

Report on skills acquired by the students taking part in the piloting



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

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



This work is licensed by the EXAM 4.0 Partnership under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

EXAM 4.0 partners:

TKNIKA – Basque VET Applied Research Centre, CIFP Miguel Altuna, DHBW Heilbronn – Duale Hochschule Baden-Württemberg, Curt Nicolin High School, Da Vinci College, AFM – Spanish Association of Machine Tool Industries, 10XL, and EARLALL – European Association of Regional & Local Authorities for Lifelong Learning.

INHALT

1. Einführung	3
1.1 Hintergrundinformationen	3
1.2. Theoretischer Rahmen	4
2. Definition/Schlüsselmerkmale von Collaborative Learning Factories	9
3. Lernmethodik	12
4. Beispiele für CLF's der Industrie 4.0	18
5. Pilotausführung	28

1. Einführung

1.1 Hintergrundinformationen

EXAM 4.0 definiert und beschreibt die Hauptmerkmale, die ein Labor für die Ausbildung im Bereich Advanced Manufacturing (im Folgenden AM) haben sollte (EXAM4.0, 2020). Außerdem werden die technologischen und kompetenzbezogenen Rahmenbedingungen für die Ausbildung im Bereich Advanced Manufacturing in der Berufsbildung vorgeschlagen (EXAM4.0 Framework, 2020). Auf der Grundlage dieser Beschreibungen wurde die sogenannte EXAM4.0 Collaborative Learning Factory (CLF) definiert, um die genannten Rahmen und Konzepte zu erproben. Deliverable 5.4 enthält eine vollständige Beschreibung des Pilotprojekts, wobei in diesem Bericht der Schwerpunkt auf den von den Studierenden erworbenen Fähigkeiten liegt, die Teil der Wirkungsseite des Ansatzes sind. (siehe Abbildung 1)

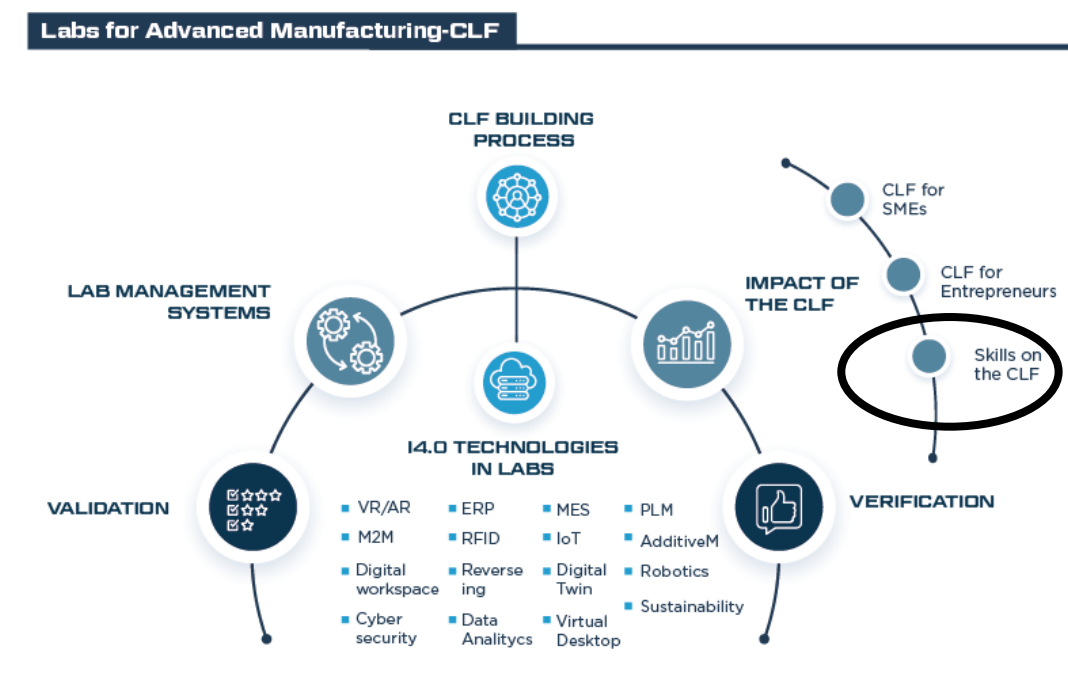


Abbildung 1

In Abschnitt 1.2 wird der theoretische Rahmen über das Organisationsmodell, das konzeptionelle Modell und die relevanten Kompetenzen beschrieben.

Kapitel 2 gibt einen Überblick darüber, was eine Collaborative Learning Factory (CLF) ist, und in Kapitel 3 wird die Lernmethodik erläutert, die in den CLFs angewandt wird. Die Beispiele der CLFs, die an dem Prüfungspilotprojekt beteiligt waren, einschließlich der Verbindung zu den erworbenen Kompetenzen und Fähigkeiten, werden in Kapitel 4 beschrieben. Schließlich enthält Kapitel 5 eine kurze Beschreibung der Durchführung des Pilotprojekts und der Auswirkungen auf die Kompetenzen.

1.2. Theoretischer Rahmen

Ziel dieser Analyse ist es, Beiträge des Projekts EXAM 4.0 zur Förderung, Erweiterung und Verbesserung der Anwendung des CLF-Modells im Rahmen der Entwicklung von Industrie 4.0 zu identifizieren.

Organisatorisches Modell

Die Ermittlung der ¹erforderlichen Kompetenzen für Arbeitnehmer im Bereich der fortgeschrittenen Fertigung (AM) ²basiert auf einer mehrstufigen Organisation, die mit der Arbeit der Europäischen Kommission übereinstimmt (Abbildung 2).

Zusammenfassend³ lässt sich sagen, dass der Kompetenzbedarf der Arbeitnehmer in der "Fabrik der Zukunft" in AM auf den folgenden Merkmalen beruht:

- Verständnis für die Veränderungen, die das neue Paradigma der fortgeschrittenen Fertigung in Bezug auf die strategische Positionierung des Unternehmens, die Flexibilität für eine personalisierte Produktion, die interdisziplinäre und bereichsübergreifende Arbeit innerhalb des Unternehmens, die "Smartisierung" von Prozessen und Ressourcen usw. mit sich bringt.
- die Automatisierung manueller Routinearbeiten, insbesondere aller gefährlichen und/oder riskanten Arbeiten;
- Zugang zu Echtzeit-Informationen über eine bestimmte Situation, um eine Aufgabe effizient ausführen zu können;
- mehr Verantwortung und Entscheidungsbefugnis bei schlankeren Organisationsstrukturen;
- mehr zeitliche und räumliche Flexibilität bei der Gestaltung des Arbeitstages und eine bessere Vereinbarkeit von Beruf und Familie;
- Arbeit in verschiedenen Arten von Teams: kurz-/langfristig, vor Ort/virtuell, intern/mit anderen Organisationen (einschließlich einiger internationaler Organisationen);
- Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen durch die Analyse von Daten und Informationen aus Geräten;
- inner- und zwischenbetriebliche Zusammenarbeit mit verstärkter Kommunikation über eine Vielzahl von Medien;

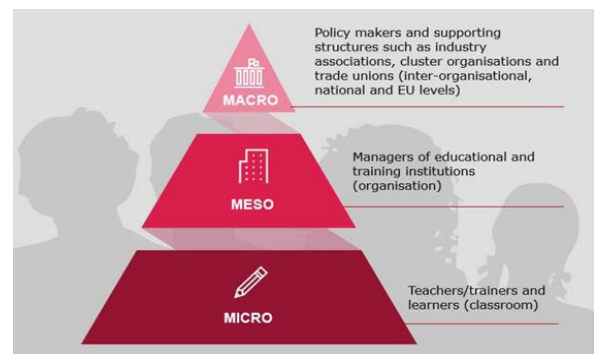


Abbildung 2. Organisationsebenen in der

¹ Der nächste Unterabschnitt beschreibt in sinnvoller Weise, was und wie Kompetenzen im EXAM 4.0-Modell und damit in diesem Dokument verstanden werden.

² Im Allgemeinen wird der neutrale Begriff "Arbeitnehmer" oder "Arbeitnehmer" verwendet, um alle Personen zusammenzufassen, die im Arbeitsbereich von AM beschäftigt sind oder sein werden.

³ Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in Abschnitt 3.1.2. Fachkräfte im verarbeitenden Gewerbe 4.0 der Europäischen Kommission (2020: 43-45).

- aktive Nutzung fortschrittlicher digitaler Technologien: kollaborative Robotik, Internet der Dinge, Analytik usw.;
- optimierte Mensch-Maschine-Schnittstellen, die es dem Arbeitnehmer ermöglichen, in kürzerer Zeit fundierte Entscheidungen zu treffen;
- verstärkte Zusammenarbeit mit Forschungszentren, Universitäten usw. angesichts des interdisziplinären Charakters der digitalen Produktion.

Zu den wichtigsten Schlüsselqualifikationen oder -kompetenzen gehören daher: Fähigkeiten zum Wissens- und Datenmanagement; multidisziplinäres Verständnis der Organisation, ihrer Prozesse und der verwendeten Technologien; Nutzung digitaler Geräte und Schnittstellen; IT-Sicherheit und Datenschutz; Methoden zur Entscheidungsfindung in Echtzeit. Zu den nichttechnischen Schlüsselkompetenzen für die Fabrik der Zukunft gehören Anpassungsfähigkeit/Flexibilität, Kommunikationsfähigkeit, Teamfähigkeit, Selbstmanagement und die Ausrichtung auf kontinuierliche Verbesserung und lebenslanges Lernen.

Für die Zwecke dieses Dokuments können wir aus dieser ersten Kategorie, dem Organisationsmodell, zwei Beobachtungen ableiten, die zwar nicht neu sind, aber deutlich verbessert werden.

Die erste Beobachtung ist, dass aus Sicht der Ausbildung eine kontextbezogene Neubetrachtung der Makro-, Meso- und Mikroebene notwendig ist, um die Entwicklung von Lehrplänen im Bereich AM zu lenken und/oder zu aktualisieren und sie mit den neuen Bedürfnissen in Einklang zu bringen. Auf der Makroebene obliegt es den nationalen und regionalen Verwaltungen, Wirtschaftsverbänden, interinstitutionellen Gremien usw., die Leitlinien festzulegen, die erforderlichen Ressourcen bereitzustellen, die Veränderungen zu überwachen und zu bewerten usw. Darüber hinaus müssen die Räumlichkeiten mit den entsprechenden Ressourcen und entsprechend ausgebildeten Lehrkräften bereitgestellt werden, um die Menschen auszubilden, die für die Industrie 4.0 (im Folgenden "I4.0") erforderlich sind bzw. sein werden.

Auf der Mesoebene sind es die Bildungsorganisationen, Schulverbände, Lehrergruppen usw., die Maßnahmen fördern und anregen müssen, und zwar sowohl in Bezug auf Einrichtungen und Räume als auch auf das klare Verständnis und die Beteiligung von Lehrern und Schülern an den neuen Wegen und Mitteln zur Entwicklung der in neuen AM-Umgebungen erforderlichen Kompetenzen. In dieser Hinsicht müssen die Bildungs- und Ausbildungseinrichtungen selbst einen Wandel vollziehen und eine umfassende Perspektive des Zentrums fördern, an der die verschiedenen Bereiche, Abteilungen usw. aktiv beteiligt sind, und zwar in ähnlicher Weise wie der Wandel, der sich in den AM-Unternehmen vollzieht.

Dementsprechend und in Übereinstimmung mit den beiden vorangegangenen Ebenen ist es Aufgabe von Lehrern, Studenten, Arbeitnehmern in der Ausbildung, Schulnetzwerken, Gewerkschaften, Lehrernetzwerken usw., die neuen Formen des Handelns, des Austauschs

und der Zusammenarbeit entsprechend den Erfordernissen der I4.0 zu entwickeln und in die Praxis umzusetzen. Wie Sie sehen, gibt es Organisationen wie Forschungszentren, Technologiezentren, Universitäten, Alumni-Gruppen usw., die sich je nach Bedarf und Dynamik auf einer oder mehreren der oben genannten Ebenen beteiligen können, um die entwickelten Aktionen zu erleichtern, zu verstärken und zu bewerten.

Konzeptuelles Modell und Referenzkompetenzen

Die Diskussion darüber, was unter Kompetenz zu verstehen ist, ist lang und möglicherweise endlos, da sie von zahlreichen Faktoren abhängt (Kontext, in dem sie zu finden ist - Arbeit, Bildung, sozio-pädagogisches Umfeld, Lerntheorien usw.). Daher werden wir von der Definition von Kompetenz ausgehen, die das Projekt von Bartram übernimmt, für den Kompetenzen als eine *Reihe von Verhaltensweisen* definiert werden, *die für die Erreichung der gewünschten Ergebnisse von Bedeutung sind* (Europäische Kommission, 2020: 24).

Das angenommene Modell basiert sowohl auf der Arbeit der Europäischen Kommission (2020) als auch auf dem Vorschlag von Prifti, Knigge, Kienegger und Krcmar (2017) - auch Prifti-Modell genannt. Bei der Identifizierung der für I4.0 erforderlichen Kompetenzen werden drei Berufsfelder einbezogen: die *Wirtschaftsinformatik, die Informatik und die Ingenieurwissenschaften*, wobei davon ausgegangen wird, dass die zukünftigen Arbeitsbedingungen eine Zunahme interdisziplinärer Ansätze sowie nicht-technischer Kompetenzen bzw. Soft Skills mit sich bringen werden. Auf dieser Grundlage umfasst das EXAM 4.0-Kompetenzmodell für Beschäftigte in der AM sechs Kompetenzkategorien, die sich auf Folgendes beziehen:

- *Technische Fragen*
- *Qualität, Risiko und Sicherheit*
- *Management und Unternehmertum*
- *Kommunikation*
- *Innovation*
- *Emotionale Intelligenz*

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die wichtigsten Bestandteile dieser Kategorien⁴.

⁴ Weitere Einzelheiten zu den Kompetenzen, die in jeder der oben genannten Kategorien enthalten sind, finden Sie im Kapitel EXAM 4.0 Kompetenzmodell (EXAM 4.0, 2020a: 33-34) oder ausführlicher in Abschnitt 3.1.1. Qualifikationsanforderungen für Hightech-Fachkräfte (Europäische Kommission (2020: 39-43).

1 <i>Technical</i> 	2 <i>Quality, risk & safety</i> 	3 <i>Management & entrepreneurship</i> 	4 <i>Communication</i> 	5 <i>Innovation</i> 	6 <i>Emotional intelligence</i> 
competences related to practical subjects based on scientific principles (e.g. characterisation, systems integration, mathematical modelling and simulation, top-down fabrication etc.)	competences related to quality, risk & safety aspects (e.g. quality management, computer-aided quality assurance, emergency management and response, industrial hygiene, risk assessment etc.)	competences related to management, administration, IP and finance (e.g. strategic analysis, marketing, project management, IP management, deal negotiation skills etc.)	competences related to interpersonal communication (e.g. verbal communication, written communication, presentation skills, public communication, virtual collaboration etc.)	competences related to design and creation of new things (e.g. integration skills, complex problem solving, creativity, systems thinking)	ability to operate with own and other people's emotions, and to use emotional information to guide thinking and behaviour (e.g. leadership, cooperation, multi-cultural orientation, stress-tolerance, self-control etc.).

Abbildung 3 Kategorien von AM-Kompetenzen Quelle: EXAM 4.0 (2020a: 31)

Die meisten der in den oben genannten Kategorien enthaltenen Kompetenzen sind für die drei Berufsbereiche relevant, in denen Industrie 4.0 speziell entwickelt wird, auch wenn einige von ihnen spezifischer für einen oder zwei dieser Bereiche sein können (dies gilt insbesondere für die Kompetenzen in der Kategorie der *technischen Kompetenzen*).

Das EXAM 4.0 Kompetenzmodell wiederum unterscheidet zwischen allgemeinen und spezifischen Kompetenzen (Abbildung 4). Allgemeine Kompetenzen beziehen sich auf jene Kompetenzen, die von allen Mitarbeitern, die in einem fortschrittlichen Fertigungsumfeld arbeiten, unabhängig von ihrem Tätigkeitsprofil, ihrem Fachgebiet oder ihrer Qualifikation benötigt werden.

Spezifische Kompetenzen werden in die Kategorie der *technischen Kompetenzen eingeordnet*, die sich auf bestimmte Berufsprofile oder Bereiche beziehen (Laborkenntnisse, Skalierbarkeit oder Lebenszyklusanalyse, computergestütztes Design usw.), oder in die Kategorie der *Management- und Unternehmerkompetenzen* (Verwaltung persönlicher oder finanzieller Ressourcen, Verhandlungsführung und IP-Management usw.). Auch wenn es in diesem Dokument nicht möglich ist, die in der AM geforderten technischen Kompetenzen zu ermitteln und einzugrenzen, so ist doch klar, dass sie je nach den verschiedenen Niveaus, in die die Arbeitnehmer gemäß dem Europäischen Qualifikationsrahmen eingestuft werden, unterschiedlich sein werden (daher werden sich die spezifischen Kompetenzen auf EQR3-Niveau von denen auf EQR4- oder EQR5-Niveau unterscheiden). Es ist auch klar, dass eindeutig spezifische Management- und unternehmerische Fähigkeiten (Personalmanagement, Ressourcenmanagement, Entwurf und Förderung von Innovationsprojekten usw.) normalerweise mit Arbeitsplätzen auf EQR-Niveau 6 (oder höher) ⁵verbunden sind, obwohl sie auch auf früheren Niveaus begonnen werden können.

⁵ Der Europäische Qualifikationsrahmen (EQR) ist im Anhang des Dokuments EXAM 4.0 (2020) zu finden.

	TECHNICAL	QUALITY, RISK & SAFETY	MANAGEMENT	COMMUNICATION	INNOVATION	EMOTIONAL INTELLIGENCE
GENERAL COMPETENCIES	Knowledge in STEM ICT skills Programming Coding Computer skills Design methodology Systems analysis Data management skills Ability to interact with human-machine interfaces Interdisciplinary understanding (processes/ technologies / organisations) Manufacturing skills Modelling & simulation	Quality management Health & security Industrial hygiene Equipment safety Emergency response & management Data security ethics	Strategic analysis Analytical thinking Technology strategy Marketing Customer orientation Project Management Time Management Teamwork & ability to work in interdisciplinary environments Change management Risk management Leadership	Interpersonal skills Verbal communication Written communication Presentation skills Public communication Virtual collaboration Ability to deal with conflicts	Integration skills Continuous experimentation Complex problem solving Creativity Abstraction ability Critical thinking Transfer skills Collaborative thinking	Flexibility & Adaptability Responsibility Stress tolerance Ability to thrive on failures Work-life balance Self-control & discipline Decision making Mindset towards lifelong learning & continuous improvement Self management & organisation Cooperation & collaboration skills Intercultural competencies Structured & systematic working approach
SPECIFIC COMPETENCIES	Life cycle analysis Scalability analysis Specific lab skills Computer aided manufacturing/ engineering		Management of Personal resources Management of financial resources IP management Deal negotiation skills			

Abbildung 4 Allgemeine und spezifische Kompetenzen im Bereich AM Quelle: [EXAM 4.0](#)

Angeichts des Umfangs der betroffenen Berufsfelder - Informationssysteme, Informatik und Ingenieurwesen - können wir davon ausgehen, dass sich Industrie 4.0 direkt auf die verschiedenen Zyklen (insbesondere die der mittleren und höheren Ebene) und Spezialisierungen der Familien auswirken wird: *Elektrik und Elektronik, mechanische Fertigung, Computer und Kommunikation sowie Installation und Wartung*. Die betreffenden Technologien werden auch eine Anwendung finden und sich mehr oder weniger stark auf die gesamte berufliche Bildung auswirken.

2. Definition/Schlüsselmerkmale von Collaborative Learning Factories

In Übereinstimmung mit der Arbeit von Abele et al. (2015) und der Europäischen Kommission (2020) besteht der grundlegendste Ansatz für das Konzept der Lernfabrik (im Folgenden "LF") darin, sie als ein Lernumfeld zu verstehen, das einem professionellen Umfeld sehr nahe kommt. Darüber hinaus soll das Adjektiv "kollaborativ" die Idee der kollaborativen Arbeit verstärken, da dies eine der wichtigsten Anforderungen an Arbeitnehmer in der heutigen komplexen Welt ist, wie die Europäische Kommission (2020: 42) betont:

"Die hochkomplexe multidisziplinäre Natur der Hightech-Bereiche erfordert intensive Teamarbeit und aktive Zusammenarbeit mehrerer Personen/Teams/Organisationen gleichzeitig [...] Die erforderlichen Kompetenzen können in unterschiedlichem Maße bei verschiedenen Personen vorhanden sein, die wiederum zusammenarbeiten und sich gegenseitig ergänzen müssen. Die High-Tech-Bereiche stützen sich daher in hohem Maße auf "intelligente" Kombinationen von Personen mit einer Vielzahl von Profilen".

In Bezug auf die beiden Begriffe, die den Ausdruck bilden, besteht ein allgemeiner Konsens über die folgenden Vorstellungen:

- In Lernfabriken geht es um die Umsetzung praktischer Lösungen für Herausforderungen, wobei theoretische Abstraktionen beiseite gelassen oder reduziert werden.
- Der Begriff "Lernen" schlägt den Aufbau eines erlebnispädagogischen Umfelds vor, in dem die anerkannte Wahrheit "learning by doing" gilt, um die beruflichen Fähigkeiten der Studenten zu entwickeln.
- Der Begriff "Fabriken" deutet darauf hin, dass die Arbeitsumgebungen an die Produktionsumgebungen angepasst werden sollten, um so realistisch wie möglich zu sein und den Einsatz der in der Industrie derzeit verwendeten Technologie zu berücksichtigen.

Aus der ursprünglichen Definition ergibt sich in der Praxis eine Vielzahl unterschiedlicher Auslegungen. Eine erste Annäherung an die Vielfalt der LF ergibt sich aus der Betrachtung verschiedener Aspekte mit ihren entsprechenden Merkmalen. Abbildung 5 beschreibt diese Aspekte (linke Seite) und zeigt eine Annäherung an LF im weiteren oder engeren Sinne (rechte Seite), basierend auf drei Variablen: Wertschöpfungskette, hergestelltes Produkt und Kommunikationskanal. Diese wiederum beruhen auf drei der oben

beschriebenen Merkmale: Szenario (real oder virtuell), Produkt (physisch oder Dienstleistung), Didaktik (vor Ort oder aus der Ferne).

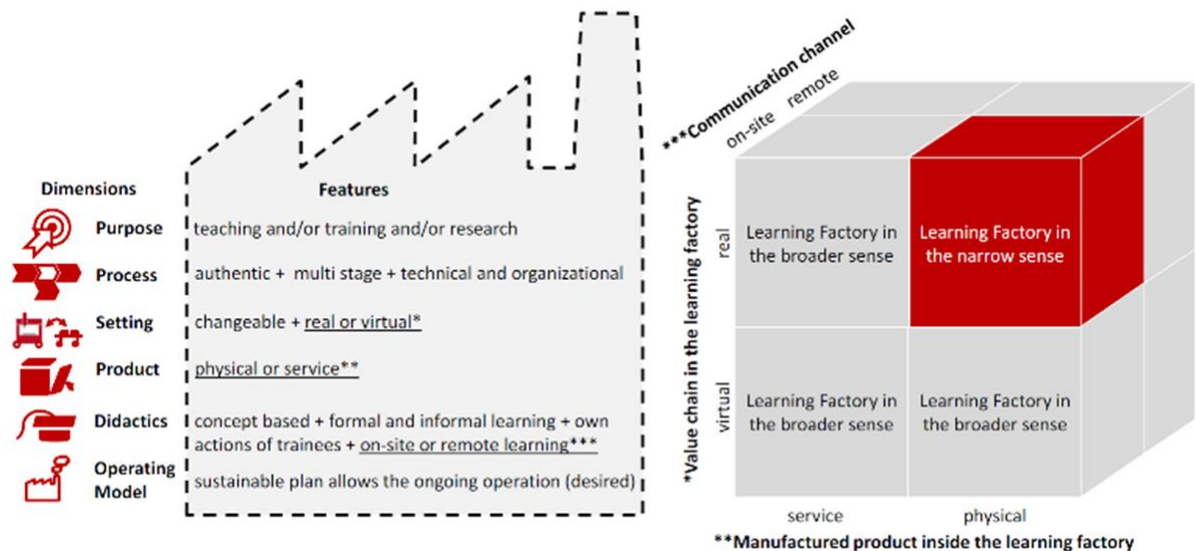


Abbildung 5. Hauptmerkmale und Varianten von Lernfabriken Quelle: Abele et al. (2015: Die strenge Auslegung des Konzepts der Lernfabriken versetzt uns in ein praktisches Umfeld, das sich auf die Herstellung eines physischen Produkts bezieht, das eine Wertschöpfungskette erzeugt und in dem die Interaktionen zwischen den Menschen in einer Umgebung vor Ort stattfinden.

Das Konzept der Industrie 4.0, das mit Produktionssystemen verbunden ist, bietet andere Entwicklungsbedingungen, die die Interpretation des Konzepts auf die Erzeugung von Dienstleistungen ausweiten, die virtuelle Wertschöpfungsketten hervorbringen können und bei denen Interaktionen aus der Ferne erfolgen können.

All diese Elemente wurden in Arbeitsgruppen entwickelt, und als Ergebnis wird eine Morphologie vorgeschlagen, die dynamisch ist und versucht, das vielfältige Spektrum der Lernfabriken, die entwickelt werden, aufzunehmen. Diese Morphologie wird auf der Grundlage von sieben strukturellen Dimensionen konfiguriert:

- Betriebsmodell

- Zweck und Ziele
- Prozess
- Einstellung
- Produkt
- Didaktik
- Metrik

From these, multiple variants can be developed, as shown in Figure 6

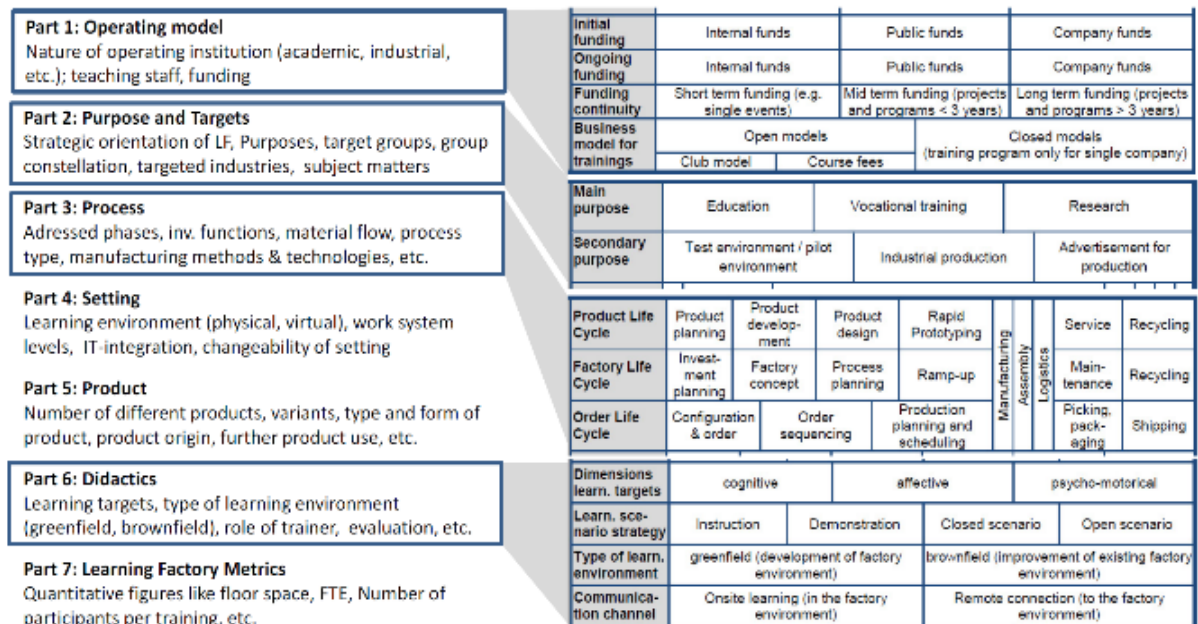


Abbildung 6 Varianten von Lernfabriken auf der Grundlage ihrer sieben Dimensionen Quelle: [Abele et al.](#)

Wie in der Abbildung zu sehen ist, gibt es jedoch eine Vielzahl von Optionen, und Abele et al. (2015) nennen sechs Typen, die am weitesten verbreitet sind:

- Lernende Fabrik I: Industrielles Anwendungsszenario.
- Lernfabrik II: akademisches Anwendungsszenario.
- Lernfabrik III: Szenario für Fernunterricht.
- Lernfabrik IV: Forschungsszenario zur Veränderbarkeit.
- Lernfabrik V: Anwendungsszenario für die Beratung.
- Lernfabrik VI: Demonstrationsszenario.

3. Lernmethodik

Das endgültige Ziel des EXAM 4.0 CLF ist es, Menschen in fortgeschrittener Fertigung auszubilden. Bis jetzt haben wir den technologischen und operativen Teil des CLF beschrieben und referenziert. Der gesamte Einsatz verfolgt ein didaktisches Ziel.

Wir haben parallel zu den Zielkompetenzen an der Analyse der im CLF benötigten Ausrüstung und Technologien gearbeitet. Wir haben die oben erwähnten technologischen und Kompetenzrahmen in WP2 aufgenommen, in denen die Art und Weise der Definition und Messung der Sammlung von Fähigkeiten und Attributen enthalten ist, die für die Durchführung spezifischer Aufgaben erforderlich sind, in vielen Fällen neue Aufgaben aufgrund der digitalen Transformation.

Mit dem CLF wollen wir ein Szenario schaffen, in dem die Lernenden diese vorher festgelegten Kompetenzen erwerben. Die Kompetenzen, an denen wir im Rahmen des CLF arbeiten wollen, legen daher die Umsetzung des CLF fest

Wenn wir von CLF-Didaktisierung sprechen, beziehen wir uns auf die Anpassung von technologischen Inhalten und Lernmethoden, um sicherzustellen, dass bestimmte Schüler vordefinierte Fähigkeiten erreichen.

Die Komplexität des CLF-Modells liegt unter anderem darin begründet, dass wir gemeinsam an den Kompetenzen von Schülern mit unterschiedlichen Bildungssystemen arbeiten. Es ist zu bedenken, dass das CLF aus Ausbildungszentren in vier Ländern besteht. Daher müssen wir den didaktischen Charakter der CLFs auf mindestens zwei Ebenen bearbeiten:

- Die regionale Ebene, auf der jedes Ausbildungszentrum die neuen Merkmale der CLFs an die Programme, Lehrpläne und Kompetenzen in ihren Bildungssystemen anpasst.
- Auf der Ebene des Konsortiums, wo es notwendig ist, einen Konsens über die Kompetenzen zu erzielen, die im Rahmen des CLF gemeinsam bearbeitet werden sollen, damit alle beteiligten Akteure sie in ihre jeweiligen nationalen Systeme integrieren können.

Die Didaktisierung des CLF umfasst für beide Stufen die Erstellung didaktischer Lösungen, in denen wir an den vordefinierten Kompetenzen für fortgeschrittene Fertigung arbeiten. Diese didaktischen Lösungen umfassen Aspekte wie:

- Erstellung von spezifischen Inhalten
- Modularisierung der Inhalte, um Flexibilität zu erreichen
- Vermittlungsmechanismen/Lernmethoden je nach Inhalt und Zielgruppe: z.B. aktive Methoden, Gamification, Mikro-Lernen, mobiles Lernen, digitale Zwillinge für die Ausbildung, pbl, cbl...
- Arbeitsmethoden für gemeinsame Aufgaben unter internationalen Studenten
- Auf bestimmte Berufe ausgerichtete Lernpfade

- Aktualisierung von Lehrplänen und Ausbildungsprogrammen
- Einrichtung neuer Kurse
- Bewertungssysteme
- Akkreditierungs- und Microcredentialing-Systeme

In der EXAM4.0-Pilotphase haben wir uns darauf konzentriert, die Auswirkungen der CLFs auf regionaler Ebene zu evaluieren. Das heißt, die Auswirkungen der Umsetzung eines CLF auf die didaktischen Aspekte der betreffenden Ausbildungsprogramme zu bewerten.

Rahmen für die Lehrplanentwicklung

Obwohl das Projekt EXAM 4.0 verschiedene Ausbildungsaspekte anspricht, die für die Entwicklung der erforderlichen Kompetenzen zu berücksichtigen sind⁶, erlaubt uns der Vorschlag der Europäischen Kommission (2020), die Leitlinien für die Entwicklung von Lehrplänen für die Ausbildung im Kontext von Industrie 4.0 zu definieren, eine breitere Sichtweise, in die wir wiederum die Vorschläge des Projekts EXAM 4.0 integrieren können.

Abbildung 7 fasst die verschiedenen Elemente zusammen, die die Gestaltung relevanter Lehrpläne für das Lernen der Menschen während ihres gesamten Berufslebens ermöglichen. Die acht vorgestellten Elemente sollten als miteinander verbunden und zusammenhängend für die Ausbildung im I4.0-Ökosystem verstanden werden. Diese Elemente sind:

- (1) Strategie;
- (2) Zusammenarbeit;
- (3) Inhalt;
- (4) Lernumgebung;
- (5) Liefermechanismen;
- (6) Bewertung;
- (7) Anerkennungen
- (8) Qualität

⁶ Siehe das Kapitel Neue Fertigkeiten vermitteln und Fertigkeiten auf neue Weise vermitteln (EXAM 4.0, 2020a: 31-32).



Abbildung 7 Rahmen für die Lehrplanentwicklung Quelle: [Europäische Kommission \(2020\)](#):

Die von den Sachverständigengruppen durchgeführte Analyse konzentriert sich vor allem auf die ersten vier Elemente, während auf die anderen vier allgemein Bezug genommen wird. Kurz gesagt, können wir sie wie folgt beschreiben:

- Strategie

Die Strategie ermöglicht es, die Zukunft gezielt und proaktiv anzugehen. Die wichtigsten Punkte, die in diesem Abschnitt zu berücksichtigen sind, sind die folgenden:

- Vorbereitung der Schüler auf lebenslanges Lernen;
- Bieten Sie eine auf den Arbeitsmarkt ausgerichtete "ganzheitliche Bildung" an;
- Berücksichtigung nicht nur der Bedürfnisse des Marktes/der Wirtschaft, sondern auch der sozialen Bedürfnisse und der persönlichen Bedürfnisse der Studenten;
- Übergang vom Wissen zu den Kompetenzen, die die Schüler für ihre persönliche Entwicklung und für die Beschäftigung und Eingliederung in eine Wissensgesellschaft erwerben sollten;
- Entwicklung einer gewissen Orientierung auf Wachstum, Innovation, Ethik und Sicherheit;
- Angebot von relevantem personalisiertem und personalisiertem Lernen;
- Sehen Sie die Studierenden als Akteure des Wandels und beziehen Sie sie aktiv in die Entwicklung und Umsetzung des Lehrplans ein.

- Zusammenarbeit

Der Übergang zu einem Paradigma des lebenslangen Lernens erfordert eine Ausweitung der Formen der Zusammenarbeit, um neue Möglichkeiten der Praxis und des Experimentierens zu gewährleisten. Die wichtigsten Punkte, die in diesem Abschnitt zu berücksichtigen sind, sind die folgenden:

- Weitere Verstärkung der Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Industrie;
- Anerkennung der Rolle der Unternehmen (Ausbildung, Forschung, Arbeitgeber) und Gewährleistung ihrer Beteiligung an den Lernerfahrungen der Studierenden;
- Schaffung von mehr Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch mit anderen Bildungseinrichtungen;
- Erleichterung des Peer-to-Peer-Lernens;
- Schaffung effektiver Lernökosysteme unter Einbeziehung aller Beteiligten;
- Übergang von der Mensch-Maschine-Interaktion zur Mensch-Maschine-Zusammenarbeit als einer sich entwickelnden Form der Zusammenarbeit.

▪ Inhalt

Dieses Element umfasst die spezifischen Inhalte, die für die Entwicklung von I4.0 erforderlich sind, die sich nach heutigem Stand um die in Abbildung 8 dargestellten Prozesse und Technologien gruppiert. Die wichtigsten Punkte, die in diesem Abschnitt zu berücksichtigen sind, sind die folgenden:

- Verbesserung der technischen Komponenten des Lehrplans zur Anpassung an neue Erkenntnisse und Bedürfnisse;
- Einbeziehung nichttechnischer Disziplinen in den Lehrplan, um transversale Kompetenzen und eine Denkweise zu entwickeln, die über technisches Fachwissen hinausgeht;
- Besonderes Augenmerk auf Fragen der Ethik, der sozialen Eingliederung, der Vielfalt und der Nachhaltigkeit legen (z. B. durch Einbeziehung der nachhaltigen Entwicklung);
- Bieten Sie eine ganzheitliche Sicht auf den Lebenszyklus von Produkten und Systemen;
- Studenten und Arbeitnehmern beibringen, wie sie sich Wissen aus dem wachsenden "Meer" von Daten aneignen können;
- Studenten und Arbeitnehmern das Bewusstsein für ihre Gesundheit, Sicherheit und Ergonomie am Arbeitsplatz vermitteln.

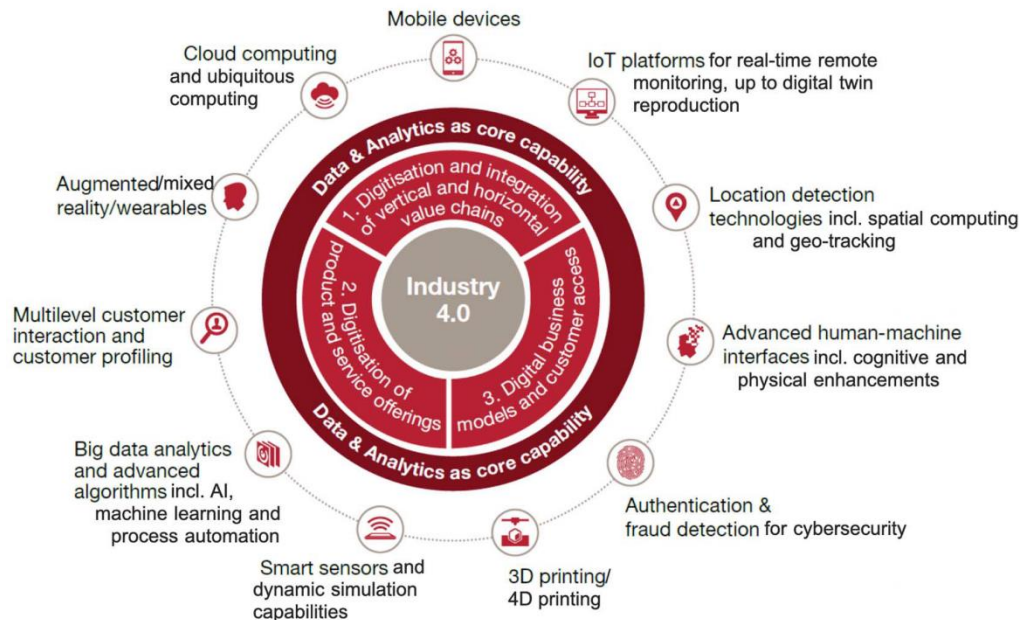


Abbildung 8 Technologien und Prozesse für Industrie 4.0 Quelle:
[Europäische Kommission \(2020: 13\)](#)

▪ Lernumgebungen

Die Lernumgebung - physisch, virtuell oder hybrid - kann auf viele verschiedene Arten organisiert werden und sollte mit der Lernstrategie und den zu erreichenden Lernergebnissen abgestimmt werden. Die wichtigsten Punkte, die in diesem Abschnitt zu berücksichtigen sind, sind die folgenden:

- Verbesserung der technischen Komponenten des Lehrplans zur Anpassung an neue Erkenntnisse und Bedürfnisse;
- Anwendung des problemorientierten Lernens, bei dem die Schüler an realen Problemen arbeiten;
- Schaffen Sie ein Lernumfeld, das die Kreativität, die Entwicklung eigener Meinungen und unterschiedlicher Interpretationen fördert;
- Schaffen Sie eine Kultur, die mögliche Misserfolge akzeptiert und die Fähigkeit entwickelt, diese Misserfolge in wertvolle Lernerfahrungen zu verwandeln;
- Schaffung von Lernumgebungen, die Erfahrungen bieten, die für die realen Arbeitsbedingungen relevant sind;
- Förderung des kooperativen Lernens durch Bereitstellung geeigneter physischer Räume und virtueller Plattformen für verschiedene Formen der Zusammenarbeit, einschließlich der Zusammenarbeit mit Gleichaltrigen, Industriepartnern, der Gemeinschaft usw.
- Stimulierung des technologiegestützten Lernens durch Förderung des Einsatzes von Software und Technologieanwendungen für das Lernen.

▪ Verbleibende Elemente des Rahmens

Die verbleibenden Elemente des Rahmens umfassen Durchführungsmechanismen, Bewertung, Anerkennung und Qualität. Die Durchführungsmechanismen beziehen sich auf die Mittel, mit denen die Lernenden die Bildung/Ausbildung erfahren und Zugang zu ihr erhalten, und umfassen Präsenzveranstaltungen, virtuelle und gemischte Aktivitäten. Die Analyse umfasst auch die Untersuchung der relevanten Formen der Bewertung und Anerkennung. Schließlich geht es auch um die Analyse der Faktoren, die die Qualität der allgemeinen und beruflichen Bildung bestimmen⁷.

Vor- und Nachteile des CLF als Bildungsmethode

Aus den Erfahrungen des Projekts EXAM 4.0 lassen sich die Vor- und Nachteile dieses Vorschlags ableiten:

Vorteile von Lernfabriken als Bildungsmethode:

- Es handelt sich um eine endgültige Methode für die Vermittlung von I4.0-Technologien.
- Lernfabriken nutzen realistische Situationen.
- Zu den Lernfabriken gehört auch Learning by doing.
- Wird eine virtuelle Lernfabrik geschaffen, lassen sich auch größere Fabrikstrukturen abbilden.
- Die meisten Lernfabriken produzieren Produkte, weil sie eine reale Wertschöpfungskette simulieren, die zu Einnahmen aus dem Verkauf dieser Produkte führen könnte.
- Es ist möglich, Klassen zusammenzulegen, da eine Lernfabrik eine echte Produktionsumgebung nachbildet. Auf diese Weise können die Klassen mit unterschiedlichen Aufgaben arbeiten, aber auf dasselbe Produktionsziel hinarbeiten.
- Die gleichen Qualitätsanforderungen wie in der realen Produktion.

Nachteile der Lernfabriken als Bildungsmethode

- Eine Lernfabrik simuliert die reale industrielle Produktion; die Industrie entwickelt sich in hohem Tempo, so dass Lernfabriken schnell veraltet sein werden. Es ist harte Arbeit, eine Lernfabrik zu unterhalten.
- Es ist schwierig und zeitaufwändig, ganze Fabriken oder Netzwerke abzubilden, um eine Lernfabrik zu schaffen.
- In den Lernfabriken mangelt es an Mobilität, da die Produktion von bestimmten Maschinen abhängig ist.

⁷ Weitere Informationen zu diesen Aspekten sind in Abschnitt 5.7 zu finden. Verbleibende Elemente des Rahmens der Europäischen Kommission (2020: 138-144).

4. Beispiele für CLF's der Industrie 4.0

In diesem Kapitel werden die folgenden Labore als Teil der Collaborative Learning Factories beschrieben, die am Exam4.0-Pilotprojekt beteiligt sind.

- Zerspanungslabor - Curt Nicolin Gymnasiet
- Zerspanungslabor - Miguel Altuna
- Smart Lab - Da Vinci Hochschule

Zerspanungslabor - Curt Nicolin Gymnasiet



Das Machining Lab ist eine große Einrichtung, die in verschiedene Unterabteilungen unterteilt ist. Das Labor umfasst Technologien wie additive Fertigung, Robotik, CNC-Maschinen, M2M und AR-Technologien, die zur Verbesserung der Ausbildung eingesetzt werden. Das Labor hat auch einen Unterbereich mit traditionelleren Fertigungsmethoden, wie z. B. Schweißen. Die verschiedenen Technologien werden in unterschiedlichen Bildungsprogrammen eingesetzt, manchmal werden sie aber auch in Kooperationsprojekte integriert, die alle Technologien umfassen. Die Schüler entwickeln Fachkenntnisse in den Technologien, die mit ihrem Studiengang in Zusammenhang stehen, aber auch Grundkenntnisse in den anderen Technologien.

EQR 4: Service- und Wartungstechnik", "Produkte und Maschinen", "Schweißtechnik",
"Elektrizität und Energieprogramm" und "Technische Produktion".
EQR 5: "TE4 Technische Produktion" und "TE4 Design und Produktentwicklung".

Voraussetzungen: keine, wenn Student der Pädagogik

Sprache: Schwedisch
Mitglieder: Schüler der Schule und Erwachsene in Ausbildung

Nach dem Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) beziehen sich die Lernergebnisse der Kompetenzstufe 4 auf eine Vielzahl kognitiver und praktischer Fähigkeiten, die zur Lösung spezifischer Probleme in dem jeweiligen Arbeits- oder Studienbereich erforderlich sind.

Die Lernergebnisse der Kompetenzstufe 5 beziehen sich auf umfassende kognitive und praktische Fähigkeiten, die erforderlich sind, um kreative Lösungen für abstrakte Probleme zu entwickeln.

Funktionale/(technische)
Fähigkeiten:
Vernetztes
Denken
IT-Wissen
Projektleitung
Qualitätsmanagement
Arbeitshygiene

Methodische
Fähigkeiten:
Analytisches
Denken
Strategisches
Denken
Kollaboratives
Denken
Präsentationsfähigkeiten

Soziale
Kompetenzen:
Kommunikationsfähigkeit
Fähigkeit,
kritisch zu sein
Fähigkeit zur
Konfliktbewältigung
Leiterschaft

Persönliche
Fähigkeiten:
Innovation
Kreativität
Flexibilität
Selbstorganisation
Bestimmung

Methodik der LAB:

Zu Beginn eines jeden Studiengangs werden die Lehrkräfte durch angeleitete Übungen unterrichten. Später, wenn die Studenten ein Grundwissen erworben haben, dient das Labor als Lernumgebung für verschiedene Projekte. Z.B. Produktionsprojekte mit Prototypen, Programmierung von Robotern und vieles mehr. Automatisierung des 3D-Drucks durch einen kollaborativen Roboter und M2M.

Ein Lehrer betreut eine Gruppe von maximal 15 Studenten. Einige Studiengänge haben bis zu 30 Studenten, die gleichzeitig im Labor arbeiten, aber dann sind 3 Lehrer für diese Klasse zuständig.

Dauer:

Das hängt vom Studiengang ab und davon, in welchem Zeitraum der Kurs stattfindet. In den meisten Studiengängen findet wöchentlich Unterricht im Labor statt, und in diesen Wochen verbringen die Studierenden den größten Teil ihrer Tage im Labor.

Gültigkeit: Die Gültigkeit wird durch die Zusammenarbeit und Interaktion mit der Wirtschaft und unseren Partnerunternehmen gewährleistet. Einerseits führen wir Aufträge mit und für die Wirtschaft durch, die mit Advanced Manufacturing zu tun haben, und wir haben gute Verbindungen zu den Unternehmen durch Praktika. Unsere Studierenden absolvieren Praktika bei den Partnerunternehmen, aber auch 1-2 Wochen im Ausland.

Kontaktperson: Erik Fagerberg,
Projektleiter
erik.fagerberg@cng.se

Das Bearbeitungslabor von Miguel Altuna



Das Bearbeitungslabor von Miguel Altuna ist ein 2000 m² großes Labor, in dem 165 Studenten gleichzeitig arbeiten können, und es wurde 2019 eröffnet. Das allgemeine Ziel ist es, die Herstellung durch Bearbeitung und Montage von Investitionsgütern zu planen, zu terminieren und zu kontrollieren, basierend auf der Dokumentation des Prozesses und der Spezifikationen der herzustellenden Produkte, um die Qualität des Managements und der Produkte zu gewährleisten sowie die Systeme zur Vermeidung von Arbeitsrisiken und Umweltschutz zu überwachen. All dies unter Einbeziehung von Digitalisierungskompetenzen und Industrie 4.0-Methoden, die sich noch deutlicher an den Anforderungen der Industrie orientieren.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist der Raum in 8 verschiedene Zellen unterteilt, die sich aus 86 verschiedenen Maschinen zusammensetzen. Die Zellen, die wir finden können, sind: CNC, Drehen, Fräsen, END, Schleifen, Metallumformung, mechanische Montage und elektrische Montage.

Ausbildungskurse, Dauer und Niveau Mechanische Fertigung: Jahr 1,2 EQF 5 Industrie-Mechatronik: Jahr 1,2 EQF 5 Konstruktion in der mechanischen Fertigung: Jahr 1, 2 EQF 5 Zerspanung: Jahr 1, 2 EQF 4 Smart Manufacturing Especialization Kurs EQF 5+ Entwurf und Herstellung von Kaltschmiedeverfahren: Jahr 1 EQF 5+ Weiterbildungsprogramme für Mitarbeiter. Es steht ein Katalog mit 25 verschiedenen Kursen zur Verfügung. Die Kurse können für bestimmte Unternehmen maßgeschneidert werden. In der Regel ohne Voraussetzungen Ausbildungskurse für Arbeitslose: 10 Kurse pro Jahr für gering qualifizierte Personen. Keine Voraussetzungen				
Voraussetzungen: Abhängig von den Programmen. Voraussetzungen variieren von EQF4/5/5+				
Sprache: Baskisch und Spanisch. Einige Themen auf Englisch Mitglieder: Studenten der Hochschule und assoziierte KMUs				
Gemäß den Lernergebnissen der Stufen 4 und 5 des Europäischen Qualifikationsrahmens (EQR) beziehen sich die Fertigkeiten auf mittlere und hohe Fertigkeiten, die ein mittleres bis hohes Wissen über das Konzept der Innovation zeigen und zur Lösung von mittleren bis hohen Problemen in einem spezialisierten Arbeits- oder Studienbereich erforderlich sind.				
Funktionelle/technische Fähigkeiten: Kenntnis der Materialien Kenntnis der mechanischen Prozesse Kenntnisse über Maschinen Kenntnisse über die Digitalisierung		Methodische Fähigkeiten: Einzelne Werke In Projektteams zusammenarbeiten Herausforderungen in einem Projekt bewältigen Befolgen Sie die richtigen Schritte in einem Projekt		Soziale Kompetenzen: Einstellung und Verhalten mit anderen zusammenarbeiten
				Persönliche Fähigkeiten: neugierig kreativ Implikation Autonomie Kommunikation

Methodik des LAB:

Die Arbeitsmethode im Labor besteht zu Beginn (Jahr 1) aus angeleiteten Übungen, die hauptsächlich aus Lehrmaterial/Projekten und Übungen bestehen. In der Mitte des 1. und 2. Jahres wird das Labor hauptsächlich als Raum für die Lösung von Herausforderungen während der Projekte genutzt.

Bei der projektbasierten Methodik werden verschiedene Teile unterschiedlicher Baugruppen gefertigt und montiert. Diese Arbeiten werden in der Regel in Gruppen durchgeführt.

Ein Lehrer beaufsichtigt eine Gruppe von maximal 24 Schülern. Bei mehr als 12 Schülern wird der Hauptlehrer in der Regel für einige Stunden von einem anderen Lehrer unterstützt.

Dauer:

EQF4: 1 Jahr 33 Wochen, 12 Stunden pro Woche und 2 Jahre 22 Wochen, 12 Stunden pro Woche

EQF5: 1 Jahr 33 Wochen, 6 Stunden pro Woche und 2 Jahre 22 Wochen, 6 Stunden pro Woche

Das Labor wird auch für Innovationsprojekte (angewandte Forschung, Dienstleistungen für die Industrie, gemeinsame Projekte mit anderen Berufsbildungszentren usw.) während des Schuljahres genutzt

: Von September bis Juni für den Hauptkurs. Projekte auf Anfrage

Gültigkeit (für wen das Labor gültig ist):

wird durch die Zusammenarbeit und Interaktion mit der Wirtschaft gewährleistet. Zum einen führen wir Aufträge mit und für die Wirtschaft durch, zum anderen haben wir eine Verbindung im Bereich der Praktika. Nicht nur unsere Schüler machen Praktika in den Unternehmen, sondern auch unsere Lehrer.

Konsequente Laborkurse:

Geführter Unterricht und Praxis zur Herstellung für die Industrie

Kontaktperson:

Liher Errasti Gonzalez

von Miguel Altuna

lerrasti@maltuna.eus

Smart Lab Da Vinci Hochschule



Im Smart Lab können die Studierenden an neuen Entwicklungen und Prototypen arbeiten. Dies geschieht mit Hilfe von Mikrocontrollern wie Arduino, ESP 32, aber auch mit Sensoren und Aktoren. Durch die Aufgaben, die sie lösen, lernen sie die Grundlagen der Programmierung. Sie lernen auch etwas über Hardware und wie Elektronik funktioniert. All diese Elemente sind für den Techniker des 21. Jahrhunderts wichtig.

3D-Druck und Laserschneiden sind gleich um die Ecke verfügbar, so dass vielversprechende Prototypen tatsächlich in Angriff genommen werden können.

Auch Raspberry Pi's und Hausautomatisierung spielen eine wichtige Rolle. Das Smart Lab ist die Spinne im Netz einer Reihe von anderen Laboren in unserem DZHF. Hier kommen alle Disziplinen zusammen.

Intelligente Technologie: Jahr 1, 2, 3
Mechatronik: Jahr 1,2
Informatik: Jahr 1

Voraussetzungen: keine, wenn Student der Pädagogik

Sprache: Niederländisch und Englisch
Mitglieder: Studenten der Hochschule

Gemäß den Lernergebnissen der Stufen 3 und 4 des Europäischen Qualifikationsrahmens (EQR) beziehen sich die Fertigkeiten auf grundlegende und mittlere Fertigkeiten, die ein grundlegendes bis mittleres Wissen über das Konzept der Innovation vermitteln und zur Lösung grundlegender bis mittlerer Probleme in einem spezialisierten Arbeits- oder Studienbereich erforderlich sind.

Funktionale/(technische)
Fähigkeiten:
Kenntnis der
Materialien
Kenntnisse der
Elektronik
Kenntnisse über
Sensoren und
Aktoren

Methodische
Fähigkeiten:
In Projektteams
zusammenarbeiten
Befolgen Sie die
richtigen Schritte
in einem Projekt

Soziale
Kompetenzen:
Einstellung und
Verhalten
mit anderen
zusammenarbeiten

Persönliche
Fähigkeiten:
neugierig
kreativ
aufgeschlossen

Methodik der LAB:

Arbeitsmethode im Labor: angeleitete Übungen zu Beginn (Jahr 1). In diesem Fall werden hauptsächlich Lehrmaterial/Projekte und Übungen mit Arduinos verwendet. In den höheren Klassenstufen wird das Labor hauptsächlich als Projektraum für die Erstellung von Prototypen während der Projekte genutzt.

Ein Lehrer beaufsichtigt eine Gruppe von maximal 24 Schülern.

Dauer: 20 Wochen, 3 Stunden pro Woche

Das Labor wird auch für Projekte während des Schuljahres genutzt. Nächste

Termine: September und Februar für den Hauptkurs. Projekte auf Anfrage

Validität: Die Validität wird durch die Zusammenarbeit und Interaktion mit der Wirtschaft gewährleistet. Einerseits führen wir Aufträge mit und für die Wirtschaft durch, die mit Smart Technology zu tun haben, andererseits gibt es die Verbindung, die wir im Bereich der Praktika haben. Sowohl unsere Studenten machen Praktika in den Unternehmen, als auch unsere Lehrer.

Konsequente Laborkurse:

Geleitete Lektionen und Praxis zum Entwerfen und Prototyping für die Industrie
Ausbildung in intelligenter Technologie der Stufen 5 und 6

Kontaktperson: MichelPipping, Leiter der
Ingenieurausbildung des Da Vinci College
mpipping@davinci.nl

5. Pilotausführung

5.1 Ziel und Ansatz des Pilotprojekts

Das Ziel des Pilotprojekts war es, gemeinsam ein Roboterauto zu bauen. Auf diese Weise konnten wir Erfahrungen mit dem Entwurf, dem Bau und der Montage eines kompletten Produkts sammeln, wobei die verschiedenen Teile von verschiedenen Partnern entwickelt oder hergestellt wurden.

Die Erwartung vor dem Pilotprojekt war, dass dieses einfache Produkt leicht hergestellt werden kann. Aber es war wichtig, die zu verwendenden (Computer-)Systeme, Geräte und Materialien richtig zu koordinieren.

Die EXAM 4.0-Partner haben die Labore der einzelnen Zentren zu einer kollaborativen Lernfabrik zusammengefasst. Diese Lernfabrik soll für drei Hauptzwecke genutzt werden.

1. Bereitstellung einer Industrie 4.0-Lernumgebung, die von künftigen Partnern der Plattform genutzt werden kann.
2. Erprobung der Einführung von Schlüsseltechnologien für die fortgeschrittene Fertigung.
3. Veranschaulichung des Konzepts des CLF durch die Herstellung des EXAM-Roboters.

Jedes Zentrum implementierte eine bestimmte Anzahl von Technologien in seinem Labor, um sicherzustellen, dass alle relevanten Technologien abgedeckt waren. Alle Zentren trugen auch zur Produktion des EXAM-Roboters bei, der in der CLF entwickelt wurde. Die Partner verfolgten einen kollaborativen Ansatz, indem sie die Labore der verschiedenen Zentren in einer Collaborative Learning Factory zusammenführten. Mit Hilfe der implementierten Technologien trug jeder Partner mit seinem Kerngeschäft zur CLF und zur Produktion des Roboters bei, unterstützte aber auch die anderen Aktivitäten in der Produktionskette. Der CLF-Ansatz gewährleistet einen qualitativ hochwertigen Daten- und Informationsaustausch zwischen den Partnern und macht das Projekt zu einer hochwertigen Bildungsumgebung.

Produktdesign

In der ersten Sitzung wurde die Entwicklung und Herstellung eines Produkts erörtert und der Prozess besprochen. Die Idee war die Entwicklung eines Roboters/Autos, wobei der Prozess alle Elemente einer Produktion wie Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktmontage, PLM und IT umfassen sollte. Um die Möglichkeit zu haben, den Prozess zu erfüllen, ist es notwendig, Schlüsseltechnologien in den LABs zu implementieren, die für die CLF verwendet werden, und auch eine außergewöhnliche Kommunikation sicherzustellen.

Eine ausführliche Beschreibung der Durchführung des Pilotprojekts ist im Bericht 5.4 zu finden.

5.2 Auswirkungen auf die Kompetenzen

Die kollaborativen Lernfabriken sind eindeutige Beispiele für eine Annäherung an die komplexe Realität, die Industrie 4.0 mit sich bringt, sowohl in ihrer Organisation (auf der Ebene des Zentrums, des Lehrpersonals, der Fachrichtungen, der Gruppen von Studierenden usw.) als auch in den methodischen Aspekten, die in ihnen entwickelt werden. Sie zielen auf einen realen, in den Kontext eingebetteten Ansatz für Probleme und Fragen ab, die sich in der täglichen Realität der Arbeitswelt stellen.

Daher ermöglicht der Ansatz der Lernfabriken durch die Analyse und Reflexion von Ausbildungspraktiken die Umsetzung von Projekten, Herausforderungen, problematischen Situationen usw., die von den Schülern einer Gruppe oder Klasse, von verschiedenen Fachrichtungen oder sogar von verschiedenen Ausbildungszentren gemeinsam gelöst werden müssen.

Das Ziel des Exam4.0-Pilotprojekts der Collaborative Learning Factories war es, zu zeigen, wie diese Umgebungen ein sinnvoller Ort für Studenten sein können, um die für Industrie 4.0 erforderlichen Fähigkeiten zu entwickeln. Obwohl das Projektteam einen guten Plan für die Vorgehensweise und hochmoderne Einrichtungen zur Verfügung hatte, konnten wir diese aufgrund von Covid nicht so nutzen, wie es geplant war.

Das Projektteam war in der Lage, den gesamten Prozess vom Entwurf über die Produktion bis hin zum Zusammenbau des Roboters abzuschließen, allerdings mit sehr geringer Beteiligung der Schüler. Daher war es nicht möglich, die Auswirkungen der Fähigkeiten in größerem Umfang zu beweisen. Die beteiligten Schülerinnen und Schüler äußerten sich positiv über das Projekt und ihre Aufgaben und wir glauben, dass sie einige relevante Fähigkeiten erlernt haben. Außerdem gab es keine Zusammenarbeit zwischen Schülern aus verschiedenen Ländern.