlüsselelement für effektives Lernen ist. Sowohl das Auswendiglernen als auch das Verstehen von Kenntnissen sind erforderlich.

a) <u>Wie das Gedächtnis funktioniert</u>

Es ist sinnvoll, sich unser Gedächtnissystem als Eigentümer zweier miteinander verbundener Komponenten vorzustellen: ein Kurzzeitgedächtnissystem (short-term memory, STM) und ein

Langzeitgedächtnissystem (long-term memory, LTM). Der Erwerb von Wissen hängt von der effektiven Übertragung von Informationen vom STM zum LTM ab. Um diesen Transfer zu gewährleisten, ist es wichtig, dass die Informationen:

- aussagekräftig sind (für den Lernenden einen Sinn ergeben);
- in überschaubaren Teilen vorliegen (etwa sieben Einheiten);
- organisiert sind;
- ausreichend geübt wurden ("mehrmals wiederholt", bis sie leicht abrufbar sind).

b) Wie das Vergessen funktioniert

Von den Theorien über das Vergessen ist die für uns als Lehrkraft wichtigste, dass "über 60 % der Sachinformationen innerhalb von 48 Stunden verloren gehen, wenn das Gelernte nicht noch einmal geübt oder überprüft wird". Es ist schwieriger, Fähigkeiten und Verständnis zu vergessen. Die Wahrscheinlichkeit, dass Informationen im Langzeitgedächtnis verankert werden, steigt, je mehr Informationen in den ersten Tagen nach dem "Lernen" wiederholt werden.

c) Auswirkungen auf das Lehren und Lernen

Es ist wichtig, den Lernenden diese grundlegenden Prinzipien des Gedächtnisses bewusst zu machen, da dies sie davor bewahrt, den typischen Fehler zu begehen, zu viel in kurzer Zeit auswendig lernen zu wollen. Die Lehrkräfte müssen sich darüber im Klaren sein, dass bei einem langen Vortrag die Gefahr besteht, dass sie sich nur wenige Informationen tatsächlich einprägen können. Um einen effektiven Lernerfolg zu erzielen, ist es wichtig, die Informationen gut zu organisieren und den Lernenden Zeit zu geben, den Inhalt zu verarbeiten (entweder durch Aktivitäten oder durch Frage-Antwort-Runden).

Prinzip 5: Versuchen Sie, die Lernenden zum Lernen zu motivieren

Wir haben immer wieder festgestellt, dass Motivation eine wesentliche Voraussetzung für effektives Lernen ist. Ein Lernender, der sich für das, was er/sie lernt, interessiert, ist ein Lernender, der effektiv und unabhängig lernen kann.

Prinzip 6: Unterschiedliche Lernstile berücksichtigen

Es gibt einige Beweise dafür, dass jede(r) von uns seine eigene charakteristische Art hat, Informationen zu verarbeiten, zu fühlen und sich in Lernsituationen zu verhalten. Das bedeutet, dass wir zwar alle lernen, indem wir uns Wissen aneignen, verstehen und handeln, dass wir aber unterschiedliche Vorlieben und Herangehensweisen haben, wie wir diese Aktivitäten durchführen.

- Visuell → Sehen von Bildern, Wörtern, Diagrammen
- Auditiv → Hören von Erklärungen
- Kinästhetisch → tatsächliches Ausführen der Tätigkeit

Die unterschiedlichen Lernstile und Präferenzen für die Modalitäten haben wichtige Auswirkungen auf die Art und Weise, wie wir unterrichten. Das bedeutet, dass wir die verschiedenen Sinne

einbeziehen und den Lernenden viele verschiedene Möglichkeiten bieten sollten, wie sie lernen können.

Prinzip 7: Sicherstellung eines wirksamen Feedbacks im Lernprozess

Feedback ist in folgender Hinsicht entscheidend für effektives Lernen:

- Das Feedback zeigt den aktuellen Stand des Lernens auf.
- Feedback unterstreicht, was gelernt werden muss, und macht Vorschläge, wie man mit dem Lernen fortfahren kann.
- Das Lernen kann durch Feedback überwacht werden, was hilft, Schwierigkeiten schnell zu diagnostizieren und effektive Lösungen zu finden.
- Die positive Verstärkung des Lernens wird durch Feedback gewährleistet.

Der Einsatz von fachkundigem Feedback und Anleitung durch den/die Ausbildende(n) kann verhindern, dass Studierende ihre Motivation verlieren und beim Lernen scheitern.

Wichtige Tipps für das Geben von Feedback:

a) Geben Sie Feedback lieber früher als später
b) Beziehen Sie das Positive mit ein (wenn möglich)
c) Feedback als zweiseitigen Prozess nutzen

2.3. Fazit

Es wurden spezifische Auswirkungen auf die Unterrichtspraxis ermittelt. In den nächsten Einheiten werden Sie sehen, wie viele dieser Grundsätze in die Planung und Durchführung des Unterrichts einfließen.

Vergessen Sie nicht, dass Lernen ein komplexer Prozess ist und von vielen Faktoren beeinflusst wird. Außerdem hat jede(r) Lernende seine/ihre eigene Persönlichkeit, seine/ihre eigene Motivation und sein/ihr eigenes Anliegen. Unsere Rolle als Lehrkraft ist herausfordernd und lohnend, da wir versuchen, sowohl die Einzigartigkeit jedes/jeder Einzelnen, den/die wir unterrichten, als auch die allgemeinen Lernprozesse zu verstehen. Wir lernen ständig dazu, wie wir unseren Lernenden am besten helfen können, auf die für sie effektivste Weise zu lernen.

3. Planung von Unterrichtseinheiten

3.1. Einführung

„Jemand, der Unterricht plant, entwickelt begründete Vorstellungen davon, was weshalb im Unterricht geschehen soll. Im Unterrichtsentwurf werden diese Überlegungen und Ergebnisse in eine schriftliche, vielleicht auch bildliche Form gebracht, die sie für Dritte gut und schlüssig nachvollziehbar macht“ (Esslinger-Hinz/Wigbers/Giovannini et al. 2013, S. 11).

Wie das Zitat verdeutlicht, handelt es sich bei der Planung von Unterricht um einen komplexen Prozess. Durch einen Unterrichtsentwurf verschriftlichen Sie Ihre dabei angestellten Überlegungen und Ergebnisse. Eine in dieser Form dargestellte Unterrichtseinheit erfüllt unterschiedliche Funktionen:

1. Planungsgrundlage und für eine mehrperspektivische Betrachtung.

2. Flussdiagramm mit weiteren Angaben und Methoden.

3. Grundlage für Analyse und Reflexion.

4. Kommunikationsmittel, um anderen den Prozess zu erklären.

5. Übung zur Entwicklung eigener Verfahren.

3.2. Ziel dieser Ausarbeitung

Nachdem Sie sich mit dieser Ausarbeitung auseinandergesetzt haben, sollten Sie die Fähigkeiten besitzen:

- Einen strukturierten Schulungsplan im Bereich der Additiven Fertigung zu erstellen,

- Über den Lernprozess zu reflektieren,

- Eine Lernerfolgskontrolle zu designen,

- Den Schulungsraum und Schulungsmedien angemessen für diese Schulungsthemen vorzubereiten.

3.3. Vorbereitung

Bevor Sie mit der Planung einer Schulung beginnen, sollten Sie als Lehrkraft einige wichtige Dinge bedenken. Ein Unterrichtsplan ist ein schriftliches Dokument, das festlegt, wie Sie eine Unterrichtsstunde anhand dieser fünf Elemente gestalten wollen:

1. Welche Lernziele möchte ich mit dieser Schulung erreichen?

2. Welche Lerninhalte sollen in diesem Zusammenhang vermittelt werden?

3. Welche Unterrichtsmethoden möchte ich verwenden?

4. Welche Lehr- und Lernmittel stehen mir zur Verfügung?

5. In welcher Form soll die Lernerfolgskontrolle erfolgen?

3.3.1. Lernziele

Ziel des Lehrens ist es, die Handlungskompetenz der Lernenden zu fördern und zu entwickeln. Das Ziel besteht jedoch nicht darin, eine beliebige, sondern eine bestimmte Verhaltensänderung herbeizuführen. Ein wesentlicher Punkt der Unterrichtsgestaltung ist daher die möglichst genaue Festlegung von Lernzielen. Nach Mager handelt es sich dabei um „eine zweckmäßige Zielbeschreibung (…), mit der es gelingt, die Unterrichtsabsichten [der Leserin und] dem Leser mitzuteilen. Eine gute Zielbeschreibung schließt darüber hinaus eine möglichst große Anzahl möglicher Mißdeutungen aus“ (Mager 1972, S. 19).

3.3.2. Lerninhalte

Der Lerninhalt ist das Wissen, das Sie während einer Sitzung vermitteln wollen. Dieses Wissen konzentriert sich auf das Verständnis eines Themas oder unterstreicht eine Fähigkeit, die die Teilnehmenden anschließend erlernen sollen.

Je größer das Wissen bzw. das Verständnis für den zu vermittelnden Stoff ist, desto effektiver wird der Lehrvorgang bzw. die Schulungsmaßnahme sein. Es reicht nicht aus, nur ein Thema zu kennen und zu wissen, wie man eine Aufgabe ausführt. Sie brauchen einen Rahmen oder eine Struktur, in die Sie das Wissen einbetten können.

Es ist wichtig, einen roten Faden zu verfolgen, der den Inhalt gliedert und dadurch das Lernen einer Gruppe unterstützt. Oft ist es hilfreich, zunächst die wichtigsten Konzepte, Grundsätze und Modelle zu ermitteln, die zu lehren sind.

3.3.3. Unterrichtsmethoden

Lehrmethoden sind Strategien, die den Lernenden helfen sollen, den Inhalt der Unterrichtseinheit zu verstehen und die zum Erreichen des Lernziels erforderlichen Fähigkeiten zu entwickeln. Die beliebtesten und daher auch die, am häufigsten verwendeten, Methoden sind das Erklären und das Demonstrieren. Diese sind jedoch nur dann wirklich effektiv, wenn sie durch andere Methoden unterstützt werden, die die Interaktion und Beteiligung der Lernenden fördern. Die folgende Grafik (Abbildung 6) zeigt, wie effektiv bestimmte Lernkanäle Lerninhalte vermitteln bzw. wie gut sie von den Lernenden verarbeitet werden können. Es ist daher ratsam, dies bei der Planung Ihres Unterrichts zu berücksichtigen.

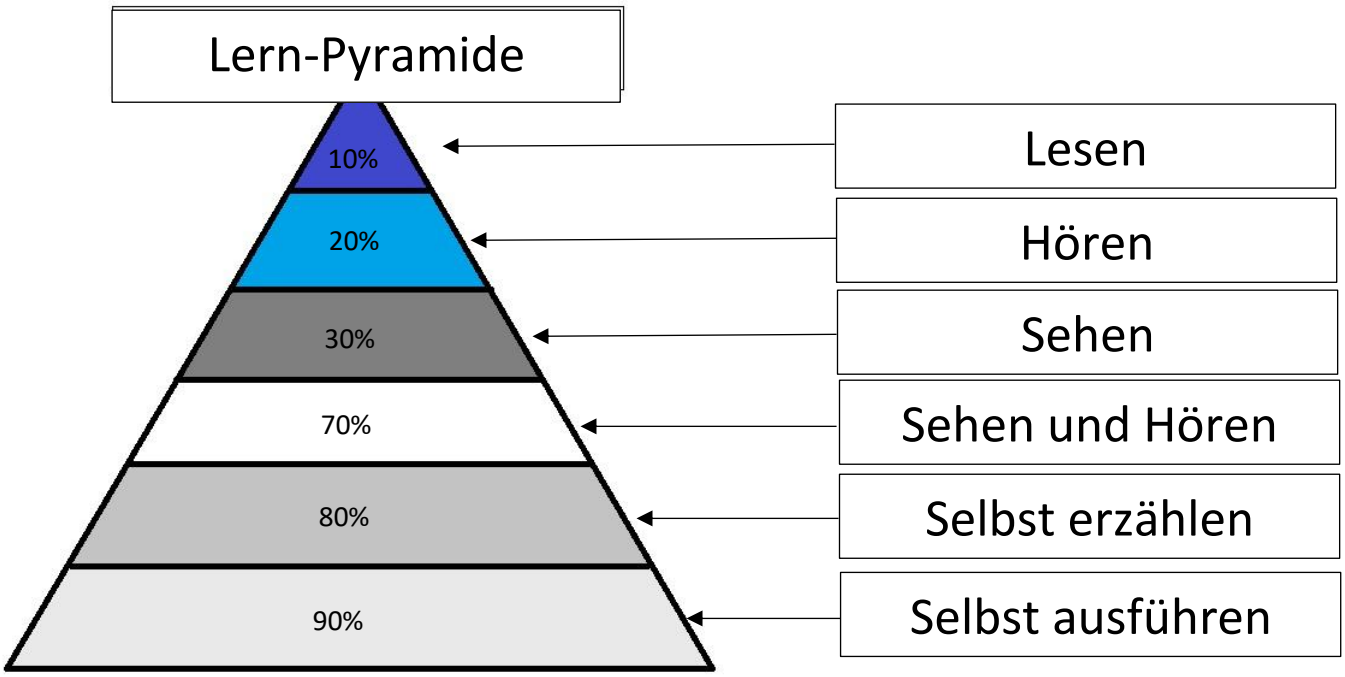


Abbildung 6: Lernpyramide (vgl. Engelbert und Dachrodt 2014)

3.3.4. Lehr- und Lernmittel

Lehr- und Lernmittel beziehen sich auf die Lehrmittel und Ressourcen, die in der Unterrichtseinheit eingesetzt werden sollen, um den beabsichtigten Lernprozess zu unterstützen. Dazu zählen audiovisuelle Hilfsmittel, IT-Anwendungen, Aufgaben für die Lernenden und Handouts. Lehr- und Lernmittel werden oft im Zusammenhang mit verschiedenen Methoden verwendet.

Sie sollten immer darauf achten, dass Ihre Lehr-/Lernmittel gut vorbereitet sind und Ihre Schulungsmaßnahmen in angemessener Weise unterstützen. Die beste Unterrichtsplanung kann unwirksam sein, wenn andere wichtige Planungsgrundsätze nicht vollständig durchdacht wurden. Es ist bereits häufig vorgekommen, dass Vortragende bestimmte Aktivitäten für eine Unterrichtsstunde geplant haben, um dann festzustellen, dass der Schulungsraum nicht über die notwendigen Gegebenheiten verfügt.

Vorbereitung des Unterrichtsraumes

Vergewissern Sie sich, dass der Schulungsbereich oder -raum die Anzahl der Teilnehmenden bequem aufnehmen kann und für die von Ihnen geplanten Methoden und Aktivitäten geeignet ist. In manchen Fällen ist es Ihnen nicht möglich das Raumarrangement lange Zeit vor der Schulung zu organisieren, sondern erst kurz davor. Es ist daher ratsam, rechtzeitig im Schulungsraum einzutreffen, um eventuelle Änderungen vorzunehmen und die Räumlichkeiten zu überprüfen. Wenden Sie keine Methoden an, die die Kapazität und die Bedingungen des Raums übersteigen könnten.

Die Lerngruppe

Wenn Sie eine Ihnen völlig unbekannte Gruppe unterrichten müssen, sollten Sie im Vorfeld so viele Informationen wie möglich sammeln. Abgesehen davon, dass Sie wissen, wie viele Personen an der Schulung teilnehmen werden, sollten Sie auch ermitteln, wie das Vorwissen in Ihrem Schulungsbereich ist.

3.3.5. Lernerfolgskontrolle

Die Lernerfolgskontrolle ist etwas, was oftmals als Zuteilung von Noten angesehen wird und am Ende eines Kurses, nicht in jeder Sitzung, durchgeführt wird. Diese Kontrollen sollten jedoch auch ein fortlaufender Prozess sein, um festzustellen, was und wie der/die Einzelne lernt und, um einen Leitfaden für das Tempo und die Art des Unterrichts zu bieten. Es ist auch eine wertvolle Quelle des Feedbacks für die Lernenden, die es ihnen ermöglicht, ihr eigenes Lernen zu überwachen, sowohl im Hinblick auf das, was sie erreicht haben, als auch darauf, wie sie die Fähigkeiten entwickeln können, die sie noch erreichen müssen. Stellen Sie sicher, dass eine Bewertung in einen Kurs eingeplant wird, sei es für formative (Lernentwicklung) oder summative (Leistungsmessung für die Benotung) Zwecke oder für beide.

3.4. Evaluation

Eine Evaluation ist eine der besten Möglichkeiten, um einen Leistungsbereich zu verbessern, und der Unterricht ist da keine Ausnahme. Es kann sinnvoll sein, auf dem Unterrichtsplan etwas Platz für spätere Bewertungskommentare zu lassen. Bei der Planung von Unterrichtsstunden können Sie sich dann auf Überlegungen oder Vorschläge beziehen, die Sie bei der Bewertung früherer Trainingseinheiten gemacht haben.

Es lohnt sich, einige Zeit damit zu verbringen, darüber nachzudenken, "was gut" und "was nicht gut" in Ihren Unterrichtseinheiten gelaufen ist. Machen Sie alle notwendigen Notizen in Ihrem Unterrichtsplan. Die Erfahrung zeigt, dass Sie beabsichtigte Änderungen wahrscheinlich vergessen, wenn sie nicht direkt in dem Plan vermerkt sind.

3.5. Erstellung des Unterrichtsplanes

Für die ersten eigenen Schulungsplanungen ist es empfehlenswert, sich am methodischen Grundrhythmus der Phasen „Einstieg“, „Erarbeitung“, „Ergebnissicherung“ und „Reflexion“ zu orientieren (vgl. Abbildung 7). Diese vier Phasen sollten sinnhaft ineinandergreifen.

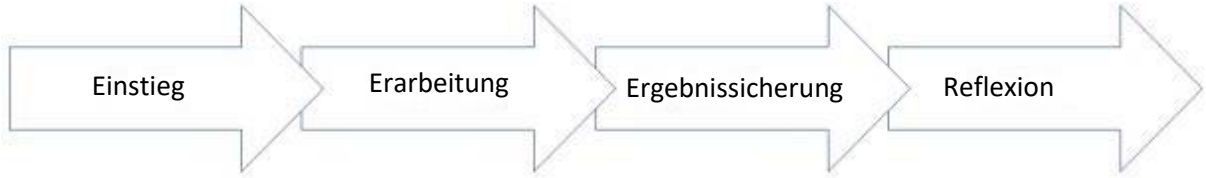


Abbildung 7: Grundrhythmus einer Schulung

Die Anfangsphase dient dazu, das Thema für die Teilnehmenden zu erschließen und ihr Interesse an dem Thema zu wecken. Das Ziel dieser Phase ist, dass die Teilnehmenden die Notwendigkeit erkennen, sich mit dem Thema oder der Hypothese zu befassen.

In der Erarbeitungsphase sollen die Teilnehmer sich mit der Beantwortung der Fragestellung bzw. der Klärung der Hypothese auseinandersetzen.

Nach der Erarbeitungsphase werden in der Ergebnissicherung die am Anfang aufgeworfene Fragestellung bzw. die Hypothese erneut aufgegriffen und die neuen Erkenntnisse gesichert. Insofern bildet die, in der Einstiegsphase aufgeworfene, Fragestellung den roten Faden der Schulung.

Die Reflexionsphase steht am Ende einer Schulung oder einer Schulungssequenz. Sie dient dazu, es den Teilnehmenden zu ermöglichen, sich ihre zurückliegenden Handlungs- und Lernprozesse bewusst zu machen, über eventuelle Schwierigkeiten und Möglichkeiten zur Verbesserung nachzudenken. Dadurch können Handlungsabläufe verbessert werden und sich erfolgreiche Handlungsmuster verfestigen. (cf. Meyer 2007, p. 70 f.)

3.6. Quellen

Esslinger-Hinz, I.; Wigbers, M.; Giovannini, N.; Hannig, J.; Herbert, L.; Jäkel, L.; Klingmüller, C.; Lange, B.; Schnepf-Rimsa, E. (2013): Der ausführliche Unterrichtsentwurf. Weinheim: Beltz.Brauer (2014): An der Hochschule lehren – Praktische Ratschläge, Tricks und Lehrmethoden. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Engelbert, V.; Dachrodt, H.-G. (2014): BetrVG – Vierter Teil: Mitwirkung und Mitbestimmung der Arbeitnehmer; Fünfter Abschnitt: Personelle Angelegenheiten – Zweiter Unterabschnitt: Berufsbildung. In: Dachrodt, H.-G.; Engelbert, V.; Koberski, W.; Dachrodt, G. (Hrsg.): Praxishandbuch Human Resources. Wiesbaden: Springer Fachmedien

Melchert, C.; Schaefer, S. (2020): Unterrichtsmethoden. Schwerpunkt Metalltechnik. Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel

Mager, R.F. (1972): Lernziele und programmierter Unterricht. 35. Aufl. Weinheim: Beltz

Meyer, H. (2007): Leitfaden Unterrichtsvorbereitung. Berlin: CornelsenMeyer, H. (2011): Unterrichts-Methoden II: Praxisband. 14. Auflage. Berlin: Cornelsen

4. Lehrmethoden

Die Ausbildenden stehen vor einem Übergang von einem traditionellen pädagogischen zu einem lernerzentrierten Ansatz, der sich an den Lernergebnissen orientiert und bei dem die Lernenden die treibende Kraft ihres eigenen Lernprozesses sind, während die Lehrenden/Ausbildenden die Rolle von Unterstützenden übernehmen. Wir gehen davon aus, dass Lehrkräfte, die die Lernstile ihrer Schüler:innen und die verschiedenen Arten von Intelligenz kennen, ihren Schüler:innen helfen können, indem sie den Lernprozess für die Lernenden interessanter und effektiver zu gestalten. Alle angesprochenen Aspekte sollten auch für den europäischen Technischen Produktdesigner für die metallische Additive Fertigung (European Metal Additive Manufacturing Design Technician, EMAM-DT) gelten.

Zielsetzungen

Die Lehrenden sollten…

- ❑ die effektivsten und effizientesten Lehrmethoden anwenden, um die Lernenden anzusprechen;
- ❑ aktive Beteiligung ermöglichen;
- ❑ kritische Diskussionen ermöglichen;
- ❑ die Wissensentwicklung auf der Grundlage früherer Erfahrungen erleichtern;
- ❑ den Verschiedenheiten einen Wert beimessen und grundlegende Unterschiede in den individuellen Charaktereigenschaften berücksichtigen;
- ❑ die Unterschiede in den Lernstilen ihrer Lernenden verstehen;
- ❑ die Stärken der Lernenden in verschiedenen Bereichen der Intelligenz erkennen;
- ❑ Schülerinnen und Schüler dazu bringen, die Inhalte zu erkunden, sich wohl zu fühlen und Selbstvertrauen zu entwickeln.

4.1. Lernerzentrierte Didaktik

Der lernerzentrierte Ansatz zielt auf die Entwicklung der Fähigkeiten der Lernenden unter Berücksichtigung ihrer persönlichen Merkmale, Schwierigkeiten und Erfolge ab. Zwei grundlegende Aspekte sind dabei zu berücksichtigen:

- ❑ Multiple Intelligenzen;
- ❑ Lernstile.

Multiple Intelligenzen

Nach der Theorie der multiplen Intelligenzen (MI) gibt es acht "Intelligenzen" beim Menschen:

1. Körperlich-kinästhetische Intelligenz: Beherrschung der eigenen körperlichen Bewegungen und die Fähigkeit, Gegenstände geschickt zu handhaben;
2. Interpersonell: Interaktionen mit anderen, einschließlich des Erkennens und Verstehens der Stimmungen, Gefühle und Motivationen anderer;
3. Intrapersonal: Introspektive und selbstreflexive Fähigkeiten;

4. Logisch-mathematisch: Umgang mit Logik, Abstraktionen, logischem Denken, Zahlen und kritischem Denken;
5. Musikalisch: Rhythmische und harmonische Sensibilität für Klänge, Rhythmen, Töne und musikalischen Rhythmus;
6. Naturalistisch: Aufnahme von Informationen über die eigene natürliche Umgebung;
7. Verbal-linguistisch: zeigen eine Struktur mit Wörtern und Sprachen, einschließlich der Fähigkeit, Informationen zu analysieren;
8. Visuell-räumlich: befasst sich mit der räumlichen Beurteilung und der Fähigkeit, räumliche Objekte und Dimensionen zu visualisieren.

Lernstile

Lernstile bedeutet, dass man davon ausgeht, dass jeder Schüler anders lernt. VARK ist ein Akronym, das sich auf vier Arten von Lernstilen bezieht: visuell, auditiv, Lese-/Schreibpräferenz und kinästhetisch (engl.: visual, auditory, reading / writing preference and kinesthetic). Die Lernstile lassen sich in vier Kategorien einteilen:

- ❑ Visuell Lernende;
- ❑ Auditiv Lernende;
- ❑ Lesend/ schreibend Lernende;
- ❑ Kinästhetisch Lernende.

Herausforderungen bei der Umstellung auf eine vollständig lehrerzentrierte Didaktik

- ❑ Die eigenen Stärken und Schwächen zu kennen, kann hilfreich sein;
- ❑ Obwohl es zahlreiche Arten von Intelligenzen gibt, müssen wir darauf achten, sie nicht mit Interessen zu verwechseln, die sich erheblich überschneiden können, wenn sie nicht richtig eingeschätzt werden;
- ❑ Verstehen Sie, wie Sie die Beurteilungen am besten auf die Lernstile der Teilnehmer abstimmen können;
- ❑ Ausbildende fühlen sich möglicherweise nicht wohl bei der Einführung eines Systems, das nicht mit vorgeschriebenen Bewertungen und messbaren Ergebnissen einhergeht.

4.2. Kollaboratives Lernen

Das kollaborative Lernen besteht darin, das Lernen zu verbessern, indem die Lernenden in Gruppen zusammenarbeiten, um ihre Ideen und Standpunkte auszutauschen, um ein Problem zu lösen und/oder neue Konzepte zu lernen.

Vorteile

- ❑ Nutzung der Stärken der Gruppe, um deren Lernbedürfnisse zu erfüllen;
- ❑ Besseres Zeitmanagement;
- ❑ Aufteilung eines großen Projekts in kleinere Aufgaben;
- ❑ Kooperieren, Konflikte lösen und einen Konsens erreichen.

Methode

- Definieren Sie ein Ziel: Welche Fähigkeiten zur Zusammenarbeit müssen die Lernenden erwerben?
- Es ist wichtig, dass die Lernenden zusammenarbeiten, indem sie ihre Arbeit aufteilen, um ein gleichberechtigtes Denken zu gewährleisten und sicherzustellen, dass alle Ideen und Vorschläge für eine Lösung berücksichtigt werden;
- Es ist wichtig, dass die Lehrenden /Trainer:innen die Interaktionen zwischen den Lernenden derselben Gruppe kennen. Dies ermöglicht es ihnen, die Gruppendynamik zu verbessern.

4.3. Problembasiertes Lernen

Bei der problembasierten Anwendung werden die Lernenden dazu angehalten, eine Lösung für ein bestimmtes Problem zu finden, das mit dem behandelten Thema und mit Problemen der realen Welt zusammenhängt.

Grundprinzipien

- Integriertes Lernen (Lernende entwickeln ihr Denken durch direkte Erfahrung);
- kontextbezogenes Lernen (Nutzen des Lernens aus Dingen, die im Leben der Lernenden vorkommen);
- Konstruktives Lernen (verbunden mit “Learning by Doing”)
- Aktives Lernen (die Lernenden werden aktiv in den Lernprozess einbezogen, indem sie etwas tun und es bewerten);
- Interessantes Lernen (Einbeziehung der Lernenden in die Bestimmung der Problemstellungen).

Vorteile

- Ermöglicht es den Lernenden, ihr bereits vorhandenes Wissen anzuwenden, um das Problem zu lösen;
- Bietet den Lernenden die Möglichkeit, über Konzepte nachzudenken und reale Probleme zu lösen;
- Verbesserung der Lernmotivation der Lernenden und ihrer Fähigkeit, mit anderen in einer Arbeitsgruppe zusammenzuarbeiten.

Methode

- Vorlage eines Problems durch den Ausbildenden, damit die Lernenden über verschiedene Lösungsmöglichkeiten nachdenken können;
- Analyse des Problems durch die Lernenden auf der Grundlage ihres Vorwissens über das Thema als Ausgangspunkt für die weitere Untersuchung der Fragestellung;
- Nach dieser Analyse besteht die nächste Phase darin, dass die Lernenden das Problem in einer "Brainstorming"-Sitzung in seine Bestandteile zerlegen, was ihnen ermöglicht, mögliche Lösungen vorzuschlagen;

- Entwicklung eines Plans zur Beschaffung der für die Lösung des Problems erforderlichen Informationen;
- Zum Abschluss der vorangegangenen Phase sollen die Lernenden ihre Ergebnisse in einer Diskussion mit anderen Lernenden vorstellen;
- Zuletzt die Entwicklung von Material durch die Lehrerenden/Ausbildenden auf der Grundlage dieser Ergebnisse, welches dann von den Lernenden weiter untersucht werden kann.

4.4. Kritisches Denken

Definition

Förderung der Fähigkeit der Lernenden, Informationen in Begriffe zu fassen, anzuwenden, zu analysieren, zusammenzufassen und zu bewerten und zu eigenen Schlussfolgerungen zu gelangen. Es wird keine richtige Antwort verlangt; wichtig ist, die Lernenden dazu zu bringen, über ein gegebenes Problem auf der Grundlage ihrer eigenen Erfahrungen kritisch nachzudenken.

Methode

Die Lehrerenden/Trainer:innen stellen den Lernenden eine Information zur Verfügung und fordern sie auf, diese anhand der folgenden Fragen kritisch zu betrachten:

- Wer hat es gesagt?
- Was wurde gesagt?
- Wann wurde es gesagt?
- Warum wurde es gesagt?
- Wie wurde es gesagt?

5. Evaluierung des Unterrichts

Lernen ist ein komplexer Prozess. Das Ergebnis - das, was die Lernenden lernen - ist das Ergebnis zahlreicher Faktoren individueller und kontextueller Natur. Dazu gehört natürlich auch die Qualität des Unterrichts, gemessen an der Wirksamkeit der angewandten Lehrmethoden und dem Grad der Berücksichtigung der individuellen Merkmale der Lernenden - wie *Intelligenztypen, Lernstil oder Vorkenntnisse* - bei der Wahl der Methoden.

Lernen ist auch das Ziel des Unterrichts. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, dass das Gesamtergebnis der angewandten Lehrmethode auch anhand der Bewertung des Lernerfolgs der Teilnehmenden überprüft wird, so dass die angewandte Methode je nach den verfügbaren Ressourcen, den Fähigkeiten des Lehrenden und der Gruppe der Auszubildenden nach Bedarf angepasst werden kann.

Die Bewertung der ***Qualität und der Wirksamkeit des Lehrens*** (wofür im Folgenden der Begriff "***Lehren***" stehen soll) muss also sowohl den Lehrstil, die Methode oder die verwendeten Mittel und Instrumente als auch die Bewertung der von den Auszubildenden erworbenen Kenntnisse und die Gründe dafür berücksichtigen. Mit anderen Worten, die Bewertung des Lehrens / des Unterrichts sollte sowohl die Bewertung der Unterrichtspraxis als auch deren Ergebnisse, d. h. den Grad des erreichten Lernens, umfassen.

Darüber hinaus ist die Evaluierung des Unterrichts ein Mittel zur Verbesserung der Qualität des Unterrichts selbst. Als reflektierende Praxis, die sich auf einen ganzen Kurs oder nur auf bestimmte Teile des Lernprogramms konzentriert, trägt sie dazu bei, blinde Flecken aufzudecken und die Fähigkeit des/der Lehrenden zu verbessern, Inhalte und Methoden so anzupassen, dass das bestmögliche Ergebnis erzielt wird, d. h. was die Lernenden lernen und welche neuen Fähigkeiten sie mit dem neuen Wissen entwickeln können.

Eine Grundvoraussetzung für die Verbesserung des Unterrichts ist es, **eine wirksame Methode zur Bewertung des Unterrichts zu haben**. In diesem Sinne ist eine wirksame und erfolgreiche Evaluierung eine solche, die zu Ergebnissen führt, die gültig, zuverlässig und reproduzierbar sind und die Richtungen und Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen. Angesichts der Tatsache, dass die Bewertung des Unterrichts sowohl die Bewertung des erworbenen Wissens als auch die Bewertung der Lehrmethoden, des Ansatzes oder der Instrumente umfasst, könnte man sich fragen, wo man ansetzen sollte. In Anbetracht der Tatsache, dass die Art und Weise, wie jemand lernt, in hohem Maße von seinen angeborenen Eigenschaften, seinem sozialen und wirtschaftlichen Hintergrund sowie seinem bereits vorhandenen Wissen abhängt, ist es am effektivsten, mit der Bewertung des Lernprofils und den damit verbundenen Aspekten zu beginnen, die die spezifische Gruppe der anwesenden Auszubildenden betreffen, um das Tempo für die gewählte Lehrmethode vorzugeben, die dann bewertet werden kann. Mit anderen Worten, was die Bewertung des Unterrichts betrifft, ist es die beste Praxis, den Bewertungsprozess mit dem Lernteil zu beginnen, bevor wir uns mit der Wirksamkeit der angewandten Lehrmethode befassen.

5.1. Bewertung des Lernens

Wie bereits erwähnt, ist Lernen ein komplexer Prozess. Die Art und Weise, wie wir lernen, ist tief in unserem eigenen persönlichen Kontext und unseren Überzeugungen verwurzelt, ebenso wie in unserem Vorwissen und unserer Wahrnehmung der Welt. Was wir lernen, ist eine Funktion unserer bestehenden Vorstellungen und Wahrnehmungen der Realität. Die Lernenden müssen ihre eigene Bedeutung konstruieren, unabhängig davon, wie deutlich Lehrkräfte oder Bücher ihnen die Dinge erklären. Steht das neue Material im

Widerspruch zu früheren falschen Vorstellungen oder fest verankerten Annahmen, ignorieren oder verzerren die Lernenden die neuen Informationen, damit sie in ihren alten Verständnisrahmen passen.

Was das Vorwissen betrifft, so ist Lernen ein kumulativer Prozess. Jede neue Information wird zu dem hinzugefügt, was die Lernenden bereits über das betreffende Thema wissen (oder glauben). Wenn die Lernenden über ein solides Fundament an Faktenwissen verfügen, lassen sich die neuen Teile leichter zusammenfügen. Ist die Vorbereitung der Lernenden jedoch lückenhaft oder unvollständig, kann es für sie schwieriger sein, den neuen Stoff zu erfassen.

Die Bewertung des Lernens ist also der Ausgangspunkt für die Bewertung des Lernens und Lehrens. Es sollte bedacht werden, dass die Bewertung des Lernens in zweierlei Hinsicht erfolgen sollte: Neben der Bewertung der Vorkenntnisse zu den unterrichteten Themen sollte die Lehrkraft vorzugsweise auch über ein Gefühl für die wichtigsten Intelligenztypen und Lernstile ihrer Auszubildenden verfügen, um die erforderlichen Konzepte und Informationen so zu vermitteln, dass die Auszubildenden auf effektive und angenehme Weise lernen können.

5.1.1. Bewertung von Vorkenntnissen

Die Bewertung der Vorkenntnisse sollte sowohl:

a) eine diagnostische Bewertung zu Beginn des Kurses als auch
b) eine regelmäßige formative Bewertung der erworbenen Kenntnisse während des Kurses oder zwischen den Modulen beachten.

Diagnostische Bewertungsmethoden

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Wissensstand der Lernenden zu einem bestimmten Thema zu Beginn des Kurses zu ermitteln. Die einfachste Art der diagnostischen Bewertung besteht darin, den Auszubildenden Fragen zu stellen, die sich auf das Thema des Kurses oder des Moduls beziehen. Dabei kann es sich um offene Fragen handeln - wie "*Was wissen Sie über Prozess X?*", "*Warum ist Y wichtig?*" oder "*Woher wissen wir das?*", oder geschlossene Fragen, die nur eine mögliche richtige Antwort enthalten. Wenn die Antworten der Auszubildenden aufgezeichnet werden, können dieselben Fragen am Ende des Themas oder des Semesters erneut gestellt werden, um die Fortschritte der Auszubildenden zu bewerten.

Eine umfassendere Methode zur Bewertung des Vorwissens der Lernenden ist ein kleiner diagnostischer Test, der sich auf Schlüsselkonzepte, Fakten und Zahlen bezieht und vorzugsweise anonym sein sollte.

Formative Bewertungsinstrumente

Wenn Lehrkräfte den Lernfortschritt ihrer Lernenden beurteilen wollen, denken sie in der Regel zuerst an Tests oder Quizfragen. Es gibt jedoch Alternativen zum Standardtest oder Quiz. Es gibt auch informellere Methoden, um festzustellen, ob die Studierenden den Stoff während des Semesters lernen. Vorgeschlagene Alternativen könnten sein:

i. Das Stellen von Fragen während des Unterrichts;

ii. Die Studierenden nach ihren Fragen fragen, anstatt sich zu erkundigen, ob jemand Fragen hat;

iii. Häufige, kurze, klasseninterne Aufgaben oder Quizspiele. Eine gute Idee in dieser Hinsicht ist es, die Auszubildenden zu ermutigen, ihre Antworten mit denen ihrer SitznachbarInnen zu vergleichen, insbesondere im Falle von offenen Fragen.

iv. Die Auszubildenden auffordern, anzugeben, was für sie überraschend oder schwierig zu verstehen war, oder was ihnen bereits bekannt war. Diese Erklärungen sollten vorzugsweise schriftlich abgegeben werden, damit alle Rückmeldungen zur Reflexion festgehalten werden können.

5.1.2. Summative Bewertung von Kenntnissen

Während es sich bei der formativen Bewertung um die Evaluation des stattfindenden Lernens handelt (Bewertung zum Lernen), wird bei der **summativen Bewertung** bewertet, was die Lernenden am Ende eines bestimmten Zeitraums gelernt haben (Bewertung des Lernens), in der Regel anhand standardisierter Kriterien, die je nach Fach oft mit einer Note oder einem Prozentsatz gemessen werden. Die Ergebnisse der summativen Bewertung der Lernenden sind, wie bereits erwähnt, ein erstes Maß für die Qualität und die Wirksamkeit der angewandten Lehrmethode, abhängig von der Durchschnittsnote, die für eine bestimmte Klasse erzielt wird. Beispiele für summative Beurteilungen sind schriftliche Beurteilungen, Leistungsbeurteilungen, bei denen die Lernenden ihre Fähigkeiten und Kenntnisse anhand einer Aktivität oder spezifischer Aufgaben unter Beweis stellen, standardisierte Beurteilungen (Prüfungen), die anhand bestehender Kriterien bewertet werden, oder mündliche Beurteilungen, bei denen die Lernenden eine mündliche Arbeit, z. B. eine Rede oder eine Präsentation, halten.

Darüber hinaus stellt die summative Bewertung einen wichtigen Maßstab dar, um die Fortschritte der Auszubildenden und der Berufsbildungszentren zu überprüfen. Aus diesem Grund kann die summative Bewertung auch zur Verbesserung des Lehrplans oder der Lehrmethoden und -mittel genutzt werden, sollten die Ergebnisse eine allgemeine schlechte Leistung der Mehrheit der Auszubildenden erkennen lassen.

5.2. Evaluierung des Unterrichts

Zusätzlich zu den Informationen, die aus den Ergebnissen der summativen Bewertung gewonnen werden, in Bezug auf die Effektivität der Lehrkraft bei der Vermittlung des Kursinhalts und der Erreichung der Lernergebnisse für eine bestimmte Klasse, gibt es mehrere Methoden für die Evaluierung des Unterrichts und/oder des Kurses oder Moduls, die unterrichtet werden. Ergänzend zu den Rückmeldungen aus der summativen Evaluierung der Studierenden bieten die Rückmeldungen aus dem Prozess der *Lehr- und Kursevaluierung* ein Hilfsmittel zur Feststellung von Aspekten einer bestimmten Lehrmethode oder der Gestaltung eines bestimmten Moduls oder Kurses, die Aufmerksamkeit erfordern.

Die Lehrevaluierung ist von entscheidender Bedeutung, da sie auf eine reflektierte Praxis hinweist, die die Evaluierung als Mittel einsetzt, um sich auf den Kurs oder bestimmte Kompetenzeinheiten zu konzentrieren und sie auf sinnvolle Weise zu lehren, um die eigene Lehre, aber auch das Lernen der Studierenden zu entwickeln und zu verbessern. Durch den Prozess der Lehr- und Kursevaluierung erhält man die Möglichkeit, über das Feedback zu reflektieren, was es ermöglicht, Aspekte der Lehre eines bestimmten Moduls oder Kurses, die Aufmerksamkeit erfordern, zu identifizieren und zu verbessern.

Die wichtigste Überlegung bei der Evaluierung von Unterricht und Kursen ist die Verwendung mehrerer Datenquellen. Die aus jeder Beobachtungs- oder Feedbackquelle gewonnenen Daten ergeben zusammengenommen ein ausgewogenes Bild des Kurses oder Moduls sowie der Wirksamkeit des Lehrstils.

Durch sorgfältige Überlegungen zum Zweck der Evaluierung und durch die Ausarbeitung mehrerer Evaluierungsmethoden, die diesem Zweck entsprechen, ist es möglich, Evaluierungssysteme zu entwickeln, die zuverlässig, gültig und fair sind.

Der erste Aspekt, der bei der Bewertung von Lehrveranstaltungen berücksichtigt werden sollte, ist die **Festlegung der Grenzen dessen, was bewertet werden soll**. Die gesamte Lehrveranstaltung, ein bestimmtes Modul, die didaktischen Fähigkeiten des Lehrenden, die Vorkenntnisse der Studierenden zu einem bestimmten Thema oder eine Kombination aus diesen Faktoren. Nachdem klar definiert ist, was evaluiert werden soll, sollte der **Schwerpunkt der Evaluierungsübung** festgelegt werden. Wenn beispielsweise die Grenzen eines Evaluierungsproblems auf ein bestimmtes Modul festgelegt werden, muss genau entschieden werden, was evaluiert werden soll / muss; - ist es die Art und Weise, wie der theoretische Inhalt strukturiert und präsentiert wird, sind es die Hilfsmittel, mit denen unterrichtet wird, oder sind es die Bewertungsmethoden, um nur einige Aspekte zu nennen, auf welche der Schwerpunkt gelegt werden kann oder muss. Tabelle 3 veranschaulicht diesen sehr wichtigen Aspekt - den Schwerpunkt der Bewertung - durch die Auflistung einiger Beispiele für Fragen, die zu stellen sind, um genau zu bestimmen, was bewertet werden soll. Die Definition des Schwerpunkts liefert dann nützliche Informationen für die Festlegung der am besten geeigneten Methode zur Bewertung oder Datenerfassung.

Tabelle 3: Nützliche Fragen zur Festlegung des Schwerpunkts einer bestimmten Evaluierung / Bewertung

Schwerpunktbereich für die Bewertung / Evaluation	Fragen, die Sie stellen könnten
Lernerfahrung	Sind die Ziele der Lerneinheit und die Lernergebnisse zu Beginn klar formuliert und werden sie durch die Lern- und Lehraktivitäten erreicht?
	Sind die Lernenden motiviert und beteiligen sie sich aktiv am Lernen? Sind sie aufmerksam und beteiligen sich, wenn es erforderlich ist?
	Wird der Inhalt auf effektive und ansprechende Weise präsentiert, wobei eine Vielzahl von Methoden eingesetzt wird?
Bewertung des Lernens	Ist die Bewertungsmethode klar, transparent und gültig?
	Sind die Bewertungskriterien zugänglich und entsprechen sie dem richtigen NQR-Niveau?
	Ist die Qualität des Feedbacks angemessen und auf die Verbesserung der Leistung der Lernenden ausgerichtet?
Lehrplan	Ist der Lehrplan anspruchsvoll genug und hält er das Interesse der Lernenden aufrecht?
	Entwickelt der Lehrplan Fähigkeiten, Kenntnisse und Erfahrungen, die für das Programm und die individuelle berufliche Entwicklung relevant sind?
	Nehmen die Lernenden Unterstützung und Ressourcen in Anspruch?

5.2.1. Methoden zur Evaluierung des Unterrichts

Sobald der Zweck und der Schwerpunkt der Evaluation festgelegt sind, ist es sinnvoll, die Evaluationsmethode anzuwenden, die diesen Kriterien am besten entspricht. Es ist immer von Vorteil, mehrere Evaluationsmethoden zu verwenden und ihre Ergebnisse miteinander in Beziehung zu setzen.

Die gebräuchlichsten Evaluierungsmethoden (mit Datenerfassung) sind **Fragebögen**, **strukturierte Gruppeninterviews, Selbstevaluierung** und **Peer-Evaluierung** (auch Peer Assessment).

Fragebögen

Diese weit verbreitete und vertraute Methode zur Einholung von Feedback von Lernenden und Teilnehmenden hat den potenziellen Vorteil der Schnelligkeit (bei der Verwaltung), der Anonymität (der Antworten) und der Standardisierung (zu Vergleichszwecken zwischen Klassen). Die Nachteile können eine niedrige Rücklaufquote und eine geringe Validität der Ergebnisse sein, wenn der Fragebogen nicht richtig konzipiert ist (in Bezug auf Zweck und Schwerpunkt) und wenn Fragebögen zu häufig verwendet werden (Effekt der "Fragebogenmüdigkeit").

Wichtige Punkte, die zu berücksichtigen sind, sind (a) die Art der zu verwendenden Fragen (offen oder geschlossen), (b) die Skala, die zur Messung der abschließenden Fragen verwendet wird, (c) die Länge des Fragebogens oder (d) der Zeitpunkt, zu dem er verwendet werden soll. Was den letztgenannten Aspekt anbelangt, so hängt die Entscheidung über den Zeitpunkt der Durchführung des Fragebogens beispielsweise von seinem Hauptzweck ab. Eine Evaluierung am Ende eines Moduls kann zum Beispiel ein vollständigeres Bild liefern, lässt aber wenig Raum für Verbesserungen in dieser Ausgabe des Kurses. Eine Evaluierung in der Mitte des Moduls kann wichtige Informationen übersehen, lässt aber andererseits Zeit für Anpassungen.

Strukturiertes Gruppeninterview (Nominalgruppentechnik)

Hierbei handelt es sich um ein Treffen mit Lernenden oder Teilnehmenden, bei dem sie gebeten werden, ihre Meinung über ein Programm, einen Kurs oder eine Unterrichtseinheit zu äußern. Das Treffen muss sorgfältig geplant und strukturiert werden, um eine konstruktive Debatte zu ermöglichen und den Lernenden das Gefühl zu geben, ihre Meinung ohne persönliches Risiko äußern zu können. In der Regel werden die Lernenden gebeten, in kleinen Gruppen zu arbeiten, um über positive und negative Merkmale des Bildungsangebots (z. B. Programm, Kurs oder Modul), dessen Durchführung und ihre eigenen Leistungen und Erfahrungen nachzudenken. Ein(e) Vertreter(in) jeder Gruppe wird gebeten, die überlegten Ansichten der Gruppe in der Sitzung vorzutragen. Die Rolle des Mitarbeiters oder der Mitarbeiterin, der/die das Treffen leitet, besteht darin, eine Zusammenfassung dieser Ansichten zu erstellen, diese während des Treffens zu validieren und später einen kurzen Bericht über die wichtigsten Ergebnisse zu verfassen. Den teilnehmenden Lernenden sollte eine Kopie des schriftlichen Berichts ausgehändigt werden.

Das strukturierte Gruppeninterview ermöglicht den Lernenden eine größere Meinungsfreiheit als ein Fragebogen und bietet ihnen mehr Gelegenheit, konstruktive Verbesserungsvorschläge zu machen. Es erfordert in der Regel ein etwa einstündiges Treffen, aber die Bearbeitung erfolgt während dieser Stunde und die Zeit für die Erstellung eines Berichts ist kurz.

Selbstevaluierung

Eine einfache, aber wirksame Methode zur Selbstevaluierung besteht darin, dass der Ausbilder oder die Ausbilderin dieselbe Form der Evaluierung vornimmt wie die Lernenden, d. h. denselben Fragebogen ausfüllt oder eine Selbstevaluierung im gleichen Format eines strukturierten Gruppeninterviews durchführt. Der Grad der Übereinstimmung zwischen den Antworten des Lehrenden und den Ergebnissen der Bewertung durch die Lernenden ist ein guter Indikator für das Bewusstsein des Lehrenden für die Wahrnehmungen der Lernenden. Nicht übereinstimmende Punkte deuten darauf hin, dass die von den Lernenden genannten Aspekte, die der Lehrende bisher ignoriert oder übersehen hat, angesprochen werden müssen.

Beurteilung durch FachkollegInnen

Die Beurteilung durch Kollegen und Kolleginnen sollte zwar mit Vorsicht genossen werden, aber wenn die Ergebnisse für eine summative Beurteilung verwendet werden sollen, ist die kollegiale Beurteilung eine ausgezeichnete Methode zur Verbesserung des Unterrichts. Ein Kollege oder eine Kollegin, der oder die sich auf den stattfindenden Prozess konzentriert, fügt eine Dimension der Bewertung hinzu, die dem Ausbildenden und den Auszubildenden entgehen kann, die im Allgemeinen zu sehr mit der Arbeit des Lehrens und Lernens beschäftigt sind, um den Prozess selbst zu beobachten. Darüber hinaus können KollegInnen, die über Fachwissen in dem zu unterrichtenden Fach verfügen und darin geschult sind, was zu beobachten ist, durch Unterrichtsbesuche und die Durchsicht von Kursmaterialien wichtige Rückmeldungen geben.

Dies ist besonders effektiv, wenn es auf Gegenseitigkeit im Rahmen eines Lehrkreises oder einer Mentoring-Beziehung beruht und in einem Lehrportfolio reflektiert wird. Es könnte sogar behauptet werden, dass die Beobachtung des Unterrichts den Unterricht des/der Beobachtenden ebenso verbessert wie den des/der zu Beobachtenden, vor allem, wenn der/die Beobachtende über das, was er/sie im Klassenzimmer beobachtet hat, reflektiert. Der Bewertungsprozess wird verbessert, wenn die KollegInnen vor den Unterrichtsbesuchen den Lehrplan und die kursbezogenen Materialien durchgehen und die Unterrichtsziele besprechen. Es hat sich bewährt, die kollegiale Evaluierung als geplanten und strukturierten Prozess zu gestalten, der die folgenden Phasen umfasst:

1. **Briefing oder Vorgespräch**, um den Kontext festzulegen und Ziele und Lernergebnisse für den zu beobachtenden Prozess zu identifizieren.

2. **Beobachtung**, bei der der/die Beobachter/in aufzeichnet, was in der/den Klasse(n) passiert. Der/die Beobachter/in verwendet eine Checkliste mit den wichtigsten Merkmalen, auf die er/sie achten muss und die zuvor während des Briefings vereinbart wurde.

3. Eine **Analysephase**, in der der/die BeobachterIn das Gesehene in Bezug auf die Bedingungen des Briefings und andere aus der Beobachtung resultierende Aspekte analysiert.

4. Ein **Treffen im Anschluss an die Beobachtung**, um Feedback zur Beobachtung zu geben und die Wahrnehmungen des/der Beobachteten mit denen des/der Beobachteten zu vergleichen. Der/Die Beobachtete und der/die zu Beobachtende besprechen dann Strategien zur Entwicklung/Bewältigung von Problemen.

5.2.2. Abschließende Bemerkungen

Die Evaluierung des Unterrichts ist von entscheidender Bedeutung für die Erzielung einer guten Unterrichtsqualität, d. h. eines effektiven Unterrichts, der die Lernenden dazu bringt, die erwarteten Lernergebnisse zu erzielen, und der die Interessen und die besonderen Intelligenztypen und Lernstile berücksichtigt, um die Motivation und das Selbstwertgefühl der Auszubildenden zu stärken. Aus diesem Grund legt die Forschung nahe, dass effektive Lehrkräfte zwei wichtige Eigenschaften gemeinsam haben:

- Sie versuchen, die Themen und Konzepte zu antizipieren, die für ihre Lernenden schwierig sein werden, und Unterrichtsstrategien zu entwickeln, die diese Themen so darstellen, dass ihre Lernenden sie am besten verstehen. Diese Lehrkräfte legen besonderen Wert darauf, sich mit der Vorbereitung, dem Wissen und den Fähigkeiten ihrer Lernenden vertraut zu machen, und passen ihren Unterricht so an, dass der Lernerfolg der Klasse maximiert wird.
- Durch häufige Überprüfungen/Evaluierungen und Rückmeldungen bewerten sie regelmäßig, was sie im Unterricht tun und ob ihre Schüler und Schülerinnen wirklich etwas lernen.

Eine Voraussetzung für die Verbesserung des Unterrichts ist daher eine wirksame Methode zu seiner Evaluierung. Dazu gehört das Sammeln von Daten aus verschiedenen Quellen - Bewertungen von Studierenden, KollegInnen und VerwaltungsmitarbeiterInnen, Selbsteinschätzungen und Lernergebnisse -, die jeden Aspekt der Lehre widerspiegeln, einschließlich der **Kursgestaltung**, des **Unterrichts im Klassenzimmer**, der **Bewertung von Lernergebnissen**, der **Beratung** und **Betreuung**.

Nachdem festgelegt wurde, was evaluiert werden soll und worauf sich der Evaluierungsprozess konzentrieren wird, kann die geeignetste Methode oder können die geeignetsten Methoden ausgewählt werden. Wenn der Evaluierungsprozess ordnungsgemäß durchgeführt wird und gültige Ergebnisse und Richtungen für Veränderungen hervorbringt, können anschließend Anpassungen vorgenommen werden. Die rekursive Anwendung dieser Methodik, bei der darauf geachtet wird, Daten aus verschiedenen Quellen und Rückmeldungen zu verwenden, die mit unterschiedlichen (und sich ergänzenden) Evaluierungsmethoden gewonnen wurden, um ein vollständigeres und umfassenderes Bild zu erhalten, wird zwangsläufig zu einer kontinuierlichen Verbesserung des Unterrichts und damit zu besseren Lernergebnissen führen.

6. Exemplarische Fallstudie und Prüfungsaufgabe

Die DESTINE-Projektpartner haben für jede neu erarbeitete Kompetenzeinheit 3 Fallstudien entwickelt (insgesamt 9), die sich mit den in dieser Kompetenzeinheit anzuwendenden Fähigkeiten befassen. Diese Fallstudien wurden mit einer Excel-Vorlage erstellt, die zwei Funktionen bietet. Das vollständige Dokument kann als Beispiel oder Fallstudie verwendet werden, die in den Unterrichtseinheiten mit dem beschriebenen Problem, der Aufgabe und der Lösung präsentiert wird. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung als Prüfungsaufgabe oder als Selbstlernaufgabe, bei der nur die Aufgabenstellung vorgestellt wird und der Lernende selbst über die Lösung nachdenken muss. In dieser Kurzversion des Leitfadens wird eine Fallstudie für die Kompetenzeinheit "Design for DED Prozesse" vorgestellt.

6.1. Fallstudie Flügelrad: Planung und Vorbereitung

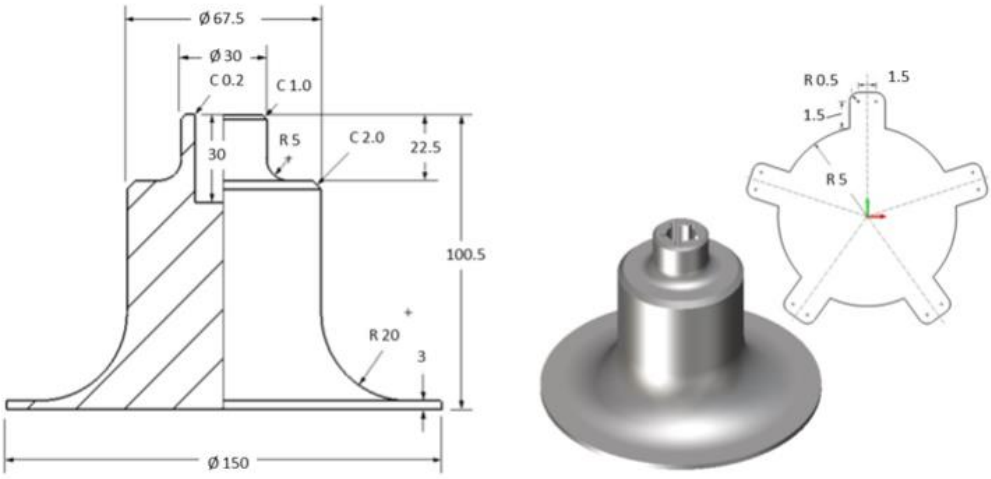
Fallstudie / Prüfungsaufgabe: Planung und Vorbereitung Kompetenz- / Lerneinheit: *Design für DED Prozesse*
1. Name der Fallstudie / Prüfungsaufgabe: Flügelrad (Impeller)
2. Identifizieren Sie das überprüfbare Ziel in einer pädagogischen Perspektive:
Der Auszubildende entwirft das spezifische Bauteil unter Berücksichtigung des vorgegebenen Designs und der Anforderungen des DED-Prozesses in der additiven Fertigung sowie der Notwendigkeit der Nachbearbeitung.
3. Bestimmen Sie die Beurteilungskriterien, die zur Bestimmung der Leistung des Praktikanten herangezogen werden:
Der/Die Auszubildende sollte in der Lage sein: den Konstruktionsteil entsprechend den Vorgaben des DED-Prozesses anzupassen, Abmessungen einhalten, Raum für Nachbearbeitung schaffen
4. Schätzen Sie die Dauer des Einsatzes von CAD für die Entwicklung des Entwurfs in Stunden: 3 Std.
5. Geben Sie die Gesamtzeit der Übung an (einschließlich der Verwendung von CAD und der Erläuterung, wie der Entwurf durchgeführt wurde): 4 Std.
6. Falls zutreffend, geben Sie die Mindest- und Höchstzahl der Teilnehmer pro Gruppe an: 1
7. Geben Sie an, welche Materialien, Software und Geräte für die Durchführung der Prüfungsaufgabe oder Fallstudie erforderlich sind. Die unterstützenden Materialien müssen beigefügt werden. (Beispiele: Maschinenspezifikationen, Rohstoffspezifikationen, Zeichnungen, Normen, Software ...):
Maschinenspezifikationen, Rohstoffspezifikationen; Unterstützende Materialien beigefügt: 2D-Zeichnungen, Normen; Software: Tinkercad

8. Falls zutreffend, beschreiben Sie, wo die Prüfungsaufgabe/Fallstudie durchgeführt wird und welche Bedingungen die Leistung beeinflussen können. Beispiel: Klassenzimmer mit ausreichendem Licht, Maschinenhalle usw.
Raum mit ausreichendem Licht und Computer mit CAD-Software

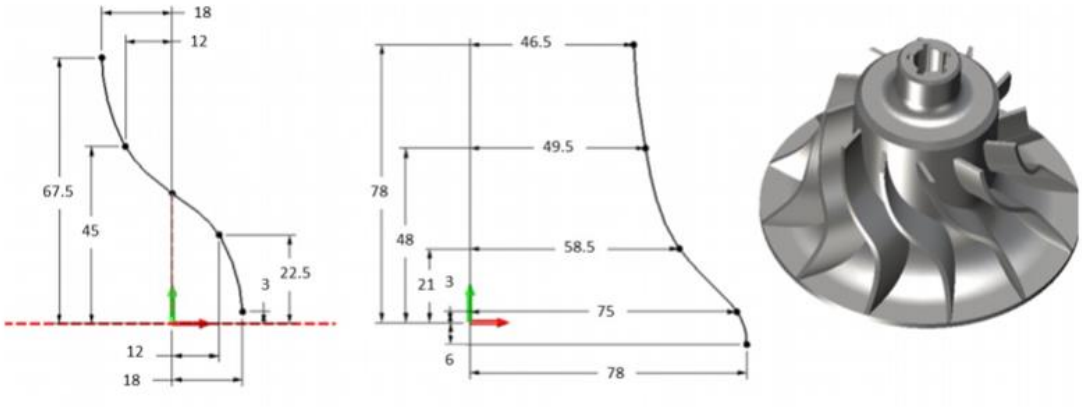
6.2. Fallstudie Flügelrad: Fallstudie oder Prüfungsaufgabe

Fallstudie / Prüfungsaufgabe: Aufgabenstellung Kompetenz- / Lerneinheit: *Design für DED Prozesse*
Name der Fallstudie / Prüfungsaufgabe: Flügelrad (Impeller)
Überprüfbares Ziel: Der/Die Auszubildende konstruiert das vorgegebene Bauteil unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung und der Anforderungen an den additiven Fertigungsprozess
Gesamtzeit für die Aufgabe (einschließlich der Verwendung von CAD und der Erläuterung, wie die Konstruktion durchgeführt wurde): 4 Std.
Bewertungskriterien: Funktion, Übereinstimmung mit dem vorgegebenen Projekt, Machbarkeit mit AM-Prozessen, Materialeffizienz, Zeichnung
ZUSAMMENFASSUNG (detaillierte Darstellung / Beschreibung mit Aufgabenstellung der Fallstudie / Prüfungsaufgabe)
Eine wirksame Reparatur und Wiederaufbereitung mechanischer Komponenten wie Flügelräder kann durch DED-Verfahren erreicht werden. Die Abbildung zeigt die Konstruktion eines Flügelrads, das in einer Zentrifugalpumpe verwendet wird. Aufgrund eines Bruchs muss das ursprüngliche Flügelrad gegen ein neues ausgetauscht werden. Ziel dieser Übung ist es, das Flügelrad mit seinen spezifischen Merkmalen wie Löchern, Rundungen und Winkeln aus dem Körper neu zu entwerfen (Teil 1). Die Aufgabe umfasst auch den Entwurf neuer Schaufeln, die mit einem DED-Verfahren realisierbar sein müssen. Die einzige Bedingung ist die Beibehaltung der Gesamtzahl der Schaufeln (12) und ihrer Dicke (2,25 mm).
ANLEITUNGEN (Schritte und Aufgaben, die zur Durchführung der Fallstudie erforderlich sind)
Startdaten:
1. Beachten Sie die technische Zeichnung des entsprechenden Laufrads.
2. Zeichnen Sie das Teil nach den vorgegebenen Maßen.
Das Flügelrad wird aus Metall (Fe19Ni5Ti-Stahl) im DED-LB-Verfahren hergestellt werden.
ERFORDERLICHE RESSOURCEN (Kennzeichnung, Spezifikation und Anhänge)
Technische Zeichnung; Raum mit ausreichendem Licht (natürlich und künstlich); Computer mit der entsprechenden Software; Maus; verstellbarer Stuhl; elektrische Verlängerungen; Lineal

Schritt 1: Entwurf des Grundkörpers mit dem entsprechenden Bohrloch



Schritt 2: Originalentwurf Flügelradschaufel.
(Anzahl ist 12; Dicke ist 2,25 mm)

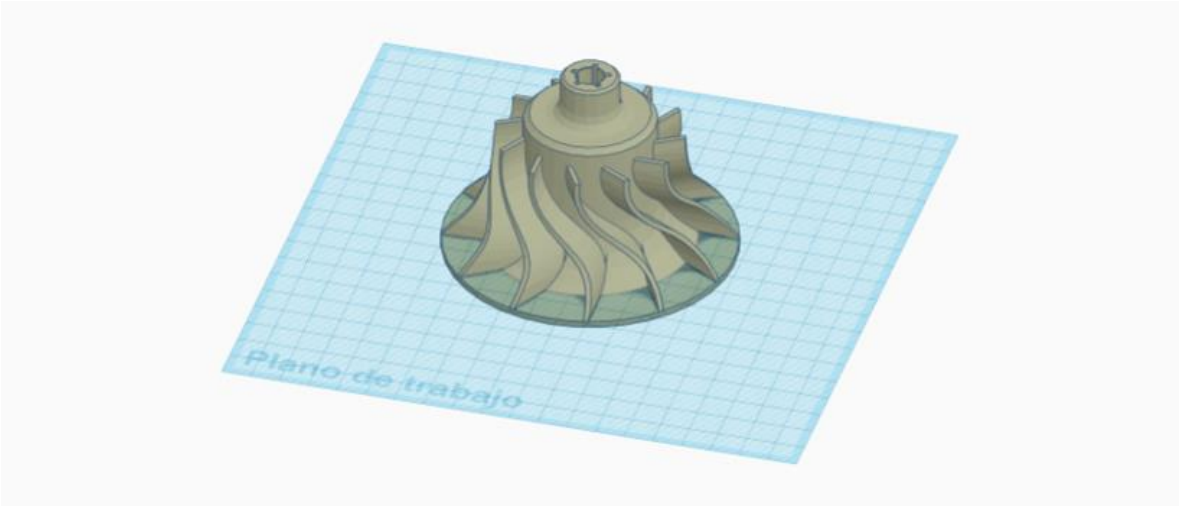


6.3. Fallstudie Flügelrad: Lösung und Begründung

Fallstudie / Prüfungsaufgabe: Lösung

Kompetenz- / Lerneinheit: *Design für DED Prozesse*

Name der Fallstudie / Prüfungsaufgabe: Flügelrad (Impeller)

LÖSUNG UND BEGRÜNDUNG

Der Entwurf des Flügelrads setzt sich aus zwei verschiedenen Teilen zusammen: dem Gehäuse und den Schaufeln. Der Grundkörper beinhaltet die Berücksichtigung der Bohrung mit den entsprechenden Aussparungen. Für die Geometrie der Schaufeln gibt es je nach Konstrukteur verschiedene Lösungsmöglichkeiten.