

## Advanced Manufacturing Labs running



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.



- **Inhaltsverzeichnis**

Abstrakt	4
1. Einführung	4
a. Kollaborative Lernfabrik als gemeinschaftliches Element	5
2. Beschreibung des Pilotierungsprozesses	6
3. Pilotierte Industrie 4.0-Technologien	10
4. I4.0-Technologie Nr1. Industrial Internet of Things (IIoT), Tknika, Industrie 4.0 Factory-Lab	10
a. Definition und Anwendung von IIoT in der Industrie	10
b. IIoT in HVET/VET-Labors	12
i. Integration vonIIoT in Tknikas LAB	12
c. Rolle des IIoT in der EXAM4.0 CLF	14
d. Vorteile der Verwendung von IIoT im CLF . von EXAM4.0	15
e. Mit IIoT . adressierte Kompetenzen	16
5. I4.0-Technik Nr.2: Datenanalyse – Da Vinci College - Nachhaltigkeitsfabrik	18
Definition und Anwendung von Data Analytics in der Industrie	18
6. I4.0-Technologie Nr. 3: Virtual Reality Lab– Tknika & Curt Nicolin Gymnasiet –AR/VR Lab 24	
7. I4.0-Technik Nr. 4.: Reverse Engineering- Tknika -Tknikas Labor	34
8. I4.0-Technik Nr. 5.: Cybersicherheit-Tknika	40
9. I4.0-Technologie Nr. 6.: Digitale Zwillinge - Tknikas Labor	46
10. I4.0-Technologie Nr. 7.: Maschine zu Maschine (M2M) - Miguel Altuna - AM Lab	52
11. I4.0-Technik Nr. 8.: RFID- Miguel ALTuna -AM Lab	58
12. I4.0-Technik Nr. 9.: Robotik - Miguel Altuna -AM Lab	66
13. I4.0-Technologie Nr. 10.: Additive Fertigung - Curt Nicolin Gymnasiet & Tknika -Additive Manufacturing Lab	76
14. I4.0-Technologie Nr. 11.: Virtuelle Desktops – Miguel Altuna - AM Lab	83
15. I4.0-Technologie Nr. 12.: Digitaler Arbeitsplatz- Miguel Altuna -AM Lab	88
16. I4.0-Technik Nr. 13.: PLM, Ibermatica	97
17. I4.0-Technologie Nr. 14 ERP- Bidasoa -AM Lab	119
18. I4.0-Technik Nr. 15.: MES -IMH -AM Lab	125
19. Verweise	131
20. Liste der Bilder	131



HAFTUNGSAUSSCHLUSS: Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Diese Veröffentlichung gibt nur die Ansichten des Autors wieder, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.





## Abstrakt

Spezifisches WP5.3-Ergebnis:

Ein Vorschlag für ein VET Center 4.0 AM Workshop /LAB Model:

- Konzeptionelle Gestaltung: Elemente und Beziehungen zwischen ihnen.
- Die unterstützende Struktur des Dienstes: Koordination, Zeitplanung, Finanzierung, Indikatoren, erwartete Ergebnisse.
- Vorteile des Ansatzes.
- Ziele der Initiative und erwartete Ergebnisse.

**LTR5:** AM-Workshop 4.0 (= **Exam4.0 Collaborative Learning Factory**) als Erfolgsszenario für kompetente und engagierte Lehrkräfte zum Transfer von fachlichen und fachübergreifenden Kompetenzen in den AM-Bereich.

Die Merkmale des AM-Workshop-4.0-Frameworks werden in Berufsbildungszentren implementiert, in denen Lehrkräfte neben ihrer Beteiligung am Lernprozess auch Dienstleistungen für AM-Branchen erbringen.

### 1. Einführung

EXAM4.0, die Plattform für Excellence-Zentren für Advanced Manufacturing, hat einen Ansatz zur Einrichtung von Advanced Manufacturing Labs in HVET/VET-Zentren definiert.

Die Definition eines europaweiten Modells für eine fortschrittliche Fertigungswerkstatt ist angesichts der Vielfalt der Berufsbildungssysteme in der Europäischen Gemeinschaft eine komplexe Aufgabe. Darüber hinaus ist der Studienbereich Advanced Manufacturing und Industrie 4.0 ein sich entwickelnder, hochtechnologischer Sektor mit einem hohen Maß an Unsicherheit.

Bei der Definition und anschließenden Pilotierung eines fortgeschrittenen Fertigungslabormodells haben wir uns auf frühere Studien in EXAM4.0 gestützt. Konkret EXAM4.0 Learning Dialogues zu technologischen Trends in der Industrie und pädagogischen Trends in der Bildung, immer im Bereich AM.

Unser Ansatz besteht darin, I4.0-Technologien aus einem ganzheitlichen Ansatz zu behandeln, wobei der Wechselbeziehung der technologischen Elemente, die in unseren Laboren implementiert werden, Bedeutung beigemessen wird. Dieser Aspekt hat dazu geführt, dass mehrere I4.0-Technologien in dasselbe Szenario integriert werden müssen.

Wir haben auch versucht, Raum für Zusammenarbeit zu schaffen, sowohl innerhalb der Organisation als auch extern, auf verschiedenen Ebenen: zwischen Lehrern und auch zwischen Schülern.

Basierend auf diesen Beschreibungen wurde die sogenannte **EXAM4.0 Collaborative Learning Factory** definiert, um das Modell von AM-Lab zu pilotieren. Während des Pilotierungsprozesses haben wir mehrere Berichte erstellt, um die von uns durchgeführte Arbeit zu dokumentieren. Die Struktur des Pilotierungsprozesses ist in Abbildung 1 dargestellt, wobei sich jeder Abschnitt des Flussdiagramms auf einen bestimmten Bericht bezieht:



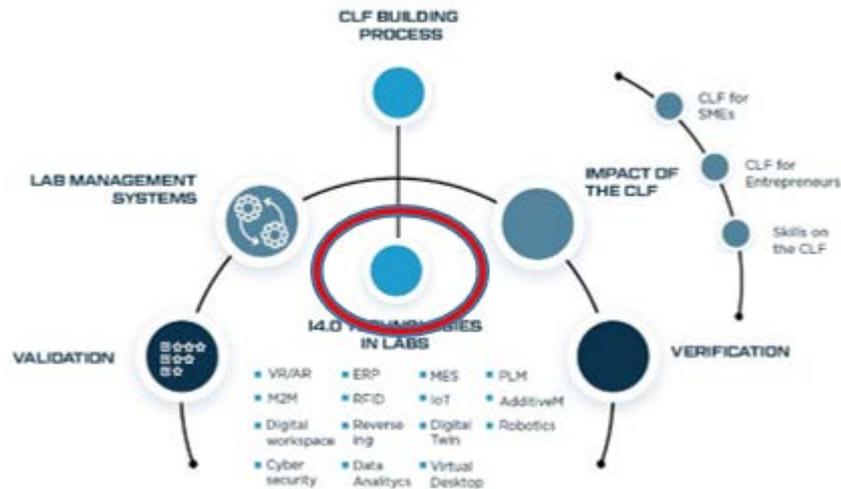


Abbildung 1: „Sie sind hier“ zur Gesamtstruktur des Pilotierungsprozesses des EXAM4.0-Labors. Quelle: EXAM4.0

Das Dokument mit dem Sie arbeiten „Advanced Manufacturing Labs running“ enthält Informationen über Industrie-4.0-Technologien, die in verschiedenen Labors des EXAM4.0-Konsortiums pilotiert wurden.

Die Abschnitte 2 und 3 beschreiben die konzeptionelle Ausgestaltung des CLF.

Abschnitt 4 enthält Details zum Pilotierungsprozess von 16 Industrie-4.0-Technologien, die in unseren Labors implementiert wurden, und den Beziehungen zwischen ihnen. Nach einer Herangehensweise an Technologien haben wir ihren Einfluss auf das CLF, den Nutzen und die Möglichkeiten der Zusammenarbeit, die sie bieten, beschrieben.

### a. Kollaborative Lernfabrik als gemeinschaftliches Element

Eines der Ziele von EXAM4.0 als Plattform für CoVEs in Advanced Manufacturing ist die Definition der Hauptmerkmale der AM-Labore in Berufsbildungseinrichtungen, um auf den aufkommenden Bedarf an Qualifikationen/Fertigkeiten zu reagieren, der aufgrund der digitalen Transformation und Industrie 4.0 auf uns zukommt.

Das EXAM4.0-Konsortium hat ein LF-Modell formuliert, um Lösungen für den Erwerb von Fähigkeiten 4.0 und Coworking-Möglichkeiten zu konvergieren, die von einem CoVE-Netzwerk angeboten werden. Das in EXAM4.0 definierte und pilotierte Modell heißt Collaborative Learning Factory (im Folgenden CLF). Es ist ein Lernfabrik von Lernfabriken, die sich aus 4 Organisationen, aus 4 europäischen Ländern zusammensetzt, deren Ziel es ist:

- in LF-Umgebungen unter den Mitgliedern der Plattform mitzugestalten
- um die regionalen LF durch Vorschläge zu bereichern
- die Implementierung von I4.0-Enabling-Technologien in den teilnehmenden Zentren zu beschleunigen
- ein Kooperationsmodell zu formulieren, an dem sich mehr Berufsschulen beteiligen können.
- Um die Systeme zur Bereitstellung von Fähigkeiten für AM zu verbessern.

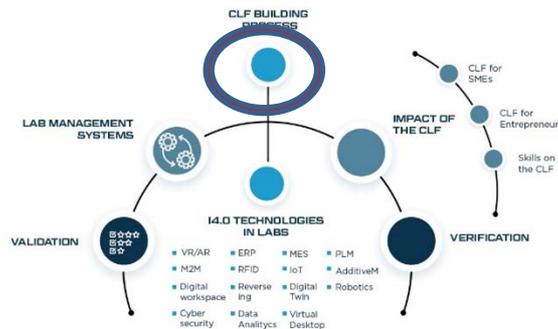


Die Partner von EXAM 4.0 haben die Labore der einzelnen Zentren zu einem kollaborativen LF zusammengefasst, das für drei Hauptzwecke genutzt werden soll.

1. eine Industrie 4.0-Lernumgebung bereitzustellen, die von zukünftigen Partnern der Plattform genutzt werden kann.
2. die Implementierung fortschrittlicher Schlüsseltechnologien für die Fertigung zu pilotieren.
3. das Konzept des CLF durch die Herstellung des EXAM-Roboters zu zeigen.

Jedes Zentrum implementierte eine bestimmte Anzahl von Technologien in seinem Labor, um sicherzustellen, dass alle relevanten Technologien abgedeckt wurden. Alle Zentren trugen auch zur Produktion des EXAM-Roboters bei, der innerhalb des CLF entwickelt wurde. Die Partner verfolgten einen kollaborativen Ansatz und kombinierten die Labore der verschiedenen Zentren in einem CLF. Mit Hilfe der implementierten Technologien trug jeder Partner mit seinem Kerngeschäft zum CLF und der Produktion des Roboters bei, unterstützte aber auch die anderen Aktivitäten in der Produktionskette. Der CLF-Ansatz gewährleistet Qualität, den Austausch von Daten und Informationen zwischen den Partnern und macht es zu einer High-End-Bildungsumgebung.

Detaillierte Informationen über den Prozess zum Aufbau einer CLF finden Sie im Dokument: *"4 Evidences on performance: Recorded data"*.



## 2. Beschreibung des Pilotierungsprozesses

Das Konsortium hat in Zusammenarbeit ein intelligentes Produkt entwickelt und produziert, wobei EXAM4.0 Labs verwendet wurden, um die Komponenten des Produkts im sogenannten CLF herzustellen und zu montieren.

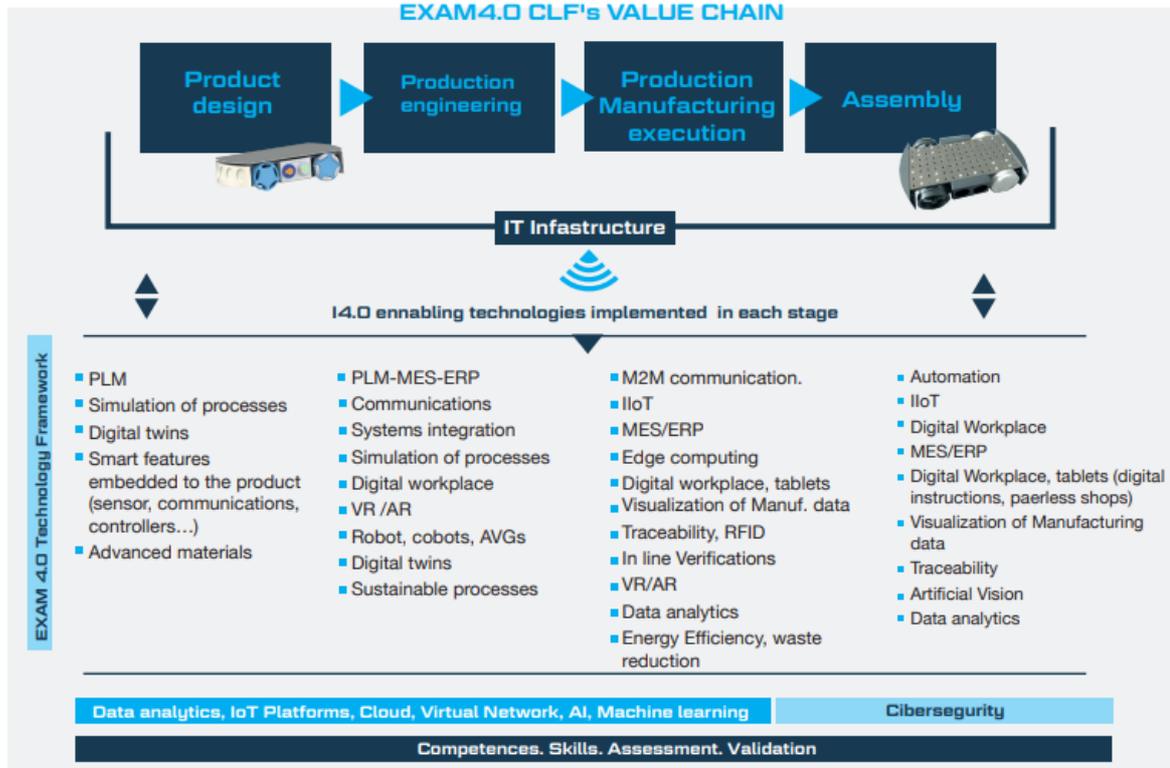


Abbildung 3: Prozesse und Technologien der EXAM 4.0 Collaborative Learning Factory (CLF). Quelle: Kreation des Autors

Der ganzheitliche Ansatz von LFs bietet Raum für die Anwendung einer Vielzahl von I4.0- Technologien. Darüber hinaus erfordert der abgelegene Standort der Einrichtungen eine entsprechende (industrielle) Kommunikationsinfrastruktur und Tools für die Zusammenarbeit.

Es ist interessant festzustellen, dass diese Implementierungen Chancen in drei pädagogischen Bereichen bieten:

- 1) Kompetenzen in der Umsetzung von I4.0-Elementen
- 2) Kompetenzen im Umgang mit diesen Technologien nach der Implementierung im CLF
- 3) Verbesserung der transversalen Fähigkeiten

Die getesteten I4.0-Unterstützungstechnologien für jede Stufe des CLF sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:



STAGE	Tested I4.0 enabling technologies	On going
<b>Product design</b>	PLM system, Sensor, electronic integration, communications,	PLM integration; Digital twins. Eco design, virtual desktops
<b>Process engineering</b>	PLM-MES-ERP integration, IoT platforms, digital workplace	Integration; Digital twins; energy efficiency
<b>Manufacturing</b>	Machining, Additive manufacturing, IIoT, MES, PLM, ERP, Augmented Reality, RFID, digital workplace	Enhanced ERP, PLM integration, IIoT platform, data exploitation tools. Smart maintenance systems
<b>Assembly</b>	Automation, robotics, rfid, artificial vision, AR	Digital twins, Cobots, traceability
<b>IT/OT tools</b>	IIoT platform, cybersecurity	Cloud/edge computing solutions.

Abbildung 4: Wechselbeziehung der Technologien im CLF-Prozess. Quelle: Kreation des Autors

Nach dem Pilotierungsprozess von Advanced Manufacturing Labs für H/VET durch das CLF haben die EXAM4.0-Partner 16 in Industrie 4.0 eingebettete Technologien pilotiert

Das folgende Bild zeigt die Gesamtstruktur des Pilotierungsprozesses.

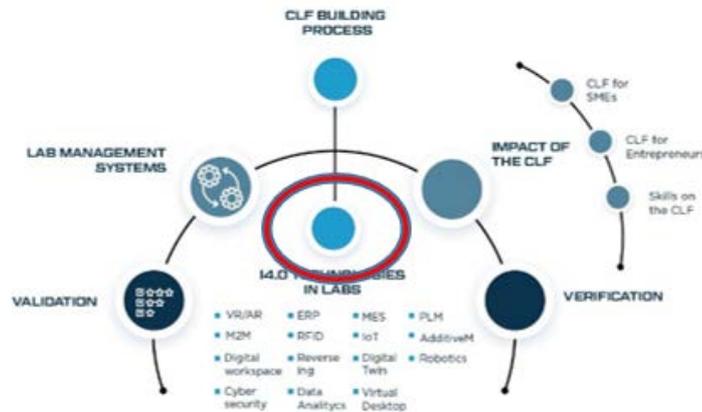


Abbildung 5: Gesamtstruktur des Pilotierungsprozesses des EXAM4.0-Labors. Quelle: EXAM4.0 15 Elemente

Die verschiedenen Industrie-4.0-Technologien (I4.0-Techs) wurden in den Laboren der verschiedenen Partner eingesetzt und pilotiert. In der folgenden Tabelle finden Sie, welche Partner jeweils implementiert und beschrieben haben.

i4.0-Technologie Nr. 1:	IIoT	von Tknika
i4.0-Technologie Nr. 2	Datenanalyse	von DVC
i4.0-Technologie Nr. 3:	VR/AR	von CNG, Tknika
i4.0-Technologie Nr. 4:	Reverse-Engineering	von Tknika
i4.0-Technologie Nr. 5:	Onlinesicherheit	von Tknika
i4.0-Technologie Nr. 6	Digitale Zwillinge	von Tknika



i4.0-Technologie Nr. 7	M2M-Kommunikation	von Miguel Altuna
i4.0-Technologie Nr. 8	RFID	von Miguel Altuna
i4.0-Technologie Nr. 9	Robotik	von DHBW, Miguel Altuna
i4.0-Technologie Nr. 10	Additive Fertigung	von CNG, DVC
i4.0-Technologie Nr. 11	Virtuelle Desktops	von Miguel Altuna
i4.0-Technologie Nr. 12	Digitaler Arbeitsplatz	von Miguel Altuna
i4.0-Technologie Nr. 13	PLM	von Miguel Altuna
i4.0-Technologie Nr. 14	ERP	von Bidasoa, Usurbil
i4.0-Technologie Nr. 15	MES	von IMH
i4.0-Technologie Nr. 16	Nachhaltigkeit. Grüne Prozesse, Energieeffizienz, Abfallreduzierung	von DVC



### 3. Pilotierte Industrie 4.0-Technologien

Während des Pilotierungsprozesses haben wir für jede der 16 Industrie 4.0-Technologien die folgenden Informationen abgedeckt:

#### Industry 4.0 Technology (i4.0 tech)

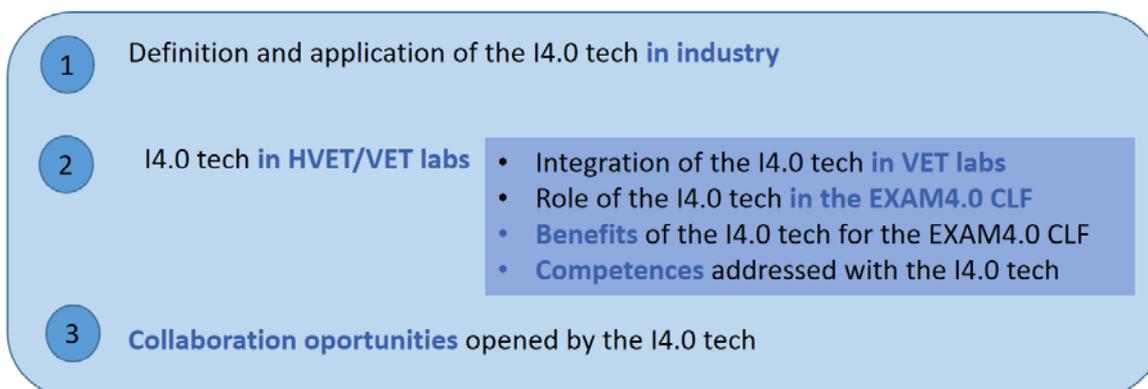


Abbildung 6: Befolgte Struktur für jede der 16 pilotierten Industrie- 4.0-Technologien

### 4. I4.0-Technologie Nr1. Industrial Internet of Things (IIoT), Tknika, Industrie 4.0 Factory-Lab

#### a. Definition und Anwendung von IIoT in der Industrie

Das Industrial Internet of Things (IIoT) ist der Satz autonomer Sensoren, Instrumente und Geräte, die über das Internet mit industriellen Anwendungen verbunden sind. Dieses Netzwerk ermöglicht es, Daten zu sammeln, Analysen durchzuführen und die Produktion zu optimieren, die Effizienz zu steigern und die Kosten des Herstellungs- und Dienstleistungsprozesses zu senken. Industrielle Anwendungen sind komplette technologische Ökosysteme, die Geräte und Geräte mit den Menschen verbinden, die die Prozesse in Montagelinien, Logistik oder großflächigen Distributionen verwalten (Iberdrola, 2021).

Heutige IIoT-Anwendungen konzentrieren sich hauptsächlich auf die Bereiche Fertigung, Verkehr und Energie. In naher Zukunft wird erwartet, dass die Einführung des IIoT zur Implementierung von mehr Industrierobotern wie Cobots, Lager- und Frachtkontrollsystemen und vorausschauenden Wartungssystemen führen wird.



Abbildung 7: Idee des IIoT-Verbindungsnetztes in der Industrie. Quelle: <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-iiot>

Der Unterschied zwischen dem Internet der Dinge (IoT) und seiner industriellen Version (IIoT) besteht darin, dass sich das IoT auf Dienstleistungen für Verbraucher konzentriert, während sich das IIoT auf die Erhöhung der Sicherheit und Effizienz in Produktionszentren konzentriert.

Nicht alle Systeme können als IIoT klassifiziert werden. Im Allgemeinen erfordert es, dass es sich um vernetzte Systeme handelt, die Daten für die Analyse generieren und spezifische Aktionen ausführen. Der Betrieb von IIoT-Systemen basiert auf einem Schichtaufbau:

- **Geräte:** Der sichtbare Teil des Systems sind die Geräte: Sensoren, GPS-Locators, Maschinen, unter anderem.
- **Netzwerk:** Darüber befindet sich die Verbindungsschicht, also das Netzwerk, das zwischen diesen Geräten und den Servern durch Cloud Computing oder Edge Computing aufgebaut wird.
- **Dienstleistungen:** Dies sind die Computeranwendungen, die die gesammelten Daten analysieren und verarbeiten, um einen bestimmten Dienst anzubieten.
- **Inhalt:** Es ist die Schnittstelle zum menschlichen Operator, der ein Computer, ein Tablet oder sogar Geräte wie Virtual-Reality-Brillen oder Augmented Reality sein kann.

Zu den Anwendungen, die wir im IIoT finden können, gehören:

- **Autonome Fahrzeuge:** Der Transport von Komponenten zum Werk oder zum Lager kann von autonomen Fahrzeugen durchgeführt werden, die sich von einer Seite der Fabrik zur anderen bewegen und Hindernisse erkennen.
- **Optimierung der Maschinenleistung:** Eine stillstehende Maschine bedeutet einen Umsatzverlust. Dank Sensorik und Datenverarbeitung ist es möglich, die Maschinenverfügbarkeit innerhalb einer Fertigungsanlage zu optimieren. Sie können auch Nutzungszeiten oder Fehler für die vorausschauende und präventive Wartung erkennen.





- **Reduzierung menschlicher Fehler:** Menschliche Bediener werden bei vielen Aufgaben weiterhin unverzichtbar sein, aber die von ihnen verwendeten Tools werden mit dem System verbunden, um Zeit zu sparen und Fehler zu vermeiden.
- **Verbesserte Logistik und Distribution:** Die gelagerten Produkte enthalten Sensoren, die Echtzeitdaten über ihren Standort und sogar über ihre Temperatur oder Umgebungsbedingungen liefern.
- **Verringerung der Unfallzahlen:** Wearables wie Brillen, Armbänder oder Handschuhe ermöglichen die Datenerfassung des sie tragenden Bedieners – vom Standort oder der Umgebung der Maschinen bis hin zu Puls, Temperatur oder Spannung – und reduzieren so die Unfallgefahr.

## b. IIoT in HVET/VET-Labors

### i. Integration von IIoT in Tknikas LAB

In diesem Abschnitt behandeln wir, wie die IoT-Technologie in die Labore von Berufsbildungszentren integriert werden kann, um Daten aus CLF-Prozessen zu gewinnen. Mit diesem Ziel arbeiten wir im I4.0 Factory Lab von Tknika mit der SIF-400 Learning Factory von SMC, die in WP4, Abschnitt D4.2 beschrieben ist, als Testumgebung, um vollständig interoperable Geräte für die Datenerfassung und -analyse zu entwickeln.



Abbildung 8: Tknikas I4.0 Factory Lab unter Verwendung der SIF-400 Learning Factory von SMC. Quelle: Tknika

SIFMES-400 ermöglicht dem Benutzer die Steuerung und Verwaltung des SIF-400-Systems durch Speichern und Überwachen aller Prozessdaten. Im angeschlossenen Unternehmen werden Kunden, Hersteller und Lieferanten dank einiger Funktionalitäten dieser Software kommuniziert und verbunden (SMC training, 2021).

Die Anlage ist in vier Blöcke gegliedert:

- **Management:** Produktionsaufträge, Planer, Launcher, Inventar, Logistik, Kunden, Wartung, Datenbank und Datenanalyse...
- **Bewegungen:** physisches Layout, logisches Layout, System-reset und Rückverfolgbarkeit von Bewegungen...



- **Visualisierung:** Systemstatus und Alarmer: Wartung, Energie, Analyse und statistische Prozesskontrolle...
- **Administration:** Datenbank-, Rollen- und Störungsmanagement (Instruktor)

Aufgrund der fundamentalen Rolle, die diese Technologie in der neuen industriellen Realität spielt, stellt diese Software einen großen Schritt in Richtung Digitalisierung und Smart Manufacturing dar.

Auf der anderen Seite haben wir uns für Technologien und Apps entschieden, die kollaboratives Arbeiten ermöglichen, und uns für diejenigen entschieden, die eine starke Entwickler-Community haben.



Abbildung 9: Lehrer, der in Tknika Labor an IIoT arbeitet. Quelle: Tknika

Mit diesen Technologien wurde ein IIoT-Gateway (Hardware & Software) entwickelt, das es uns ermöglicht, mit jeder Industriesteuerung zu kommunizieren, die das OPC UA-, Modbus- oder S7-Protokoll spricht. Das Gateway namens **IoM2040** wurde basierend auf einem Raspberry Pi 4 und einem Softwarepaket namens **IoMBian** (Raspbian Lite, Node RED, Mosquitto, MQTT-Client, Monit, Samba usw.) entwickelt. Alles ist so konzipiert, dass es einfach zu implementieren ist. Weitere Informationen zu diesen Projekten finden Sie unter den folgenden Links:

- **IoMBian:** <https://github.com/Tknika/iombian>
- **IoM2040:** <https://github.com/Tknika/iom2040>



Abbildung 10: IIoT-Technologien im Labor von Tknika. Quelle: Tknika

Im Datenanalyseteil wurde eine IoT-Plattform in der Cloud bereitgestellt, um den verschiedenen CLFs Dienste bereitzustellen. Zu diesem Zweck wurde Thingsboard gewählt (Thingsboard, 2021). **ThingsBoard ist eine Open-Source-IoT-Plattform für die Datenerfassung, Verarbeitung, Visualisierung und Geräteverwaltung.** Es ermöglicht Gerätekonnektivität über Industriestandard-IoT-Protokolle - MQTT, CoAP und HTTP und unterstützt sowohl Cloud- als auch lokale Bereitstellungen.

Auf diese Weise würde die Architektur des IIoT-Systems wie folgt aussehen:

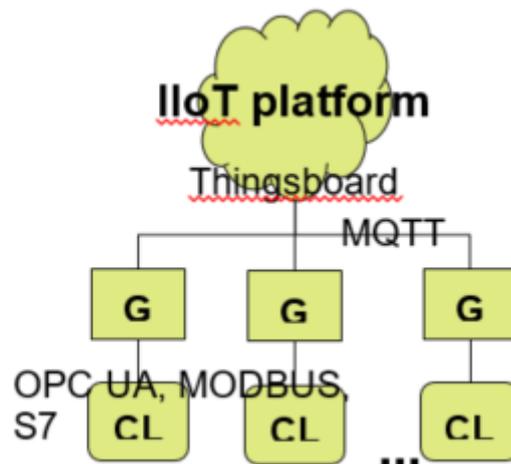


Abbildung 11: IIoT-Systemarchitektur. Quelle: Tknika

**c. Rolle des IIoT in der EXAM4.0 CLF**

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu



sehen ist. Innerhalb dieser Phasen wird die Robotik in der Verfahrenstechnik, Produktion und Montage helfen.

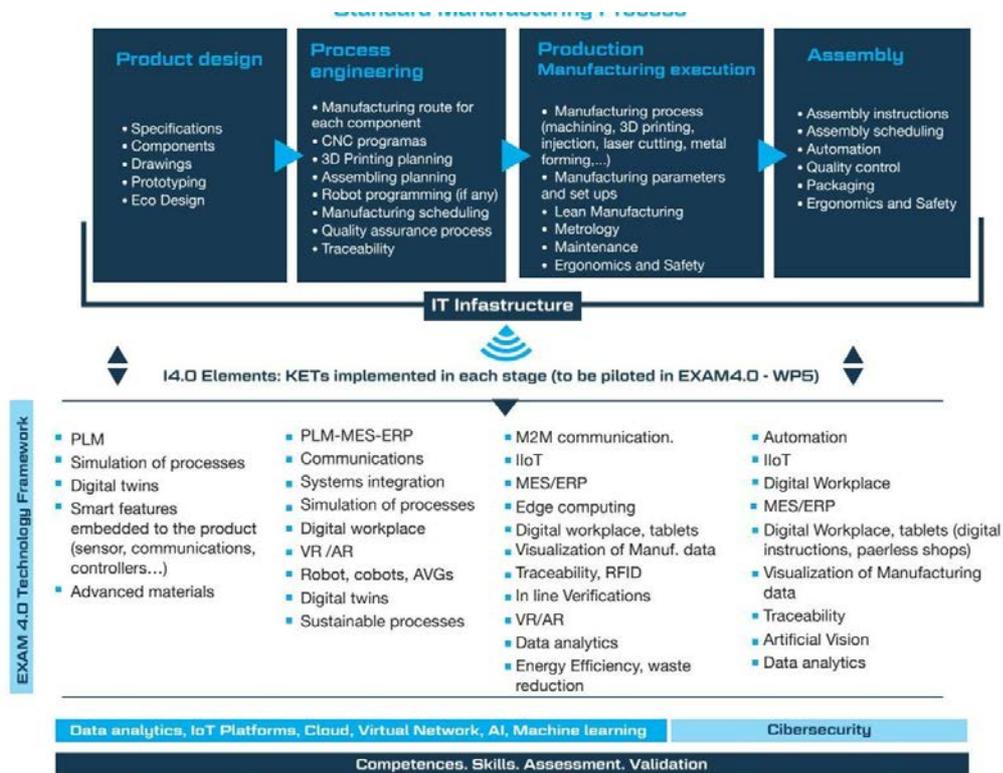


Abbildung 12: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Die oben genannten Projekte und Dienstleistungen werden verwendet, um Maschinen in Labors zu verbinden und Daten zu sammeln, die es uns ermöglichen, Prozessverbesserungsiterationen einzuführen und Informationen zwischen Partnern auszutauschen. Dies erfordert die Bildung eines neuen Profils, das in der Lage ist, sowohl die Installation als auch die Entwicklung des Datenerfassungs- und Analyse-Ökosystems zu verwalten.

Basierend auf unseren Erfahrungen in diesem Bereich werden wir eine Lehrerfortbildung mit Fokus auf Berufsbildungslehrer konzipieren, um sie mit Technologien auszustatten, die sie in den Laboren implementieren können, aber auch um ihnen zu ermöglichen, dieses neue Wissen so schnell wie möglich in den Unterricht einzuführen. Im Pilotkurs werden alle oben genannten Werkzeuge vermittelt, um den Weg der Daten vom Produktionsprozess (OT) bis in die Cloud (IT) zu analysieren.

#### d. Vorteile der Verwendung von IIoT im CLF . von EXAM4.0

Die Vorteile der Einführung eines vollständig vernetzten IIoT-Fertigungsbetriebs in den Labors sind zahlreich. Einige dieser Vorteile sind:

- Effizienz erhöhen
- Fehler reduzieren
- Verbessern der Sicherheit
- Kosten reduzieren



- Informationen teilen

Der größte Vorteil von IIoT besteht darin, dass es die Möglichkeit bietet, die Betriebseffizienz von CLFs zu automatisieren und somit zu optimieren. Robotik und automatisierte Maschinen können effizienter und präziser arbeiten und die Produktivität steigern.

Darüber hinaus können physische Maschinen über Sensoren, die die Leistung ständig überwachen, mit Software verbunden werden. Dies ermöglicht Lehrern und Schülern ein besseres Verständnis der betrieblichen Leistung des Prozesses.

Weitere Vorteile sind:

- Datengesteuerte Entscheidungsfindung für alle Fertigungsfunktionen.
- Leistungsüberwachung von überall.

### ***e. Mit IIoT . adressierte Kompetenzen***

Kompetenzen, die die Studierenden bei der Arbeit mit IIoT-Plattformen erwerben, folgen aus den Aufgabenstellungen:

- Besorgen Sie sich Informationen, um mit der Installation und Inbetriebnahme von IoT-Systemen verbundene Vorgänge durchzuführen.
- Konfigurieren Sie die Elemente des IoT-Systems.
- Überprüfen Sie den Betrieb der IoT-Infrastruktur, indem Sie Funktionstests an angeschlossenen Geräten und Systemen vor Ort oder aus der Ferne durchführen.
- Anpassung an neue Arbeitssituationen durch technologische und organisatorische Veränderungen in Produktionsprozessen.
- Identifizieren Sie die Bandbreite der Optionen für die Art und Weise, wie Dinge kommunizieren können.
- Wählen Sie die am besten geeigneten Standards für den Aufbau einer erfolgreichen Kommunikation aus.
- Erstellen Sie Adressierungsarchitekturen, die auf die erforderlichen Größen skaliert werden können.
- Analysieren und dokumentieren Sie die Interaktionen.
- Visualisieren Sie die Ergebnisse von Interaktionen.
- Bieten Sie die Sicherheit, die moderne Dienste erfordern.
- Bauen Sie neue Servicenetzwerke auf, die das zukünftige IIoT unterstützen können.

### **Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch IIoT**

Die IIoT-Plattform wird die Schaffung einer Gemeinschaft vernetzter CLF-s ermöglichen. Zu diesem Zweck haben wir uns für ThingsBoard entschieden und die Professional Edition-Lizenz erworben. ThingsBoard ist eine Open-Source-IoT-Plattform, die eine schnelle Entwicklung, Verwaltung und Skalierung von IoT-Projekten ermöglicht.

Mit ThingsBoard können wir diesen Service in Zukunft weiteren CLF-s als Service anbieten, der neuen Partnern von der EXAM4.0-Plattform angeboten werden kann. Auf der Plattform können folgende Aufgaben umgesetzt werden:





- Stellen Sie Geräte, Assets und Kunden bereit und definieren Sie Beziehungen zwischen ihnen.
- Sammeln und visualisieren Sie Daten von Geräten und Assets.
- Analysieren Sie eingehende Telemetriedaten und lösen Sie Alarme mit komplexer Ereignisverarbeitung aus.
- Steuern Sie Geräte mit Remote Procedure Calls (RPC).
- Erstellen Sie Workflows basierend auf einem Gerätelebenszyklusereignis, einem REST-API-Ereignis, einer RPC-Anfrage usw.
- Entwerfen Sie dynamische und reaktionsschnelle Dashboards und präsentieren Sie den Kunden Geräte- oder Asset-Telemetrie und -Einblicke.
- Aktivieren Sie anwendungsspezifische Funktionen mithilfe anpassbarer Regelketten.
- Gerätedaten an andere Systeme übertragen.



Abbildung 13: IIoT-Plattform-Community mit Thingsboard. Quelle: Tknika



## 5. 14.0-Technik Nr.2: Datenanalyse – Da Vinci College - Nachhaltigkeitsfabrik

### Definition und Anwendung von Data Analytics in der Industrie

Data Analytics ist der Prozess und die Technik, mit der Rohdaten analysiert werden, um Schlussfolgerungen zu ziehen. In früheren Jahren wurde die Datenanalyse manuell durchgeführt, aber dieses Fachgebiet wurde entwickelt und derzeit sind die meisten Prozesse in mechanische Prozesse und Algorithmen automatisiert.

Datenanalyse ist ein weit gefasster Begriff. Mit einer Reihe von Datenanalysetechniken können verschiedene Arten von Informationen analysiert werden, um einen Einblick in die zu verbessernden Prozesse zu erhalten. Datenanalysetechniken können verwendet werden, um Metriken und Trends aufzudecken, die in der Masse an Informationen leicht verloren gehen könnten. Diese Informationen können dann verwendet werden, um Prozesse zu optimieren, um die Gesamteffizienz eines Unternehmens oder eines Systems zu steigern.



Abbildung 14: Datenanalyse. Quelle: edX

In Verbindung mit der rasanten Entwicklung von künstlicher Intelligenz, fortschrittlicher Analytik, Robotik, neuen IoT-basierten Sensoren und Geräten bietet Industrie 4.0 Herstellern die Möglichkeit, Daten im täglichen Betrieb zu sammeln, zu speichern, zu verarbeiten und zu nutzen. Darüber hinaus helfen Business Intelligence und Business Analytics, Erkenntnisse über mögliche Verbesserungen zu gewinnen. (Vyas, 2021) Die Ergebnisse sind greifbar: von gesteigerter Effizienz und höherer Qualität bis hin zu Kosteneinsparungen und minimierten Emissionen. (Birand, 2021)

In der Industrie können Unternehmen beispielsweise Laufzeit, Ausfallzeit und Arbeitswarteschlange für verschiedene Maschinen erfassen und die Daten anschließend analysieren, um die Arbeitsbelastung besser planen zu können. Darüber hinaus wird Predictive Data Analytics für die vorausschauende Wartung (Prognose, wenn die Ausrüstung eine Aufgabe nicht erfüllt) verwendet. Und es gibt noch viele weitere Anwendungen, in denen Data Analytics zur Verbesserung von Prozessen eingesetzt werden kann.

Auf der anderen Seite müssen wir uns auch daran erinnern, dass eines der größten Probleme für ein Unternehmen der Mangel an Talenten ist, um Daten zu verstehen, sie zu analysieren und diese Erkenntnisse auf spezifische Geschäftsfälle anzuwenden. (Dib, 2021)



### Datenanalyse in HVET/VET-Labors

In diesem Abschnitt beschreiben wir, wie Data Analytics in die Labore von Berufsbildungs-/Hochschulschulen integriert werden kann. Es werden verschiedene Optionen und Anwendungen beschrieben.

Es gibt verschiedene Lernmöglichkeiten, wenn es um Data Analytics in Schulen geht. Als Datenquelle können verschiedenste Geräte, Systeme und Prozesse genutzt werden. Diese können sowohl auf fiktiven als auch auf realen Situationen basieren. Welche Datenquelle verwendet wird, hängt von den Lernzielen ab; liegt Ihr Fokus auf dem Sammeln von Daten, der Analyse von Daten, der Interpretation von Daten oder dem gesamten Prozess.

Darüber hinaus bietet das Labor die Möglichkeit, Daten bestehender sowie neuer Systeme zu analysieren. Letzteres gibt den Lernenden die Möglichkeit, den gesamten Datenanalyseprozess von der Definition des Datenanalyseziels bis zur Interpretation der Ergebnisse und sogar der Anwendung von Anpassungen zu durchlaufen.

In Bildungseinrichtungen ist ein weiteres relevantes Anwendungsfeld für Data Analytics der Einsatz zur Verbesserung der Lernprozesse der Studierenden, ähnlich wie es die Disziplin Learning Analytics vorgeschlägt. Learning Analytics ist die Messung, Sammlung, Analyse und Berichterstattung von Daten über Lernende und ihre Kontexte, um das Lernen und die Umgebungen, in denen es stattfindet, zu verstehen und zu optimieren (SoLAR Society for Learning Analytics Research, 2011). Der Begriff Learning Analytic ist weit verbreitet verwendet, um Lehren und Lernen in Online-Umgebungen zu evaluieren. In Learning Factory-Umgebungen können wir jedoch auch viele Daten zur Leistung des Lernenden haben, die verwendet werden könnten, um seinen speziellen Prozess zu verbessern. Daten von Maschinen, Geräten und anderen Systemen als MES-ERP-PLM können mit den Studierenden verknüpft werden. Diese Daten können später verarbeitet, verfolgt und überwacht werden.

### Integration von Data Analytics in Da Vincis Sustainable Factory Lab

Innerhalb der Sustainability Factory (Duurzaamheidsfabriek) ist es möglich, die Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich Data Analytics unter Verwendung von Datensätzen realer Maschinen und Prozesse zu erwerben. Zum Beispiel mit dem Xcaliber Flow Loop im Flowcenter of Excellence FCoE).



Abbildung 15: Xcaliber Flow Loop in der Sustainability Factory . Quelle: Kreation des Autors



Dieser Flow Loop befindet sich im Erdgeschoss der Sustainability Factory und bietet eine Plattform zur Unterstützung und Förderung von Industrie und Bildung. Dies betrifft die Messtechnik als solche, das heißt die Messung von Flüssigkeitsströmen in allen Aspekten, einschließlich der Kalibrierung. Darüber hinaus handelt es sich um Tests/Schulungen und/oder Schulungen in Bezug auf (neue) Produkte und Technologien, bei denen ein dynamischer Fluss den Kontext bildet, wie die Prozessindustrie und die maritime Industrie. In der XCaliber-Flow-Schleife werden mehrere Datensätze erstellt. Sie liefern Messwerte von einer breiten Palette von Instrumenten und Aktoren, die für den XCaliber Flow Loop verfügbar sind. Sie enthalten verschiedene Intervalle (ca. nach 3 Minuten), in denen Luft in das System eingeführt wird. Es handelt sich um Zeitreihen, die mit dem Schneider SCADA-System von XCaliber mit APM-Studio aufgezeichnet wurden.

Eine weitere FCoE-Installation, die für Forschung, Ausbildung und Ausbildung von Data Analytics verwendet wird, ist die Dynamic Maritime Test Facility (DMTF). Diese Schleife bietet ihren Benutzern eine dynamische Umgebung, um Entwicklungen in der maritimen Antriebstechnologie in einer strömenden Wassersituation (dh Strömung) zu testen und/oder zu erforschen. Mit dem im Antriebsstrang implementierten TT-Sense ® können sowohl Schub als auch Drehmoment an der Welle gemessen werden. In Kombination mit Wellendrehzahl (U/min), Strömungsgeschwindigkeit und Motorleistung kann die Leistung des gesamten Antriebsstrangs analysiert und optimiert werden.



Abbildung 16: Die Dynamische Maritime Testanlage in der Nachhaltigkeitsfabrik. Quelle: Kreation des Autors

Sowohl die Partner aus der Industrie als auch die Studierenden, die die Nachhaltigkeitsfabrik nutzen, können die Datensätze zur Entwicklung prognostischer Algorithmen und explorativer Analysen nutzen.

### **Integration der Datenanalyse in Miguel Altuna AM Lab.**

Das im Bearbeitungslabor von Miguel Altuna implementierte System ermöglicht die Datenerfassung der Maschinen-, Werkzeug- und Gerätenutzung. Die Systeme verknüpfen Lernende und ihren Lernprozess mit der Nutzung von Laborgeräten. Dank der Datenanalyse-Systeme werden drei Aspekte abgedeckt: i) Verbesserung der Effizienz der Ausrüstung ii) Nutzung der Daten durch die Schüler zur Verbesserung ihrer Projekte und Leistungen iii) Verfolgung der Lernprozesse der Schüler. Weitere Informationen finden Sie unter EXAM4.0, 3 I4.0-Technologie #7:-M2M (EXAM 4.0, 2021)

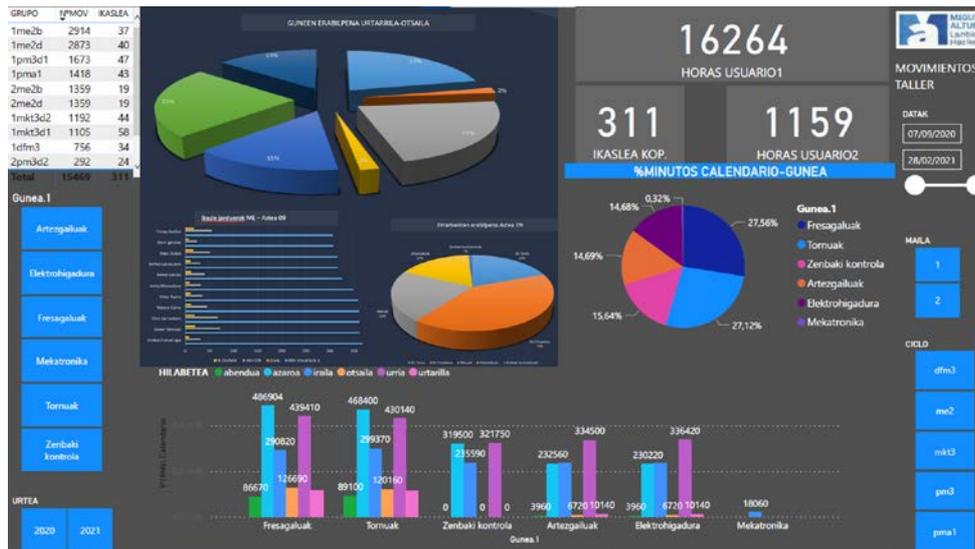


Abbildung 17: Grafiken der Maschinennutzung im Labor von Miguel Altuna Quelle: Miguel Altuna

### Integration der Datenanalyse in das IMH AM-Labor

Wie in den Pilotdokumenten des EXAM4.0 AM-Labors beschrieben, nutzt das angeschlossene Berufsbildungszentrum IMH aus dem Baskenland Datenanalyseysteme, um die Informationen aus dem in seinem Bearbeitungslabor implementierten MES-System zu nutzen. Weitere Informationen finden Sie in EXAM4.0, 2\_Das ERP Enterprise Resource Planning, angepasst an die Projektbedürfnisse (EXAM4.0, 2021)

### Rolle der Datenanalyse in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Phasen wird die Datenanalyse in die Produktionsphase integriert.

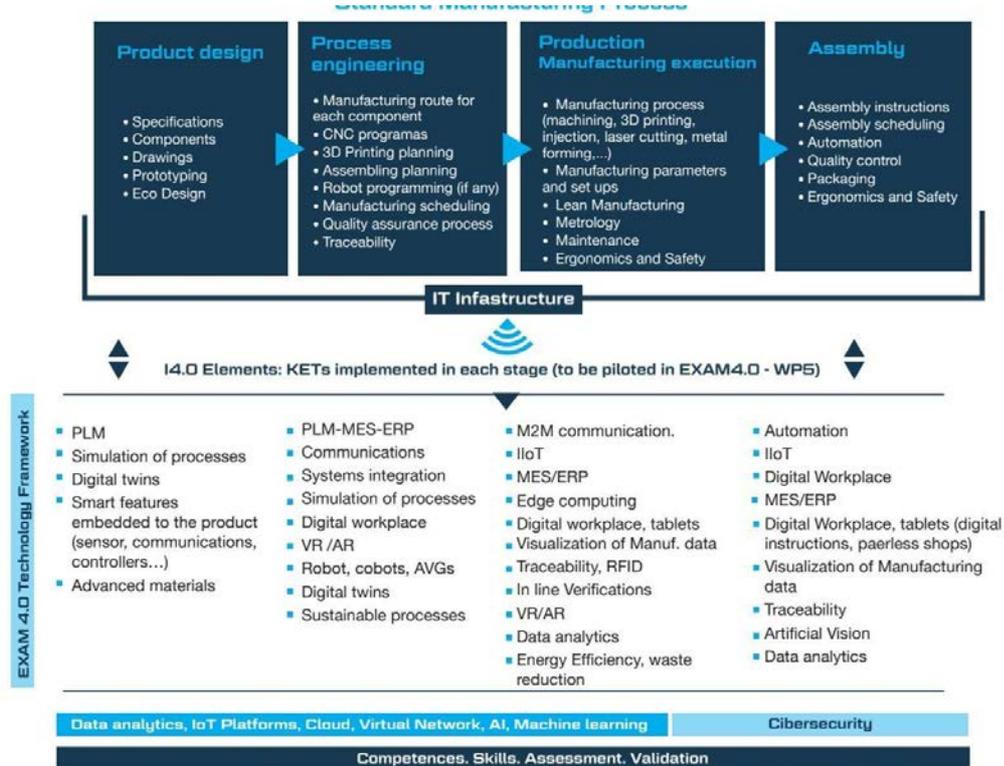


Abbildung 18: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Data Analytics spielt in der EXAM 4.0 CLF eine Schlüsselrolle, um (Produktions-)Prozesse zu optimieren. Im Rahmen der kontinuierlichen Verbesserung sind die Methoden und Techniken der Datenanalyse wichtig, um Möglichkeiten zur Arbeitsoptimierung und Abfallreduzierung zu identifizieren.

Einerseits können durch prädiktive Analysen Vorhersagen zum Material- und Werkzeugkauf getroffen werden.

Andererseits hilft die kontinuierliche Analyse der Daten des Produktionsprozesses, diese zu verbessern.

Schließlich ermöglicht die Analyse der Nutzungsdaten der Maschinen eine vorbeugende und vorausschauende Wartung, die unkontrollierte Stillstände vermeidet.

### Vorteile der Verwendung von Data Analytics im CLF . von EXAM4.0

Die Technologie hat es ermöglicht, die Datenanalyse durch mechanische Prozesse und Algorithmen zu automatisieren, um effektive und schnelle Schlussfolgerungen zu ziehen, die es uns ermöglichen, Informationen zu erhalten, die zur Verbesserung von Prozessen und zur Steigerung der Effizienz der Organisation oder des Systems verwendet werden können (Netec, 2021).

Diese Datenanalysetechniken ermöglichen es uns, Metriken und Trends zu identifizieren, die zuvor in der Datenmenge verloren gegangen sind, jede Art von Informationen kann einer



Datenanalyse unterzogen werden, um Prozesse zu verbessern und Fehler in Organisationen zu erkennen.

Zu den vielen Vorteilen, die wir bei der Integration von Datenanalysen finden können, gehören:

- Dateneinblick. Es ermöglicht Ihnen, Daten schnell in einem großen Bild mit Aufschlüsselungen und Live-Daten anzuzeigen.
- Identifizieren Sie Muster, indem Sie ein Panoramabild mit den Informationen erstellen, wodurch Trends leichter identifiziert werden können.
- Einfache Kommunikation und Verständnis von Ideen.
- Identifizieren Sie Risiken und Chancen, bevor sie den Prozess beeinflussen.
- Erstellen Sie Modelle für die Datenanalyse, wiederverwendbar und live.

Beschaffung von Informationen, um intelligente Maßnahmen zu ergreifen, die Kundenbeteiligung zu verbessern und die Kosten in der Organisation zu senken.

### Mit Data Analytics adressierte Kompetenzen

Die mit Data Analytics erworbenen Kompetenzen lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Technische und weiche Kompetenzen.

Die fachlichen Kompetenzen stehen in engem Zusammenhang mit den im Lernprozess der Studierenden zu erwerbenden fachlichen Inhalten. Unter anderen technischen Kompetenzen sind die wichtigsten:

- Entwickeln Sie relevante Programmierfähigkeiten.
- Demonstrieren Sie Ihre Kenntnisse in der statistischen Datenanalyse.
- Entwickeln Sie die Fähigkeit, datenbasierte Modelle zu erstellen und zu bewerten.
- Führen Sie statistische Analysen mit professioneller Statistiksoftware durch.
- Zeigen Sie Fähigkeiten im Datenmanagement.
- Wenden Sie datenwissenschaftliche Konzepte und Methoden an, um Probleme in realen Kontexten zu lösen und diese Lösungen effektiv zu kommunizieren.

Die mit Data Analytics entwickelten Soft Competences sind:

- **Teamwork** : Als kollaboratives Werkzeug können Teammitglieder ihre Aufgaben planen und alle haben Zugriff auf die Produktionsblätter, die Kontrollblätter...
- **Digitales Bewusstsein** : Sie gewöhnen sich an virtuelle Arbeitsumgebungen, verstehen die gewonnenen Daten, verwalten sie und ziehen Schlussfolgerungen.
- **Persönlich** : Autonomie, Initiative, kritischer Geist, sich der Bedeutung einer guten Planung bewusst sein und sehen, wie sich die im Prozess getroffenen Entscheidungen auf sie auswirken.
- **Kommunikation** : zwischen verschiedenen Schülern, demjenigen, der die Produktion plant, und dem, der sie ausführt, wobei sie sich der Bedeutung der verschiedenen Erklärungen (in Wort und Schrift) bewusst sind, die innerhalb des Produktionsprozesses gegeben werden und zu einem besseren Ergebnis beitragen können.





### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch Data Analytics

Intelligente Technologien wie maschinelles Lernen helfen Herstellern, die bereits gesammelten Daten in nützliche Erkenntnisse umzuwandeln und dann Maßnahmen zu ergreifen. Die Ergebnisse sind greifbar – von gesteigerter Effizienz und höherer Qualität bis hin zu Kosteneinsparungen und minimierten Emissionen. (Birand, 2021)

Tatsächlich ist die gemeinsame Nutzung von Daten einer der Schlüsselfaktoren für die Zusammenarbeit zwischen Institutionen. Darüber hinaus würde das CLF-Modell ohne eine optimale Infrastruktur für den Datenaustausch kaum funktionieren.

Einerseits fallen bei der Digitalisierung von Arbeitsplätzen viele Daten über Produktions-, Montage- und Distributionsprozesse an. Der Zugang zu diesen Daten erleichtert HVET, die nicht über eine solche Infrastruktur verfügen, die Arbeit mit echten Daten. So bringen wir die Lehr-Lern-Prozesse anderer Zentren mit weniger Infrastruktur der Realität näher.

Andererseits öffnet die Verfügbarkeit von Daten, die von den Labs eines Partners für einen anderen Partner erstellt wurden, die Tür zur Einrichtung von Arbeitsgruppen mit Studenten von verschiedenen Standorten. Datenanalysen zusammen mit Virtualisierungslösungen werden CLF-Benutzer dazu führen, gemeinsame Projekte zwischen internationalen Studentengruppen zu erstellen.

## 6. 14.0-Technologie Nr. 3: Virtual Reality Lab– Tknika & Curt Nicolin Gymnasiet –AR/VR Lab

### Definition und Anwendung von Virtual Reality Lab in der Industrie

Virtual Reality, VR, ist eine Technologie zur Simulation, die eine andere Vision und Wahrnehmung schafft. In VR erlebt der Benutzer eine virtuelle Welt, indem er ein Head Mounted Display, HMD, trägt. Die virtuelle Welt, eine künstliche 3D-Umgebung, ersetzt die reale Welt und schafft eine neue Realität für den Benutzer. VR ist in vielerlei Hinsicht förderlich für die Bildung, so ist es beispielsweise möglich, auf Umgebungen zuzugreifen, die effektiv Wissen vermitteln oder den Lernprozess beschleunigen können. Das folgende Bild ist ein Beispiel, das die Ansicht, die künstliche Realität, in einem VR-HMD darstellt. Diese Anwendung wird am Curt Nicolin Gymnasiet erstellt und ist eine virtuelle Version eines Labors an der Schule.





Abbildung 19: Eine bei Curt Nicolin Gymnasiet erstellte VR-Anwendung. Quelle: Curt Nicolin Gymnasiet

AR, Augmented Reality, schafft keine neue Realität wie VR. AR ist eine Reihe von Add-Ons für die menschlichen Sinne, die eine zusätzliche Informationsschicht bereitstellen und so die Realität des Benutzers erweitern, indem beispielsweise künstliche Objekte oder Informationen zur Umgebung des Benutzers hinzugefügt werden. AR kann, wie VR über ein HMD genutzt werden, wird aber auch häufig mit anderen Geräten wie Smartphones oder Tablets verwendet. Das folgende Bild ist ein Beispiel für den Blick in eine Augmented Reality Brille, ein künstlicher Pfeil erweitert die Realität und gibt dem Benutzer Hinweise, welches Tool verwendet werden soll.

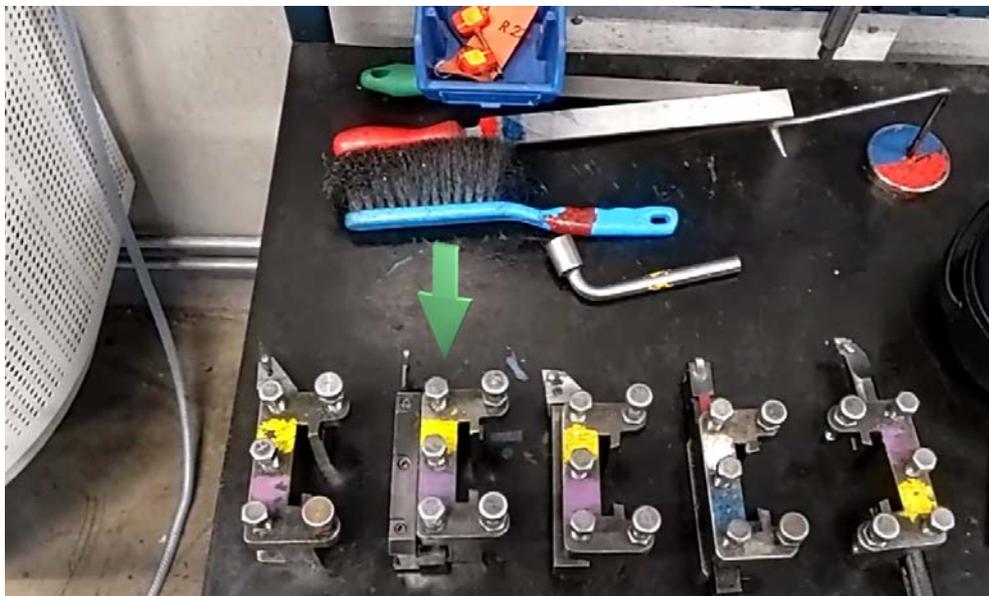


Abbildung 20: Ansicht eines AR-Benutzers im Labor von Curt Nicolin Gymnasiet. Quelle: Court Nicolin Gymnasiet

Für die Industrie bietet der Einsatz dieser Technologien mehrere Vorteile; es automatisiert die ersten Schritte neuer Mitarbeiter mit Virtual Reality (VR)-Tutorials zum Beispiel. Es kann bei der täglichen Unterstützung von Neueinsteigern mit Hilfe von Augmented Reality (AR) Telessistenz helfen und ist der einfachste Weg, digitale Zwillingstechnologien in den höheren



Ebenen mit Mixed-Reality-Schnittstellen (AR/XR) zu implementieren. In AR stehen einige neue Tools und Anwendungen zur Verfügung, die sowohl für Branchen als auch für Institutionen von Vorteil sind. Im Folgenden finden Sie einige Beispiele für nützliche Augmented Reality-Funktionen.

- 3D-Objekte digital betrachten
- Virtuelle Hilfe zu bekommen (was Reisen und damit Kosten reduziert)
- Produkte mithilfe von Simulationen zeigen
- Führen Sie digitale Meetings mit Kollegen oder Kunden durch

In Bezug auf die Industrie können vier Hauptanwendungen beschrieben werden:

- **Training:** Bisher bestand das neue Worker Starter Pack aus einem Handy und einem Laptop, aber immer mehr Branchen haben Trainingsprogramme mit VR-Headsets entwickelt. Accenture hat beispielsweise 60.000 neue HMD für die Ausbildung erworben und sie werden Teil des Willkommenspakets. Der Zweck ist doppelt, einerseits wird es für die Ausbildung verwendet, andererseits wird es verwendet, um tiefer in die Metaverse-Industrie einzusteigen.
- **Remote Collaboration:** Mit virtuellen Meetings, aber in VR-Welten. Viele Unternehmen entwickeln eine benutzerfreundliche und einfache Lösung für Besprechungen und Zusammenarbeit. Vor kurzem hat Facebook mehr als 10.000.000 \$ allein für die Macher der neuen Facebook-Plattform namens Horizon investiert. Mit dieser Art von Plattform werden die Meetings mehr menschliche Interaktionen gewinnen und wir werden in der Lage sein, alle Arten von kinästhetischen Reaktionen zu sehen.



Abbildung 21: Arbeitsraumbesprechung in VR. Quelle: <https://www.cnet.com/tech/computing/virtual-mark-zuckerberg-showed-me-facebooks-new-vr-workplace-solution/>

- **Montageindustrie und Echtzeit-Tutorials .** AR/XR HMDs sind perfekt in der Lage, die Umgebung und ihre Objekte zu erkennen. Darüber hinaus können sie zusätzliche



Informationen über dieses Objekt projizieren, die die Installation schwieriger Teile erleichtern könnten. Dies ist der Fall beim T2AR-Programm der NASA, bei dem Astronauten den Anweisungen für verschiedene und komplexe Wartungen der ISS-Installationen folgen.



Abbildung 22: Astronaut, der routinemäßige Wartungsarbeiten durchführt. Quelle: NASA

- Lagerlogistik:** Wenn wir über AR sprechen, denken wir sofort an HMD, aber die umfangreichste Hardware mit AR- (und XR-)Fähigkeiten sind nicht HMD, sondern Mobiltelefone und Tablets. Wenn diese Geräte ARCore- und ARkit-kompatibel sind, können sie AR-Szenarien anzeigen. Die Lagerlogistik hat mit diesen einfachen Tablets mehrere Apps entwickelt, mit denen auch der Laien simulieren kann, wie ein Möbelstück an einem bestimmten Ort zu Hause aussehen würde. Wenn wir noch weiter gehen, können wir mithilfe von VR-Simulationen praktisch jeden Ort, jedes Haus, jede Einrichtung betreten, ohne sie überhaupt entwickelt oder gebaut zu haben. Darunter sehen wir ein Beispiel von AR-Möbeln.





Abbildung 23: Amazon-Raum, der zeigt, wie ein Stuhl in diesem Raum aussehen würde. Quelle: Marketing4commerce.net

### Virtual Reality Lab in HVET/VET Labs

VR/AR und XR bieten die Möglichkeit, in ein virtuelles Szenario einzutreten, das von verschiedenen Akteuren für kollaboratives Lernen geteilt werden kann.

Meistens gibt es in Berufsbildungseinrichtungen und Berufsbildungseinrichtungen einen Lehrer, der bestimmte Kenntnisse über ein Thema hat, das den Berufsbildungs- und Berufsbildungsschülern in verschiedenen Städten zugute kommen könnte. Das Teilen dieser Fähigkeiten würde verschiedene Ansätze erfordern, die von einer einfachen Diashow-Präsentation (die nicht sehr effektiv ist) bis hin zur Verwendung eines der Videokonferenztools reichen.

Der Durchbruch von VR ist vor allem die Möglichkeit, in Echtzeit Meetings rund um ein 3D-animiertes Objekt mit Personen aus verschiedenen Städten abzuhalten. Dies bietet die perfekte Umgebung, um Drittakteure in Bildungsumgebungen zu bringen. Wir können problemlos jeden Gebäudetechniker bitten, seine Fähigkeiten in Echtzeit mit verschiedenen Lehrern und Schülern zu teilen, ohne sich vom Arbeitsplatz zu entfernen und ad hoc modellierte 3D-Objekte zu verwenden.

Zweitens wird die AR-Teleassistenz verwendet, um reale Geräte von realen Arbeitsplätzen zu zeigen, ohne die Schüler zu bewegen oder in gefährliche Umgebungen oder Situationen zu bringen.

Schließlich bietet die Mixed-Reality-Fähigkeit, mit AR-Objekten im wirklichen Leben zu interagieren, die perfekte Lernumgebung zum Unterrichten und Zeigen von Echtzeiteffekten über realen Objekten. Auch hier führt die Teleunterstützung der meisten XR- und AR-Head-Mounted-Displays (HMD) zu einer besseren Zusammenarbeit von Personen an verschiedenen Standorten.

Wir haben drei Ebenen der Virtual-Reality-Ausbildung in den Berufsbildungs-/Hochschullabors definiert.

- **Die erste Stufe:** Der Umgang mit den Geräten und die Bedienung der Schnittstelle soll erlernt werden. Beispiele hierfür könnten sein, wie man die physische VR-Ausstattung in einem LAB installiert, Updates durchführt und Probleme löst etc. Dadurch wird sichergestellt, dass die Studierenden in Zukunft selbstständig mit dieser Technologie arbeiten können. Dies sind grundlegende Fähigkeiten, um zum nächsten Level zu gelangen.
- **Die zweite Ebene:** Es geht darum, Anwendungen innerhalb von VR als Lernmethodik zu verwenden, anstatt andere traditionellere Methoden wie das Lesen von Büchern zu verwenden. Ein Beispiel für eine nützliche Funktion ist die Simulation. Diese Simulationen können beispielsweise Produktionsprozesse und Anweisungen oder Informationen darstellen. Es gibt auch viele Spiele auf dem Markt, die für verschiedene Lernziele relevant sind. Ein Beispiel für wertvolle Spiele ist, wo die Teilnehmer in einem Team arbeiten können, um Probleme zu lösen und so ihre Kollaborationsfähigkeiten zu verbessern. Diese Anwendungen und Simulationen tragen zur Beschleunigung des Lernens bei. Studenten, die diese Anwendungen verwenden, erhalten eine Menge wertvoller Schulungen, wie z. B. praktisches Lernen mit Maschinen, bevor sie tatsächlich



mit realen Geräten arbeiten. Dies reduziert die Risiken, die beim Arbeiten mit realen Maschinen und Anlagen entstehen.

- **Die dritte Ebene:** Sie umfasst das Erlernen der Erstellung von Spielen und Anwendungen für VR. Dies geschieht derzeit in der Ausbildung am Curt Nicolin Gymnasiet. Die dazu verwendete Software bei CNG heißt Unreal Engine. Diese Software wurde verwendet, um mehrere VR-Anwendungen zu erstellen, einschließlich der im ersten Bild des Berichts angezeigten.

Wir haben zwei Ebenen der Augmented Reality-Ausbildung in den Berufsbildungs-/Hochschullabors definiert.

- **Die erste Stufe:** Es geht darum, den Umgang mit der Ausrüstung und das Manövrieren der Schnittstelle zu erlernen. Diese Stufe ist kaum von der ersten Stufe der VR-Ausbildung zu unterscheiden. Die ersten Level umfassen das Wissen, wie man die Oberfläche des AR-Equipments bedient, Updates installiert, Probleme löst etc. Es beinhaltet auch die Fähigkeit, Anwendungen zu finden und zu installieren, die für verschiedene Zwecke relevant sind. Dieses technische Know-how ist unerlässlich, um auf die nächste Stufe zu gelangen.
- **Die zweite Ebene:** AR soll umfassender in die Ausbildung integriert werden. Im Folgenden finden Sie einige Beispiele für Möglichkeiten, dies zu tun:
  - Holen Sie sich fachmännische Hilfe digital von einem anderen Ort.
  - Erhalten Sie digitale künstliche Anweisungen.
  - Visualisieren Sie 3D-Objekte und verwenden Sie digitale Zeichnungen.

Headsets wie die HoloLens 2 sind ausreichende Hilfsmittel für Lernprozesse. Es gibt verschiedene Anwendungen, die auf diese Technologie zugeschnitten sind, von denen einige eine Anpassung in die Ausbildung wert sind.

Die Digitalisierung ist im Entstehen und es ist aufgrund der aktuellen Covid-19-Pandemie wichtiger denn je, digitale Werkzeuge gewinnbringend einzusetzen. Es ist möglich, mithilfe von AR Distanzhilfe zu erhalten. Die Person, die das Headset trägt, kann einen Experten, Lehrer oder Ausbilder anrufen. Der Experte sieht auf seinem Bildschirm durch eine integrierte Kamera auf der Vorderseite des Headsets dasselbe wie der Benutzer. Der Experte kann dann künstliche Objekte wie Pfeile oder Markierungen hinzufügen, die in Echtzeit für den Benutzer im Sichtfeld erscheinen, die Realität erweitern und das Lernen vereinfachen. Dieses Tool wird auch für das CLF von Vorteil sein. Die Partner des CLF befinden sich an unterschiedlichen geografischen Standorten, arbeiten jedoch innerhalb derselben Lernfabrik zusammen. Dieses digitale AR-Tool kann die Distanz zwischen den Partnern im Sinne einer Wissenstransformation minimieren.

AR hat die Möglichkeit, dem Nutzer künstliche Leitfäden zur Verfügung zu stellen. Dies ist sehr hilfreich, um Produktionsketten, die Montage von Komponenten, die Bedienung von Maschinen usw. zu verstehen. Der Benutzer trägt ein Headset oder nutzt die Anwendung über ein Smartphone. Künstliche Objekte, Informationen und verschiedene Formen der Unterstützung werden im Sichtfeld des Benutzers hinzugefügt. Dies können zum Beispiel Simulationen sein, die zeigen, wie ein Objekt verschoben, entfernt, gedreht usw. wird oder künstlicher Text mit Informationen, die gerade rechtzeitig erscheinen, wenn sie benötigt werden.

Augmented Reality könnte auch verwendet werden, um 3D-Objekte zu betrachten oder virtuelle Zeichnungen anzuzeigen, die zu einer papierlosen Produktion beitragen.





### Integration von VR/AR in Curt Nicolin Gymnasiets LAB

Im Curt Nicolin Gymnasiet sind drei VR-Labors implementiert. Diese Labs sind mit verschiedenen Virtual Reality-Headsets verschiedener Marken ausgestattet. Auch in der Bildung wird Augmented Reality eingesetzt. AR-Ausrüstung ist beweglicher und daher nicht in einem bestimmten Labor befestigt. AR-Technologien werden in verschiedenen Laboren, zB in der Werkstatt, an der Schule als Werkzeug zur pädagogischen Verbesserung eingesetzt. Jede der im vorherigen Abschnitt beschriebenen „Stufen“ wird in der Ausbildung am Curt Nicolin Gymnasiet sowohl in Bezug auf Virtual Reality- als auch auf Augmented Reality-Technologien verwendet.

In den Laboren verwendete Technologien und Software:

- Oculus-Quest 2
- Hololens 1 & 2
- HTC Vive
- Gefäßindex
- Unreal Engine
- Mixer

### Integration von VR/AR in das Labor von TKNIKA

Die Technologie wird in Form von Simulatoren verwendet, einer Ausrüstung, die einen Produktionsprozess reproduziert und den Schüler darin trainiert und dann seine Ausbildung in einer realen Umgebung abschließt, wodurch eine Beschleunigung des Lernens erreicht wird.



Abbildung 24: Virtual Reality Painting Umgebung. Quelle: TKNIKA

Die zweite Integrationsstufe ist, wenn das Lernklassenzimmer in die virtuelle Umgebung integriert wird, so dass keine Unterbrechung zwischen den Räumen entsteht und wir jederzeit im realen oder virtuellen Raum sein können.



Abbildung 25: Virtual Reality Painting Umgebung aus Sicht des Benutzers. Quelle: TKNIKA

Unter der integrierten Soft- und Hardware verwenden wir die folgenden Tools und Geräte:

- Soldamatic: für Schweißsimulationen
- SimSpray: für Lackiersimulationen
- Innvision und InnXr: für VR-Meetings in verschiedenen Städten
- Einige HMD: Oculus Quest2, HTC Vive, Oculus Rift und andere
- Einige AR- und XR-Headsets: Microsoft HoloLens 1 und 2
- Unity: als Entwicklungs-IDE
- Blender: als Modellierungs-, Sculpting- und Animationssoftware
- Motion Captor: für Bodytracking und Bewegungserfassung

### Rolle der VR/AR in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Stufen wird VR/AR in die Verfahrenstechnik, Produktion und Montage integriert.



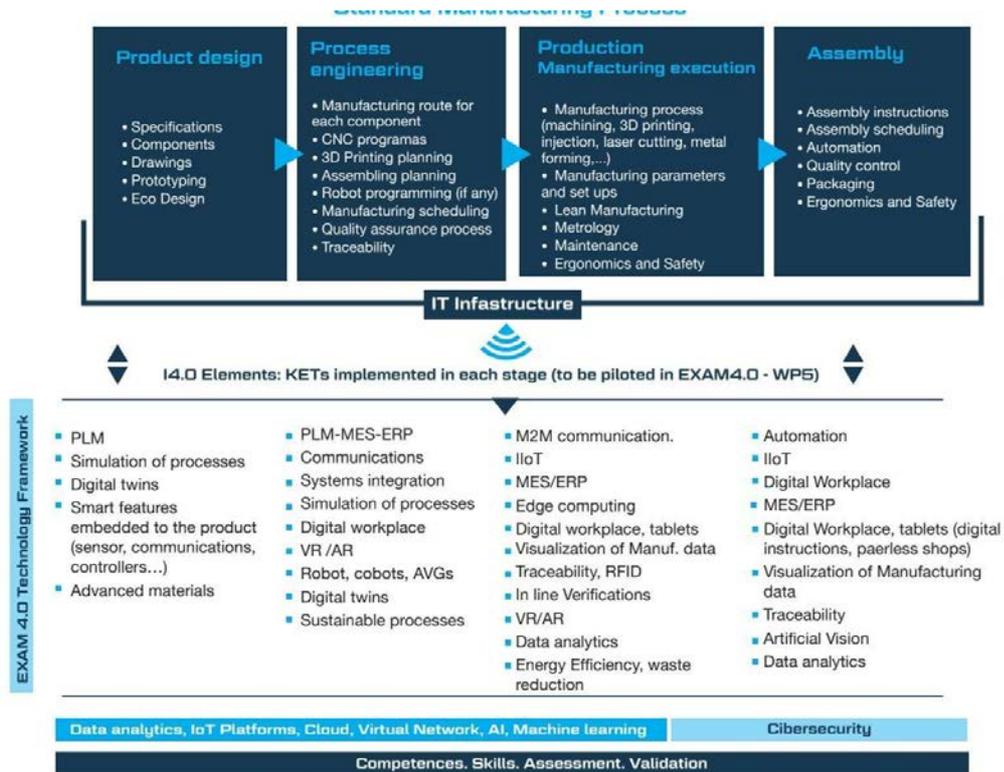


Abbildung 26: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Die Rolle von VR/AR im CLF besteht darin, eine gute Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Partnern der Lernfabrik zu gewährleisten, um Daten und Informationen vollständig austauschen zu können. VR/AR-Anwendungen werden genutzt, um Meetings abzuhalten und die Produkte des CLF zu diskutieren.

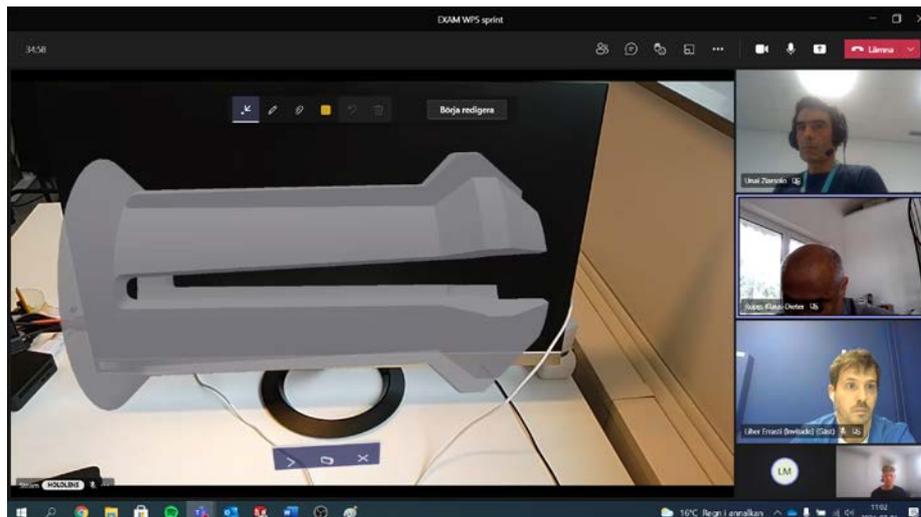


Abbildung 27: Treffen des Prüfungs-4.0-Konsortiums während der Verfahrenstechnik. Quelle: Kreation des Autors

Das obige Bild zeigt beispielsweise ein Treffen mit dem Konsortium, bei dem Augmented Reality verwendet wurde, um die Funktionen des neu gestalteten Clippers für die Gruppe zu zeigen. Der Clipper ist eine flexible Komponente, die Teil des im CLF produzierten EXAM4.0-Roboters ist.



Darüber hinaus wird es auch im Produktions- und Montageteil eine wichtige Rolle spielen, da wir durch VR/AR Maschinenhandbücher, Wartungshandbücher, Montageanleitungen...

### Vorteile der Verwendung von VR/AR im CLF . von EXAM4.0

Wenn es um das Einfügen von VR / AR in das CLF geht, können wir über vier Hauptvorteile sprechen:

- **Beschleunigung des Lernprozesses** mit besserer Überwachung und besserer Kontrolle. Es führt nicht nur die Simulation aus, sondern enthält auch leistungsstarkes Feedback von mehreren parametrisierten Elementen, damit die Schüler bessere Leistungen erbringen und wissen, wo die Fehler gemacht wurden.
- **Reduzierung des Verbrauchsmaterials** mit konsequenter Kostenreduzierung. Bei Verwendung einer der virtuellen Technologien ist der Materialverbrauch gleich Null. Wir können die Verwendung der teuersten Materialien simulieren, ohne sie wirklich zu verwenden. Dies ist eine umweltfreundlichere Arbeitsweise und bereitet unsere Schüler auf die reale Umwelt vor.
- **Erhöhung der physischen Sicherheit** der Studierenden sowie der an den Prozessen beteiligten Einrichtungen. Mit diesen Technologien können wir sogar Katastrophenereignisse wie Maschinenausfälle in der Schwerindustrie oder Brandsimulationen simulieren. Die sichere Umgebung führt dazu, dass die Schüler in Stresssituationen bessere Leistungen erbringen.
- **Um eine hervorragende Kommunikation**, den Austausch von Daten und Informationen **zu gewährleisten**. Das CLF ist eine Zusammenarbeit mit Laboren verschiedener Partner, um eine Lernfabrik zu schaffen. Kommunikation und Datenaustausch sind daher ein wesentlicher Bestandteil dieser Zusammenarbeit, sie sind für die Funktionsfähigkeit des CLF erforderlich. VR/AR ist ein nützliches Werkzeug, um dies zu erreichen. Vorgenannte Methoden

### Kompetenzen adressiert mit VR/AR

Die VR/AR-Ausbildung ist aufgrund der Vielfalt der Simulationen und Anwendungen, die sie bieten kann, für das Kompetenztraining sehr nützlich. Die in VR/AR adressierten Kompetenzen variieren daher je nach angestrebtem Bildungsziel. Hier jedoch einige Beispiele für Kompetenzen, die im Rahmen von VR/AR in der EXAM 4.0 CLF angesprochen werden:

- **Kommunikation, Kooperation und Teamwork:** Während des Pilotprojekts des CLF wurden Visualisierungsanwendungen verwendet, um einen qualitativ hochwertigen Informationsaustausch und eine Kommunikation zwischen den Partnern herzustellen. Diese Anwendungen werden später als Teil des CLF verwendet, um sicherzustellen, dass die verschiedenen Partner Daten, Informationen und Wissen in angemessener Weise austauschen können.
- **Technisches Know-how und IT-Kenntnisse:** Durch die Arbeit mit den Visualisierungsgeräten und den dazugehörigen Anwendungen erwerben die Benutzer sowohl technisches Know-how als auch IT-Kenntnisse.
- **Problemlösung:** Die Partner des CLF haben AR genutzt, um sich die Komponenten des Roboters anzusehen. Dieser Teil des Projekts erforderte eine Problemlösung, da der Roboter viele Funktionen enthielt, die schwer herzustellen waren.





### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch VR/AR

VR / AR ist ein großartiges Werkzeug, um kollaborativ zu arbeiten. Einerseits könnten durch VR Arbeitstreffen zwischen verschiedenen Schulen geschaffen werden. So können Studierende aus verschiedenen Ländern zusammenarbeiten und sich besser kennenlernen. Diese Übung könnte sich sehr gut als Vorwissensübung für einen späteren Austausch eignen.

Andererseits ist die AR, wie in Abbildung 9 zu sehen, eine sehr hilfreiche Unterstützung bei der Gestaltung von Meetings. Mittels AR können alle Mitglieder der Versammlung das Stück beobachten und dabei unterschiedliche Meinungen dazu äußern.

Schließlich könnten dank des digitalen Zwillings, bei dem der gesamte Herstellungsprozess digitalisiert werden kann, und der Datenanalyse mit dem IIoT, bei der Daten in Echtzeit gesammelt werden, Studenten aus Zentren, die nicht über genügend Ressourcen für die Produktionsmaschinen verfügen, arbeiten in einer VR-Umgebung, als würden sie an einer realen Maschine arbeiten.

## 7. 14.0-Technik Nr. 4.: Reverse Engineering- Tknika -Tknikas Labor

### Definition und Anwendung von Reverse Engineering in der Industrie

Reverse Engineering spielt eine wichtige Rolle in der Branche der mechanischen Konstruktion und der fertigungsbasierten Industrie.

Diese Technik ist weithin als eine wichtige Technik im Produktentwicklungszyklus anerkannt. Es ist oft unerlässlich, ein CAD-Modell eines vorhandenen Teils mit Hilfe einer beliebigen Digitalisierungstechnik zu reproduzieren, wenn keine Originalzeichnungen oder -dokumentation verfügbar sind. Es ist auch nützlich für Analysen und wenn Modifikationen erforderlich sind, um ein verbessertes Produktdesign zu erstellen.

Die Produktneugestaltung mit Reverse Engineering wird die Produktionszeit und die Kosten in der produktherstellenden Industrie weitgehend reduzieren.



Abbildung 28: Inverse Engineering-Scanner. Quelle: Artec EVA



Reverse Engineering ist der Prozess zum Erhalten eines geometrischen CAD-Modells aus Messungen, die durch eine kontaktbehaftete oder berührungslose Abtasttechnik eines vorhandenen physikalischen Modells erfasst wurden. Das typische Verfahren zum Replizieren eines Teils durch Reverse Engineering kann wie folgt sein:

- Vorhandenes Objekt
- Datenerfassung (Kontakt oder nicht Kontakt)
- Vorverarbeitung (Rauschfilterung und Zusammenführung)
- Punktwolke / STL-Daten
- Merkmalsextraktion
- Segmentierung und Oberflächenanpassung
- CAD-Modell
- Herstellungsverfahren
- Fertiges Produkt

Ein 3D-Scansystem ist nicht gleich ein 3D-Scanner. Es ist die Summe aus einem 3D-Scanner, der Software und in vielen Fällen der notwendigen Schulung, um damit umzugehen.

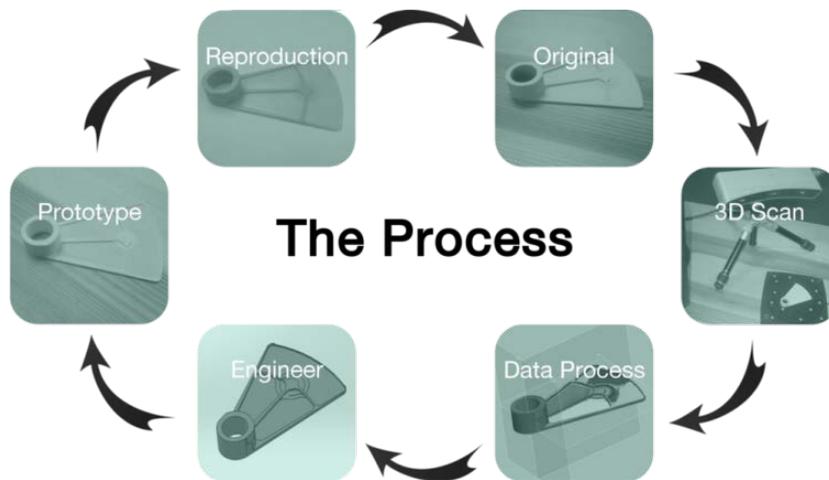


Abbildung 29: Inverse Engineering-Prozess. Quelle: Siemens

Reverse Engineering hat ein sehr breites Anwendungsgebiet, wie zum Beispiel:

- Maschinenbau: Produktdesign, Individualisierung, 3D-Dokumentation
- Industriedesign und Fertigung: Qualitätskontrolle, Rapid Prototyping für Automatisierung und Luft- und Raumfahrt
- Gesundheit: Orthopädie, Prothetik, plastische Chirurgie, technische Hilfsmittel, pharmazeutische Produkte
- Wissenschaft und Bildung: Forschung, Unterhaltung/Animation, Forensik, Online-Museen
- Kunst und Design: Denkmalpflege, Architektur, Mode
- Elektronik
- ...



## Reverse Engineering in HVET/VET-Labor

### Integration von Reverse Engineering in das LAB von TKNIKA

Reverse Engineering wurde in Tknikas IKASLAB zusammen mit additiven Fertigungstechnologien eingeführt, da beide Technologien gemeinsame Vorteile haben und sich in bestimmten Anwendungen perfekt kombinieren lassen.

Digitalisierung und Replikation von Werkstücken auf komplexen Oberflächen, schnelles Prototyping: Diese Prozesse und Funktionen erfordern die Kombination beider Technologien, um Projekte richtig voranzutreiben.



Abbildung 30: Überblick über das Reverse-Engineering-Labor von Tknika. Quelle: Tknika

In der obigen Abbildung ist die Scan-Ecke von Tknika zu sehen. Es ist Teil des Labors des IkaSLab-Projekts. Scanner von links nach rechts: Creaform Go!Scan Spark, Creaform Handyscan 700 und Solutionix Rexcan CS+. Alle diese Scanner können von Studenten des baskischen Berufsbildungssystems verwendet werden.



Abbildung 31: Creaform Academia 50 Scannerausrüstung. Quelle: Tknika



Einige der Scanner sind feststehend, das zu scannende Produkt bewegt sich, während bei anderen das Produkt stillsteht, bewegt der Benutzer den Scanner über die Oberfläche, um es zu scannen.



Abbildung 32: Scannen mit Creaform Academia. Quelle: Tknika

Unter den mit den Reverse-Engineering-Scannern durchgeführten Projekten ist eines der wichtigsten, bei dem die aufgeblähte Hand einer Frau gescannt und für sie maßgeschneiderte Prothesen entworfen wurden.



Abbildung 33: Scannen von Marias Arm mit dem Creaform Handyscan 700 Scanner. Quelle: Tknika

Die Verarbeitung des Scans erfolgte mit der Software VXElements und die Endteile mit der CAD-Software SolidWorks.

Wir sollten Softwareanwendungen nicht vergessen. Obwohl sie nicht so sichtbar sind wie Scanner, sind sie mindestens genauso wichtig, um ein gutes endgültiges digitales Objekt zu erhalten.



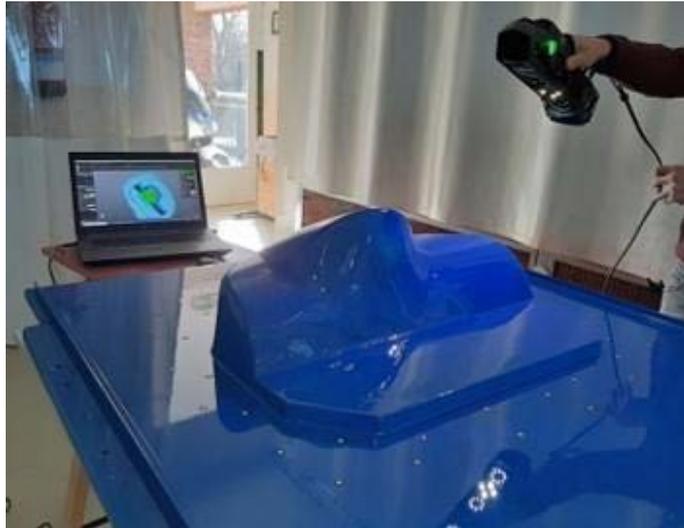


Abbildung 34 Werkzeug für Kohlefaserteil mit Creaform Go!Scan Spark scannen. Quelle: Tknika

Die in Tknika verwendete Software ist:

- **Ezscan** : Scannen und Verarbeiten von Punktwolken für Solutionix Rexcan CS+ Scanner.
- **VX Elements**: Scannen und Verarbeiten von Punktwolken für alle Creaform Scanner. Es kommt zusammen mit VX Model, um einen Reverse-Engineering-Prozess und VX Inspect zu entwickeln, das es ermöglicht, ein Referenzmodellteil gegenüberzustellen.
- **Polyworks**: fortschrittliche industrielle Inspektionssoftware, die in Kombination mit einem Handscanner bei der **Teileinspektion** nach oder während eines Fertigungsprozesses helfen kann.
- **Geomagic Design X**: vollständige Rekonstruktion von Geometrien ausgehend von einem gescannten Teil.

### Rolle des Reverse Engineering in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Phasen wird das Reverse Engineering in die Design- und Produktionsphase integriert.

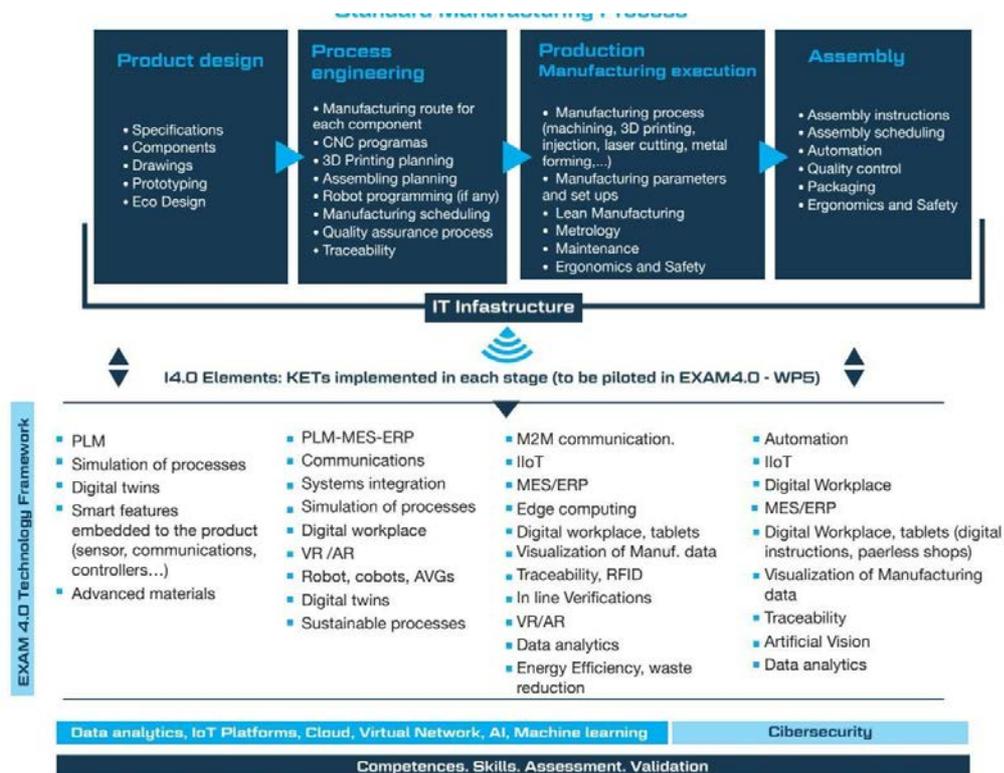


Abbildung 35: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Das CLF, das wir ansprechen, erfordert präzise Systeme, die physikalische Teile in mathematische Modelle umwandeln. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, über Digitalisierungssysteme zu verfügen, um digitale Modelle der Stücke erstellen zu können. Auf diese Weise konnte die Überprüfung der korrekten Teile durch den Vergleich mit einem digitalen Muster erreicht werden. Der Scanner könnte verwendet werden, um die Teile zu digitalisieren.

Die Digitalisierung der Teile, die bei der Herstellung des CLF mit dem Scanner angefertigt werden, ermöglicht es, auftretende Konstruktions- oder Herstellungsfehler zu analysieren. Auf diese Weise können die relevanten Änderungen in der Konstruktion der Teile basierend auf dem realen digitalen Modell vorgenommen werden.

Schließlich könnten in den Robotern, die im CLF erstellt werden, Anpassungen vorgenommen werden, da wir Klauen, Befestigungselemente ... erstellen könnten, die an die einzelnen Produkte angepasst sind, die der Benutzer durch Scannen der Produkte wünscht.

### Vorteile der Verwendung von Reverse Engineering im CLF . von EXAM4.0

Der große Vorteil des Einsatzes von Reverse Engineering Prozessen besteht darin, Digitalisierungsprozesse zu erleichtern und zu beschleunigen. Das Wissen und die Praxis mit der Technologie werden es einfacher machen, ihre Anwendbarkeit zu erkennen.



Diese Vorteile werden noch größer, wenn anstehende generative Design- oder Topologieoptimierungsprozesse nach und nach in der Industrie eingeführt werden.

Auch die nächste Generation automatischer oder intelligenter Produktionssysteme kann diese Technologie im Prozess einführen und den Scanner beispielsweise in einen kollaborativen Roboter integrieren.

Diese Vorteile können durch die Einführung von Reverse Engineering in einen industriellen Prozess erreicht werden, der in jedem im Labor entwickelten Projekt reproduziert wird:

- Effizienz erhöhen
- Fehler reduzieren
- Verbessern Sie die Sicherheit
- Kosten reduzieren
- Informationen teilen

### Mit Reverse Engineering adressierte Kompetenzen

Die Anwendbarkeit von Reverse Engineering kann sehr breit gefächert sein und verschiedene Industriebereiche berühren. Die Kompetenzen, die die Studierenden erwerben können, sind:

- Analysieren Sie verschiedene Arten von Scannern/Technologien und entdecken Sie deren Anwendungen.
- Führen Sie den Reverse Engineering-Prozess durch: Punktwolke, Netz, Volumenkörper.
- Experimentieren Sie mit verschiedenen Anwendungen: Rekonstruktion unter Berücksichtigung der Formen des gescannten Teils, Transformation und Neugestaltung neuer Funktionalitäten. Vergleich der Messungen.
- Experimentieren Sie mit verschiedenen Softwares, abhängig von der zu entwickelnden Anwendung.

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch Reverse Engineering

Als weiteres Werkzeug, das Teil von Industrie 4.0-Technologien ist, trägt jede gemeinsame Aktion des Lernprozesses und seine Integration in die Bildung dazu bei, diesen Prozess selbst zu verbessern und effizienter zu gestalten. Dies ist eines der Ergebnisse des 3D-Herstellers. Die Entwicklung der Gemeinschaft und die Bildungssysteme sollten von ihnen lernen; wie sie die Entwicklung fördern und Wissen teilen:

- Auswahl und Einsatz von Scannern und Software.
- Auswahl der Technologie für jeden Bedarf oder jede Anwendung.
- Anteil Fallstudien.

## 8. 14.0-Technik Nr. 5.: Cybersicherheit-Tknika

### Definition und Anwendung von Cybersecurity in der Industrie

Cybersicherheit ist der Schutz von Computersystemen und Netzwerken vor der Offenlegung von Informationen, dem Diebstahl oder der Beschädigung ihrer Hardware, Software oder elektronischen Daten sowie vor der Unterbrechung oder Fehlleitung der von ihnen





bereitgestellten Dienste. Lange Zeit galt dieses Konzept hauptsächlich für traditionelle IT-Geräte, aber mit der Verbreitung der neuen 4.0-Industrie musste diese Praxis auf alle angeschlossenen Geräte angewendet werden. Cybersicherheit ist ein Trend in unserer immer stärker digitalisierten und vernetzten Welt. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, simulieren wir eine Industriefabrik mit IT- und OT-Elementen in unserem Labor, um verschiedene Netzwerkkasustiken bereitzustellen, und erstellen verschiedene Szenarien, in denen wir Schutz- und Angriffsmethoden gegen unsere isolierten Netzwerke testen können, um Risiken zu minimieren (Wikipedia, 2021).

**Cybersicherheit in HVET/VET-Labors**

**Integration von Cybersicherheit in Tknikas Lab**

In diesem Abschnitt behandeln wir, wie Cybersicherheitspraktiken in die Labors von Berufsbildungs-/Hochschulzentren mit dem Ziel einer sicheren Durchführung von CLF-Prozessen integriert werden sollten. Mit diesem Ziel arbeiten wir im Cybersecurity Factory Lab von TKNIKA in unterschiedlichen Szenarien.

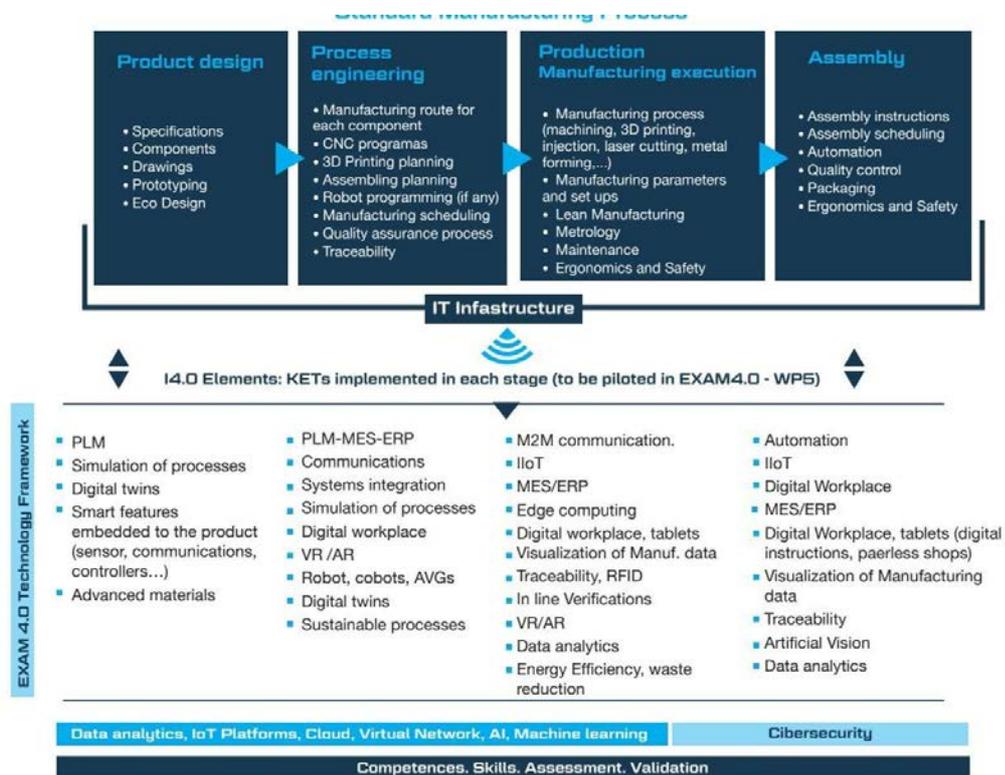


Abbildung 36: Überblick über das Cybersicherheitslabor von Tknika. Quelle: Tknika

Cybersicherheit kann direkt auf zwei Arten von HVET/VET-Branchen angewendet werden:

- Einerseits haben wir IT-bezogene Szenarien, die aus einer IT-Zone und einem Honeypot bestehen, wie im WP4, Abschnitt D4.2 beschrieben. In der IT-Zone verfügen wir über ein Rack mit Firewalls, Switches und 3 PCs zur Erforschung der Verwundbarkeit von IT-Systemen, um den Aufbau und die Entwicklung sicherer IT-Systeme zu schulen.



In der Honeypot-Zone untersuchen wir, welche Arten von Angriffen ein exponiertes Gerät erhalten kann, woher sie kommen und wie sie abgewehrt werden können.

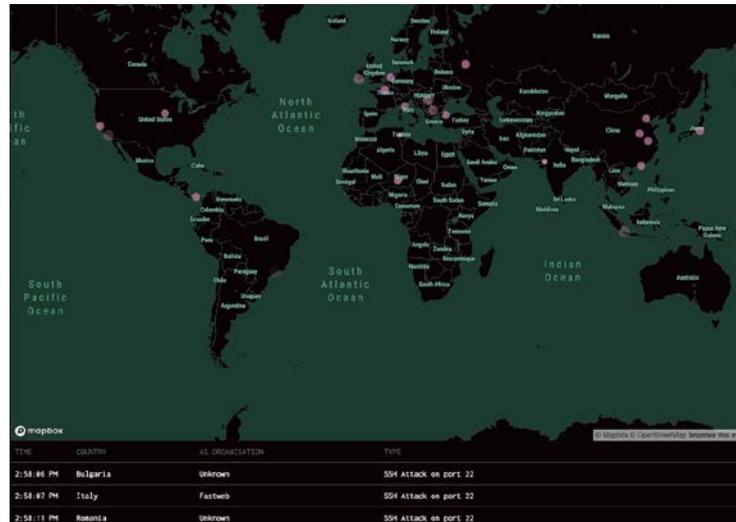


Abbildung 37: Beispiel für Echtzeit-Honeypot-Angriffe. Quelle: Tknika

Sowohl die Industriepartner als auch die Studierenden, die die Sustainability Factory nutzen, können die Datensätze zur Entwicklung prognostischer Algorithmen und explorativer Analysen nutzen.

Abgesehen von diesen spezifischen Zweigen können die Grundlagen und die gute Nutzung des Internets in jedem HVET/VET-Zyklus vermittelt werden, um Informationsverlust, Ransomware, Viren, Malware zu vermeiden...

Um all dies zu erreichen, wird unterschiedliche Software verwendet, wie zum Beispiel:

- Virtuelle Umgebung von Proxmox
  - VMWare
  - VirtualBox
  - Modernes Honignetzwerk
  - Visual Studio 2019
  - PaloAlto-Akademie
  - Wireshark
  - Kali
- Darüber hinaus haben wir die industrie- und automatisierungsbezogenen Szenarien, die auch im WP4, Abschnitt D4.2. beschrieben sind, der Omrom-SPS-Bereich und der Siemens-SPS-Bereich.



Abbildung 38: Omrom-SPS-Bereich. Quelle: Tknika

Üblicherweise waren Automatisierungselemente isoliert, aber Industrie 4.0 und Remote-Assistance haben unter anderem dazu geführt, dass diese Systeme an das Netzwerk angeschlossen werden müssen. Aufgrund der fehlenden Aktualisierung der automatisierten Systeme sollten/müssen Studierende der Industrie und der Automatisierungsbranche sich der Gefahr bewusst sein und Maßnahmen zu deren Schutz ergreifen.

Insgesamt müssen alle IT-Systeme geschützt werden. Nicht nur solche, die sich in Büros oder Serverräumen befinden, sondern auch in Industriemaschinen-HMI oder Scadas.

Um all dies zu erreichen, wird unterschiedliche Software verwendet, wie zum Beispiel:

- TIA-Portal
- Cx Eins

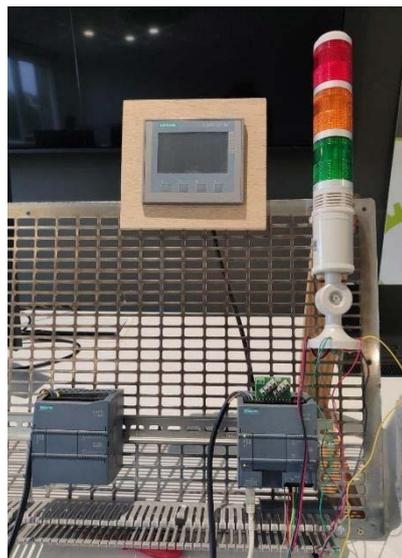


Abbildung 39: Siemens SPS-Zelle. Quelle: Tknika



## Rolle der Cybersicherheit in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Phasen wird die Cybersicherheit in die Produktionsphase integriert.

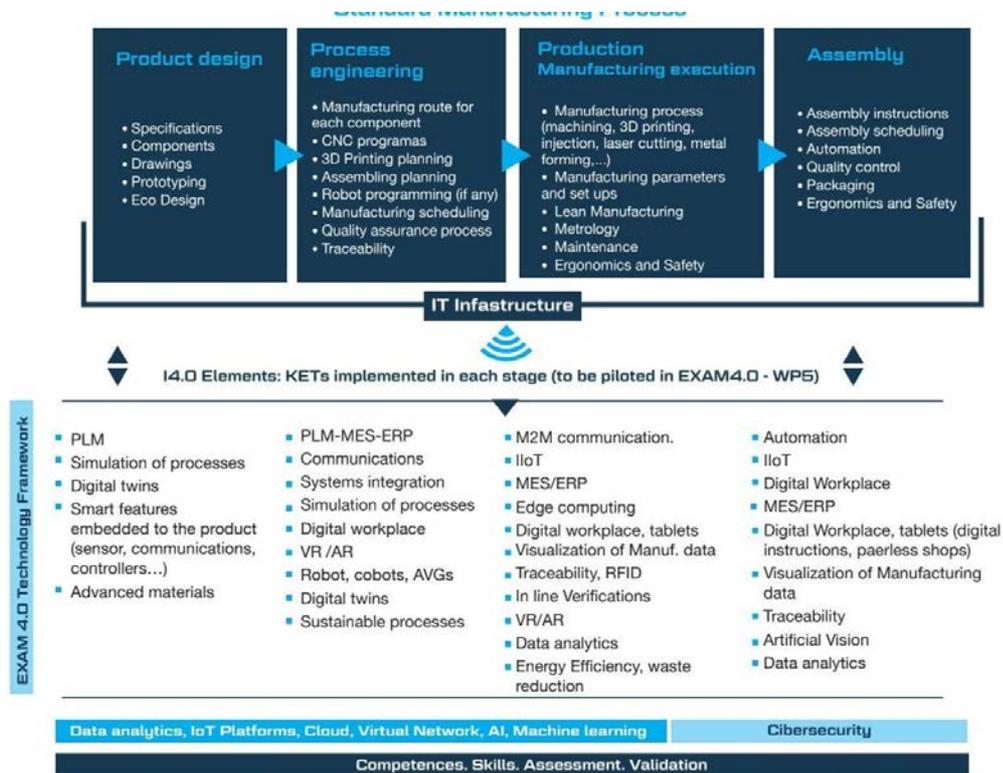


Abbildung 40: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Die zuvor erwähnten Cybersicherheitsszenarien werden in allen Phasen des CLF nützlich sein.

In den frühen Phasen, während der Student die Analyse und das Design durchführt, müssen alle Komponenten wie Firewalls, Server, ... und das Subnetzdesign unter anderem einen Platz haben.

In der mittleren bis späten Phase wird die Cybersicherheit eine ruhigere Umgebung mit geringerem Risiko bieten und niemals ein 0-Risiko darstellen. Aus diesem Grund sollten Cybersicherheitsprotokolle und -systeme ständig überprüft und verbessert werden.

Dieser Fokus auf Cybersicherheit wird sicherstellen, dass die Studierenden ihr Profil mit diesen Fähigkeiten bereichern. Um dies zu erreichen, werden wir mehrere Lehrerfortbildungsprogramme entwickeln, die sich auf Berufsbildungslehrer konzentrieren und es ihnen ermöglichen, dieses Wissen in ihre vorherigen Fächer einzubringen.

## Vorteile der Verwendung von Cybersicherheit in EXAM4.0s CLF

Die Einführung und Integration von Cybersicherheit in EXAM4.0 CLF bietet enorme Vorteile. Dies sind einige davon:



- Risikobewusstsein
- Verbessern Sie die Sicherheit
- Gewinnen Sie Fähigkeiten zur Risikoerkennung und -verwaltung
- Simulieren Sie Angriffe in einer kontrollierten Umgebung
- Verbessern Sie die Reaktionszeit gegen echte Angriffe
- Testen Sie verschiedene Netzwerkzusammensetzungen, um sicherzustellen, dass dies sicher ist
- Entwicklung und Erforschung neuer Angriffe auf Industriekomponenten und verschiedene Systeme wie RFID, NFC...

Der größte Vorteil von Cybersecurity besteht darin, dass es die Fähigkeiten zur Identifizierung der Risiken sowohl in IT- als auch in OT-Szenarien bereitstellt und somit dazu beiträgt, sichere CLFs zu erstellen. Und all diese Vorteile werden natürlich direkt an die Studierenden weitergegeben.

### Mit Cybersecurity adressierte Kompetenzen

Die mit Data Analytics erworbenen Kompetenzen lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Technische und weiche Kompetenzen.

Die fachlichen Kompetenzen stehen in engem Zusammenhang mit den im Lernprozess der Studierenden zu erwerbenden fachlichen Inhalten. Unter anderen technischen Kompetenzen sind die wichtigsten:

- Kenntnisse über Cybersicherheitstechnologie
- Bewertung von Cybersicherheitsrisiken
- Überwachung und Berichterstattung der Cybersicherheit
- Schwachstellen- und Penetrationstests
- Kreatives Denken
- Sichere Softwareentwicklung
- Grundlegende Fähigkeiten zum sicheren Umgang mit IT-Tools
- Sichere Konfiguration der IT- und OT-Infrastruktur

Was die mit Cybersecurity entwickelten Soft Competences betrifft, sind:

- **Teamwork** : Als kollaboratives Werkzeug können Teammitglieder ihre Aufgaben planen und alle haben Zugriff auf die Produktionsblätter, die Kontrollblätter...
- **Digitales Bewusstsein** : Sie gewöhnen sich an virtuelle Arbeitsumgebungen, verstehen die gewonnenen Daten, verwalten sie und ziehen Schlussfolgerungen.
- **Persönlich** : Autonomie, Initiative, kritischer Geist, sich der Bedeutung einer guten Planung bewusst sein und sehen, wie sich die im Prozess getroffenen Entscheidungen auf sie auswirken.
- **Kommunikation** : zwischen verschiedenen Schülern, demjenigen, der die Produktion plant, und dem, der sie ausführt, wobei sie sich der Bedeutung der verschiedenen Erklärungen (in Wort und Schrift) bewusst sind, die innerhalb des Produktionsprozesses gegeben werden und zu einem besseren Ergebnis beitragen können.

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch Cybersecurity





Das mit den verschiedenen Cybersicherheitsszenarien erworbene Wissen befähigt die HVET-Benutzer nicht nur, sichere Remote-Zusammenarbeitsmöglichkeiten von anderen Labors mit Interesse an demselben Gebiet zu schaffen, sondern sie auch zu ermutigen, theoretisches Wissen in realen Szenarien zu testen.

Ebenso ist die Zusammenarbeit mit außeruniversitären Einrichtungen sehr wichtig. Externe Partner und Unternehmen können reale Szenarien bereitstellen, die auf dem CLF behandelt und getestet werden müssen, da Cybersicherheit heutzutage nicht optional, sondern eine Voraussetzung ist.

## 9. 14.0-Technologie Nr. 6.: Digitale Zwillinge - Tknikas Labor

### Definition und Anwendung von Digital Twins in der Industrie

Ein digitaler Zwilling ist eine digitale Darstellung einer realen Einheit oder eines Systems. Die Implementierung eines digitalen Zwillings ist ein gekapseltes Softwareobjekt oder Modell, das ein einzigartiges physisches Objekt, einen Prozess, eine Organisation, eine Person oder eine andere Abstraktion widerspiegelt. Daten aus mehreren digitalen Zwillingen können zu einer zusammengesetzten Ansicht über eine Reihe von realen Einheiten wie ein Kraftwerk oder eine Stadt und deren zugehörige Prozesse aggregiert werden.

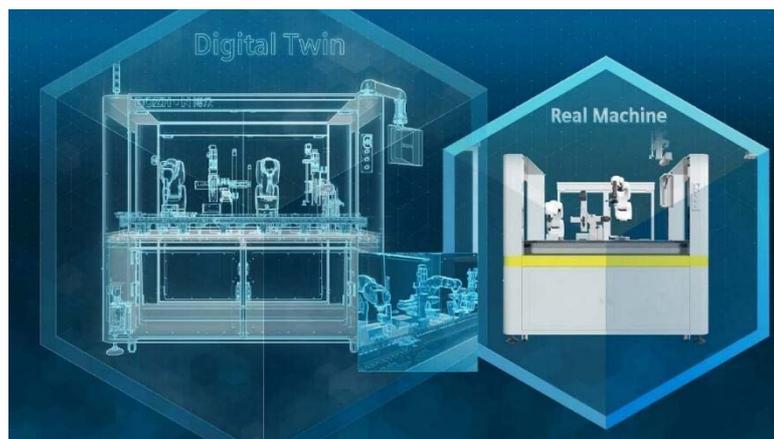


Abbildung 41: Digitaler Zwilling in der Produktion. Quelle:  
<https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/webinar/digital-twin-in-manufacturing/68561>

Das Konzept des digitalen Zwillings besteht aus drei unterschiedlichen Teilen: dem physischen Produkt, dem digitalen/virtuellen Produkt und den Verbindungen zwischen den beiden Produkten. Die Verbindung zwischen dem physischen Produkt und dem digitalen/virtuellen Produkt sind Daten, die vom physischen Produkt zum digitalen/virtuellen Produkt fließen und Informationen, die vom digitalen/virtuellen Produkt zur physischen Umgebung verfügbar sind.

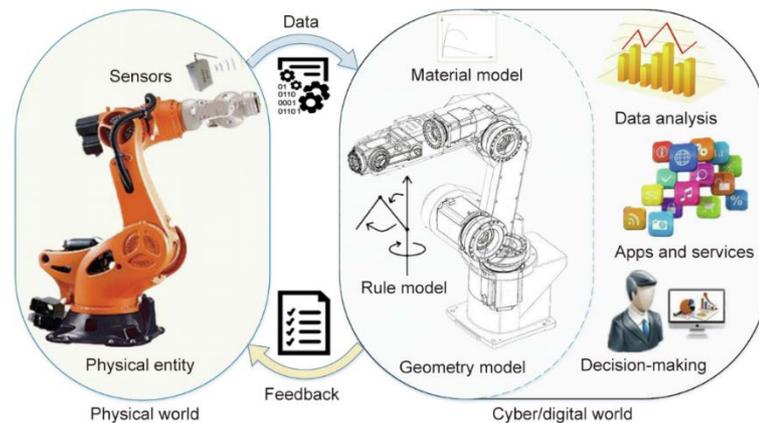


Abbildung 42: Architektur des digitalen Zwillings. Quelle:

<https://www.engineering.org.cn/en/10.1016/j.eng.2019.01.014>

Um einen digitalen Zwilling zu erstellen, müssen Sie viele Daten sammeln, sowohl über das Objekt als auch dessen Umgebung. Mit diesen Informationen können Rechenmodelle erstellt werden, die das Verhalten oder den Zustand des physischen Objekts darstellen (Xataka, 2021).

Diese Daten können sich auf den Lebenszyklus eines Produkts, seine Konstruktionspezifikationen, seine Produktionsprozesse, Konstruktions- und Produktionsinformationen (einschließlich Materialien, Teile, Methoden und Qualitätskontrolle) beziehen ...

Ein digitaler Zwilling kann so komplex oder einfach wie nötig sein. Die Menge der gesammelten Daten bestimmt auch, wie genau das digitale Modell die physische Version simuliert.

Nachdem alle Daten gesammelt wurden, werden sie verwendet, um analytische Modelle zu erstellen, mit denen die Auswirkungen und das Verhalten dieses Objekts bei möglichen Änderungen vorhergesagt werden können.

Diese Simulationen werden unter Berücksichtigung von Themen wie Ingenieurwesen, Physik, Chemie, Statistik, maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz, Geschäftslogik oder Zielsetzungen erstellt. Diese Modelle können durch 3D-Renderings und Augmented-Reality-Modellierung angezeigt werden.

Die Entwicklung und Erstellung eines digitalen Zwillings wird hauptsächlich für drei Hauptthemen verwendet:

- **Digital Twin Prototype (DTP):** Bevor ein endgültiges physisches Produkt erstellt wird, wird ein digitales erstellt, um zu sehen, wie es wirklich aussehen und sich verhalten würde.
- **Digital Twin Instance (DTI):** Nachdem ein Produkt bereits hergestellt wurde, werden mit dem digitalen Zwilling verschiedene Nutzungsszenarien mit dem virtuellen und nicht mit dem realen getestet.
- **Digital Twin Aggregate (DTA) :** Sammelt Informationen aus dem obigen Fall, um die Fähigkeiten eines Produkts zu bestimmen, Vorhersagen zu erstellen und Betriebsparameter zu testen.



Durch diese drei typischen Anwendungsfälle können Unternehmen unterschiedliche Ergebnisse basierend auf variablen Daten vorhersagen, was hilft zu bestimmen, wohin die Dinge gehen müssen oder wie sie funktionieren, bevor sie physisch implementiert werden.

Einige der Vorteile von digitalen Zwillingen in der Branche, die wir hervorheben können, sind:

- Ein realistisches Modell zu haben, um alle Arten von Experimenten durchführen zu können, ohne das replizierte Produktionssystem zu gefährden.
- Um neue Szenarien zu entwerfen und ihr Verhalten zu beobachten, wenn die Variablen, die Sie betreffen, geändert werden.
- Um zu wissen, wann Systemausfälle auftreten, können wir Wartungspläne im Voraus entwickeln.
- Das Produktionssystem agil und konstant weiterzuentwickeln und Änderungen einzubeziehen, die die Produktivität auf echte Weise verbessern.
- Um das erwartete Ergebnis mit zuverlässigen Daten vorherzusagen.

### Digitale Zwillinge in HVET/VET-Labors

#### Integration des digitalen Zwillings in das Labor von Tknika

Als Experte in der technischen Ausbildung werden Sie täglich herausgefordert, den anspruchsvollsten und relevantesten Kurs anzubieten, den Sie können. Es kann schwierig sein, mit den neuesten technologischen Innovationen auf dem Laufenden zu bleiben und gleichzeitig die Ressourcen zu verwalten, die Sie haben.

Dies, gepaart mit einer wachsenden Nachfrage nach Online-Lernen und Fernzugriff von Ihren Schülern, kann zu Herausforderungen bei der Zugänglichkeit führen (Simumatik, 2021).

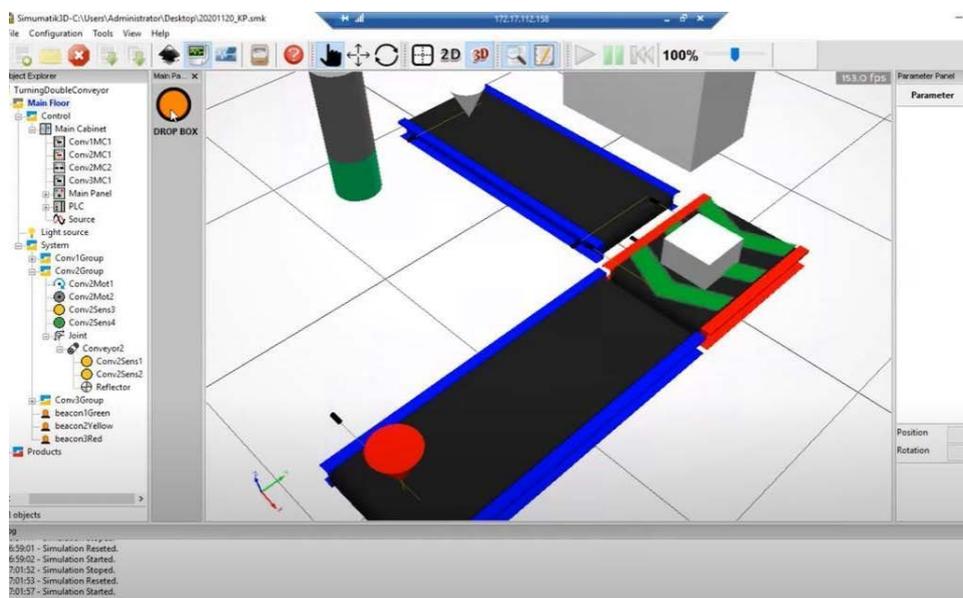


Abbildung 43: Arbeiten in Simumatik. Quelle: Tknika

Besonders hilfreich sind digitale Zwillinge in der Bildung. Wie bereits erwähnt, bestehen sie aus virtuellen Modellen eines Prozesses, Produkts oder einer Dienstleistung, gepaart mit ihrem realen Gegenstück. Diese Paarung des virtuellen und physischen Bereichs ermöglicht es den



Schülern, Datenanalyse und Systemüberwachung zu erlernen, um Probleme zu vermeiden, Ausfallzeiten zu vermeiden, neue Möglichkeiten zu entwickeln und mithilfe von Simulationen zu planen.



Abbildung 44: Links die reale Maschine und rechts der digitale Zwilling der SMC SIF400 Maschine. Quelle: Tknika

Eines der Ziele des digitalen Zwillings-Workshops von Tknika ist es, einen digitalen Zwilling der Werkstattausrüstung zu erstellen, um die vollständige Simulation von Prozessen eines realen Produktionsprozesses zu ermöglichen. An diesem Aspekt arbeitet das SIF-400-Lehrteam, ein SMC-Modell, das eine hochautomatisierte Smart Factory nachbildet, einschließlich Technologien rund um Industrie 4.0, fortschrittliche Fertigungskonzepte und die Realität des vernetzten Unternehmens.



Abbildung 45: Student arbeitet an einem digitalen Zwilling der Autolackierung. Quelle: Tknika

Schließlich werden digitale Zwillinge verschiedener einzelner Produktionsprozesse erstellt, damit Studierende in einer digitalen Umgebung üben können, sofern sie Produktionsprozesse benötigen, die eine große Infrastruktur benötigen würden.

Der digitale Zwilling in der Bildung ermöglicht:

- Schüler haben rund um die Uhr Zugriff auf eine Cloud-basierte Ressource.
- Digitalisierung physischer Labore.
- Umsetzung wichtiger Engineering-Konzepte in die Praxis.



- Zusammenarbeit an Systemen in Echtzeit.

**Rolle des digitalen Zwillings in der EXAM4.0 CLF**

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist.

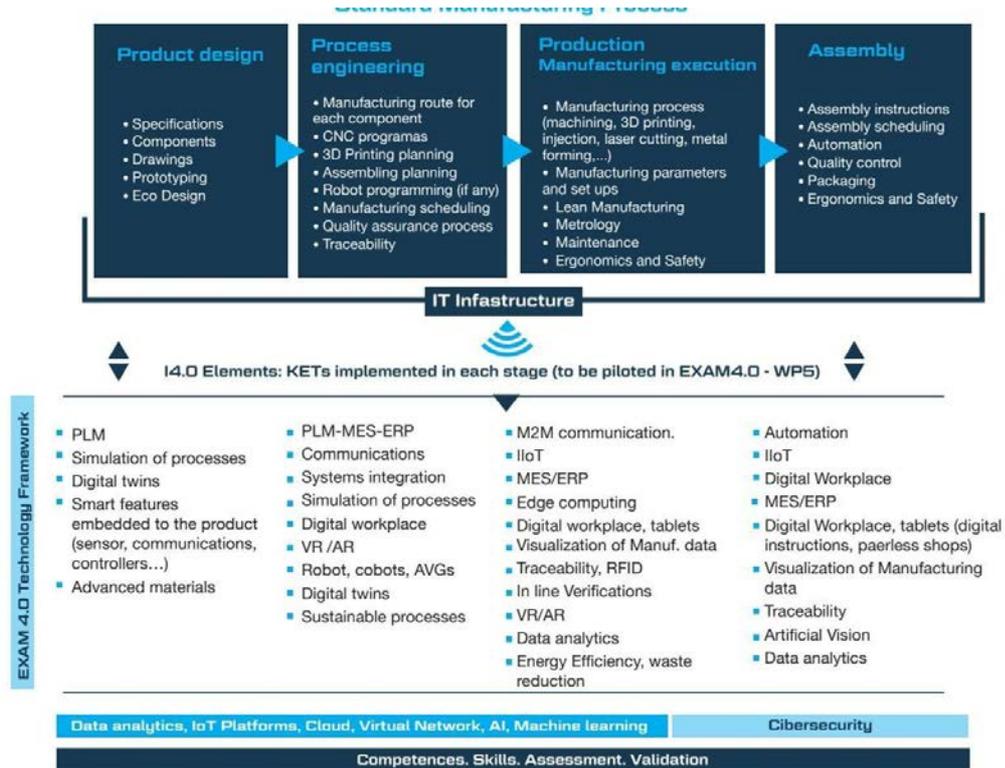


Abbildung 46: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Die Hauptaufgabe des digitalen Zwillings in EXAM4.0 wird darin bestehen, den Prozess der Collaborative Learning Factory virtuell abzubilden, damit Studierende in einer Industrie4.0-Umgebung arbeiten können.

Um die virtuelle Darstellung zu entwickeln, haben wir in Tknika verschiedene Software analysiert, mit der wir den digitalen Zwillings der Collaborative Learning Factory erstellen können. Durch sie modellieren wir den Prozess, simulieren ihn und können die Programme debuggen, die in den industriellen Steuerungen der Maschinen ausgeführt werden. Diese Aufgabe wird als virtuelle Inbetriebnahme bezeichnet.

Folgende Softwarepakete wurden für diese Aufgaben evaluiert:

- Simulatoren für Industriesteuerungen: Siemens PLCSIM Advanced v3.0
- Robotersimulatoren: RoboDK
- Virtuelle Inbetriebnahmesoftware: Simumatik und Factory I/O



Auf Basis dieser Software haben wir an der Gestaltung eines Online-Kurses gearbeitet. Ziel war es, mit einer Gruppe von Lehrern die Verwendung dieser Tools zum Aufbau virtueller Industrieumgebungen zu testen.

Im Kurs wurde auch der digitale Zwilling mit Hardware in der Loop-Konfiguration demonstriert. Diese Art der Konfiguration ermöglicht es uns, eine reale Steuerung, die mit dem digitalen Zwilling verbunden ist, so zu betreiben, dass sie wie in der Realität funktioniert, sie verschiedenen Bedingungen aussetzt und so die Entwicklungs-, Validierungs- und Inbetriebnahmezeiten der Steuerung in a sicherer, flexibler und wirtschaftlicher Weg.

### **Vorteile der Verwendung des Digital Twin in EXAM4.0s CLF**

Die Vorteile eines virtuellen Modells des CLF sind mehrere:

- Vermeiden Sie Brüche, Sicherheitsprobleme und Einschränkungen für Schüler, indem Sie Collaborative Learning Factory Labs online stellen.
- Virtuelles Teilen von Geräten und Ressourcen zwischen verschiedenen Zentren, ohne dass Ressourcen dupliziert werden müssen.
- Unterstützen Sie wichtige technische Konzepte und ermöglichen Sie den Studenten, die Theorie in die Praxis umzusetzen. Verbessern Sie das Lernen der Schüler in den Grundprinzipien der Physik, einschließlich Elektrizität, Pneumatik und Hydraulik.
- Unterstützen Sie Ihren eigenen Unterricht mit Zugang zu virtuellen Labs und geben Sie den Schülern die Möglichkeit, eigene zu erstellen.

### **Mit Digital Twin adressierte Kompetenzen**

Die im Digital Twin adressierten Kompetenzen variieren je nach Lernziel. Im Folgenden sind jedoch Beispiele für Kompetenzen aufgeführt, die im Rahmen des Digital Twin in der EXAM 4.0 CLF angesprochen werden:

- Bereiten Sie die Steuerprogramme gemäß den Spezifikationen und Funktionsmerkmalen der Anlage vor.
- Definieren Sie das Montageprotokoll, Tests und Richtlinien für die virtuelle Inbetriebnahme von automatischen Installationen basierend auf den Spezifikationen.
- Erstellen Sie zielgerichtete und maßgeschneiderte Darstellungen komplexer Modelle und der dazugehörigen Informationen.
- Erstellen Sie digitale Zwillinge mit 3D-Software.
- Führen Sie Simulationen durch, um die Produktleistung unter unterschiedlichen Bedingungen zu messen.
- Anpassung an neue Arbeitssituationen durch technologische und organisatorische Veränderungen in Produktionsprozessen.
- Analysieren und dokumentieren Sie die Interaktionen.
- Visualisieren Sie die Ergebnisse von Interaktionen.
- Bieten Sie die Sicherheit, die moderne Dienste erfordern.

### **Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch Digital Twin**

Durch die Tools zur Erstellung digitaler Zwillinge kann eine Basis von 3D-Modellen von Maschinen und Prozessen erstellt werden, um diese unter den Partnern zu teilen. Der digitale Zwilling ist ein sehr gültiges Werkzeug im Bereich der Ausbildung, da er keine vollständige Abhängigkeit von der Ausrüstung zulässt und es für die Zentren erschwinglicher macht, an komplexen oder sehr teuren Aspekten zu arbeiten.





Darüber hinaus kann jedes teilnehmende Zentrum, das nicht über ausreichende Ressourcen für alle Maschinen verfügt, online mit Computern, Virtual-Reality-Brillen usw. arbeiten und reale Maschinen mit Daten in Echtzeit simulieren. All dies bedeutet, dass verschiedene Zentren, die sich in verschiedenen Ländern befinden, auch gleichzeitig über die oben genannten Geräte kollaborativ arbeiten können.

### **10.14.0-Technologie Nr. 7.: Maschine zu Maschine (M2M) - Miguel Altuna - AM Lab**

#### **Definition und Anwendung von M2M in der Industrie**

M2M, zentral für den Shopfloor, hat Auswirkungen auf Industrie 4.0 und bezieht sich auf Technologien, die den automatisierten Austausch von Informationen zwischen den CPS ermöglichen, die die Industrie 4.0-Produktionsumgebung bilden. M2M kann als integrale Technologie des „Internet der Dinge“ (IoT) betrachtet werden. Durch fortschrittliche eingebettete Sensor- und Aktoranwendungstechnologie kann die gesamte Produktionshalle aussagekräftige Informationen übermitteln und die Schnittstelle zwischen der physischen und der virtuellen Welt bilden. Dies schafft eine Transparenz, die enorme Verbesserungen in der Fertigung ermöglicht, vom Performance Management bis hin zu ganz neuen Geschäftsmodellen. Während die offensichtlichste Nutzungsform von M2M in der unternehmensinternen Verknüpfung von Produktionsanlagen liegen wird, ist M2M auch der Schlüsselfaktor für den unternehmensübergreifenden Betrieb.

Angesichts der Fortschritte in der Fertigung, die durch Kommunikations- und Netzwerktechnologien unterstützt werden, sind die Fertigungsindustrien bereit, die Produktionsprozesse mit Big-Data-Analysen zu verbessern, um die Vorteile einer höheren Rechenleistung mit offenen Standards zu nutzen und die Verfügbarkeit von Branchen-Know-how im Voraus zu erreichen. Durch die Durchdringung von Fertigungsintelligenz können Hersteller die Qualität verbessern und die Fertigungsleistung steigern (Prüfung 4.0, 2021).

M2M-Umgebungen bestehen normalerweise aus den folgenden Elementen:

- Zu verwaltende Maschinen: Jede Maschine, die Sie steuern möchten. Im industriellen Fall jede Maschine, die an der Produktion beteiligt ist.
- M2M-Gerät: Modul integriert oder an eine Maschine angeschlossen, die mit dem Server kommuniziert, der normalerweise auch aus Verarbeitungskapazität besteht. Es implementiert zum einen das Protokoll, um mit der Maschine kommunizieren zu können und zum anderen implementiert es das Kommunikationsprotokoll zum Senden von Informationen.
- Server: Computer, der das Senden und Empfangen von Informationen von den von ihm verwalteten Computern verwaltet. Es ist in der Regel auch in das Kerngeschäft des Unternehmens (ERP, MES, Bestellsystem etc.) integriert.
- Kommunikationsnetzwerk: Sie können entweder über Kabel (SPS, Ethernet, PSTN, ISDN, ADSL usw.) oder über drahtlose Netzwerke (GSM / UMTS / HSDPA, Wifi, Bluetooth, RFID, Zigbee, UWB usw.) erfolgen.



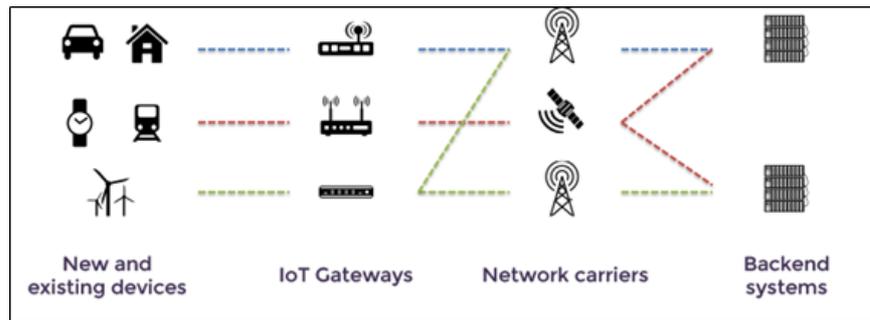


Abbildung 47: Architektur der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation. Quelle: <https://medium.com/predict/an-era-of-iot-machine-to-machine-communication-m2m-9a7861665b4c>

Das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI) hat sich zum Ziel gesetzt, weltweite Standards für Informations- und Kommunikationstechnologien zu schaffen. Legt folgende Anforderungen an Machine-to-Machine-Systeme (IONOS, 2021):

- **Skalierbarkeit**. Das System sollte auch dann effizient funktionieren, wenn weitere angeschlossene Geräte hinzugefügt werden.
- **Anonymität**. Das System muss in der Lage sein, die Identität der Geräte zu verbergen.
- **Protokolle**. M2M-Systeme müssen in der Lage sein, fehlgeschlagene Installationen, Defekte oder fehlerhafte Daten aufzuzeichnen und diese Aufzeichnungen zum späteren Nachschlagen aufzubewahren.
- **Übertragungsmethoden**. Systeme müssen unterschiedliche Übertragungsverfahren wie Unicast, Anycast, Multicast oder Broadcast unterstützen und zwischen diesen Verfahren umschalten können, um die Belastung der M2M-Datenübertragung zu reduzieren.
- **Planung der Nachrichtenübermittlung**. Das System muss in der Lage sein, Zeiten für die Datenübertragung einzustellen und die Kommunikation nach Priorität zu regeln oder zu verzögern.
- **Auswahl des Kommunikationsweges**: Die Kommunikationswege innerhalb des Maschine-zu-Maschine-Systems müssen durch Regelungen bezüglich Übertragungsfehlern, Verzögerungen und Netzwerkkosten optimiert werden.

Generell können wir folgende industrielle Anwendungen etablieren (Innovation, 2021):

- Erhebung von Daten zur Verarbeitung durch ein anderes Team
- Rückverfolgbarkeit
- Intelligente Bestandskontrolle
- Ende des Verfahrenshinweis
- Implementierung von Just-in-Time-Systemen
- Automatisierte Wartung
- Vorgehensweise zum Anfordern von Ersatzteilen

## M2M in HVET/VET-Labors

### Integration von M2M in das Labor von Miguel Altuna

In diesem Abschnitt wird erläutert, wie M2M in die Labore von Berufsbildungszentren integriert werden kann, indem verschiedene Optionen und Anwendungen beschrieben werden.



Die Umsetzung der M2M-Kommunikation erfordert natürlich einen Aufbau von Maschinen und Geräten, der für die Datenerfassung angepasst und in eine Kommunikationsarchitektur integriert ist.

Die Kommunikation von M2M wird in den Berufsbildungslaboren auf unterschiedliche Weise dargestellt:

(a) Es kann in kleinem Maßstab in der Kommunikation zwischen verschiedenen Modulen in didaktischen Zellen repliziert werden.

(B) in einer begrenzten Anzahl von Maschinen in den Labors.

(C) Skaliert auf den Satz aller Maschinen des Systems.

Es ist wichtig hervorzuheben, dass bei der Integration von M2M in ein VET-Labor die gewünschten Informationen aus der Maschine und die Art und Weise, wie sie genutzt werden, sich von der der Industrie unterscheiden können, solange sie sich in Lernprozessen statt in der Produktion befinden.

Es wäre möglich, Informationen zu erhalten von:

- Rückverfolgbarkeit von Lernenden, Maschinennutzung, Tools, Leistungsindikatoren
- Maschinennutzungsinformationen für Terminplanung, Planung und auch Wartung
- Überwachung der Schülerleistung, des Projektstatus und der Aufgabenausführung in Echtzeit
- Werkzeugsteuerung
- Sonstiges

Die in den Berufsbildungslabors implementierten Lernfabriken sind eine gute Möglichkeit, die im vorherigen Abschnitt aufgeführten industriellen Anwendungen von M2M-Lösungen in Lernumgebungen zu erreichen

- Erhebung von Daten zur Verarbeitung durch ein anderes Team
- Rückverfolgbarkeit
- Intelligente Bestandskontrolle
- Ende des Verfahrenshinweis
- Implementierung von Just-in-Time-Systemen
- Automatisierte Wartung
- Vorgehensweise zum Anfordern von Ersatzteilen



Abbildung 48: Der Student von Miguel Altuna arbeitet am HMI der Maschine. Quelle: Miguel Altuna

In der Industrie wären in Berufsbildungslabors ähnliche I4.0-Technologien erforderlich, um M2M-Kommunikation zu implementieren: Der folgende Abschnitt beschreibt, wie sie im Berufsbildungszentrum Miguel Altuna integriert ist:

Zu verwaltende Maschinen:	80 Maschinen aufgeteilt in 8 Zellen 1500 Werkzeuge, die von RFID verwaltet werden 200 Benutzer (Studenten & Mitarbeiter) von RFID verwaltet Kontrolle der PSA der Benutzer
M2M-Gerät:	Gruppen von 6 Maschinen sind an eine SPS angeschlossen. Daten werden von der SPS per WLAN an den Server gesendet In allen Maschinen sind Bediengeräte verbaut Cloud-basierter digitaler Arbeitsplatz: Anzeigeeinformationen (Lerndokumentation) Beacon zeigt an, dass die Maschine reserviert ist
Server:	Lokaler Server Verbunden mit ERP
Kommunikationsnetzwerk:	Abhängig von den zu verwaltenden Geräten werden unterschiedliche Konfigurationen verwendet: SPS Ethernet HSDPA, WLAN, RFID
BI & Analytik	Datenanalyzesysteme zur Nutzung von Daten

All dies ist in einem einfachen Schema zusammengefasst, das im folgenden Bild zu sehen ist.

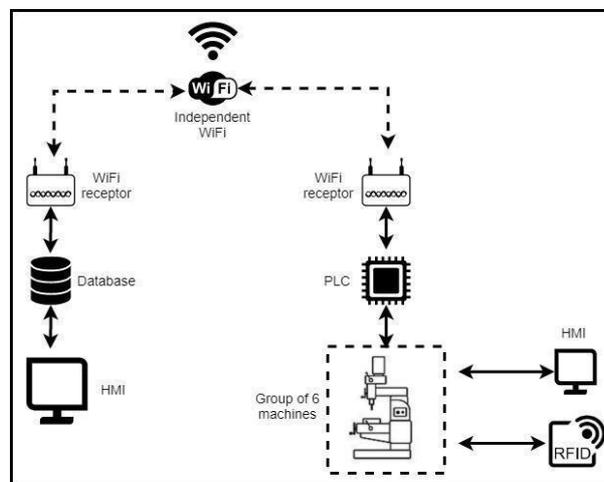


Abbildung 49: M2M-Installationsarchitektur von Miguel Altuna. Quelle: Kreation des Autors



Rolle des M2M in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Phasen könnte M2M zwar in mehr als einer von ihnen integriert werden, aber vorerst wird es in den Produktionsteil eingreifen.

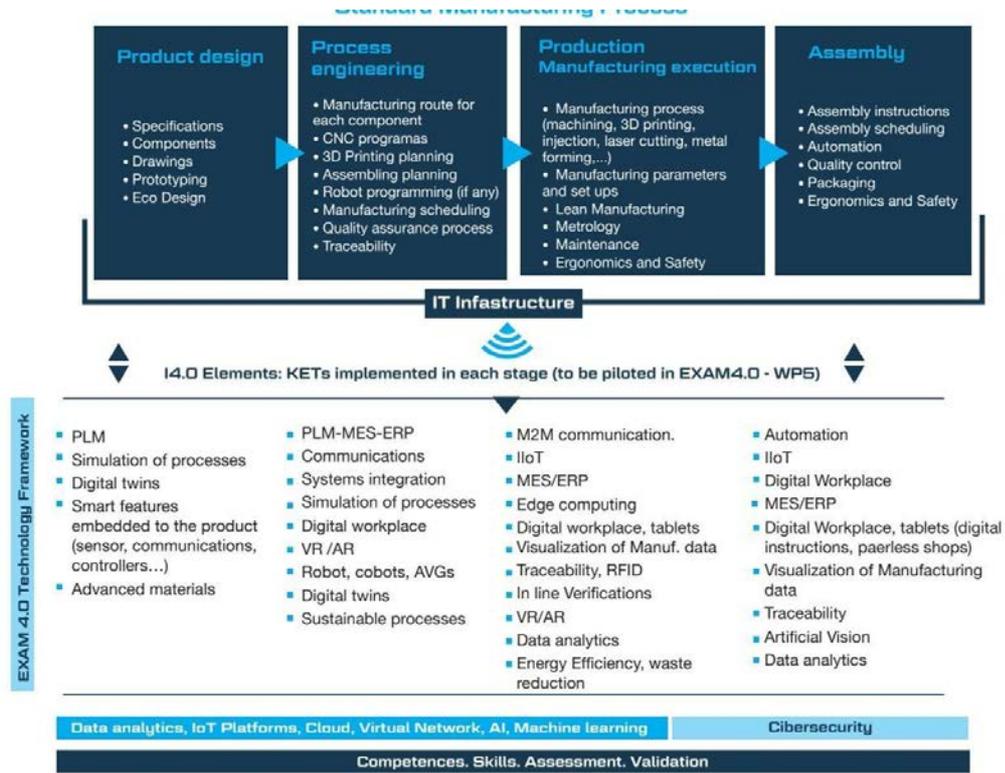


Abbildung 50: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Innerhalb der Produktion wird bei der Fertigung der Zwischenplatten des Roboters auf die M2M-Technologie gesetzt.

Im Produktionsprozess dieser Platten werden folgende Informationen gesammelt:

- Benutzer, der die Maschine reserviert hat
- Automaten reservierte Stunden
- Betriebsstunden der Maschine/Standby
- Zum Einsatz kommende Zeichen- und CNC-Programme
- Tools, die der Benutzer verwendet

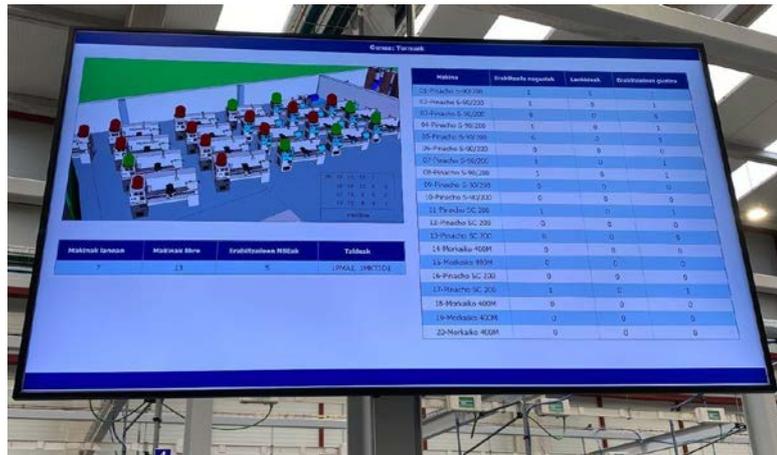


Abbildung 51: Das Automatenbuchungs-Dashboard von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna

**Vorteile der Verwendung von M2M im CLF . von EXAM4.0**

Zu den Vorteilen, die wir beim Einfügen von M2M in EXAM4.0 CLF finden, gehören:

- Massive Fernbedienung, die durch die Verwendung von Anwendungen verwaltet wird. Alle M2M-Geräte sind jederzeit und in Echtzeit sichtbar, können ihren Betrieb steuern und Probleme erkennen oder lösen.
- Kostensenkung fördert die betriebliche Effizienz, senkt Produktions- und Logistikkosten.
- Automatisierung von Prozessen durch künstliche Intelligenz. Die Prozesse werden immer automatischer und vermeiden die Fehler manueller Bediener.
- Bessere Überwachung durch Erhalt von Informationen (Status, Verbrauch usw.) in Echtzeit.
- Maximale Ressourcennutzung und damit effizienter.



Abbildung 52: Dashboard der Laborbesetzung von Miguel Altunas. Quelle: Miguel Altuna

**Kompetenzen adressiert mit M2M**

Die Einbindung von M2M-Technologien wird bei der Entwicklung von Kompetenzen helfen, wie zum Beispiel:



- Planen von Produktionen, Produktionsplanung, Qualitätskontrolle und Messverfahren, Wartungsplanung.
- Bereiten Sie die Verfahren für die Montage und Wartung von Geräten vor, definieren Sie die Ressourcen, die erforderlichen Zeiten und die Kontrollsysteme.
- Überwachen und / oder führen Sie die Bearbeitungs-, Montage- und Instandhaltungsprozesse durch und kontrollieren Sie die Zeiten und die Qualität der Ergebnisse.
- Überwachen Sie die Programmierung und Abstimmung von numerisch gesteuerten Maschinen, Robotern und Manipulatoren für die Bearbeitung.
- Bestimmen Sie die notwendige Bereitstellung durch ein intelligentes Lager.
- Stellen Sie sicher, dass die Herstellungsprozesse den etablierten Verfahren entsprechen. Angewandte Messtechnik.
- Verwalten Sie die Wartung der Ressourcen in ihrem Bereich.

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch M2M

Die Integration der M2M-Technologie in Labore eröffnet mögliche Kooperationen mit anderen Laboren.

Zunächst können Sie die Daten überwachen, die mit diesem Element anfallen. Auf diese Weise kann mit der Rückverfolgbarkeit der Teile aus unterschiedlichen Laboren gearbeitet werden.

All diese Daten können genutzt werden, um den Prozess zu analysieren und mit digitalen Zwillingen zu verbessern. Darüber hinaus kann dieser digitale Zwilling mit echten Daten eine perfekte Struktur sein; so dass HVETs, die nicht über ausreichende wirtschaftliche Kapazitäten verfügen, um bestimmte Maschinen haben zu können, virtuell durch Kollaboration mit ihnen arbeiten können.

### **11.14.0-Technik Nr. 8.: RFID- Miguel Altuna -AM Lab**

#### Definition und Anwendung von RFID in der Industrie

Die RFID-Technologie ist eine Form der drahtlosen Kommunikation zwischen einem Lesegerät und einem Sender. Es kann mit einem Strichcode verglichen werden, obwohl Funkwellen anstelle von Tintenmarkierungen verwendet werden. Tatsächlich werden Tags mit dieser Technologie in der Industrie weit verbreitet verwendet, um sowohl Objekte zu lokalisieren als auch sicherzustellen, dass diese nicht ohne die entsprechenden Genehmigungen aus einer Einrichtung entfernt werden (VIU, 2021).

RFID-Systeme werden nach dem verwendeten Frequenzbereich klassifiziert. Es gibt vier Arten von Systemen: Niederfrequenz (LF: 125 oder 134,2 kHz); Hochfrequenz (HF: 13,56 MHz); Ultrahochfrequenz (UHF: 868 bis 956 MHz); und Mikrowelle (2,45 Gigahertz) (RFID, 2021). Bei Miguel Altuna kommt eine Karte zum Einsatz, die ein HF-RFID mit einem UHF-RFID kombiniert. Dies ist möglich, weil auf einer HF-RFID-Karte ein RFID-Aufkleber vom UHF-Typ angebracht wurde. Durch eine Anwendung werden die beiden Arten von RFID im Namen eines Benutzers registriert.





Abbildung 53: RFID-Karte für Lehrer/Schüler von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna

Der Einsatz der RFID-Technologie hat in den letzten Jahren zugenommen. Der Einsatz in der Fertigung zielt darauf ab, die Effizienz von Fertigungsprozessen zu steigern. Die RFID-Technologie bietet die Möglichkeit zur Effizienzsteigerung bei Aspekten wie der Rückverfolgbarkeit von Werkzeugen und Assets oder der Überwachung von Geräten. Auch in einem anderen Bereich wie der Supply Chain oder der Logistik wird ein großes Engagement für die RFID-Technologie gemacht. So bieten beispielsweise die automatische Qualitätskontrolle bei der Warenauslieferung oder die Echtzeit-Überprüfung des Sendungsstatus neue Möglichkeiten in dieser Branche.

Bei Miguel Altuna konzentriert sich der Einsatz von RFID auf zwei Hauptaspekte, zum einen auf die Benutzersteuerung und Maschinenbuchung und zum anderen auf die Werkzeugsteuerung.

### RFID in HVET/VET-Labors

#### Integration von RFID in das Labor von Miguel Altuna

Im Labor von Miguel Altuna konzentriert sich der Einsatz von RFID auf 2 Bereiche. Da ist zum einen die Benutzersteuerung, bei der mittels einer HF-RFID-Karte die Buchung der Automaten und der Zugang zum smarten Lager kontrolliert werden. Zum anderen die Werkzeugsteuerung, bei der der Standort des Werkzeugs im Smart Warehouse und welcher Schüler jedes Werkzeug über die UHF-RFID-Karte entnimmt. Beide Anwendungsfälle werden im Folgenden erläutert.

Wenn es um die Benutzerkontrolle geht, gibt es in Miguel Altunas Labor zwei Login-Punkte. Maschinen können von unabhängigen Stellen oder von der Maschine selbst reserviert werden. Dazu werden die unabhängigen Stellen wie die Maschinen mit einem HMI und einem RFID-Reader (HF) freigeschaltet.



Abbildung 54: Student arbeitet an CNC-Fräsmaschine. Quelle: Miguel Altuna

Bevor eine Maschine verwendet werden kann, muss sie vom Schüler reserviert werden. Dazu muss der Student zu einem Login-Punkt gehen und dies mit seiner Karte tun.

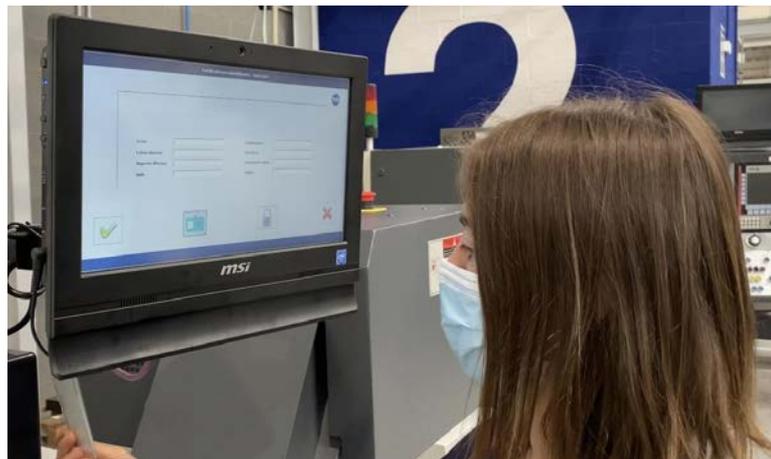


Abbildung 55: Anmeldung des Schülers im Labor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna

Die Maschinen sind in Sektionen unterteilt und die Schüler müssen sicherstellen, dass sie die entsprechenden Sicherheitselemente für den Gebrauch der Maschine tragen. Bei der Buchung wird die Farbe eines in jedem Automaten installierten Beacons geändert, um anzuzeigen, dass er nicht verfügbar ist. Ab diesem Zeitpunkt werden die Buchungszeit und die Maschinenlaufzeit gezählt.



Abbildung 56: Student bestätigt, dass er vor der Herstellung über die erforderliche PSA verfügt. Quelle: Miguel Altuna

Wenn es um die Werkzeugkontrolle geht, besteht das Labor von Miguel Altuna aus einem intelligenten Lager, das die Kontrolle der Werkzeuge verwaltet, die von seinen Schülern und Lehrern verwendet werden. Dieses Lager befindet sich im Zentrum der Werkstatt, um die Bewegungen der Menschen zu beschleunigen und viel Zeit mit Herumwandern zu vermeiden. Ein- und Ausgang werden durch ein RFID-Lesegerät (HF, Hochfrequenz) kontrolliert, das Benutzer und (UHF, Ultrahochfrequenz) Werkzeuge identifiziert.



Abbildung 57: Intelligenter Lagereingang des Labors von Miguel Altuna mit RFID-System. Quelle: Miguel Altuna

Die Werkzeuge im Inneren sind in verschiedenen Schränken mit nummerierten Schubladen angeordnet. Die Schubladen sind mit Identifikatoren gefüllt und mit der Form des Werkzeugs ausgeschäumt, um das Auffinden des richtigen Platzes zu erleichtern. Alle diese Werkzeuge sind zur Rückverfolgbarkeit mit RFID-Tags ausgestattet.



Abbildung 58: Nach dem RFID-System klassifizierte Werkzeuge im Labor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna

Die Inventarisierung der Werkzeuge in diesem Lager erfolgt auf einem Computer im Lager. Dieser Computer dient neben der Speicherung der Lagerbestände auch der Verwaltung des Lagers selbst. Es identifiziert den genauen Standort jedes Werkzeugs, der Lehrer und der Schüler, die mit jedem Lehrer verbunden sind.

Die Nutzung dieses Lagers gliedert sich in drei Situationen: Eingaben, Abfragen und Ausgaben.

- **Eintrag** . Der Benutzer muss die persönliche RFID-Karte in die Nähe des Lesegeräts bringen und die Taste drücken, um das Lesen zu starten. An diesem Punkt liest das RFID-Lesesystem sowohl die Benutzerkarte als auch die Werkzeugkarten. Ein Bediengerät zeigt die Daten des Benutzers an, beispielsweise die ausgeliehenen Werkzeuge. Liegen keine Fehler vor, erkennt das System zwei Benutzer oder der Benutzer tritt mit einem geliehenen Werkzeug ein, der Zutritt erfolgt und die Tür öffnet sich.



Abbildung 59: Benutzer- und Werkzeugzugangsdetektor mit RFID-System im Labor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna

- **Abfrage** . Innerhalb des Smart Warehouse können neben der Rückgabe oder dem Abruf neuer Werkzeuge auch verschiedene Abfragen gestellt werden.
  - **Schnellanfrage ohne Anmeldung** . Ohne Login sind zwei Arten von Schnellabfragen möglich. Zum einen kann nach Produktmerkmalen gesucht werden. Auf der anderen Seite soll mit einem RFID-Lesegerät eine direkte Suche nach Kartencodes möglich sein.



- **Beratung als Student** . Die Liste der vom Benutzer verwendeten Tools kann durchsucht werden.
- **Beratung als Lehrer** . Der Lehrer kann die Werkzeugaufzeichnungen verfolgen; prüfen, ob sich ein Werkzeug innerhalb oder außerhalb des Lagers befindet, Werkzeuge nach Benutzern verwalten, außerhalb gefundene Werkzeuge eingeben und Kartenpflege durchführen.



Abbildung 60: Beratungsgeschäft mit RFID-System im intelligenten Lager des Labors von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna

- **Beenden** . Der Benutzer muss seine persönliche RFID-Karte wie die zu entnehmenden Werkzeuge in die Nähe des Lesegeräts bringen und die Taste drücken, um mit dem Lesen zu beginnen. An dieser Stelle liest das RFID-Lesesystem sowohl die Benutzerkarte als auch die Karten der zu entnehmenden Werkzeuge. Ein Bediengerät zeigt die Daten des Benutzers an, beispielsweise die von ihm entfernten Werkzeuge.



Abbildung 61: Benutzer- und Werkzeugausgangsdetektor mit RFID-System im Labor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna

### Rolle von RFID in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu



sehen ist. Innerhalb dieser Stufen wird RFID in die Verfahrenstechnik und den Produktionsteil integriert.

Innerhalb der Produktion wird dieses Element bei der Herstellung der Zwischenplatten des Roboters verwendet.

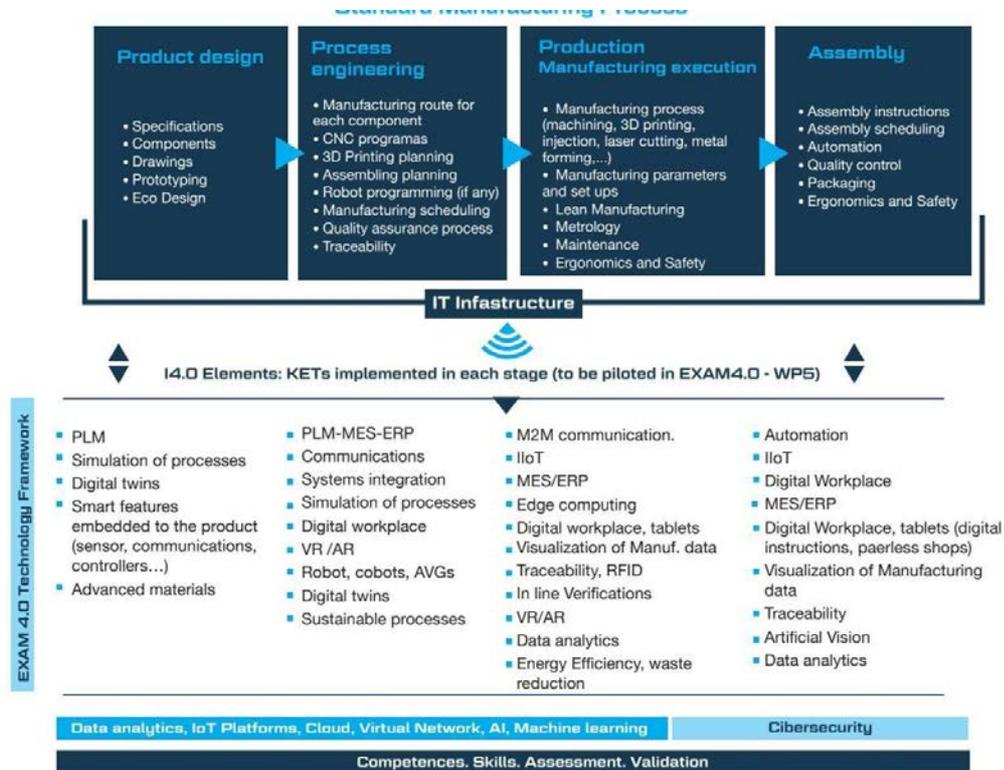


Abbildung 62: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Zunächst muss der für die Herstellung zuständige Mitarbeiter die entsprechende Maschine reservieren. Bei der Reservierung der Maschine lädt der Verantwortliche die Pläne und notwendigen Programme zur Herstellung des Teils hoch. Von diesem Moment an ist es möglich, die Zeit zu kontrollieren, die die Maschine für die Herstellung dieses Teils reserviert hat.

Sobald Sie die Maschine reserviert haben, müssen Sie zum Lager gehen, um die entsprechenden Werkzeuge zur Herstellung des Teils sowie das Material abzuholen. Somit gibt es eine Aufzeichnung darüber, wer jedes Werkzeug besitzt. Darüber hinaus können die zur Herstellung des Teils benötigten Werkzeuge mit der Maschine in Verbindung gebracht werden.

Bei der Fertigung wird zwischen der Anzahl der reservierten Stunden der Maschine und der Anzahl der Betriebsstunden unterschieden. Auf diese Weise ist es möglich, die Stunden zu verfolgen, in denen dieses Werkzeug verwendet wird, um Werkzeugverschleiß oder -bruch zu kontrollieren. Anhand der Aufzeichnung könnten Entscheidungen über den tatsächlichen Bedarf der Werkzeuge oder der Kauf von Ersatzteilen getroffen werden. Wenn wir wiederum die Gesamtnutzungszeit der verschiedenen Werkzeuge addieren, haben wir die Gesamtzeit, die für die Herstellung des Teils benötigt wird.



Schließlich wird das Werkzeug an das Lager zurückgegeben, um sicherzustellen, dass dieses Werkzeug wieder an seinem richtigen Platz ist. Alle generierten Informationen werden in den Datensatz des Tools aufgenommen.

### **Vorteile der Verwendung von RFID im CLF . von EXAM4.0**

Der Einsatz von RFID erfolgt in zwei spezifischen Prozessen, der Kontrolle von Benutzern und Werkzeugen, weshalb die jeweiligen Vorteile genannt werden.

Wenn wir über die Vorteile der Benutzerkontrolle sprechen, kann gesagt werden, dass der Hauptnutzen darin besteht, den Einsatz der Werkstattmaschinen zu beschleunigen. Anhand einiger in den Maschinen installierter Beacons kann der Schüler auf einen Blick erkennen, welche Maschine belegt, beschädigt oder frei ist. Dadurch wird Zeitverschwendung bei der Auswahl der Maschine vermieden.

Darüber hinaus werden jedem Schüler durch die Benutzererkennung die Maschinen und die Anzahl der Stunden zugewiesen, die er verwenden kann. Auf diese Weise wird der Missbrauch von Maschinen vermieden. Wie oben erwähnt, muss jeder Schüler bei der Reservierung des Geräts unter Berücksichtigung des Sicherheitsproblems bestätigen, dass alle Sicherheitselemente vorhanden sind. Mit welcher Verantwortung sie richtig ausgestattet sind.

Außerdem wird es möglich sein, die Gesamtreservierungszeit und die Laufzeit der Maschine zu analysieren und so die Echtzeit zu berechnen, die mit jedem Stück verbraucht wurde.

Apropos Werkzeugkontrolle & Rückverfolgbarkeit, es birgt ein sehr großes Einsparpotenzial, da teure Werkzeuge und Komponenten nicht dupliziert werden müssen, weil sie in einer bestimmten Baugruppe montiert sind. Darüber hinaus sind zuverlässige Informationen über den Ersatzteilbestand der Werkstatt unerlässlich, um die Materialmenge in ihrem Lager zu minimieren und den Kunden einen besseren Service bieten zu können.

Ermöglichen Sie jederzeit zu wissen, wo sich die ausgeliehenen Werkzeuge nach Kostenstelle, Auftrag oder Maschine befinden. Außerdem erstellt es jederzeit eine vollständige Bestandsaufnahme und zeigt die in der Werkstatt am häufigsten verwendeten Referenzen an. Durch den Lagerbericht ist es möglich, schnell Informationen über verfügbare Bestände zu erhalten, Referenzen zu finden, die unter dem Lagerbestand liegen, eine Bewertung des Lagerbestands zu erhalten und sogar den Lagerbestand zu einem bestimmten Datum zu kennen.

Darüber hinaus kann die Kontrolle der Einsatzzeiten der Werkzeuge bei der Planung der Fertigungsabläufe der verschiedenen Teile helfen.

### **Mit RFID adressierte Kompetenzen**

Der Einsatz von RFID-Technologien wird dabei helfen, Kompetenzen zu entwickeln, wie:

- Planen von Produktionen, Produktionsplanung, Qualitätskontrolle und Messverfahren, Wartungsplanung.
- Bereiten Sie die Verfahren für die Montage und Wartung von Geräten vor, definieren Sie die Ressourcen, die erforderlichen Zeiten und die Kontrollsysteme.





- Überwachen und/oder führen Sie die Bearbeitungs-, Montage- und Instandhaltungsprozesse durch und kontrollieren Sie die Zeiten und die Qualität der Ergebnisse.
- Bestimmen Sie die notwendige Bereitstellung durch ein intelligentes Lager.
- Verwalten Sie die Wartung der Ressourcen in ihrem Bereich.

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch RFID

Die Einbindung der RFID-Technologie in Labore eröffnet mögliche Kooperationen mit anderen Laboren.

Erstens ist es ein Element, das wie oben erwähnt viele Daten generiert (Benutzerbuchung, Maschinenzeit, Werkzeugrückverfolgbarkeit usw.) und alle diese Daten können überwacht werden. Aus diesem Grund kann die Überwachung dieser Daten und die Verwendung von Tools, die mit anderen Labors geteilt werden, die Rückverfolgbarkeit der Teile und der Montage der Teile ermöglichen (wo ist es, wer stellt es her, wie lange dauert es usw.) sowie eine Rückverfolgbarkeit der verwendeten Werkzeuge. All dies hilft bei der Kostenkalkulation sowie bei der direkten Auskunft an den Endkunden.

All diese Daten können genutzt werden, um den Prozess zu analysieren und mit digitalen Zwillingen zu verbessern. Darüber hinaus kann dieser digitale Zwilling mit echten Daten eine perfekte Struktur für HVETs sein, die nicht genug (RFID, 2021) (RFID, 2021) Zusammenarbeit haben.

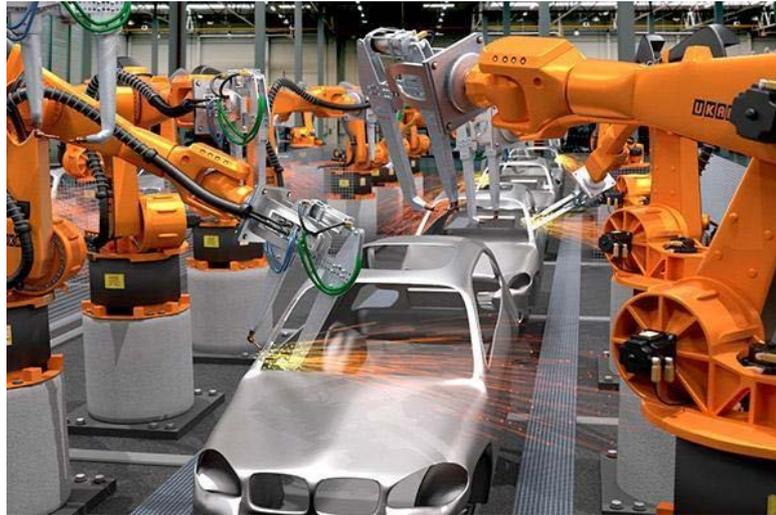
## **12.14.0-Technik Nr. 9.: Robotik - Miguel Altuna -AM Lab**

### Definition und Anwendung der Robotik in der Industrie

Industrierobotik und Automatisierung sind die Säulen, die die Konsolidierung von Industrie 4.0 möglich gemacht haben und die zahlreiche Vorteile für die Produktivität und Effizienz der Produktionsressourcen mit sich bringen.

Die verschiedenen heute etablierten Modelle der industriellen Automatisierung eliminieren den subjektiven Faktor menschlicher Entscheidungen, erreichen geringere Fehlerquoten und präzisere Prozesse und befreien gleichzeitig die menschliche Arbeitskraft von repetitiven oder gefährlichen Aufgaben.





*Abbildung 63: Roboter, die an einer Autofertigungslinie arbeiten. Quelle:  
<https://www.atriainnovation.com/en/robotica-industrial-tradicionales-colaborativos-y-adaptativos/>*

Unzählige Hersteller verwenden Industrieroboter, um Aufgaben zu automatisieren, die Arbeitssicherheit zu verbessern und die Gesamtproduktion zu steigern, während gleichzeitig Abfall und Betriebskosten reduziert werden. Mit der zunehmenden Verbreitung von Industrierobotern in Fertigungsumgebungen ist die Nachfrage nach vielen verschiedenen Arten von Industrierobotern für spezifische Anwendungen und Branchen gestiegen (Avansis, 2021).

Abhängig von der Art der Industrie und den Produktions- oder Produktionsanforderungen sind die Arten der Industrierobotik oder Automatisierung:

- **Behoben** : Die Maschine oder der Roboter ist so konzipiert und programmiert, dass er dieselbe Aufgabe ohne Unterbrechung ausführen kann. In der Großserien- oder Massenfertigung oder -produktion ist es der am weitesten verbreitete Typ zur Automatisierung einfacher und sich sehr wiederholender Aufgaben, die Präzision erfordern.
- **Programmierbar**: Die Maschine oder der Roboter ist so konzipiert, dass sie leicht umkonfiguriert oder umprogrammiert werden kann, um verschiedene Aufgaben auszuführen. Es ist die am weitesten verbreitete Art der Automatisierung in Fertigungs- oder Produktionslinien für verschiedene Produktmodelle.
- **Flexibel**: Industrieroboter arbeiten orchestriert oder koordiniert von einem zentralen System, das sie anhand der von ihnen bereitgestellten Informationen steuert.

Wenn wir die Anwendungen und Einsatzmöglichkeiten von Robotern in der Industrie berücksichtigen, können wir feststellen, dass dies sehr breit gefächert ist. Im Gesundheitsbereich werden Industrieroboter oder automatisierte Systeme verwendet, um Fachleuten die Arbeit bei Tätigkeiten oder Operationen zu erleichtern, die eine hohe Präzision erfordern und bei denen ein Fehler tödlich sein kann.

In der Fertigungsindustrie, wie der Automobilindustrie, zur Steigerung der Produktivität und Qualität durch die Automatisierung sich wiederholender und einfacher Aufgaben in der Produktionskette.



In anderen Bereichen wie Militär, Landwirtschaft, Sicherheit, Lebensmittelproduktion u.a. wird Industrierobotik immer mehr für unterschiedliche Aufgaben oder Tätigkeiten eingesetzt (UNIR, 2021).

Berücksichtigt man den Herstellungsprozess, kommen dort Industrieroboter mit unterschiedlichen intelligenten und sensorischen Fähigkeiten zum Einsatz. In einer Industrie 4.0-Fabrik können die Roboter, die aufgrund der Informations-, Vernetzungs- und Sensortechnologien mit den erweiterten Fähigkeiten ausgestattet sind, mit menschlichen Arbeitern und kooperativ mit den anderen Robotern in einer Montagelinie zusammenarbeiten. Die kollaborativen und kooperativen Arbeitsanwendungen der Roboter, die Wartungspraktiken und die Fließbandanwendungen mit den Robotern prägen die Fabriken der Zukunft (Alp Ustundag, 2018).

Auf dem Markt finden wir verschiedene Arten von Industrierobotern, die wir nach der Art ihrer Bewegung klassifizieren können. Einige davon sind (Engineering, 2021):



Abbildung 64: Robotertypen. Quelle: <https://www.vld-eng.com/blog/tipos-de-robots-industriales/>

- **KARTESISCHER ROBOTER:** Es handelt sich um einen Industrieroboter, dessen 3 Hauptsteuerachsen (X, Y, Z) linear sind und einen rechten Winkel zueinander bilden. Seine Struktur kann vom Ausleger- oder Portaltyp sein. Sie sind sehr schnell, präzise, leicht zu steuern und haben eine hohe Belastbarkeit. Sie werden in Anwendungen eingesetzt, die hochpräzise Linearbewegungen erfordern. Seine Hauptanwendungen sind Handhabung, Lagerung, Palettierung, Be- und Entladung.
- **ROBOT SCARA:** Es handelt sich um einen Industrieroboter mit 4 Bewegungsfreiheiten, wobei X, Y, Z die rotierende Z-Achse ist. Diese Roboter sind bekannt für ihre schnellen Arbeitszeiten, ihre hohe Wiederholgenauigkeit, hohe Belastbarkeit und ihr breites Einsatzgebiet. Sie werden im Allgemeinen für Montage- oder Bestückungsvorgänge verwendet.
- **ANTHROPOMORPHISCHER ROBOTER:** Dieser Roboter hat 3 Positionierungsgelenke und simuliert die Bewegungen eines menschlichen Arms. Die erste Achse entspricht dem Arm, die zweite dem Unterarm und die dritte dem Handgelenk. Innerhalb dieser Art von Robotern finden wir 5-Achs-, 6-Achs- und 7-Achs-Roboter. Letzteres unterscheidet sich vom 6-Achsen-Modell dadurch, dass die Basis auf einer Linearführung (Schiene)



montiert ist, die eine Vorwärts- und Rückwärtsbewegung ermöglicht. Dieser Roboter hat eine gute Zugänglichkeit und Manövrierfähigkeit, ist schnell und nimmt wenig Platz in Bezug auf das Arbeitsfeld ein, das er abdeckt. Die Integration dieser Roboter wird von spezifischen Sicherheitsmaßnahmen begleitet. Sie werden für Schweiß-, Montage-, Füll-, Lackier- und Palettieranwendungen verwendet.

- **COLLABORATIVE ROBOT oder COBOT:** In Bezug auf diesen Roboter können wir sagen, dass es sich um einen anthropomorphen Roboter handelt, der jedoch kleinere Abmessungen und ein geringeres Gewicht hat als die zuvor beschriebenen. Sie sind handlichere Roboter, einfach zu programmieren und erfordern keine besonderen Schutzmaßnahmen. Aufgrund seiner Größe ermöglicht es ihm, weniger Produktvolumen und weniger Gewicht zu laden. Außerdem ist es langsamer als Industrieroboter. Dennoch ermöglichen sie eine größere Flexibilität, da sie problemlos von einer Phase des Prozesses in die andere transportiert werden können.
- **AGVs (Automatic Guided Vehicle):** Diese Roboter können wir als autonome Fahrzeuge identifizieren, deren Anwendbarkeit eng mit der internen Logistik des Unternehmens verknüpft ist. Sie eignen sich auch für die Integration eines kollaborativen Roboters, der sich von einer Phase in eine andere des Produktionsprozesses bewegen muss.

## Robotik in HVET/VET-Labors

### Integration der Robotik in das Labor von Miguel Altuna

Die Integration der Robotik in das HVET Miguel Altuna wird unter drei Gesichtspunkten verstanden:

1. Spezifische Robotiklabore
2. Integration der Robotik in die fortschrittliche Fertigungshalle
3. Integration der Robotik in das CLF

Im ersten Fall finden wir die Einrichtung eines speziellen Robotik-Workshops, in dem wir das notwendige Grundwissen erlernen, um mit Robotern arbeiten zu können. Dazu werden problematische Situationen geschaffen und einer in Teams konfigurierten Klasse vorgelegt, in denen der Arbeitsprozess die Studierenden dazu schulen muss, die Situation als Herausforderung zu erleben und daraus die Möglichkeit zu bekommen, das notwendige Wissen zu generieren, um die besten Lösungen.



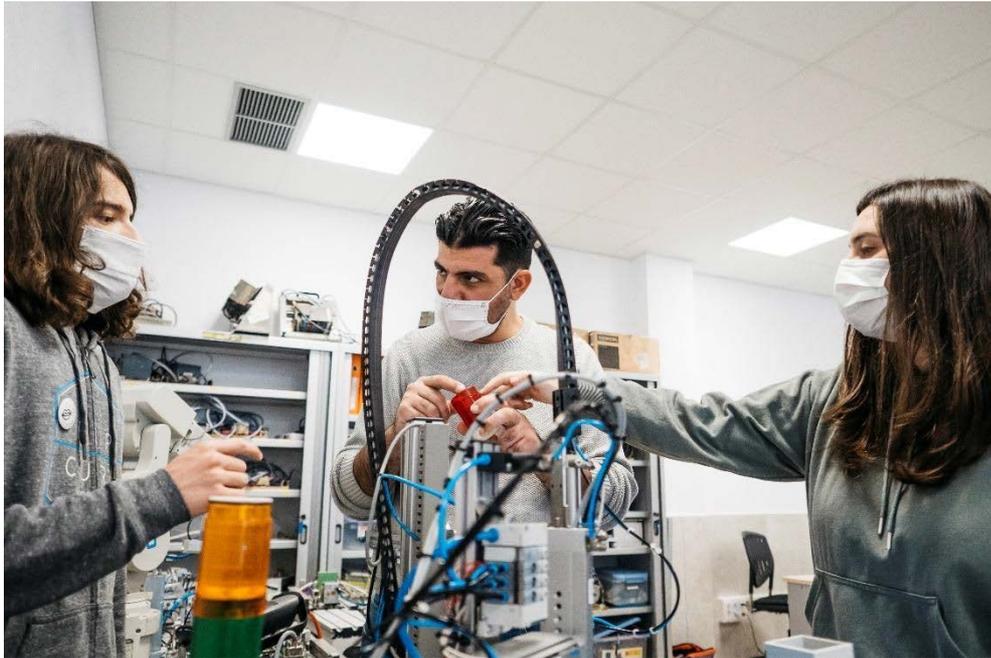


Abbildung 65: Studenten, die an einem Projekt im Miguel Altuna Robotics Lab arbeiten. Quelle: Miguel Altuna

Dieses Labor nimmt eine Fläche von 130 m<sup>2</sup> ein, auf der 20 Studenten, die auf 5 Inseln gruppiert sind, gleichzeitig arbeiten können. Der Bereich des Labors ist als dynamischer Raum konzipiert, in dem es 20 Stationen, 4 Roboter (2 industrielle und 2 kollaborative), 2 künstliche Vision-Kameras und 6 Frequenzumrichter gibt, die auf verschiedene Weise bewegt und gruppiert werden können, um verschiedene reale Produktionsprozesse zu simulieren. Jede der Stationen wird von der industriellen Automatisierung (Siemens, Omron usw.) gesteuert und mit den übrigen Stationen über einen industriellen Kommunikationsbus (Profibus, Ethernet usw.) kommuniziert.

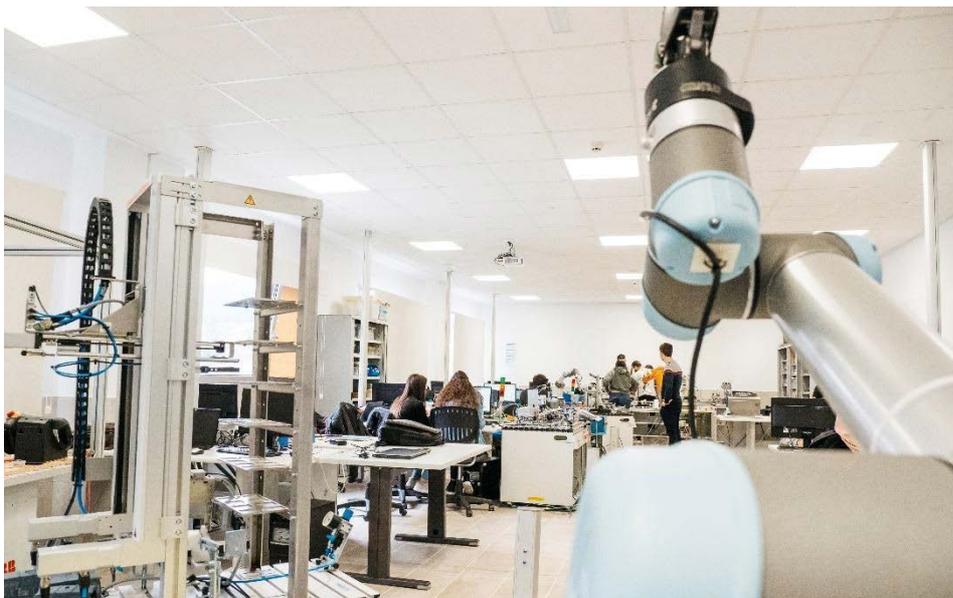


Abbildung 66: Robotiklabor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna



Im zweiten Schritt geht es darum, das Erlernte aus dem Robotik-Labor auf das Advanced Manufacturing Lab zu übertragen. Dazu wird versucht, mögliche Bedürfnisse in der Werkstatt zu finden und eine Lösung für diese Bedürfnisse zu finden.

Als Praxisfälle der Schule seien die letzten beiden Projekte genannt:

- **Integration zwischen 3D-Scanner und kollaborativem Roboter für die industrielle Messtechnik**

In diesem Projekt wurde das Ziel verfolgt, einen industriellen Prozess zu seiner Optimierung zu automatisieren.



Abbildung 67: 3D-Scanner integriert in einen kollaborativen Roboter. Quelle: HVET Miguel Altuna und HVET Tolosaldea

Sie haben sich einem 3D-Scanner mit einem kollaborativen Roboter angeschlossen und Krallen wurden hinzugefügt, um die Teile zu halten.

Weitere Informationen: <https://www.youtube.com/watch?v=zVxvvuvBc6o>

- **Erstellen Sie einen Roboter, der Material in der Werkstatt transportiert**

Ziel dieses Projekts war es, einen MIR-Roboter in das Fertigungslabor zu integrieren, um die Funktionalitäten zu simulieren, die ein MIR in einer industriellen Umgebung haben würde. Wir haben die Kommunikation und Programmierung des Roboters unter Berücksichtigung aller Sicherheitsvorschriften bearbeitet.

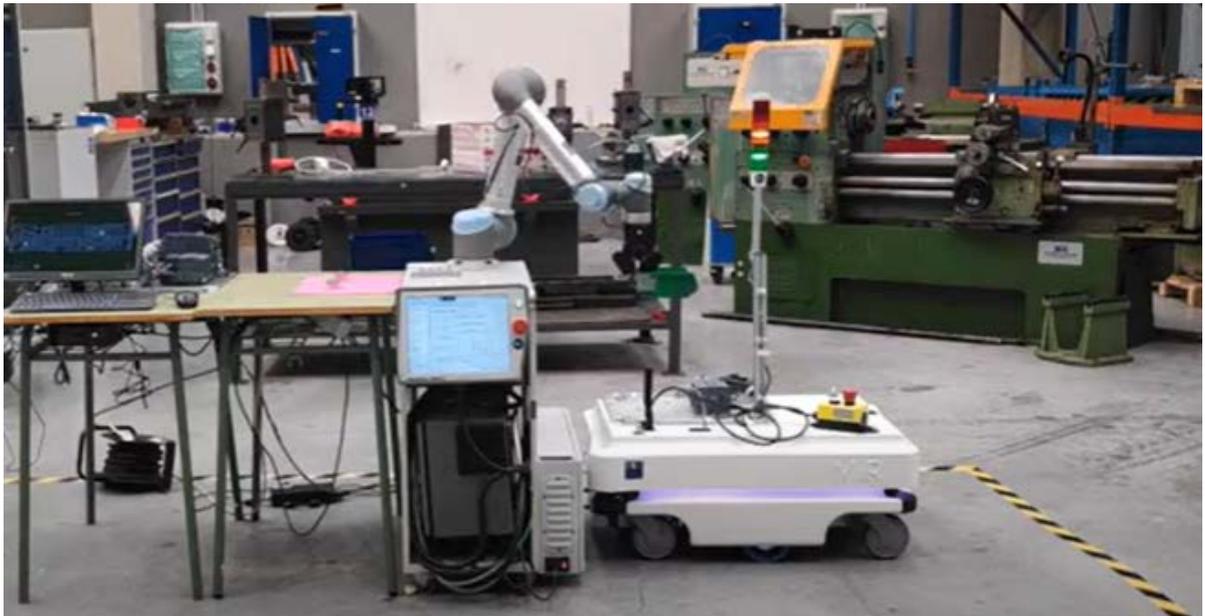


Abbildung 68: Ein MIR-Roboter bei der Materialentnahme aus einem Lager mit einem kollaborativen Roboter. Quelle: Miguel Altuna

Dabei entsteht eine Situation, in der der Roboter von einem festen Lager aus zwei Arbeitsplätze beschicken muss.

Weitere Details: <https://www.youtube.com/watch?v=nrP2WeDQHZI>

- **Erstellen Sie einen autonomen MIR-Roboter, um Material durch die Schule zu transportieren**

Im letzten Projekt soll ein MIR-Roboter Hindernisse wie Aufzüge überwinden, wenn er Material durch verschiedene Teile der Schule transportiert.



Abbildung 69: Roboter ruft den Aufzug an. Quelle: Miguel Altuna

Dazu wird ein MIR-Roboter mit einem kollaborativen Roboter verbunden, der mit einem RFID-Schlüssel ausgestattet sein muss, um den Aufzug rufen und sich zwischen den Stockwerken bewegen zu können.



Weitere Details: <https://www.youtube.com/watch?v=s69xxGdPnaA>

Als letzte Phase müsste alles, was in den beiden vorherigen Phasen gelernt wurde, verwendet werden, um einen echten industriellen CLF-Prozess zu verbessern. Die Einfügung und Rolle der Robotik im CLF wird in den folgenden Abschnitten detailliert beschrieben.

### Rolle der Robotik in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Phasen wird die Robotik in der Produktions- und Montagephase helfen.

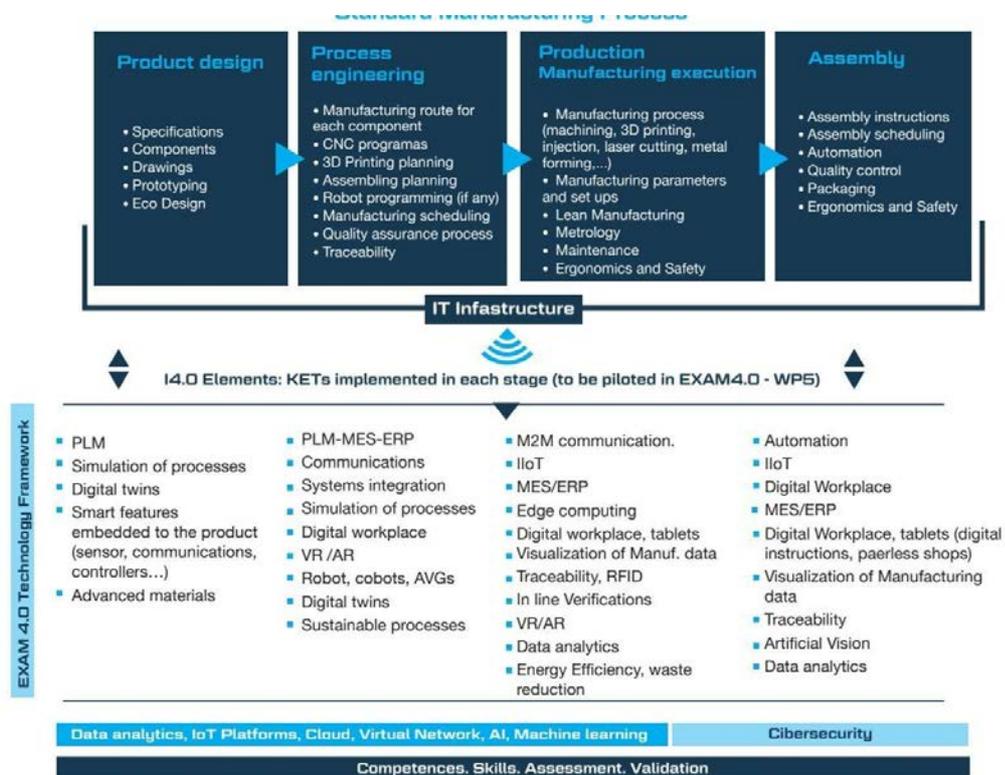


Abbildung 70: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Das Hauptziel der Robotik sowohl in der Produktionsphase als auch in der Montagephase wäre die Optimierung des Gesamtprozesses. Aus diesem Grund wäre es interessant, die oben genannten Roboter einzubinden. Das MIR mit der Kollaboration könnte den Transport des Materials und des Werkzeugs übernehmen und den Zeitverlust durch die Bewegung von Personen oder Materialien vermeiden oder reduzieren. Darüber hinaus könnten kollaborative Roboter in der Qualitätsphase mit einem 3D-Scanner oder in der Montagephase mit unterschiedlichen Klauen integriert werden, um sich wiederholende Arbeiten zu beschleunigen.

Andererseits war das im CLF herzustellende Produkt in diesem Fall ein Roboter, der sich in der Werkstatt bewegen konnte. Der Roboter könnte entweder dazu dienen, Teile oder Material von einer Seite zur anderen zu bewegen. Dieser Roboter wäre anpassbar und könnte jeden neuen Sensor oder, wie im Bild zu sehen, einen kollaborativen Roboter hinzufügen.



Abbildung 71: Exam4.0 Roboter in Verbindung mit einem kollaborativen Roboter. Quelle: Kreation des Autors

### Vorteile der Verwendung von Robotik im CLF . von EXAM4.0

Der Einsatz von Robotik im CLF hilft beim korrekten Funktionieren der Fertigungs- und Montageprozesse. Zu den Vorteilen des Einfügens von Robotik in EXAM4.0 CLF gehören:

- Kostensenkung, Förderung der betrieblichen Effizienz, Senkung der Produktions- und Montagekosten.
- Automatisierung von Prozessen. Die Prozesse werden immer automatischer, wodurch Fehler manueller Bediener vermieden werden.
- Bessere Überwachung durch Erhalt von Informationen (Status, Verbrauch usw.) in Echtzeit.
- Maximale Ressourcennutzung und damit effizienter.
- Erhöhte Sicherheit, da Roboter riskante Aufgaben ausführen.

### Mit Robotik adressierte Kompetenzen

Die mit der Robotik erworbenen Kompetenzen lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Technische und weiche Kompetenzen.

Die fachlichen Kompetenzen stehen in engem Zusammenhang mit den im Lernprozess der Studierenden zu erwerbenden fachlichen Inhalten. Der Einsatz von Robotik wird dabei helfen, Kompetenzen im Zusammenhang mit I 4.0 zu entwickeln, wie zum Beispiel:

- Konfiguration und Programmierung von BCR-, QR-, Datamatrix-, RFID-Lesegeräten usw.
- Konfiguration und Programmierung von künstlichen Vision-Kameras, Mobilgeräten, Tablets usw.
- Identifizierung durch Überwachung.
- Software-Virtualisierung. Virtuelle Maschine.



- Programmüberwachung.
- Roboterprogrammierung (industriell / kollaborativ) mit integrierter Vision.
- Digitalisierung und Analyse von Daten.
- Internet der Dinge, IoT.
- Cybersicherheit im industriellen Umfeld.
- Simulation des Prozesses mit einem Zwillings- oder Spiegelbild.
- Datenerfassung und Überwachung lokal und in der Cloud.

Zweitens über die Soft Competences, die mit ERP gearbeitet werden:

- **Teamwork** : Als kollaboratives Werkzeug können Teammitglieder ihre Aufgaben planen und alle haben Zugriff auf die Produktionsblätter, die Kontrollblätter...
- **Digital** : Sie gewöhnen sich an virtuelle Arbeitsumgebungen, verstehen die gewonnenen Daten, verwalten sie und ziehen Schlussfolgerungen.
- **Persönlich** : Autonomie, Initiative, kritischer Geist, sich der Bedeutung einer guten Planung bewusst sein und sehen, wie sich die im Prozess getroffenen Entscheidungen auf sie auswirken.

**Kommunikation** : zwischen den Schülern, dem, der die Produktion plant, und dem, der sie ausführt, wobei sie sich der Bedeutung der verschiedenen Erklärungen (in Wort und Schrift) bewusst sind, die innerhalb des Produktionsprozesses gegeben werden und zu einem besseren Ergebnis beitragen können.

## Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch Robotics

So wie die Robotik-Domäne ein breites Technologiespektrum abdeckt (siehe Abschnitt 1), variieren auch die Möglichkeiten der Zusammenarbeit je nach dem von uns angesprochenen Robotik-Bereich. Tatsächlich wird einer der Zweige der Robotik als kollaborative Robotik bezeichnet.

Als allgemeine Idee aus Sicht der Berufsbildungszentren nennen wir 2 Kooperationsfelder

- Kollaborative Robotik.
- Virtualisierung der Robotik mittels digitaler Zwillinge.

## Kollaborative Robotik

Wie der Name schon sagt, sind COBOTS so konzipiert, dass sie gleichzeitig mit Menschen arbeiten. Ihre Eigenschaften bieten eine Vielzahl von Anwendungen in der Industrie und auch im Bildungsbereich. Die Herausforderung in unseren fortschrittlichen Fertigungslaboren besteht darin, spezifische Anwendungen zu finden, in denen Studenten gemeinsame Aufgaben zur Herstellung von Teilen und zur Verwendung von COBOTs ausführen. Einige Beispiele sind: Be- und Entladen von Teilen auf CNC-Maschinen, Zuführsysteme und Montagevorgänge auf LFs usw.

## Virtualisierung der Robotik durch digitale Zwillinge

Virtualisierungstechnologien und insbesondere digitale Zwillingstechnologien bieten große Chancen im Bereich der Robotik.





Die Generierung virtueller Modelle von Robotern oder Roboterlinien ermöglicht uns eine Vertiefung im Bereich der Robotik ohne die Abhängigkeit von physischen Geräten (Robotern). Weitere Informationen finden Sie im Dokument "I4.0 technologies #6: Digital twins".

Darüber hinaus ermöglichen die digitalen Zwillinge von Robotiksystemen den einfachen Austausch von Informationen, Daten und Trainingslösungen zwischen verschiedenen Institutionen.

### **13.I4.0-Technologie Nr. 10.: Additive Fertigung - Curt Nicolin Gymnasiet & Tknika -Additive Manufacturing Lab**

#### **Definition und Anwendung der Additiven Fertigung in der Industrie**

Additive Fertigung, auch 3D-Druck genannt, ist ein Produktionsverfahren, bei dem Produkte schichtweise hergestellt werden. Additive Fertigung funktioniert in den gängigsten Fällen, indem entweder ein Pulverbett verwendet wird, das mit einem Laserstrahl gesintert wird, oder indem Material schichtweise auf eine Bauplatte aufgebracht wird. In beiden Fällen wird eine hauchdünne Schicht über der anderen aufgetragen, was letztendlich zu einem festen 3D-Objekt führt. Daher fügt die additive Fertigung bei der Herstellung von Komponenten Material hinzu, im Vergleich zu den meisten anderen Herstellungsverfahren, bei denen Material entfernt wird, um stattdessen das Endprodukt herzustellen. Additive Manufacturing basiert auf einem 3D-Modell, in den meisten Fällen werden CAD-Dateien in STL-Dateien exportiert. Die CAD-Dateien werden einfach in eine „Packing“-Software eingefügt, die mit dem Drucker kommuniziert, der Drucker repliziert diese Datei dann, indem er Schicht für Schicht Material hinzufügt.



*Abbildung 72: 3D-Druckerdruck. Quelle: SMC*

Additive Manufacturing spielt eine Schlüsselrolle in Produktionsbereichen wie der Luft- und Raumfahrt, dem Automobil-Gesundheitswesen, der Produktentwicklung und dem schnellen Prototyping (GE, 2021).

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher additiver Fertigungsverfahren:





- **Powder Bed Fusion** : Die Powder Bed Fusion (PBF)-Technologie wird in einer Vielzahl von additiven Fertigungsprozessen verwendet. Diese Systeme verwenden Laser, Elektronenstrahlen oder Thermodruckköpfe, um ultrafeine Materialschichten in einem dreidimensionalen Raum aufzuschmelzen oder teilweise aufzuschmelzen. Am Ende des Prozesses wird überschüssiges Pulver vom Objekt weggestrahlt.
- **Material Jetting** : Ein Druckkopf bewegt sich hin und her, ähnlich wie der Kopf eines 2D-Tintenstrahldruckers. Es bewegt sich jedoch normalerweise auf den X-, Y- und Z-Achsen, um 3D-Objekte zu erstellen. Die Schichten härten beim Abkühlen aus oder werden durch ultraviolettes Licht ausgehärtet.
- **Binder Jetting**: Dies ist dem Material Jetting ähnlich, außer dass der Druckkopf abwechselnd Schichten aus pulverförmigem Material und einem flüssigen Bindemittel aufträgt.
- **Materialextrusion**: Es ist eines der bekanntesten additiven Fertigungsverfahren. Aufgespulte Polymere werden extrudiert oder durch eine beheizte Düse gezogen, die an einem beweglichen Arm montiert ist. Die Düse bewegt sich horizontal, während sich das Bett vertikal bewegt, wodurch das geschmolzene Material Schicht für Schicht aufgebaut werden kann. Die richtige Haftung zwischen den Schichten erfolgt durch eine genaue Temperaturkontrolle oder die Verwendung von chemischen Bindemitteln.
- **Directed Energy Deposition**: Es ähnelt der Materialextrusion, kann jedoch mit einer größeren Vielfalt von Materialien verwendet werden, einschließlich Polymeren, Keramiken und Metallen. Eine Elektronenstrahlkanone oder ein Laser, die an einem vier- oder fünfsichtigen Arm montiert sind, schmilzt entweder Draht- oder Filamentrohstoffe oder Pulver.
- **Blechlaminierung**: Laminierte Objektfertigung (LOM) und Ultraschall-Additivfertigung (UAM) sind zwei Verfahren zur Blechlaminierung. LOM verwendet abwechselnd Papier- und Klebstoffschichten, während UAM dünne Metallbleche verwendet, die durch Ultraschallschweißen verbunden werden. LOM zeichnet sich durch die Erstellung von Objekten aus, die sich ideal für die visuelle oder ästhetische Modellierung eignen. UAM ist ein Prozess mit relativ niedriger Temperatur und niedriger Energie, der mit verschiedenen Metallen verwendet wird, einschließlich Titan, Edelstahl und Aluminium.
- **Bottich- Polymerisation**: Bei der Bottich-Photopolymerisation wird ein Objekt in einem Bottich aus einem flüssigen Harz-Photopolymer hergestellt. Ein Prozess, der als Photopolymerisation bezeichnet wird, härtet jede mikrofeine Harzschicht mit ultraviolettem (UV) Licht, das von Spiegeln präzise gelenkt wird.

### Additive Fertigung in HVET/VET-Labors

In diesem Abschnitt beschreiben wir, wie Additive Manufacturing in den Labors der Berufsbildungs-/Hochschulzentren implementiert werden kann. Es werden verschiedene Optionen und Anwendungen beschrieben.

An Berufsbildungszentren gibt es zahlreiche Lernmöglichkeiten zum Thema Additive Fertigung.

Eine 3D-Druckmaschine funktioniert wie zuvor erwähnt, indem eine 3D-Datei in eine mit der Maschine verbundene Software eingefügt wird, die Maschine repliziert diese Datei, um die Produkte herzustellen. Die additive Fertigung eröffnet neue Fertigungsmöglichkeiten, die mit anderen Fertigungsverfahren nur schwer zu erreichen sind. Der 3D-Druck ermöglicht die





Erstellung komplexer Designs wie zum Beispiel Innenausstattungen. Es gibt jedoch auch Anforderungen, die je nach Maschinentyp und verwendetem 3D-Druckverfahren variieren. Beispielsweise muss bei den meisten 3D-Druckmaschinen Stützmaterial hinzugefügt werden. Dies gilt in den meisten Fällen für Maschinen, die Material auf eine Bauplatte legen oder Maschinen, die mit Metall drucken, Maschinen mit Pulverbett-Fusion benötigen meistens kein Trägermaterial. Eine Lernmöglichkeit besteht daher darin, dass die Studierenden beim Design von Produkten über das traditionelle Denken hinausdenken und lernen, neue Produkte für den 3D-Druck zu entwerfen oder die Vorteile des 3D-Drucks für die Produktentwicklung zu nutzen.

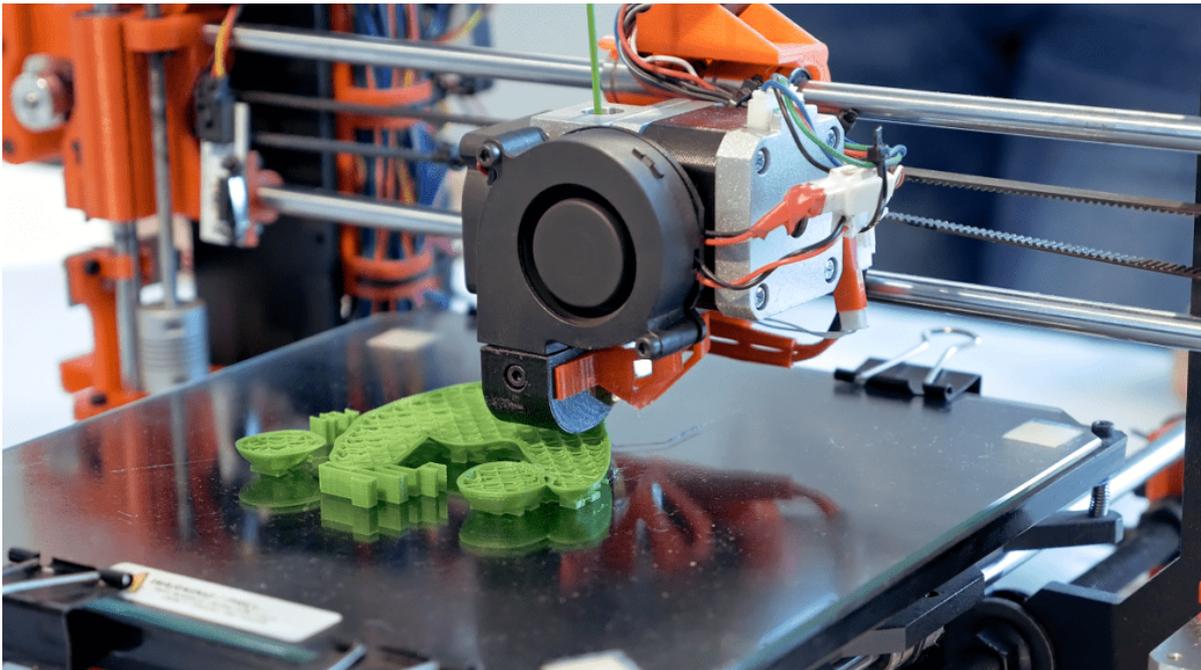


Abbildung 73: 3D-Drucker in Betrieb. Quelle: <https://ecolink.com/info/why-is-it-calling-additive-manufacturing/>

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das praktische Erlernen der Maschinen. Die Studierenden lernen den Umgang mit den Maschinen im Labor kennen, unter anderem das Manövrieren der Software und das Reinigen der Maschinen sowie die Wartung. Diese Faktoren machen die Studierenden im gesamten Prozess der Herstellung von Produkten mittels Additiver Fertigung unabhängig.

### **Integration der additiven Fertigung in das Labor von Curt Nicolin Gymnasiet**

Curt Nicolin Gymnasiet hat verschiedene 3D-Drucker in den Labors der Schule implementiert. Die Vielfalt der Drucker gewährleistet die Möglichkeit, unterschiedliche Methoden zu erlernen.

Die größte Eigentümerfirma der Schule investiert massiv in SLM-3D-Drucker. Curt Nicolin Gymnasiet hat eine verkleinerte Lernfabrik der 3D-Druckwerkstatt dieses Unternehmens. Es verwendet eine ähnliche Maschine derselben Marke, jedoch mit Nylon als Material anstelle von Metall. Der Prozess von der Idee bis zum fertigen Produkt in der Lernfabrik von Curt Nicolin Gymnasiet ist dem in der Firmenwerkstatt sehr ähnlich.



Abbildung 74: Curt Nicolin Gymnasiet 3D-Druckmaschinen. Quelle: Curt Nicolin Gymnasiet

Curt Nicolin Gymnasiet hat zahlreiche FFF 3D-Drucker in den Laboren implementiert. Diese sind sparsamer im Verbrauch und damit noch bildungsförderlicher. Sie sind nützlich für Schüler, um sowohl Prototypen als auch Produkte für Schulprojekte herzustellen. Sie zeigen auch, dass es unterschiedliche Methoden zur Additiven Fertigung gibt und die Studierenden lernen, welche Methode für verschiedene Zwecke sinnvoll ist.

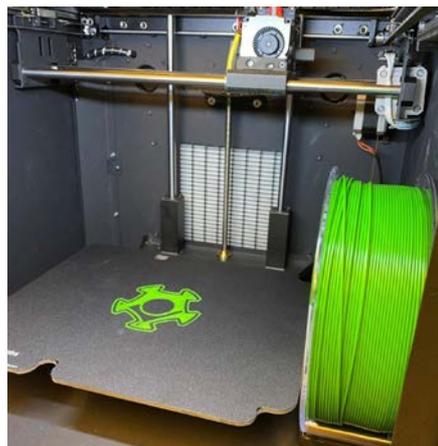


Abbildung 75: An I4.0 angepasster 3D-Drucker im Curt Nicolin Gymnasiet. Quelle: Curt Nicolin Gymnasiet

Dieser Drucker wurde an I4.0 angepasst, indem er mit dem Internet verbunden und eine Kamera hinzugefügt wurde, sodass er von überall aus gestartet und bedient werden kann. Der Drucker ist auch mit einer SPS verbunden, und ein kollaborativer Roboter kann den Drucker starten sowie die Bauplatte wechseln.

### Integration der Additiven Fertigung in das Labor von Tknika

Das Additive Manufacturing (AM)-Labor von Tknika ist Teil des Netzes des AM-Laborprogramms IKASLAB des baskischen Berufsbildungssystem. Es umfasst 20 Berufsbildungszentren im Baskenland.

Das IKASLAB von Tknika arbeitet nur mit Lehrern und hat industrielle Geräte eingeführt, um verschiedene AM-Technologien und -Anwendungen zu testen, zu üben und von ihnen zu lernen:





Abbildung 76: Ika-lab-Maschinen von Tknika (FDM, Polyjet und ADAM). Quelle: Tknika

Stratasys FDM-Technologie (Filament), Stratasys Polyjet J750 DAP (Harz), HP Multijet Fusion 4210 (Pulver), Formlabs 3BL (Harz), Markforged Metal X (Metallfilament).



Abbildung 77: Tknikas Labor für die HP Multijet Fusion-Technologie. Quelle: Tknika

Das Ziel von Tknikas Labor ist die Einführung der additiven Fertigung in die Ausbildung durch 2 Arbeitsfelder:

- Die Verwaltung des Labornetzes durch den Austausch von Erfahrungen, bei denen AM Lehrern und Schülern in allen möglichen Studienrichtungen vorgestellt wird.

Erwerben Sie Kenntnisse über fortschrittliche Anwendungen durch die Entwicklung von Projekten, einschließlich der Praxis mit industriellen additiven Fertigungsanlagen von Tknika, von Lehrern aus dem gesamten Netz der AM-Labors: Learning by doing.





## Rolle der Additiven Fertigung in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Phasen wird die additive Fertigung in die Produktionsphase integriert.

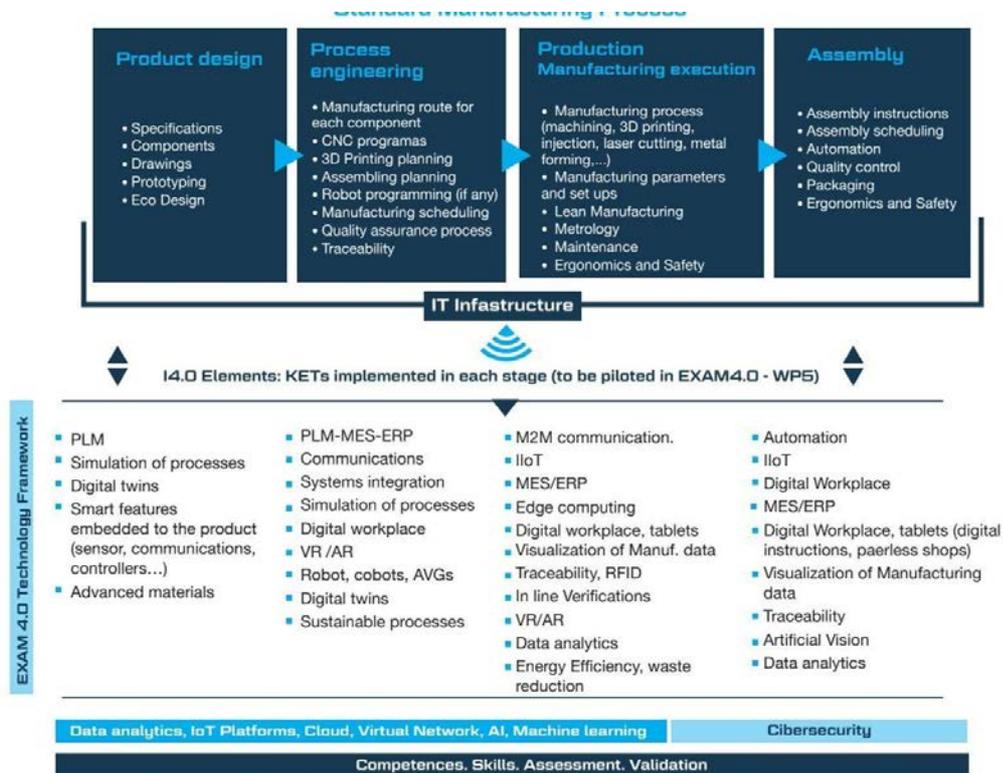


Abbildung 78: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Additive Fertigung spielt eine Schlüsselrolle in EXAM 4.0 CLF als Hauptfertigungsmethode für die Produkte des EXAM4.0 Roboters. Die additive Fertigung wird sowohl für die Herstellung von Prototypen als auch für die in der kollaborativen Lernfabrik produzierten realen Bauteile eingesetzt. Additive Manufacturing ist ein sehr effektives Verfahren zur Herstellung von Kunststoffbauteilen in geringen Stückzahlen und daher die überlegene Option für den EXAM 4.0 Roboter.

Neben der Produktion von Teilen für den EXAM4.0-Roboter wird die additive Fertigung innerhalb des CLF eine weitere wichtige Rolle spielen. Additive Fertigung ist ein wachsendes Geschäft, aber Investitionen in Bildungszwecke sind dennoch recht teuer. Additive Fertigung wird zusammen mit anderen wichtigen Technologien, die im CLF enthalten sind, für Partner verfügbar sein, die selbst nicht über fortschrittliche Fertigungsressourcen verfügen.

## Vorteile der additiven Fertigung im CLF . von EXAM4.0

Wenn es um das Einfügen von additiver Fertigung in das CLF geht, können leichtere, komplexere Designs erstellt werden, die mit anderen Bearbeitungstechniken zu schwierig oder zu teuer sind. Im CLF haben Sie die Möglichkeit, durch den Verzicht auf Großserien kostengünstig



komplexe Einheitsteile mit ausreichenden mechanischen Eigenschaften herzustellen. Es ist auch ein geeignetes Werkzeug, wenn es darum geht, Anpassungen im Roboter zu erstellen.

Es zeichnet sich auch durch schnelles Prototyping aus. Da Zwischenschritte entfallen, sind Änderungen im laufenden Betrieb möglich. Es bietet einen dynamischeren Prozess, bei dem es möglich ist, Verbesserungen zu testen und zu entdecken.

### **Mit Additive Manufacturing adressierte Kompetenzen**

Je nach Kompetenz der Studierenden üben sie ihre Kreativität durch die Konstruktion von Teilen für die additive Fertigung und denken damit über die traditionelle Art der Produktgestaltung für die Produktion hinaus. Die Studierenden lernen DfAM (Design for Additive Manufacturing). Die Methode DfAM beseitigt die Grenzen der konventionellen Fertigung.

Die Studierenden erweitern ihr technisches Know-how durch die Bedienung der additiven Fertigungsmaschinen und -anlagen.

Kritisches Denken kann als das Analysieren von Fakten zu einem Urteil erklärt werden (Wikipedia, 2021). Additive Manufacturing ist ein relativ neues Produktionsverfahren, das zu neuen Problemen und Herausforderungen führt. Daher ist gutes kritisches Denken wichtig, um aus neuen Informationen gute Entscheidungen zu treffen. Neue Probleme führen auch dazu, dass die Fähigkeiten zur Problemlösung verbessert werden müssen, um qualitativ hochwertige Lösungen für diese Probleme zu finden.

Bei der additiven Fertigung ist es möglich, Teile aus verschiedenen Materialien herzustellen. Dies erfordert Kenntnisse im Umgang mit Materialien. Einige verwendete Metallpulver haben nur eine Größe von 0,015 bis 0,045 mm und diese Partikel führen zu Gesundheitsrisiken. Dies erfordert extreme Fähigkeiten im Umgang mit dem Material sowie Sicherheitskenntnisse

### **Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch Additive Manufacturing**

Ansichts des Bedarfs an Geschwindigkeit, Anpassung, Flexibilität und geringen Kosten in Herstellungsprozessen entsteht die „Additive Fertigung“. Diese Attribute machen es zu einem geeigneten Werkzeug für die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Zentren.

Zunächst einmal ist es ein geeignetes Werkzeug, um verschiedene Probleme oder Fehler zu lösen, die im Roboter auftreten können. Die Möglichkeit, komplexe Teile schnell und einfach herzustellen, bedeutet, dass jeder Fehler oder jede Verbesserung des Produkts auf effiziente Weise behoben wird. Während Sie an CAD-Dateien arbeiten, können diese Lösungen sofort an andere Zentren gesendet werden.

Andererseits kann zwischen Teams aus verschiedenen Zentren an Roboter Verbesserungen gearbeitet werden.

Darüber hinaus machen diese Attribute es auch zu einem Werkzeug, das die Produktpassung ermöglicht, da jedes Zentrum unterschiedliche Zubehörteile für die verschiedenen Verwendungszwecke erstellen kann. Im Gegenzug könnten Gruppen gebildet werden, um Lösungen für aufkommende Bedürfnisse zu entwickeln





## 14.14.0-Technologie Nr. 11.: Virtuelle Desktops – Miguel Altuna - AM Lab

### Definition und Anwendung von Virtual Desktops in der Industrie

Virtuelle Desktops sind vorkonfigurierte Abbilder von Betriebssystemen und Anwendungen, bei denen die Desktop-Umgebung vom physischen Gerät getrennt ist, mit dem darauf zugegriffen wird. Benutzer können aus der Ferne und mit jedem Gerät auf ihre virtuellen Desktops zugreifen (Vmware, 2021).

Virtuelle Desktops werden häufig zentral verwaltet, sodass Updates und Anwendungen nicht auf einzelnen Maschinen installiert werden müssen. Außerdem können die Access Points weniger leistungsfähig sein, da die meisten Rechenprozesse im Rechenzentrum stattfinden. Daten werden auch im Rechenzentrum gespeichert und nicht auf einzelnen Maschinen, was die Datensicherheit verbessern kann.

Die einzige Einschränkung besteht darin, dass das die Virtualisierung unterstützende System über ausreichende Ressourcen wie RAM-Speicher, Lesegeschwindigkeit, Zugriff und Übertragung auf die Festplatte, Prozessorgeschwindigkeit usw. verfügen muss. und diese Ressourcen sind für jede Virtualisierung vollständig reserviert (Arsys, 2021).



Abbildung 79: FProject Virtual Desktops in 3 Geräten. Quelle: FP-Projekt

Es gibt zwei Haupttypen von virtuellen Desktops: VDI und DaaS. Der erste Typ ist Virtual Desktop Infrastructure und bezieht sich auf die Technologie, die es Unternehmen ermöglicht, sie in virtuellen Maschinen auszuführen, die auf lokalen oder externen Servern wie IaaS installiert sind. Der zweite Typ ist der Desktop as a Service, der im Grunde dasselbe bietet, jedoch mit der Besonderheit, dass der Cloud-Anbieter für die Bereitstellung von Ressourcen, die Erstellung von Images oder die Durchführung der erforderlichen Updates verantwortlich ist.

### Virtuelle Desktops in HVET/VET-Labors

#### Integration virtueller Desktops in das Labor von Miguel Altuna

Zunächst müssen Server gekauft oder gemietet werden, die die virtuellen Desktops unterstützen. Ein Server ist ein Computer, der speziell dafür entwickelt wurde, Informationen und Programme zu verarbeiten und sie auf die damit verbundenen Computer zu verteilen. Sie sind so konzipiert, dass sie hohe Arbeitslasten unterstützen und/oder immer verfügbar sind und Benutzer auf ihre Ressourcen zugreifen können, sei es Software, Daten usw. Bei der Gestaltung eines Server-/Client-Netzwerks ist Folgendes zu berücksichtigen:



- Der Hersteller
- Die notwendige Hardware
- Die Bedürfnisse des Unternehmens

MIGUEL ALTUNA'S LAB SERVER	
Name	Eigenschaften
Supermicro 1U AMD EPYC 10xNVMe 16xDDR4 Server	(2x10Gbps / 2 PCIe 16x / 2 FA 750W redundant) 1 x CPU AMD Epyc 7282 (16c/32t) 512 GB (8 x dimm64 GB 3200 MHz ECC) 2 x Samsung PM983 1,92 TB NVMe PCIe3x4 V4 TLC 2,5" 7mm  1 x SSD NVMe PM983 SAMSUNG 960GB M.2, TLC
ASUS für GPUs Nvidia-Server	2HE AMD Rome, 8xDDR4, 8xHDD, 2x PWS 1600W 1 x CPU AMD Epyc 7282 (16c/32t) 512 GB (8 x dimm64 GB 3200 MHz ECC) 2 x Samsung PM983 1,92 TB NVMe PCIe3x4 V4 TLC 2,5" 7mm SSD Intel D3 S4510 960GB
Nvidia Tesla A40	-
Nvidia T4	-

Zweitens ist die Installation der erforderlichen Software erforderlich. Sie verfügen über ein eigenes Betriebssystem (anders als ein Desktop-Computer) und ermöglichen unter anderem: die Erstellung von Benutzerprofilen, Passwörtern, Fernverwaltung usw. Computer, die Serverrollen ausführen, tragen normalerweise ein Serverbetriebssystem. Bei Miguel Altuna wird eine Microsoft-Software installiert. Im Fall von Microsoft ist die Familie der Betriebssysteme, die für die Verwendung mit Servern bestimmt sind, Windows Server. Serverbetriebssysteme verzichten normalerweise auf diese Dienstprogramme, die eher für den Endbenutzer gedacht sind. Gleichzeitig integrieren sie ihre eigenen Tools zur Verwaltung des Netzwerks und der Ressourcen.

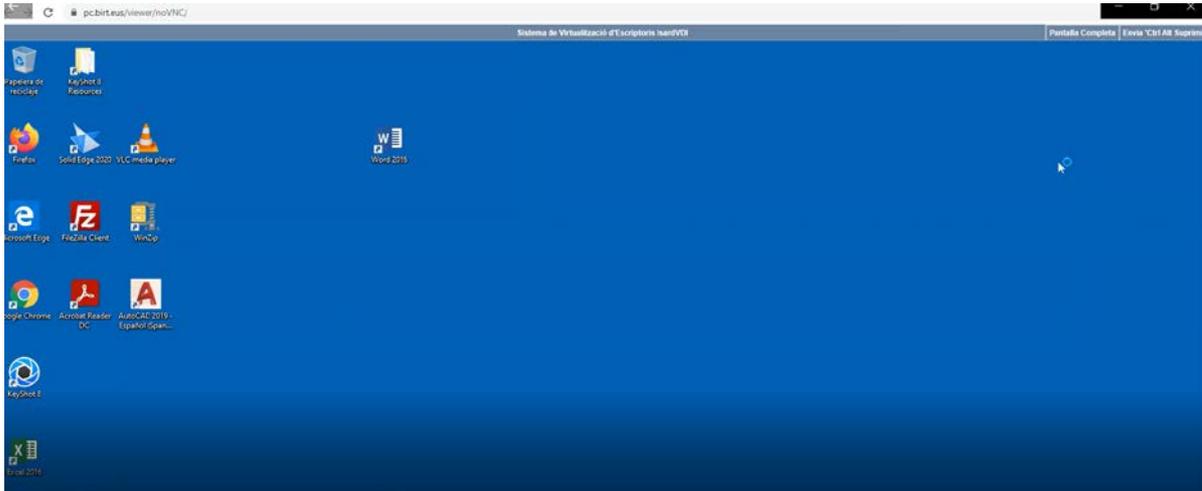


Abbildung 80: Virtueller Desktop von FProject mit Windows-Software. Quelle: FProjekt

Nach der Installation der Software werden die notwendigen Anwendungen (MES, PLM, ERP, etc.) mit ihren jeweiligen Lizenznummern installiert. Je nach Nutzung und Anzahl der Benutzer muss die virtuelle Desktop-Partition erstellt werden. Sobald die Partition erstellt wurde, nimmt jeder HVET die ihm entsprechende Anzahl virtueller Desktops.



Abbildung 81: FProject-Desktops-Partition. Quelle: FProjekt

### Rolle der virtuellen Desktops im EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Phasen wird Virtual Desktop in alle diese Phasen integriert.



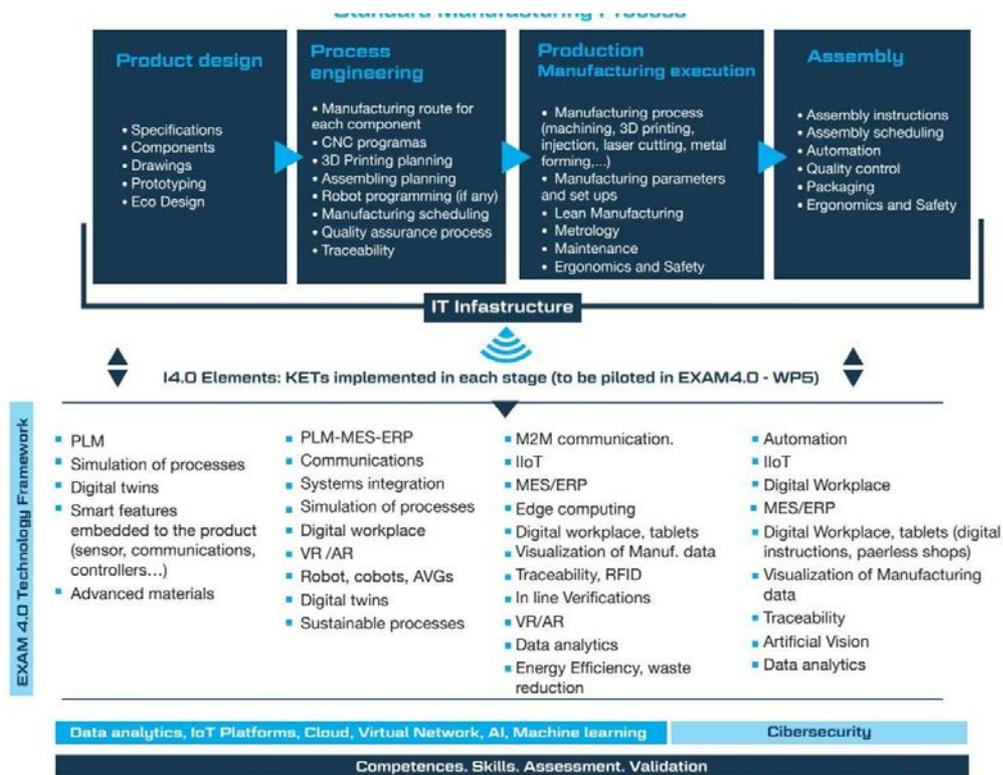


Abbildung 82: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Die Hauptfunktion der Einführung dieses Elements besteht darin, alle Anwendungen des Produktionsprozesses zu unterstützen. Auf diese Weise würden MES, ERP, PLM und andere Programme zentralisiert und wären für sie von jeder Werkstatt und mit jedem Gerät zugänglich.

Die durch die Covid19-Entbindung entstandene Situation hat den Bedarf an Zugriff auf die Ressourcen der Zentren von überall her erhöht. Der fehlende Zugang zu diesen Ressourcen hat es den Schülern unmöglich gemacht, eine optimale Ausbildung zu erhalten. Neben der Haft ist für Online-, Reverse- und duale Ausbildung der Zugriff auf diese Ressourcen jederzeit und von überall unabdingbar.

Andererseits möchte ihr Management betonen, dass die Ressourcennutzung durch die jederzeitige Erreichbarkeit maximiert wird. Es wird die Langlebigkeit der Computerparks von Zentren, Studenten und Lehrern erhöhen, da praktisch die gesamte Berechnung durch die Cloud unterstützt wird.

Ein weiterer hervorzuhebender Aspekt ist die Möglichkeit, die Studierenden gegeben wird, die sich die Anschaffung einer angemessenen Computerausrüstung für ihr Studium nicht leisten können. Schließlich wird mit dieser Lösung die Wartung von Klassenzimmern mit Computerausrüstung erheblich vereinfacht.



### Vorteile der Verwendung von virtuellen Desktops im CLF . von EXAM4.0

Die Tatsache, dass sich die Virtual Desktops an einem Punkt befinden und vom Netzwerk aus arbeiten, bringt viele Vorteile mit sich. Darunter sind:

- Reduzierung von Support-, Infrastruktur- und Hardwarekosten und Neuimplementierungen. Die gesamte Ausrüstung würde in einer der Werkstätten installiert oder an Subunternehmer vergeben, was den Kauf und die Wartung einfacher und billiger machte.
- Hohe Skalierbarkeit und Flexibilität. Mit einer virtuellen Desktop-Infrastruktur in der Cloud können Sie die Anzahl der Desktops einfach erhöhen. Auf diese Weise wäre es einfach, wenn mehr HVETs teilnehmen wollten.
- Erhöhte Produktivität und Flexibilität. Der individuelle Arbeitsplatz steht immer zur Verfügung, unabhängig davon, wo sich der Mitarbeiter befindet oder welches Zugangsgerät er verwendet. So können Sie auf Reisen oder bei Bedarf von zu Hause aus ohne Unterbrechung Ihrer Arbeit nachgehen.



Abbildung 83: Arbeiten überall und jederzeit von FProject. Quelle: FProjekt

- Mehr Stauraum. Die Kapazität der Cloud ist nicht unendlich, aber fast. Durch die Verwendung der virtuellen Desktop-Technologie hat jeder Benutzer Zugriff auf viel mehr Speicherplatz für Anwendungen und Dateien als auf einer physischen Festplatte seines Geräts. Dies ist besonders wichtig, wenn sie mit mobilen Geräten wie Smartphones oder Tablets arbeiten, die in der Regel nicht über eine große Speicherkapazität verfügen.
- Erhöhte Informationssicherheit. Die Arbeit mit einem virtuellen Remote-Desktop bedeutet, dass sich die Daten nicht mehr auf dem Gerät befinden, sondern in der Cloud gespeichert werden. Im Falle einer Panne, eines Diebstahls oder eines Cyberangriffs auf



das physische Gerät sind die Informationen daher sicher und werden durch eine oder mehrere Sicherungskopien in der Cloud gesichert.

### Mit Virtual Desktops adressierte Kompetenzen

Die Einführung der virtuellen Desktop-Technologie wird bei der Entwicklung von Kompetenzen helfen, wie zum Beispiel:

- Planen von Produktionen, Produktionsplanung, Qualitätskontrolle und Messverfahren, Wartungsplanung.
- Bereiten Sie die Verfahren für die Montage und Wartung von Geräten vor, definieren Sie die Ressourcen, die erforderlichen Zeiten und die Kontrollsysteme.
- Überwachen und / oder führen Sie die Bearbeitungs-, Montage- und Instandhaltungsprozesse durch und kontrollieren Sie die Zeiten und die Qualität der Ergebnisse.
- Überwachen Sie die Programmierung und Abstimmung von numerisch gesteuerten Maschinen, Robotern und Manipulatoren für die Bearbeitung.
- Bestimmen Sie die notwendige Bereitstellung durch ein intelligentes Lager.
- Stellen Sie sicher, dass die Herstellungsprozesse den etablierten Verfahren entsprechen. Angewandte Messtechnik.
- Verwalten Sie die Wartung der Ressourcen in ihrem Bereich. Der individuelle Arbeitsplatz steht immer zur Verfügung, unabhängig davon, wo sich der Mitarbeiter befindet oder welches Zugangsgerät er verwendet. Dies ermöglicht es, den Arbeitsrhythmus unabhängig von den Geräten der HVETs beizubehalten. Falls ein neues Zentrum teilnehmen möchte, bräuchte es außerdem keine großen Investitionen in Computerausrüstung.

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch Virtual Desktops

Die Technologie selbst ist ein kollaborativer Vermittler. Ein einheitlicher Server zum Abrufen befreit andere HVETs von der Notwendigkeit, ihre Hardware aus Kapazitätsgründen zu aktualisieren. Dies trägt auch dazu bei, geplante Obsoleszenzen zu verzögern, da die Kapazität nicht mit der Hardware, sondern mit dem Server verbunden ist.

Da die Lizenzen der Anwendungen auf diesem Server installiert werden müssen, werden außerdem die Lizenzverträge zwischen allen HVETs abgeschlossen, wodurch durch die Anmietung größerer Lizenzmengen niedrigere Preise erzielt werden können.

Schließlich ermöglicht es unter Berücksichtigung der Vorteile des Arbeitens von überall und der Skalierbarkeit die Teilnahme neuer Teilnehmer jederzeit und unabhängig von ihrem Hardware-Stand.

## **15.14.0-Technologie Nr. 12.: Digitaler Arbeitsplatz- Miguel Altuna -AM Lab**

### Definition und Anwendung des Digital Workplace in der Industrie

*„Der digitale Arbeitsplatz vereint die Mitarbeiter eines Unternehmens und die von ihnen verwendeten Technologien strategisch in einem Ökosystem, das bestrebt ist, agile Arbeitsweisen zu*





erleichtern, das Mitarbeiterengagement zu verbessern und seinen Benutzern ein außergewöhnliches Erlebnis zu bieten.“ Simon Dance – CEO, Interact Software.

Wenn wir es aufheben, können wir sehen, dass es aus drei Kernelementen besteht (Interactsoftware, 2021):

- **Menschen:** Die Mitarbeiter, ihre digitalen Bedürfnisse und die Auswirkungen auf Schlüsselindikatoren wie Engagement, Produktivität und Innovation – aber auch die daraus resultierenden Auswirkungen auf Kunden/Verbraucher, Lieferanten und Stakeholder.

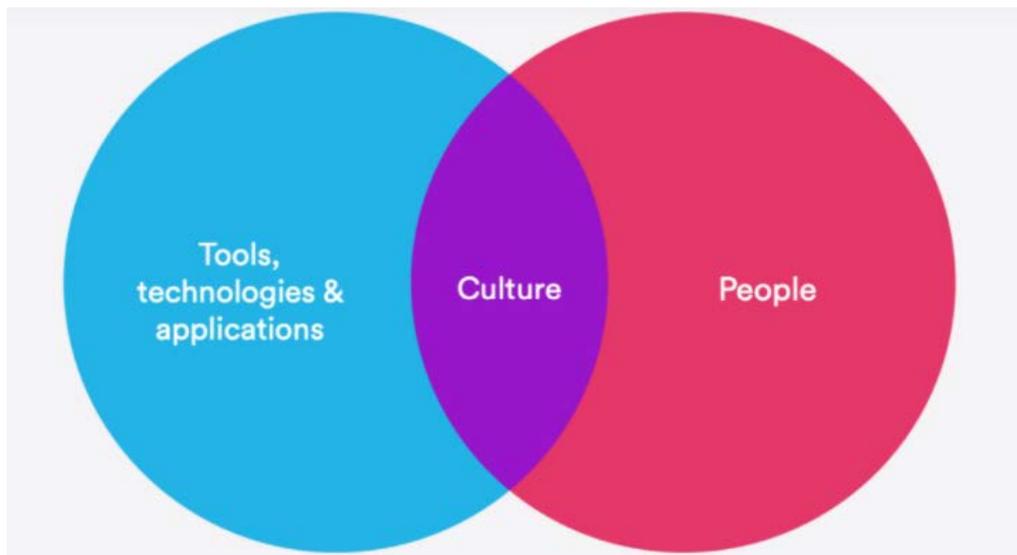


Abbildung 84: Die 3 Elemente eines digitalen Arbeitsplatzes. Quelle: <https://www.interactsoftware.com/blog/what-is-a-digital-workplace/>

- **Tools:** Die Technologien und Anwendungen, die das „digitale“ Element ihrer Kommunikation, Zusammenarbeit und täglichen Arbeit bilden.
- **Kultur:** Wenn diese beiden Elemente – Menschen und Werkzeuge – strategisch und überlegt zusammenkommen, prägen sie gemeinsam die Mitarbeitererfahrung. In Übereinstimmung mit der Geschäftsmission, den Werten und der Gesamtausrichtung wird es zur Grundlage der Unternehmenskultur und fördert das Engagement der Mitarbeiter.

Die Erstellung einer Digital-Workplace-Strategie muss keine überwältigende Aufgabe sein. Durch das Stellen der richtigen Fragen und eine Bestandsaufnahme können die eigenen Ziele der digitalen Transformation ermittelt werden. Als Teil des Prozesses ist dies zu berücksichtigen:

- Wer sind unsere Mitarbeiter und was brauchen sie, um ihre Arbeit gut zu machen?
- Aus welchen Technologien besteht bereits unser digitaler Arbeitsplatz?
- Welche Lücken gibt es zwischen den Bedürfnissen der Mitarbeiter und den verfügbaren Tools?
- Kann sich jeder Mitarbeiter unabhängig von seinem Gerät oder Standort mit den benötigten Informationen und Tools verbinden?
- Verstehen unsere Mitarbeiter unsere Organisation, ihre Ausrichtung und ihren Zweck und wie sie zur Erreichung der Ziele beitragen?



- Integrieren sich unsere Systeme oder arbeiten sie effektiv zusammen?
- Nutzen wir eine effektive digitale Arbeitsplatzplattform oder Intranetlösung, um unseren Mitarbeitern einen zentralen Zugangspunkt zu unserem digitalen Arbeitsplatz zu bieten?
- Wie ist die Employee Experience unseres aktuellen digitalen Arbeitsplatzes?
- Was stellen wir uns für die Zukunft unseres digitalen Arbeitsplatzes vor?
- Wie passt unser digitaler Arbeitsplatz zu der Mission, den Zielen und der Gesamtkultur unserer Organisation oder trägt dazu bei?

Die Menschen im Unternehmen zu verstehen und die richtigen Werkzeuge für den digitalen Werkzeugkasten auszuwählen, ist nur der Anfang. Strategy berücksichtigt die daraus resultierende Erfahrung. Es besteht ein großer Unterschied zwischen einer Sammlung von Tools und Technologien, die als „digitaler Arbeitsplatz“ bezeichnet werden – oder einem strategischen, ganzheitlichen Ansatz bei der Gestaltung und Pflege einer effektiven digitalen Arbeitserfahrung.

Tatsache ist, dass der digitale Arbeitsplatz ein fortlaufender Prozess ist. Es existiert in der einen oder anderen Form seit Jahrzehnten. Es wird auf unbestimmte Zeit weiter wachsen, sich neu formen und neu definieren.

Wir können nicht erwarten, dass wir ein einziges Programm zur digitalen Transformation durchführen – neue Software kaufen, unsere Mitarbeiter fragen, was sie brauchen – und es auf der To-Do-Liste abhaken. Wir müssen es immer wieder überdenken. Es ist von entscheidender Bedeutung, flexibel genug zu sein, um auf diese neue Realität zu reagieren, sich an die neuen Wellen des Wandels anzupassen, die unsere Arbeitsweise weiterhin stören werden.

Ein digitaler Arbeitsplatz ist eine bewusste und kontinuierliche Verpflichtung. Es muss eine langfristige Vision, Leitprinzipien, einen Messprozess und kontinuierliche Bewertungspunkte kombinieren. Wir können diese Entwicklung nicht aufhalten, aber wir können ihre Richtung nach Belieben steuern und wählen.

Die Digitalisierung von Arbeitsplätzen bietet viele Möglichkeiten, Arbeitsaufgaben zu erleichtern. Im Folgenden finden Sie eine nicht exklusive Liste der Funktionalitäten von Digital Workplaces (Deloitte, 2021).

- Echtzeitverfolgung von Herstellungsprozessen, Betriebszeiten pro Schritt und Fortschritt
- Digitale Dokumentation, Zeichnungen, Anleitungen zur Fehlerbehebung und Checklisten
- Digitale Arbeitsaufträge mit detaillierter Beschreibung der Aufgaben und deren Reihenfolge
- Automatische OEE-Berechnung
- Digitale Prozessoptimierung auf Basis von Maschinen- und Qualitätsdaten (Datenanalyse)
- Digitalisierte Qualitätsrichtlinien
- Automatisches Rohmaterial/Produkt im Prozessmanagement
- Anweisungen zur vorausschauenden Wartung
- Digitale Assistenz bei korrektiven Wartungsaufgaben. Option für Remote-Support
- AR-Assistenztools
- Schulung zum Arbeitsfluss
- Sicherheits-/Ergonomiehinweise und Richtlinien

Aus bildungspolitischer Sicht bieten digitale Arbeitsplätze eine Reihe zusätzlicher Alternativen, auf die im folgenden Abschnitt eingegangen wird.





### Digital Workplace in HVET/VET Labs

Im vorherigen Abschnitt haben wir die Eigenschaften eines digitalen Arbeitsplatzes in einer Smart Factory analysiert. Wenn wir zu einem Bildungsumfeld kommen, ist es möglich, das Beste aus dem digitalen Arbeitsplatz zu nutzen, um auch die Lernerfahrung der Schüler zu verbessern. Nicht nur die Funktionen im Zusammenhang mit Produktionsaspekten eines LF sind einfach zu implementieren, sondern auch Funktionen im Zusammenhang mit dem pädagogischen Prozess wären in den Laboren verfügbar.

Unter Berücksichtigung der Studierenden bzw. des Nutzers könnten folgende Funktionen realisiert werden:

- Machen Sie die notwendigen Informationen für das Projekt oder die Arbeit zugänglich wie: Pläne, Prozessblätter, Qualitätskriterien, Messprozesse, Verzögerungen, Werkzeugzustände ...
- Bereitstellung von Inhalten zur Durchführung der Arbeit (Video-Tutorials, Dokumente, AR / VR ...)
- Erleichtern Sie die Wartungsanweisungen
- Zeigen Sie den Entwicklungsstand der Arbeit (% der geleisteten Arbeit, % der zu erledigenden Arbeit, Verzögerungen, Status der Arbeit ...)
- Erwartete Lernergebnisse anzeigen
- OEE, Stillstände und deren Gründe anzeigen

Unter Berücksichtigung der Lehrkräfte könnten folgende Funktionen umgesetzt werden:

- Leistungsbericht der Schüler: Bearbeitungszeiten, Maße, Materialeinsatz ...
- Bericht über den Status der Studierenden: Rückstand, geleistete Arbeit ...
- Erlauben Sie das Einfügen notwendiger Informationen, um das Training zu unterstützen
- Ermöglichen Sie eine vorausschauende Wartung
- Ermöglichen Sie Schulungen zum Arbeitsfluss
- Verbessern Sie die Qualität der Lehre
- Gewährleistung der Sicherheit
- Kontrollieren Sie den Material- und Werkzeugbestand

### Integration des Digital Workplace in das Labor von Miguel Altuna

Der Miguel Altuna HVET bietet neben Automatisierung und Robotik oder Verwaltung und Finanzen vor allem Ausbildungen in verschiedenen Disziplinen der Zerspanung an. Aus diesem Grund verfügt es über ein 2000 m<sup>2</sup> großes Bearbeitungslabor, in dem verschiedene Maschinen (Fräsmaschinen, Drehmaschinen, CNC, Schleifen, EDM, Mechatronik, Stanzen und Schweißen) verteilt auf 8 verschiedene Zellen stehen, in denen Studenten aus 6 Studiengängen üben.





Abbildung 85: Das Bearbeitungslabor von Miguel Altunas. Quelle: Miguel Altuna

Die Strategie des Zentrums besteht darin, Industrie 4.0-Technologie im Labor der mechanischen Fertigung zu implementieren, um Schüler und Lehrer an die Arbeit in einer digitalisierten Umgebung zu gewöhnen.

Das Labor, das sich in der Evolution befindet, weist folgende Merkmale auf:

- Vernetzte Maschinen
- Intelligentes Lager
- HMI

Der erste Schritt bestand darin, die Maschinen zu verbinden. Dazu wurde jede Maschine mit einem RFID-Lesegerät, einem HMI und einem Signalisierungsgerät gekoppelt; und das zusammen mit der Maschine mit einer SPS verbunden ist, die über einen WI-FI-Empfänger mit dem spezifischen Netzwerk des Labors (das für die Arbeit an der Cybersicherheit verwendet wird) verbunden ist, das mit dem Server verbunden ist, auf dem die Daten gespeichert sind.



Abbildung 86: Student bucht den Automaten. Quelle: Miguel Altuna

Der RFID-Leser dient zur Reservierung der Maschine. Jeder Schüler hat seine eigene RFID-Karte, mit der er den Automaten reservieren muss. Diese Reservierung kann nur an den Automaten



und zur zugewiesenen Zeit erfolgen. Auf diese Weise vermeiden Sie das unbeaufsichtigte Starten von Maschinen durch Schüler und reduzieren die Zahl der Unfälle.

Sobald Sie die Reservierung vorgenommen haben, ändert das Signalisierungssignal die Farbe und zeigt an, dass das Gerät besetzt ist. Im Falle einer Panne zeigt die Bake eine Panne an, damit niemand die Maschine reserviert und das Wartungspersonal benachrichtigt.

Vor dem Starten der Maschine müssen die Schüler bestätigen, dass sie die PSA (Persönliche Schutzausrüstung) tragen. Es ist eine Möglichkeit, Bewusstsein zu schaffen, um Unfälle zu reduzieren.



Abbildung 87: Schüler bestätigt die individuelle Sicherheitsausrüstung. Quelle: Miguel Altuna

Die letzte Funktion des HMI besteht darin, dass jeder Schüler seine persönliche Dokumentation hat. Jeder Student hat über seinen eigenen Server Zugriff auf die für die Herstellung der Teile erforderliche Dokumentation. Ziel ist es, 0 Arbeiten im Labor zu haben.



Abbildung 88: Dokumentation eines Studenten für die Fertigung. Quelle: Miguel Altuna

Der zweite Schritt ist ein intelligentes Lager. So wird der Standort jedes Werkzeugs im Lager mittels RFID kontrolliert, um die Suche zu beschleunigen. Mittels RFID-Erkennungsbögen ist auch möglich zu wissen, wer sie mitgenommen hat und somit wo der Schüler sie einsetzt.

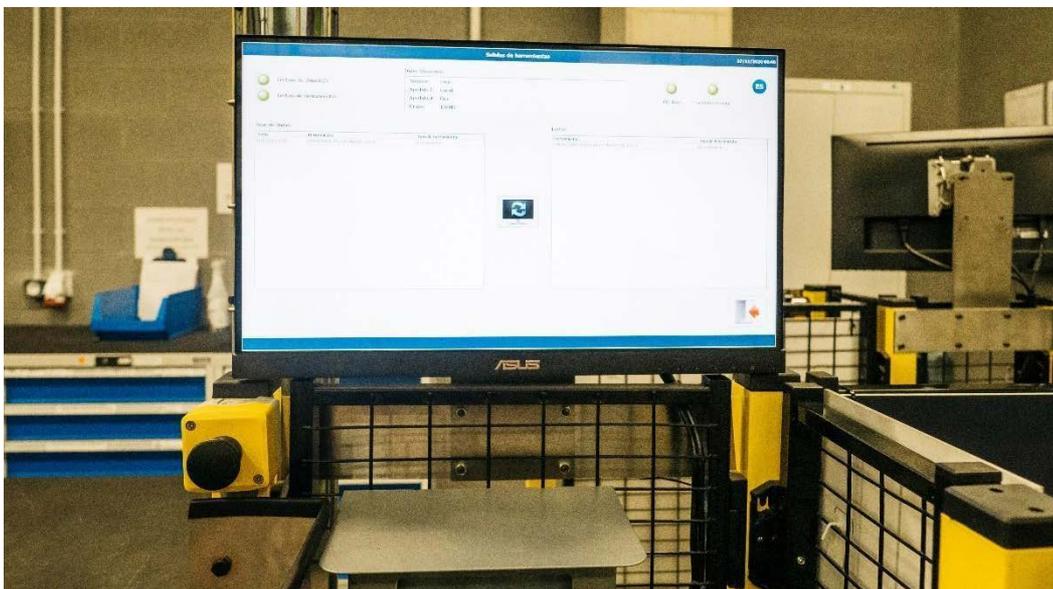


Abbildung 89: RFID-Reader-Bogen für Werkzeuge und Benutzer. Quelle: Miguel Altuna

Schließlich gibt es im Labor verschiedene Bildschirme, die die verschiedenen aus dem Prozess gewonnenen Daten anzeigen: allgemeine Belegung des Labors, Belegung nach Zellen, Reservierungen usw.



### Rolle des Digital Workplace in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Phasen wird der digitale Arbeitsplatz in all diese Phasen integriert.

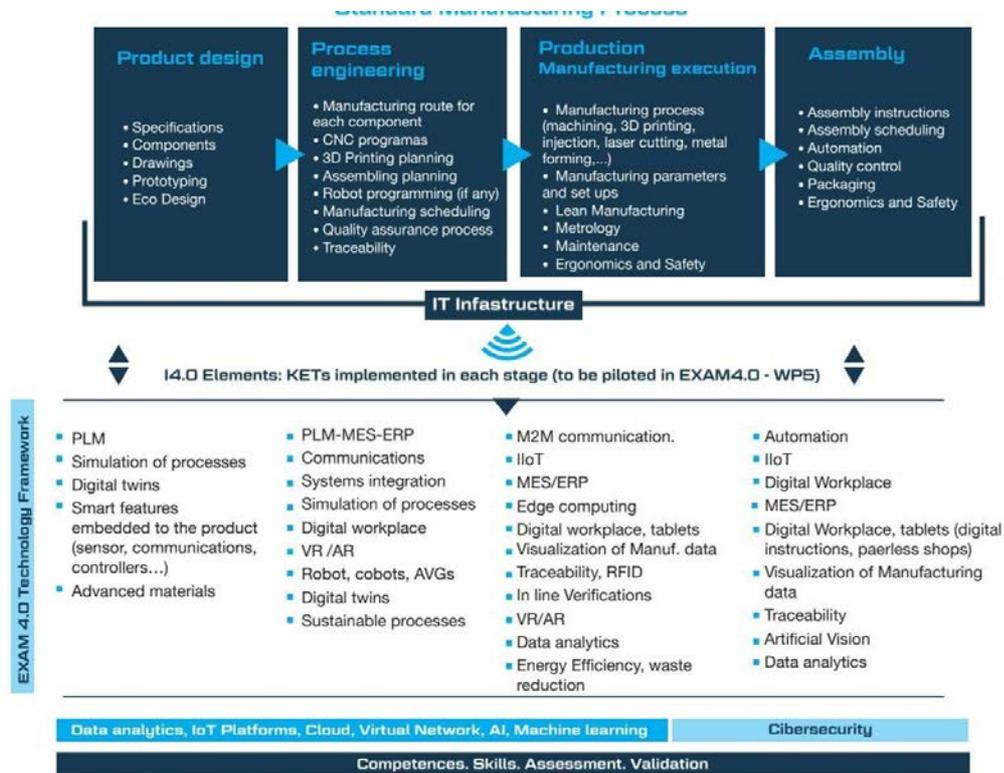


Abbildung 90: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Da es sich um eine Collaborative Learning Factory (CLF) handelt, ist es unabdingbar, eine digitalisierte Arbeitsumgebung zu schaffen. Für eine optimale Produktion des Roboters ist es erforderlich, dass bestimmte Daten in Echtzeit gesammelt und gesendet werden. Dies kann durch die Digitalisierung der Maschinen und Prozesse erreicht werden, die die Daten in Apps wie MES, ERP ... ausgeben, die es uns ermöglichen, kollaborativ und koordiniert zu arbeiten.

Berücksichtigt man, dass das Ziel darin besteht, mit fortschrittlicher Fertigung zu arbeiten, ist dies ohne die Einbeziehung der Technologien von Industrie 4.0 nicht zu erreichen. Eines der Merkmale dieser Technologie ist, dass sie verbunden ist und den Prozess durch die Erfassung und Analyse der erhaltenen Daten verbessert.

### Vorteile der Verwendung von Digital Workplace im CLF . von EXAM4.0

Der Einsatz eines digitalen Arbeitsplatzes im CLF hilft beim reibungslosen Funktionieren des Prozesses. Das heißt, Sie können sicherstellen, dass Studierende aus unterschiedlichen Hochschulen mit optimaler Produktivität arbeiten können. Es verbessert unter anderem:

- Zusammenarbeit mit Teammitgliedern:



- Verwalten Sie Projekte und Aufgaben mit voller Transparenz
- Beheben von Problemen, Tickets, Defekten und Serviceanfragen
- Automatisieren Sie standardmäßige und sich wiederholende Geschäftsprozesse, die Genehmigungen erfordern
- Integrieren Sie Anwendungen von Drittanbietern
- Erstellen Sie automatisch Berichte, um bessere datengesteuerte Entscheidungen zu treffen

### Mit Digital Workplace adressierte Kompetenzen

Die mit einem digitalen Arbeitsplatz erworbenen Kompetenzen lassen sich in zwei Gruppen einteilen: technische und weiche Kompetenzen.

Die fachlichen Kompetenzen stehen in engem Zusammenhang mit den im Lernprozess der Studierenden zu erwerbenden fachlichen Inhalten, in diesem Fall Zerspanungstechniker, Mechanische Produktionsplanung und Industriedesign. Unter anderen technischen Kompetenzen sind die wichtigsten:

- Besseres Bewusstsein für den Produktionsprozess, von den Rohstoffen bis zur Teileprüfung
- Kalkulation von Kosten und Zeit
- Produktionsplanung
- Lagerverwaltung (Rohmaterial, Werkzeuge, etc.)
- Beziehung zu verschiedenen Lieferanten
- Datenanalyse
- Verbesserungen im Produktionsprozess.

Zweitens sind die mit ERP entwickelten Soft Competences:

- **Teamwork** : Als kollaboratives Werkzeug können Teammitglieder ihre Aufgaben planen und alle haben Zugriff auf die Produktionsblätter, die Kontrollblätter....
- **Digitales Bewusstsein** : Sie gewöhnen sich an virtuelle Arbeitsumgebungen, verstehen die gewonnenen Daten, verwalten sie und ziehen Schlussfolgerungen.
- **Persönlich** : Autonomie, Initiative, kritischer Geist, sich der Bedeutung einer guten Planung bewusst sein und sehen, wie sich die im Prozess getroffenen Entscheidungen auf sie auswirken.
- **Kommunikation** : zwischen verschiedenen Schülern, demjenigen, der die Produktion plant, und dem, der sie ausführt, wobei sie sich der Bedeutung der verschiedenen Erklärungen (in Wort und Schrift) bewusst sind, die innerhalb des Produktionsprozesses gegeben werden und zu einem besseren Ergebnis beitragen können.

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch Digital Workplace

Einerseits fallen bei der Digitalisierung von Arbeitsplätzen viele Daten über Produktions-, Montage- und Distributionsprozesse an. Der Zugang zu diesen Daten erleichtert HVET, die nicht über eine solche Infrastruktur verfügen, die Arbeit mit echten Daten. So bringen wir die Lehr-Lern-Prozesse anderer Zentren mit weniger Infrastruktur der Realität näher.



Andererseits macht die Tatsache, dass alles über eine digitalisierte Umgebung fließt, den Prozess skalierbar. Bei Erfüllung bestimmter Voraussetzungen und Lizenzen kann jede HVET teilnehmen und teilnehmen, wenn sie dies möchte.

**16.14.0-Technik Nr. 13.: PLM, Ibermatica**

**Definition und Anwendung von 3DEXPERIENCE PLM in der Industrie**

Eine PLM-Lösung verwaltet und verwaltet den kompletten Lebenszyklus eines Produkts. Es fördert die digitale Definition des Endprodukts in all seinen Phasen, beginnend mit der Konzeption, über das Produktdesign, die Gestaltung des Herstellungsprozesses, Lieferung, Herstellung, Vertrieb, After-Sales (Garantien) bis hin zum Produktlebensende (Ibermática, 2021).



Abbildung 91: Phasen eines PLM. Quelle: Ibermática

Ein PLM muss alle Softwarelösungen integrieren, die für jede der vorherigen Stufen verwendet wurden, CAD-Lösungen für die Konstruktion, CAE für die Analyse, CAM für die Fertigung, PDM für das Produktdokumentationsmanagement, ERP-Systeme für die Produktionsplanung und Produktionssteuerung oder MES-Systeme.

Es verwaltet alle Informationen, die von jeder der vorherigen Anwendungen generiert wurden, auf transparente Weise und stellt sicher, dass bestimmte Informationen zum richtigen Zeitpunkt der richtigen Person zur Verfügung stehen.

Neben Daten und Informationen kann ein PLM alle Prozesse unterstützen, die ein Unternehmen steuert:

Designprozess, Herstellungs- und Einkaufsprozess		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumenten-Management</li> <li>• Anforderungsmanagement</li> <li>• Wiederverwendung von Wissen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektmanagement</li> <li>• Angebotsverwaltung</li> <li>• Lieferantenmanagement</li> <li>• Qualitätsmanagement</li> <li>• Problemverwaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslagerung</li> <li>• Ersatzteilmanagement</li> <li>• Technischer Kundendienst</li> <li>• Expedition</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>● Änderungsaufträge (ECOs)</li> <li>● Gleichzeitiges Engineering</li> <li>● Etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Usw.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Nach Verkauf</li> </ul>
---	--	--

Das PLM-Konzept entstand Anfang der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts als Digitalisierungsprojekt eines kleinen Automobilkonzerns „The American Motor Corporation“ (erworben 1987 von Chrysler) für die Entwicklung des Jeep Grand Cherokee. Seitdem hat sich PLM auf zwei verschiedene Arten entwickelt: aus CAD-Systemen und aus ERP-Systemen.

In den 3D-CAD-Systemen entfesselt die Beziehung von Baugruppen, Komponenten und Zeichnungen, die Wiederverwendung von Teilen in verschiedenen Produkten und die Notwendigkeit, Produktkonfigurationen zu verwalten, die Entwicklung von PDM-Systemen (Product Data Management) sowohl für das Datenmanagement als auch für die Produktdokumente. Diese PDM-Systeme haben sich weiterentwickelt, um andere Unternehmenssoftwareprogramme und -prozesse zu umfassen, wodurch PLMs wie Enovia PLM (Dassault-Systeme), Siemens PLM (Siemens) oder Windchill PLM (PTC) entstanden sind, um nur einige Beispiele zu nennen.

ERP-Systeme wurden für die Produktionsplanung entwickelt und weiterentwickelt, um immer mehr Prozesse zu verwalten, indem Dokumentenmanager und PIM (Product Information Management)-Funktionen hinzugefügt wurden, um aktuelle Systeme wie SAP PLM oder ORACLE PLM CLOUD zu erreichen, um nur einige zu nennen.

Die PLM-Systeme richten sich eher an Produkthersteller als an Vertriebs- oder Dienstleistungsunternehmen.

Je höher die Variabilität der Produkte, die ein Unternehmen verwaltet, und je wichtiger der Designfaktor ist, desto größer ist der Vorteil beim Einsatz eines PLM-Systems. Aus diesem Grund waren ETO-Unternehmen (Engineering to Order) die ersten, die diese Art von Technologie einführten.

Product Life Cycle Management (PLM) ist ein grundlegender Enabler in jedem Unternehmen, das eine **digitale Transformation** angehen möchte.

Die Produkte werden immer komplexer und die Lieferanten sind globaler und geografisch verteilt. Ein PLM treibt und **automatisiert digitale Prozesse** innerhalb und außerhalb dieser Unternehmen und verbessert die Kommunikation, Zusammenarbeit und Kontrolle von Transaktionen mit diesen Anbietern.

Ein PLM bietet **Flexibilität** für die Organisation und ermöglicht die Optimierung der täglichen Aktivitäten jeder Phase der Produktentwicklung. Diese Flexibilität erhöht die Innovationsfähigkeit, sowohl bei Produkten als auch bei Herstellungsprozessen.

Ein PLM **verbessert die Produktivität**, da es die Automatisierung der Verwaltung von Produktdaten und deren Integration mit anderen Geschäftsprozessen wie ERP für die Produktionsplanung und MES-Systemen für das Manufacturing Execution Management erleichtert.





Ein PLM **vermeidet Informationssilos**, die in Unternehmen durch den Einsatz spezifischer Tools für spezifische Prozesse, die nicht zwischen ihnen integriert sind, existieren. Diese Fähigkeit, alle relevanten Informationen eines Produkts zu integrieren, ermöglicht es Unternehmen, **bessere und fundiertere Entscheidungen zu treffen**.

Industrie 4.0 definiert neue Technologien und Fertigungsmethoden.



Abbildung 92: Industrie 4.0-Technologie. Quelle: Ibermática

Kollaborative Methoden, die für eine verteilte Fertigung, Prozessintegration und Automatisierung entscheidend sind, werden in PLM-Systemen perfekt modelliert.

Andererseits benötigen Technologien wie Digitaler Zwilling oder Big Data für die Datenanalyse PLM-Systeme zu ihrer Unterstützung und Verwertung.

Die wichtigste Entwicklung der PLM-Systeme ist ihre Transformation von vernetzten Softwaretools zu Systemen, die Datendienste bereitstellen. Sie haben sich von einem Datenspeicher zu einer Quelle der Informationsausbeutung entwickelt.

Diese hochgradig personalisierten Softwaretools, die kundengerecht programmiert und in komplexen Hardwarearchitekturen installiert werden, entwickeln sich zu Standardsystemen (out-of-the-box), die einfach konfiguriert, integriert und in ausgelagerten oder externen Hardwareservern installiert werden.

Der Zugriff auf Tools und folglich auf deren Daten hat sich von einem abteilungsbezogenen zu einem globalen Zugriff entwickelt.

Die aktuellsten PLM-Systeme werden durch offene Architekturen (Webservices usw.) entwickelt, die es ermöglichen, über den Datenaustausch zwischen Anwendungen hinaus neue Möglichkeiten zur Verbindung von Prozessen hinzuzufügen.

Die hohen Anschaffungskosten von PLM-Systemen waren der Hauptgrund dafür, dass nur große Unternehmen diese Systeme implementiert haben. Die Weiterentwicklung von PLM hin zu SaaS-Systemen (Software as a Service) mit Pay-per-Use, zusammen mit dem Outsourcing der Infrastruktur, hat die Expansion in kleine und mittelständische Unternehmen ermöglicht.

Ein weiterer grundlegender Faktor in der Entwicklung von PLM-Systemen sind die verwendeten Kommunikationsmodelle. Sie haben sich vom Senden von Nachrichten und Benachrichtigungen



zu aktuellen Kommunikationsmodellen auf Basis sozialer Netzwerke entwickelt. Ein modernes PLM wird Gemeinschaften schaffen, um Kontakte zu knüpfen, zu kommunizieren, zur Teilnahme zu ermutigen, Feedback zu erhalten usw.

Um die Entwicklung von PLM-Systemen zu unterstützen, entstehen neue Kollaborationsplattformen. Sie sind virtuelle Arbeitsbereiche, die alle Funktionalitäten eines PLM, also die Softwaretools, die Informationen, die Daten und alle von der Organisation definierten Arbeitsprozesse, zentralisieren.



Abbildung 93: PLM als Kollaborationsplattform. Quelle: Ibermática

Diese Zentralisierung ermöglicht einen vereinfachten Zugriff auf alle Funktionalitäten über einen einzigen Zugangspunkt, die Messung des Nutzungsgrads, um sie zu rationalisieren und Prozessmetriken zu erhalten.

Das Hauptziel der Plattformen ist es, kollaborative Aufgaben zu fördern, die Kommunikation und die Teamkoordination zu optimieren.

Die Kollaborationsplattformen werden in der Regel auf Cloud-Servern entwickelt, die über Internetbrowser zugänglich sind, um den Zugriff von überall, zu jeder Zeit und von jedem Gerät aus zu gewährleisten.

Das Haupthindernis bei der Implementierung eines PLM in der Cloud ist die Sicherheit. Die größte Befürchtung besteht darin, dass vertrauliche Daten kompromittiert werden könnten, da sowohl der physische Zugriff darauf als auch der unbefugte Zugriff auf Daten geschützt werden müssen. Auch die Wiederherstellung versehentlich gelöschter Daten sollte gewährleistet sein.



Abbildung 94: Cybersicherheit. Quelle: Dassault Systèmes

- **Zugriffsschutz**

In einem Cloud-PLM sind die Server nur für sehr wenige Personen und mit strengen Sicherheitsmaßnahmen zugänglich. Dies ist einer der Hauptunterschiede zu einem Industrieunternehmen. In kleinen Unternehmen ist die Verfügbarkeit von Sicherheitspersonal begrenzt. Große Softwareentwicklungsunternehmen müssen die Daten ihrer Kunden und ihre eigenen Daten schützen (und sie generieren nur Daten) und viele Ressourcen investieren, um dies zu gewährleisten. Daher können die meisten Unternehmen die Sicherheit an die Ressourcen dieser großen Unternehmen delegieren.

- **Konsistenz & Datensicherheit**

Die Zugriffsberechtigungen für Informationen beschränken die Möglichkeit eines Benutzers, Informationen versehentlich zu löschen oder zu ändern. Jeder Zugriff auf die Informationen wird registriert und in der Historie der Zugriffe (Logfiles) und durchgeführten Aktionen gespeichert, so dass jeder vorherige Zustand auf einfache Weise wiederhergestellt werden kann.

Darüber hinaus garantieren das Klonen von Informationen auf mehreren Servern und die verfügbaren Backup-Dienste der PLM-Systeme in der Cloud die Wiederherstellung der Informationen im Katastrophenfall.

Es werden immer weniger Sicherungskopien erstellt und jeden Tag ist es üblicher, ein "Backup in der Cloud" der persönlichen Daten und Dokumente zu erstellen, die wir speichern, um deren Persistenz zu gewährleisten. Wer speichert seine Handyfotos nicht in Dropbox, Google Drive oder einem ähnlichen Dienst?

- **Vertraulichkeit der Informationen**

Zusätzlich zu dem oben erwähnten physischen Schutz werden alle Informationen, die in einem PLM-System gespeichert sind, durch die Benutzerzugriffsberechtigungen geschützt. Ein Benutzer wird nur auf die Informationen zugreifen, zu denen er berechtigt



ist, und alle Zugriffe werden protokolliert, um eine vollständige Rückverfolgbarkeit der Verwendung dieser Informationen zu erhalten.



Abbildung 95: Sicherheitsdokumente von Dassault Systèmes. Quelle: Ibermática

Die Sicherheitsdokumente von Dassault Systèmes können heruntergeladen werden unter:

<https://www.3ds.com/products-services/3dexperience/resources/whitepapers/>

### 3D EXPERIENCE PLM in HVET/VET-Labors

Bei der Implementierung von 3DEXPERIENCE sind folgende Dinge zu beachten:

#### Langfristige Vision

Es gilt, eine langfristige Vision zu definieren und die gesamte Organisation in die Notwendigkeit einer digitalen Transformation und die zu erreichenden Ziele einzubeziehen. Wenn die Benutzer nicht Teilnehmer an den zu erreichenden Zielen sind, werden sie die Aufgaben nicht ausführen, die zu ihren üblichen Verantwortlichkeiten hinzugefügt werden.

Die kontinuierliche Kommunikation des Projektfortschritts und der erreichten Meilensteine wird bei der Einführung eines PLM-Systems von entscheidender Bedeutung sein.



Abbildung 96: Langfristige Vision. Quelle: Ibermática



### Beteiligung

Es wird notwendig sein, das Management-Team einzubeziehen, einen Projektleiter zu ernennen und diejenigen Abteilungen oder Prozesse zu priorisieren, bei denen der Nutzen durch den Einsatz des PLM-Systems klar ist. Es ist besser, mit einem kleinen Projekt mit einem bestimmten Ziel zu beginnen und es schrittweise auszubauen.



Abbildung 97: Beteiligung. Quelle: Ibermática

### Entscheidungen treffen

Der Leiter jeder Abteilung wird in den Veränderungsprozess eingebunden. Sie sollten auf die Möglichkeit des Wandels vorbereitet werden, indem sie sie möglichst frühzeitig in den Prozess einbeziehen, sie nach ihren Zielen bezüglich des Systems fragen und ihre Meinung berücksichtigen. Dies erleichtert die Akzeptanz des Systems und den Erfolg des Projekts.



Abbildung 98: Entscheidungsfindung. Quelle: Ibermática

Auf der anderen Seite müssen einige Anforderungen erfüllt werden:

### Analyse aktueller Prozesse

Es wird notwendig sein, eine Analyse der Ist-Situation des Unternehmens durchzuführen, bestehende Prozesse zu überprüfen und Metriken zu erhalten, um die erwartete Verbesserung zu quantifizieren.

### Rollen des Implementierungsteams

Eine PLM-Systemimplementierung erfordert die Beteiligung vieler Personen mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und Interessen, was oft zu Meinungsverschiedenheiten führt. Es wird notwendig sein, die verschiedenen Rollen zu definieren und ihre Hauptkompetenzen zuzuweisen. Mindestens müssen Sie Folgendes definieren:

- **Verantwortlich für die Implementierung des PLM-Systems**. Wer ist für die Aufrechterhaltung der langfristigen Vision und den Erfolg der



Umsetzung verantwortlich, indem er nicht nur einen technologischen, sondern auch einen strategischen Fokus hat.

- **Funktionsmanager** . Es sollte einen pro Abteilung geben. Sie sind dafür verantwortlich, konkrete Ziele zu setzen und Änderungen an aktuellen Prozessen vorzuschlagen.
- **Systemmanager** . Wer ist dafür verantwortlich, das geistige Eigentum aktueller Systeme durch die korrekte Integration des PLM in bestehende Systeme zu gewährleisten?
- **Wirtschaftsmanager** . Wer ist für die Sicherstellung der Kapitalrendite innerhalb des festgelegten Zeitraums verantwortlich?

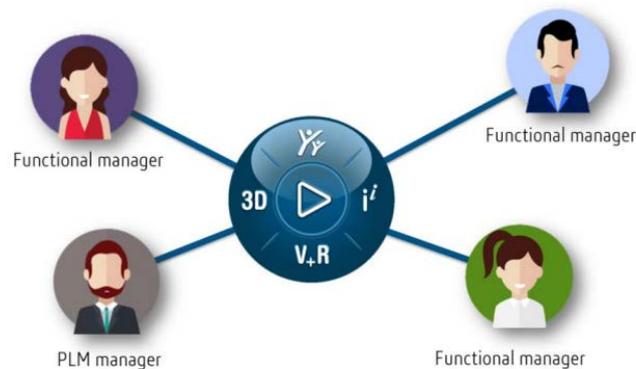


Abbildung 99: Teamrollen. Quelle: Ibermática

### Planung des Implementierungsprozesses

Der Umfang des globalen Projekts und die verschiedenen Phasen, aus denen es besteht, müssen definiert werden. Für jede der Phasen müssen Sie:

- Definieren Sie ein bestimmtes, begrenztes Ziel, das ein echtes Problem löst.
- Identifizieren Sie die minimale Implementierung, die das Problem löst.
- Definieren Sie einfache Meilensteine und versuchen Sie, diese zu erreichen.
- Messen Sie die Verbesserung mit den während der Analyse extrahierten Metriken.



Abbildung 100: Planung des Implementierungsprozesses. Quelle: Ibermática



## Benutzerschulung

Ein grundlegender Aspekt bei der Einführung eines PLM-Systems ist die Einbeziehung der Benutzer. Sie sollten sich nicht darauf beschränken, den Umgang mit einem PLM-System zu kennen, sondern müssen diese im Rahmen ihrer täglichen Arbeit kennen und diese Kenntnisse werden nicht in Schulungen erworben. Dieser Ansatz erfordert für jeden Benutzertyp einen zusätzlichen und spezifischen Aufwand.

Auch die laufende Unterstützung bei technologischen Veränderungen sollte geplant werden, indem Experten im Team eingesetzt oder der technische Support des PLM-Systemanbieters in Anspruch genommen wird.



Abbildung 101: Benutzerschulung. Quelle: Ibermática

## Datenmigration

Es ist einer der Schlüsselfaktoren im Implantationsprozess. Es gibt zwei unterschiedliche Ansätze: eine schrittweise Migration der Informationen von den alten Systemen auf das neue oder eine massive Migration der Daten während der Implantation durchzuführen.

Im ersten Fall existieren die Systeme zeitlich nebeneinander, wobei mit zunehmender Nutzung des neuen Systems nach und nach das alte als Datenspeicher verbleibt. Im zweiten Fall ist eine kundenspezifische Entwicklung erforderlich. Um ein Migrationstool entwickeln zu können, ist es notwendig, die Quelldaten, ihre Organisation und ihre Struktur zu analysieren. Obwohl es diesbezüglich immer mehr Entwicklungen gibt, befinden sie sich noch in einem verfrühten Zustand.

Neben PLM-Systemen benötigt die Ausführung von Produktentwicklungsprozessen Informationen aus vielen verschiedenen Datenquellen und Anwendungen, von 3D-Konstruktion (CAD), Simulation (CAE), Fertigung (CAM), Produktionsmanagement (ERP), Manufacturing Execution Systems (MES), und eine Vielzahl von internen benutzerdefinierten Tabellenkalkulationen und Datenbanken.

Die Integration dieser Geschäftssysteme ist ein natürlicher Schritt in jeder Initiative zur digitalen Transformation und von grundlegender Bedeutung für Industrie 4.0. Es ermöglicht Benutzern, über ein einziges zentrales System auf alle Informationen zuzugreifen. Es wird notwendig sein:

- **Identifizieren Sie** die Quelle, aus der die Daten generiert werden.
- **Bestimmen Sie**, welche anderen Systeme diese Daten benötigen.



- **Pflegen Sie** eine einfache Integration, um Daten zwischen Systemen auszutauschen
- **Überprüfen Sie** regelmäßig den Integrationsbedarf

Die Integration der 3D-Teile mit den Artikeln, die Stücklisten mit den Fertigungsstrukturen eines ERP und die Integration der Fertigungsabläufe der Artikel mit den MES-Systemen bringen Vorteile für jede Abteilung:

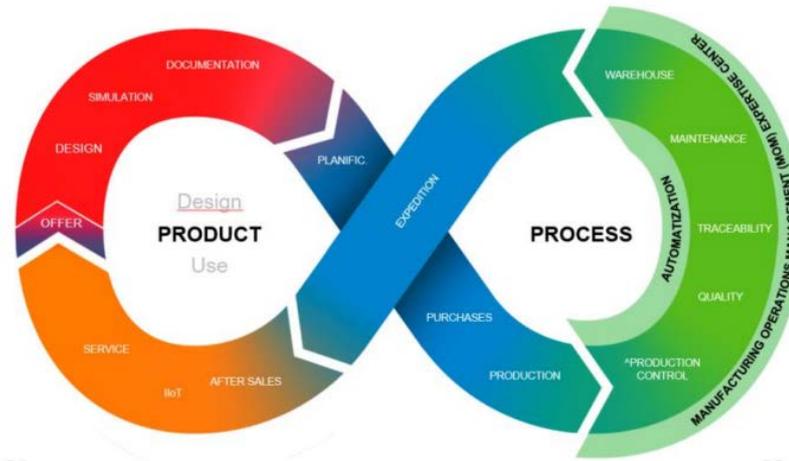


Abbildung 102: Integration von PLM mit anderen Systemen. Quelle: Ibermática

### Ingenieurabteilung (CAD/CAM/CAE)

Die Integration ermöglicht die automatische Codierung von Teilen, Baugruppen und Zeichnungen basierend auf einem einzigen Unternehmenskriterium.

Es ermöglicht der Konstruktionsabteilung, den Status des Kaufs oder der Herstellung einer Komponente oder das erwartete Lieferdatum zu kennen, um die Auswirkungen einer Konstruktionsänderung zu messen. Es ermöglicht uns, die Geschichte eines Teils, die aufgetretenen Probleme und die Wartungsinformationen zu kennen, um sie bei späteren Neukonstruktionen zu berücksichtigen.

Der Konstrukteur kann den Bestand an Rohmaterial und Handelskomponenten im Lager kennen, das verfügbare Material und die Handelskomponenten auswählen und den Preis und die Verfügbarkeit sofort kennen.

### Produktionsplanung (ERP)

Die Artikel und die Build-Strukturen werden im ERP automatisch aus dem Design erstellt. Die benötigten Rohstoffmengen werden automatisch aus den Engineering-Modellen berechnet. Fehler bei der manuellen Eingabe werden vermieden.

Alle Dokumente werden automatisch dem Artikel zur Ansicht und Abfrage zugeordnet, so dass immer die richtige Version zur Verfügung steht.

Fertigungsabläufe werden aus CAM-Systemen generiert, um Prozesszeiten und Produktivität abzuschätzen.

### Fertigungsleitsysteme (MES)



Die Dokumente des ERP-Artikels sind jeder Phase und jedem Vorgang zugeordnet und stehen zur Ansicht an der Produktionsanlage zur Verfügung. Wenn Sie einen Arbeitsauftrag auswählen, werden die Zeichnungen, Montageanleitungen und alle zugehörigen Dokumente angezeigt.

Die aus 3D-Modellen ausgelesenen Prüfmaße erstellen automatisch Prüfrichtlinien für die Qualitätskontrolle.

Es können einige Bereitstellungsrisiken bestehen:

- Keine langfristige Vision definieren.
- Nicht-Beteiligung des gesamten Unternehmens von Anfang an oder Berücksichtigung seiner Meinungen, auch wenn der anfängliche Umfang begrenzt ist.
- Ohne konkrete Ziele zu definieren und weiterzumachen, auch wenn diese nicht erreicht wurden.
- Um zu beginnen, ohne die aktuellen Prozesse des Unternehmens zu verstehen oder Metriken von ihnen zu erhalten.
- Keine für die Implementierung verantwortliche Person zuzuweisen und dem Team keine Verantwortlichkeiten zuzuweisen.
- Um eine vollständige, komplexe und lange Planung zu definieren, ohne Kontrollmeilensteine zu definieren.
- Benutzer nicht oder nur im Tool und nicht im Umgang mit dem Tool in ihrer täglichen Arbeit zu schulen.
- Datenmigration nicht in Betracht ziehen.
- Die Integration mit anderen Informationssystemen nicht analysieren.



Abbildung 103: Chancen gegen Risiken. Quelle: Ibermática

Apropos Plattform: 3DEXPERIENCE on the Cloud bietet allen Unternehmen eine ganzheitliche Echtzeit-Übersicht ihrer Geschäftsaktivitäten und ihres Ökosystems und verbindet Menschen, Ideen, Daten und Lösungen in einer einzigen kollaborativen und interaktiven Umgebung, die jederzeit verfügbar ist.

Die benutzerfreundliche Oberfläche hilft allen, die an Innovationsprojekten beteiligt sind, zu interagieren, um sich differenzierte Kundenerlebnisse vorzustellen, zu entwerfen, zu simulieren und bereitzustellen. Befreien Sie sich von IT-Einschränkungen, um mit 3DEXPERIENCE in der Cloud schneller als je zuvor zu skalieren und hochzufahren.



Weitere Informationen unter: <https://www.3ds.com/3dexperience/cloud>

Auf der anderen Seite ist Dassault Systèmes ein französischer Softwarehersteller, der sich auf 3D-Design, digitale 3D-Mockups und Lösungen für das Product Life Cycle Management (PLM) spezialisiert hat. Es hat mehr als 20.000 Mitarbeiter aus 140 Nationalitäten.

Es wurde 1981 für die digitale Transformation des Flugzeugbaus geschaffen. Dassault Systèmes, basierend auf der Idee der "Weltvirtualisierung", hat seine Aktivitäten in der Entwicklung und Kommerzialisierung professioneller Software für alle Bereiche erweitert.

Weitere Informationen unter <https://www.3ds.com/about-3ds/>

In Bezug auf die Industrie bietet Dassault Systèmes Softwarelösungen, die es Kunden ermöglichen, durch virtuelle Erfahrungen, die für jede der folgenden Branchen spezifisch sind, neue und innovative Produkte zu entwickeln:

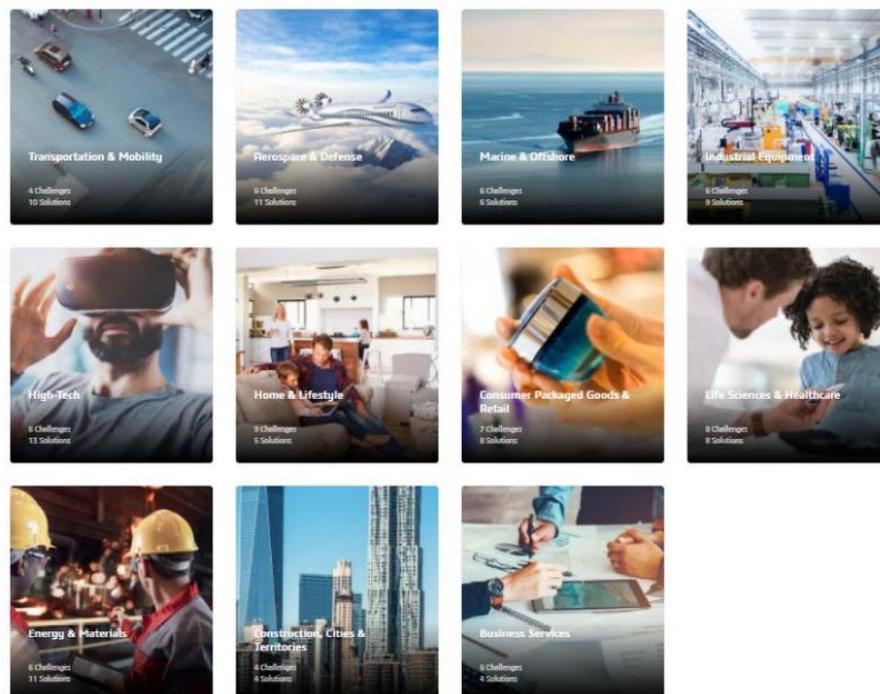


Abbildung 104: Branchen, in denen Dassault Systèmes eine Lösung bietet. Quelle: Ibermática

Innerhalb dieser Branchen arbeitet die Plattform in verschiedenen Disziplinen für Industrieanlagen. Das Lösungsportfolio der 3DEXPERIENCE-Plattform für Industrieanlagen bietet einem Unternehmen eine nahtlose und kollaborative Produktentwicklungsumgebung in der Cloud.



Abbildung 105: Disziplinen für Industrieanlagen. Quelle: Ibermática



## DESIGN-INGENIEUR

Die Produktentwicklungslösungen der 3DEXPERIENCE-Plattform helfen Designern und Ingenieuren gleichermaßen, ihre innovativen Ideen zu konzipieren, zu erstellen, zu validieren, zu kommunizieren, zu verwalten und in großartige Produktdesigns umzuwandeln und alle Facetten des Produktlebenszyklus zu managen.

## FÜHRUNG

Verwalten Sie die End-to-End-Produktentwicklung von der frühen Planung über die Entwicklung bis hin zur endgültigen Freigabe.

Um den steigenden Anforderungen an höhere Qualität, niedrigere Kosten und kürzere Produktzyklen gerecht zu werden, bietet die 3DEXPERIENCE-Plattform ein bewährtes branchenübergreifendes Rückgrat für alle Ihre Produktentwicklungsanforderungen.

Collaboration- und Governance-Tools bieten effiziente und zuverlässige Prozesse, um die richtigen Personen zur richtigen Zeit einzubeziehen, unabhängig davon, ob sie Teil Ihres Unternehmens oder Lieferanten oder Kunden sind. Die Konstruktionsarbeit aus Ihrem bevorzugten CAD wird nahtlos integriert und die Ausführung von Projekten mit aufwendigen Abhängigkeiten über mehrere Teams hinweg war noch nie so einfach.



Abbildung 106: Governance. Quelle: Ibermática

## HERSTELLUNG / PRODUKTION

Großartige Produkte beginnen mit großartigem Design, aber selbst die innovativsten Ideen werden scheitern, wenn sie nicht effizient hergestellt werden können. Erforderlich ist eine Reihe von Tools, die es ermöglichen, potenzielle Herstellbarkeitsprobleme zu identifizieren, die früher im Prozess gelöst werden können. Die Fertigungs- und Produktionslösungen von DELMIA ermöglichen es Unternehmen, in einer sich ständig weiterentwickelnden Welt zu agieren. Dies wird durch die Verbindung aller Beteiligten erreicht, um die Transparenz in Design, Fertigung und Produktion zu verbessern. Das Ergebnis ist eine verbesserte Agilität und eine erweiterte kontinuierliche Verbesserung im gesamten Unternehmen. Durch die Bereitstellung einer modellbasierten, datengesteuerten digitalen Benutzererfahrung können Kunden einen Standardsatz operativer Prozesse einrichten, die ganzheitlich im gesamten Unternehmen erstellt, verwaltet und gesteuert werden können.

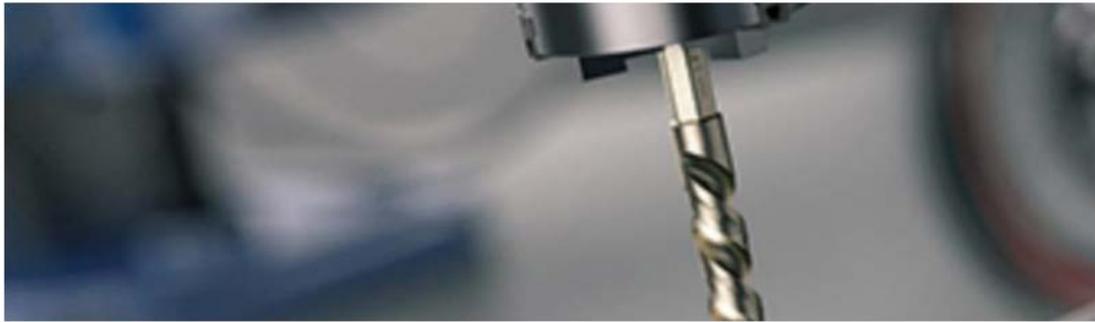


Abbildung 107: Herstellung. Quelle: Ibermática

### MARKETING / VERKAUF

Die Marketinglösungen der 3DEXPERIENCE-Plattform ermöglichen es Ihnen, auf realistische Weise mit Kunden und dem Markt in Kontakt zu treten, um zu verstehen, wie ein Produkt in seinem Umweltkontext aussehen wird. Alle Projektbeteiligten werden während des gesamten Entwicklungsprozesses der Sicherheiten mit aktuellen Informationen aus einer „Single Source of Truth“ auf dem Laufenden gehalten.



Abbildung 108: Marketing. Quelle: Ibermática

### SIMULATION

Die 3DEXPERIENCE-Plattform bietet eine integrierte Suite von Simulationswerkzeugen, die den Prozess der Bewertung und Verbesserung der Produktleistung, Zuverlässigkeit und Sicherheit beschleunigen, bevor kostspielige und zeitaufwändige physische Prototypen erstellt werden. Mit marktführenden Simulationsanwendungen können unsere Kunden ihre Geschäftsziele der Reduzierung von Kosten und Markteinführungszeit erreichen und gleichzeitig innovative Produkte liefern.



Abbildung 109: Simulation. Quelle: Ibermática

### Rolle von 3D EXPERIENCE PLM im EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Stufen und unter Berücksichtigung der ERP-PLM-MES-Systeme wird das MES in der Verfahrenstechnik arbeiten.

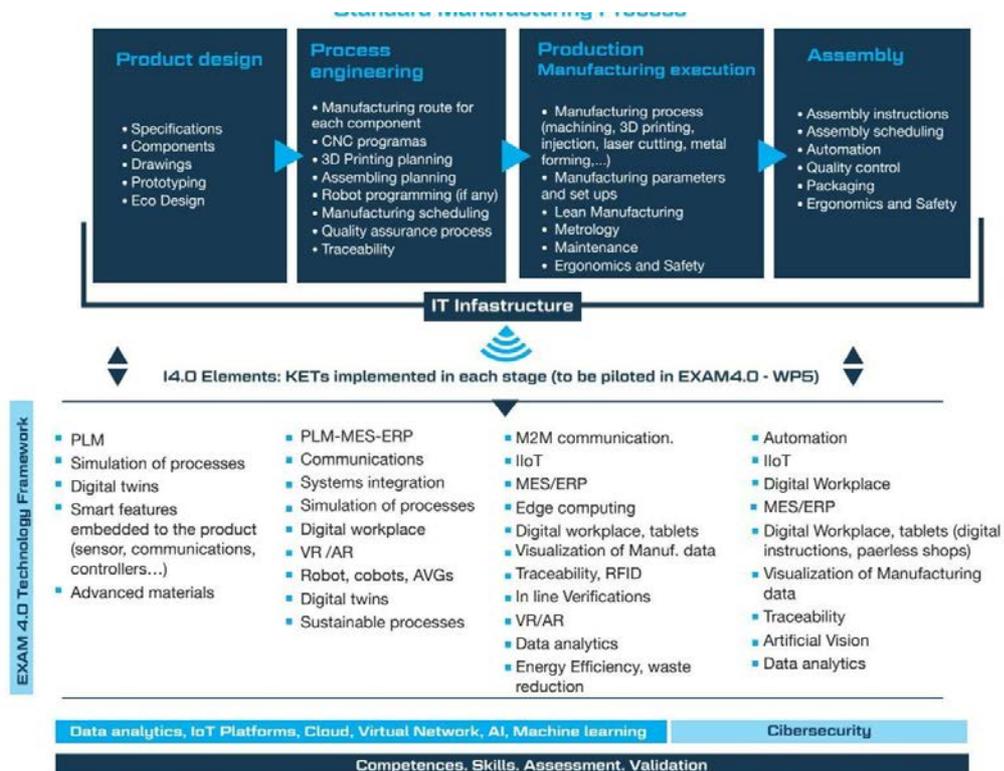


Abbildung 110: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Eine Lernfabrik ist eine Lernumgebung, in der Prozesse und Technologien auf einem realen Industriestandort basieren und einen direkten Zugang zum Produktentstehungsprozess ermöglichen. Lernfabriken basieren auf einem didaktischen Konzept, das den Schwerpunkt auf



experimentelles und problembasiertes Lernen legt. Die Philosophie der kontinuierlichen Verbesserung wird durch eigenes Handeln und interaktive Einbindung der Teilnehmer unterstützt. (Referenz: Laperrière& Reinhart: CIRP Encyclopedia of Production Engineering, 2015)

Ein Produkt wird an verschiedenen Standorten nach den LFs-Prinzipien entworfen, produziert und montiert, dh in einer Lernumgebung, in der Prozesse und Technologien auf einem realen Industriestandort basieren. Der Co-Creation-Prozess basiert auf einem kontinuierlichen Daten- und Informationsaustausch, einem vollständig kollaborativen Ansatz.

Obwohl die wichtigsten Anwendungen der 3DEXPERIENCE-Plattform in einer technischen Umgebung diejenigen sind, die ihr Design- und Informationsmanagement (PLM) unterstützen, wie in Abschnitt 4 beschrieben, ist die 3DEXPERIENCE-Plattform ein „Ökosystem, das Menschen, Ideen, Informationen und Anwendungen verbindet in einer einzigen kollaborativen Umgebung“. Es erfüllt perfekt die Anforderungen des „kontinuierlichen Austauschs von Daten und Informationen in einem vollständig kollaborativen Ansatz“ des CLF.

Es kann die verschiedenen Kommunikationsschnittstellen zwischen LABs durch die grundlegendsten 3DEXPERIENCE-Anwendungen unterstützen, wie zum Beispiel:

- **Virtualisierung von LABs:** Kein physischer Standort erforderlich.
- **Kommunikation :** Communities, Wikis, Benachrichtigungen, virtuelle Meetings (Audio, Video) usw.
- **Datenspeicher:** Datenaustausch / Informationsaustausch
- **Kollaborative Aufgaben:** Projekt-Gant, Aufgabenzuweisung, Aktivitätssteuerung, Aufgabenstatus usw.

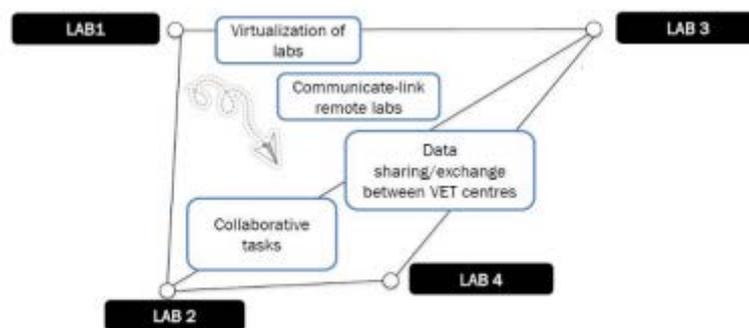


Abbildung 111: Kommunikation zwischen LABs in Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Die 3D EXPERIENCE Plattform wiederum ist ein Anwendungsintegrator, sie verfügt neben der Plattform selbst über Konnektoren für Drittanwendungen: Catia, NX, SolidEdge, Inventor etc. im Engineering-Bereich bis hin zu iPaaS (Integration Platform as a Service) Integrationstools mit ERP-Systemen wie SAP oder ORACLE.

3D EXPERIENCE-Funktionen im CLF sind:

### Kommunikation und Zusammenarbeit

Die grundlegendsten Rollen der 3DEXPERIENCE-Plattform bieten Benutzern alle Kommunikations- und Kollaborationsfunktionen, Bereiche zum Teilen von Informationen und Dokumentbetrachter in der Cloud.





Darüber hinaus verfügt es über Werkzeuge zur Kommunikation von Ideen: Möglichkeit, 3D-Skizzen zu erstellen,

Präsentation von Ideen usw.

### PLM-Funktionen

Die Rolle des Product Lifecycle Management (PLM) in der Cloud, zusätzlich zum Hinzufügen aller Kommunikations- und Kollaborationsfunktionen, fügen Sie Funktionen hinzu wie:

- Revisionsverwaltung
- Dokumenten-Management. Reifegrade
- Arbeitsabläufe
- Produktstrukturmanagement (BOMs)
- Problemverwaltung
- Engineering-Änderungsmanagement
- Projektmanagement
- Aufgabenmanagement
- Andere



Abbildung 112: PLM-Planung. Quelle: Ibermática

#### • Maschinenbau

Neben Konnektoren mit den meisten CAD/CAE-Systemen auf dem Markt spielt die 3DEXPERIENCE-Plattform Rollen mit 3D-Modellierungsanwendungen in der Cloud. Es kann auch nativ mit CATIA und SolidWorks für die Konstruktion und mit SIMULIA für die Simulation in der Cloud arbeiten.

#### • Funktionserweiterung

Es gibt viele Rollen innerhalb der 3DEXPERIENCE-Plattform, die dem CLF Funktionen hinzufügen können, wie zum Beispiel:

- CNC-Programmierung
- Digitale Zwillinge
- Simulation von Fertigungsprozessen



- Virtuelle Realität, Augmented Reality
- Andere

### 3DEXPERIENCE Edu-Trainingsplattform

Eine wichtige Funktion der Plattform besteht darin, dass sie neben dem CLF-Unterstützungstool auch als Trainingstool genutzt werden kann.

### Vorteile der Verwendung von 3DEXPERIENCE PLM in EXAM4.0s CLF

Der Einsatz eines PLM-Systems im CLF hilft im Allgemeinen beim korrekten Funktionieren des Prozesses. Zu den Vorteilen, die das Einfügen von MES in EXAM4.0 CLF haben kann, gehören:

- **Zugriff auf Produktdaten**

Mit einem PLM-System werden alle relevanten Informationen des gesamten Produktlebenszyklus zentralisiert. Diese Zentralisierung ermöglicht die Ausweitung der Beteiligung auf Lieferanten und Kunden und im Allgemeinen auf jeden außerhalb des Unternehmens.

Die cloudbasierten PLM-Systeme gehen bei diesem zentralen Zugriff auf Daten noch einen Schritt weiter: Die Klassifizierung von Informationen nach Funktion, Prozess oder Abteilung, mit der Möglichkeit, von jedem Webbrowser darauf zuzugreifen (ohne dass eine Anwendung installiert werden muss), kann jeder teilnehmen in einer Überprüfung, sofort und ohne Informationsaustausch.



Abbildung 113: Zentralisierung des Produktlebenszyklus. Quelle: Ibermática

- **Offshoring**

Der Zugriff über einen beliebigen Webbrowser, ohne dass VPN-Verbindungen zu den Servern erforderlich sind, ermöglicht einen dezentralisierten Zugriff.

- **Erweiterbarkeit**

Eine Cloud-PLM-Lösung ist von Natur aus skalierbar. Das Hinzufügen eines Benutzers (oder mehrerer) zum System ist so einfach wie die Eingabe seines Namens. Im Gegensatz zu



herkömmlichen PLM-Systemen müssen das System und die Lizenzen nicht neu konfiguriert oder neue Versionen heruntergeladen werden. Der neue Benutzer loggt sich einfach ein und hat Zugriff auf das System.

- **Vereinfachte Wartung**

Die IT-Abteilung wird der größte Nutznießer eines Wechsels in die Cloud sein. Der Prozess der Installation, Konfiguration und Aktualisierung traditioneller PLM-Systeme ist mühsam und die Aktualisierung jeder Anwendung muss mit den anderen überprüft werden, um ihre Integrität zu gewährleisten, was üblich ist, um die Implementierungen für die Durchführung von "Tests" zu klonen. Mit einem PLM in der Cloud ist die Wartung veraltet; Updates erfolgen automatisch und werden von derselben Plattform verwaltet, wodurch die Synchronisierung und die korrekte Aktualisierung aller Anwendungen gewährleistet ist.

- **Jedes Gerät, jederzeit**

Die Art und Weise, wie Menschen arbeiten, ändert sich ebenso wie die Erwartungen, wie und wo sie es tun. Mit einem PLM in der Cloud sind Benutzer nicht mehr an ihr Büro gebunden; sie können von überall, zu jeder Zeit und auf jedem Gerät auf Informationen zugreifen. Auch unterwegs von mobilen Geräten.

- **Geringere Einstiegskosten**

Sie müssen weder in Hardware-Ressourcen investieren, um ein PLM in der Cloud zu implementieren, noch in deren Support und Wartung. Hinzu kommt, dass aktuelle PLMs weniger Anpassung und Entwicklung erfordern, was sich in niedrigeren Implementierungskosten niederschlägt. Die Anfangsinvestition ist gering, daher ist die Eintrittsbarriere für die Implementierung eines PDM in der Cloud gering.

- **Zusammenarbeit stärken und Innovation fördern**

Die Optimierung des Zugangs zu Informationen, die erweiterte Zusammenarbeit mit externen Personen, die Vereinfachung der Implementierung und Schulung ermöglichen eine Konzentration der Bemühungen auf Geschäftsziele wie Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und Innovation.

Auf der anderen Seite die Nachteile, die sein können:

- **Kommunikation und Zusammenarbeit**

Die Kommunikations- und Kollaborationsfunktionen sind auf Benutzer der Plattform beschränkt und es ist erforderlich, Zugang zu dieser zu haben, um an den Communities teilzunehmen, zusammenzuarbeiten und Informationen auszutauschen.

Um Dokumente herunterzuladen, müssen sich Benutzer außerhalb der Plattform registrieren (für den Zugriff ohne Lizenz) und sie können das Dokument nur anzeigen und herunterladen. Die Benachrichtigungen müssen per E-Mail empfangen werden.

- **Cloud-Plattform**

Um auf die Plattform und ihre Informationen zugreifen zu können, ist eine Internetverbindung erforderlich.





Nur bei Designtools (die lokal installiert sind) kann ohne Verbindung gearbeitet werden, wobei der Fortschritt in einem lokalen Cache gespeichert wird, bis die Verbindung wiederhergestellt ist.

#### • Benutzerlizenzen

Es handelt sich um eine SaaS-Lösung (Software as a Service). Es ist keine gekaufte Lösung; sie wird pro Nutzung vierteljährlich oder jährlich gezahlt. Die Lizenzierung erfolgt durch Named User (jeder Benutzer hat die entsprechende Lizenz) und nicht durch gleichzeitige Benutzer (maximale Anzahl von Benutzern, die gleichzeitig auf das System zugreifen).

In einer Bildungsumgebung kann dies umständlich sein, da mit den Lizenzen pro Benutzer so viele Lizenzen wie Studenten benötigt werden.



Abbildung 114: 3DEXPERIENCE-Anmeldung. Quelle: Ibermática

### Mit 3DEXPERIENCE PLM . adressierte Kompetenzen

3D EXPERIENCE Edu ist die Bildungsabteilung von Dassault Systèmes – eine aufregende neue Welt, die in My3DEXPERIENCE verfügbar ist, um Schülern, Studenten, Lehrern und Fachleuten zu helfen, ihr lebenslanges Lernen zu verbessern und ihre Beschäftigungsfähigkeit und Innovationskraft zu steigern.

Die aktuelle globale Situation hat jeden Aspekt unseres Lebens vor Herausforderungen gestellt, und Bildung ist keine Ausnahme. Dies sind beispiellose Zeiten und alle – von akademischen Einrichtungen bis hin zu Lehrern, Studenten, Unternehmen und Fachleuten – müssen sich anpassen und anpassen. Aus Lehrern sind Schüler geworden, die lernen müssen, wie sie ihre tägliche Arbeit online verlagern können. Schüler und Studenten müssen ihre Schularbeiten und Laboraktivitäten von zu Hause aus erledigen und dabei mit ihren Klassenkameraden zusammenarbeiten und dabei die von ihren Lehrern festgelegten Fristen einhalten. Fachleute müssen ihre Fähigkeiten kontinuierlich verbessern, um für die dringend benötigte Geschäftstransformation gerüstet zu sein.

Der Wert von 3D EXPERIENCE Edu hängt von der Vielfalt seiner Gemeinschaft ab – Schüler, Studenten, Lehrer und Fachleute, die alle dasselbe Ziel verfolgen: die Art und Weise, wie wir lernen, lehren, produzieren und teilen, neu zu erfinden, um nachhaltige Innovationen zu entwickeln.

Weitere Informationen unter <https://edu.3ds.com/en>



Was die Studentenressourcenbank betrifft, so gibt es eine vollständige Palette von Anwendungen, Inhalten und Diensten für Studenten:

- **Lernportal** <https://eduspace.3ds.com/>

3DEXPERIENCE Edu Space ist ein einzigartiges Online-Lernportal, das Ihnen überall und jederzeit Zugriff auf Tausende von Lernmaterialien bietet, um Schülern, Lehrern und Fachleuten dabei zu helfen, die Produkte und Lösungen von Dassault Systèmes zu nutzen.

- **Zertifizierung** <https://edu.3ds.com/en/be-recognized>

Zertifizierungen bieten talentierten Studenten und Einzelpersonen die Anerkennung ihrer Fähigkeiten bei der Verwendung unserer Lösungen, um ihre Beschäftigungsfähigkeit weiter zu verbessern. Es stehen zwei Zertifizierungsstufen zur Verfügung:

1. Associate-Zertifizierung (bestätigt den Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten während der Lernaktivitäten)
2. Berufszertifizierung (bestätigt die Leistungsfähigkeit in einer beruflichen Rolle in einem professionellen Umfeld)

- **Jobbörse** <https://edu.3ds.com/en/job-place>

Entdecken Sie Stellenangebote im Zusammenhang mit Ihren Dassault Systèmes-Kenntnissen und lassen Sie sich von Erfolgsgeschichten von Power-Usern inspirieren. Aktuell 459 Stellenangebote in Spanien und 6.602 weltweit.

3DEXPERIENCE Edu HUB <https://edu.3ds.com/en/hub>

Der Hub ist ein spezieller Ort für diejenigen, die Inspiration für ihr Projekt brauchen. Hier entwickeln wir jedes Jahr fortgeschrittene Projekte mit der 3DEXPERIENCE Plattform. Hier finden Studierende Lerninhalte und Materialien.



Abbildung 115: 3DEXPERIENCE Edu HUB. Quelle: Ibermática

**Kompetenzen der Zukunft** <https://edu.3ds.com/en/job/skills>

Technologien verändern die Arbeitswelt. Arbeitsplätze werden verändert und neue Arbeitsplätze entstehen, die neue Fähigkeiten erfordern. Wir haben eine Reihe von Veröffentlichungen mit dem Titel „Skills Wanted for Sustainable Innovations“ gestartet, die



darauf abzielen, die Ansichten von 3DEXPERIENCE Edu und unserem Ökosystem zu den ständigen Veränderungen in Schlüsselrollen und Fähigkeiten auszutauschen.

**Herausforderungen** <https://edu.3ds.com/en/herausforderungen>

Dassault Systèmes ist stolz darauf, Menschen aus der ganzen Welt zu ermöglichen, sich an internationalen Herausforderungen zu messen. Wir sponsern und organisieren große Wettbewerbe, bei denen Studenten humanoide Roboter, elektrisch betriebene U-Boote, Solar-Rennwagen, Drohnen der nächsten Generation und sogar Space Shuttles entwerfen sollen.

**Communities, soziale Netzwerke** <https://go.3ds.com/studentcommunity>

Hier können alle Schüler, die die 3DEXPERIENCE-Plattform nutzen, Ideen diskutieren, ihre Arbeit teilen und bei Bedarf Hilfe von unseren Experten erhalten.



Learn about offers and events in your country and interact with students/teachers.  
[facebook.com/3DXEdu](https://facebook.com/3DXEdu)



Stay up-to-date on the latest EDU news including student events and contests.  
[twitter.com/3DXEdu](https://twitter.com/3DXEdu)



Find the latest tutorials on 3DEXPERIENCE Edu.  
[youtube.com/3DEXPERIENCEEdu](https://youtube.com/3DEXPERIENCEEdu)



See how others use the platform and stay in the know about Edu news.  
[instagram.com/3dxedu](https://instagram.com/3dxedu)

Abbildung 116: Soziale Medien von 3DEXPERIENCE. Quelle: Ibermática

Als Lehrer-Ressourcenbank gibt es neben dem Zugriff auf dieselben Inhalte, die auch für Schüler verfügbar sind, exklusive Anwendungen, Inhalte und Dienste für Lehrer:

3DEXPERIENCE Bildungszentren <https://edu.3ds.com/en/edu-centers>

3DEXPERIENCE Edu Center sind von Dassault Systèmes-Partnern betriebene Einrichtungen, in denen aktuelles, branchenrelevantes 3DEXPERIENCE-Wissen und Know-how mit eigenem Fachwissen kombiniert und den Lernenden durch Erst- oder Weiterbildungsprogramme zur Verfügung gestellt wird.

**Akademie-Mitgliederprogramm** <https://edu.3ds.com/en/be-recognized>

Das „Dassault Systèmes Academy Member Label“-Programm würdigt akademische Einrichtungen, die die Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE-Plattform, die CATIA-, SOLIDWORKS- oder SIMULIA-Software in ihren Studienprogrammen verwenden und sich engagiert bemüht haben, die Vorteile der DS-Tools für die Beschäftigungsfähigkeit der Studierenden und die Qualität der Lehrpläne zu nutzen. Diese Anerkennung wird in unserem globalen Ökosystem verbreitet.





Abbildung 117: 3DEXPERIENCE-Zertifizierungen. Quelle: Ibermática

### Zertifizierung & Ökosystem <https://edu.3ds.com/en/be-recognized>

Um unser Verständnis von Bildungsbedürfnissen und -trends ständig zu verbessern, pflegt Dassault Systèmes enge Beziehungen zu ingenieurwissenschaftlichen Bildungsgesellschaften, darunter. Zum Beispiel:

- Amerikanische Gesellschaft für Ingenieurausbildung (ASEE)
- International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)
- Global Engineering Deans Council (GEDC)
- Europäische Gesellschaft für Ingenieurausbildung (SEFI)
- Indo Universal Collaboration for Engineering Education (IUCEE)
- Japanische Gesellschaft für Ingenieurausbildung (JSEE)
- Koreanische Gesellschaft für Ingenieurausbildung (KSEE)

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch 3D EXPERIENCE PLM

Wie oben erwähnt, ist das Zusammenspiel von 3 Hauptelementen unerlässlich, um die Koordination jedes einzelnen Elements zu gewährleisten, das an der Gesamtproduktion beteiligt ist: ERP-PLM-MES.

Das Element selbst ist ein kollaborativer Vermittler, aber es ist für das korrekte Funktionieren des CLF-Herstellungsprozesses unerlässlich. Einerseits ist es das System, das die notwendigen Informationen über die Produktherstellung liefert. Andererseits ist es für die Verwaltung aller Änderungen verantwortlich, die jeder am Produkt vornimmt. Deshalb ermöglicht es durch die Kombination von ERP und MES aus den gesammelten Informationen unterschiedliche Produktionsprozesse verschiedener Schulen oder Länder zu erkennen. Darüber hinaus könnten diese Prozesse durch Zusammenarbeit verbessert oder neue geschaffen werden.

Auch Schulen, die nicht über so viele Maschinen oder Technologien verfügen, könnten die gewonnenen Daten nutzen, um praktische Fälle der verschiedenen Produktionsprozesse anzustellen.

Die Flexibilität des Systems erleichtert es anderen Schulen und anderen produktiven Prozessen, Teil davon zu werden.

## 17.14.0-Technologie Nr. 14 ERP- Bidasoa -AM Lab

### Definition und Anwendung von ERP in der Industrie

Enterprise Resource Planning (ERP) ist das integrierte Management der wichtigsten Geschäftsprozesse, oft in Echtzeit und vermittelt durch Software und Technologie. ERP wird normalerweise als eine Kategorie von Unternehmensmanagementsoftware bezeichnet – normalerweise eine Suite integrierter Anwendungen –, die ein Unternehmen verwenden kann, um Daten aus vielen Geschäftsaktivitäten zu sammeln, zu speichern, zu verwalten und zu interpretieren (Wikipedia, 2021).



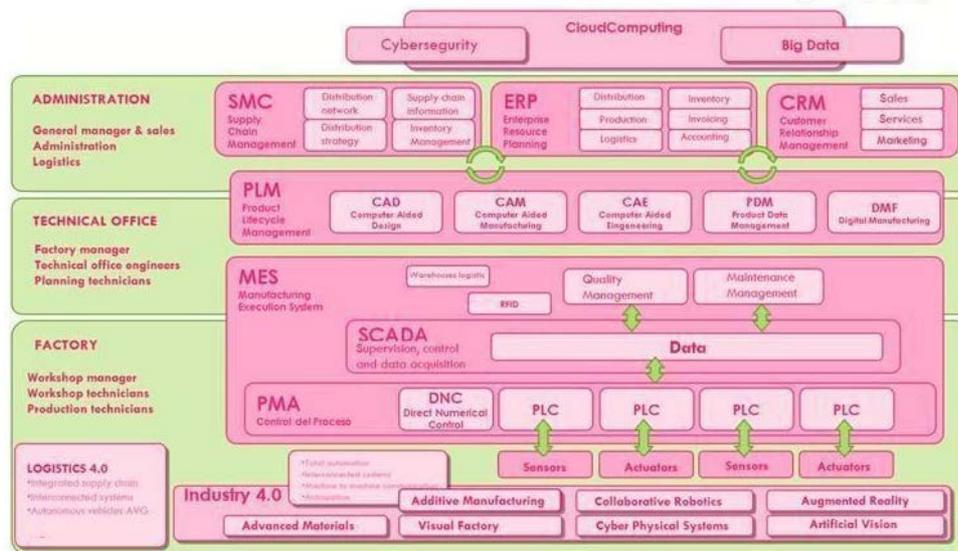


Abbildung 118: Integration von ERP-PLM-MES in die Unternehmensstruktur. Quelle: Ibermatica

ERP automatisiert operativere Aspekte des Geschäfts wie Einkauf, Verkauf, Logistik, Buchhaltung, Bestands- und Lagerkontrolle, Bestellung, Gehaltsabrechnung usw. Das Ziel besteht darin, Geschäftsprozesse zu optimieren, indem Informationen im Zusammenhang mit Finanz-, Produktions-, Kosten- oder Materialbedarfsmanagement verknüpft werden.

ERP ist der Satz von Prozessen, der die Geschäfts- und Kapazitätsplanung, die Terminplanung und das Kundenauftragsmanagement umfasst. Rechnungswesen und Personalwesen sind Teil dieser Prozesse, da sie die Verwaltung aller Ressourcen (Personen, Material usw.) darstellen, die zur Ausführung der Fertigung erforderlich sind.

Die fertigungsrelevanten Hauptfunktionen von ERP sind:

- **Kapazitätsmanagement** —Für jedes herzustellende Produkt gibt es einen definierten Prozess. Es gibt auch eine maximale Anzahl von Einheiten, die in einer bestimmten Zeit hergestellt werden können. Dies betrifft sowohl die Fertigungsauftragsplanung als auch die Materialbeschaffungsplanung. Die maximale Kapazität einer Produktionsanlage hängt stark von der Anzahl und Mischung der Endprodukte und deren Herstellung ab.
- **Produktionsplanung** – Die Anpassung des Produktionsplans an Änderungen bestimmter Variablen, einschließlich des Personals, ist ein wichtiger Bestandteil des Produktionsplanungsprozesses. Bei der Planung müssen auch Änderungen des aktuellen Status der Produktionsumgebung berücksichtigt werden, wenn Änderungen auftreten.
- **Customer Relationship Management (CRM)** — Diese Funktion umfasst Prozesse, die die Kundenzufriedenheit mit dem Endprodukt sicherstellen. Darüber hinaus antizipiert CRM die zukünftige Nachfrage des Kunden und empfiehlt dann Änderungen an der Produktlinie, entsprechend mit allen Details, die sich auf den Herstellungsprozess auswirken würden.
- **Supply Chain Management (SCM)** – Diese Prozesse stellen sicher, dass alle Materialien, einschließlich Rohstoffe und Komponenten, rechtzeitig an das Werk geliefert werden und den erwarteten Qualitätsstandards entsprechen.



## ERP in HVET/VET-Labors

### Integration von ERP in das Labor von Bidasoa

Bei Bidasoa kommt als integriertes ERP-System die Software Odoo zum Einsatz. Es hat eine Open-Source-Community-Version unter der LGPLv3-Lizenz. Es hat auch eine Enterprise-Version unter kommerzieller Lizenz, die die Community-Edition um kommerzielle Funktionen und Dienste ergänzt, die von der belgischen Firma Odoo SA entwickelt wurden (Odoo, 2021). Derzeit wird das ERP im Fachbereich Mechanik als Management-Tool und als pädagogisches Instrument für den Lernprozess der Studierenden eingesetzt.

- **Abteilungsleitung:** mit dem Ziel, alle Aktionen in der Leitung der Abteilung zu zentralisieren.
- **Raumbelegung:** Die Lehrenden sehen in Echtzeit die Belegung der verschiedenen Räume des Fachbereichs. Darüber hinaus ist für die Mechanik-Werkstatt nicht nur ersichtlich, welche Gruppe da ist, sondern auch, wer sich an jeder Maschine befindet.



Abbildung 119: Bidasoa LHII ERP. Quelle: BidasoaLHII

- **Lagerverwaltung und Einkauf:** Die Kontrolle sowohl des Werkzeug- als auch des Rohmateriallagers erfolgt mit diesem System. Die Situation in Echtzeit ist bekannt. Sobald die Mindestanzahl an Materialien erreicht ist, wird sich die verantwortliche Person mit dem Händler in Verbindung setzen, um das benötigte Material zu kaufen.
- **Wartung:** Die Kontrolle von Klasse und Labor ist erledigt. Alle Störungen, Bedürfnisse,... die in Computern, Tablets, Bildschirmen, Software, Maschinen,... auftreten, werden durch Störungsmeldungen verwaltet, die den Verantwortlichen erreichen. Auf diese Weise wird der gesamte Wartungsprozess vom Moment der Anforderung bis zum Abschluss der Aktion kontrolliert; wer hat es wann gemacht und wie viel Zeit und Geld hat es gekostet. Alle Wartungsberichte werden, wenn möglich, mit Schülern erstellt, die die **korrektive und präventive** Wartung in die Praxis **umsetzen**.
- **Datenverwertung:** Alle erhaltenen Daten werden in der Verwaltung der Abteilung verwendet. Durch die Analyse von Daten wird die Verbesserung von Prozessen, die Optimierung von Ressourcen, Verringerung von Ausfällen.... erreicht.



## Rolle des ERP in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Stufen und unter Berücksichtigung der ERP-PLM-MES-Systeme wird das ERP in den Stufen Verfahrenstechnik, Produktion, Fertigung und Montage arbeiten.

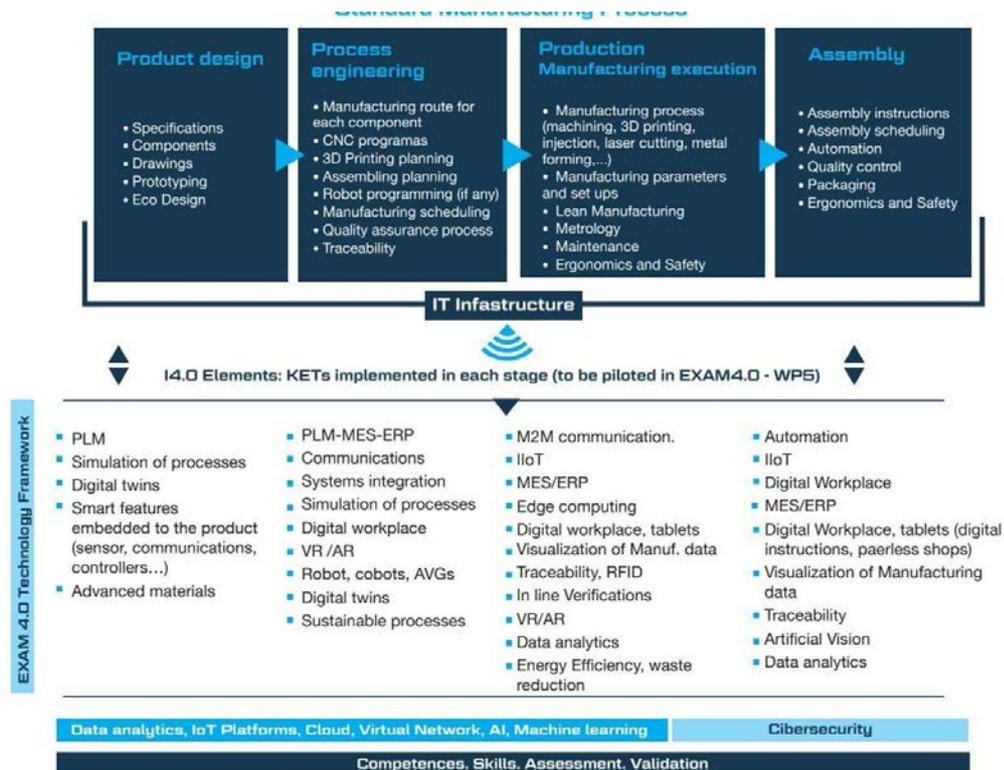


Abbildung 120: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors

Eines der Ziele des CLF ist es, Daten zwischen Laboren austauschen zu können, um den Herstellungsprozess zu kontrollieren. Dazu werden in den Labors einige Technologien und Maschinen eingesetzt, die mit Sensoren verbunden Daten über SPS an ein MES übertragen. Dieses MES wäre über ein PLM mit dem technischen Büroteil und über ein ERP mit dem administrativen Teil verbunden. All diese Daten würden zur späteren Verarbeitung in die Cloud übertragen, immer unter Berücksichtigung der Cybersicherheit.

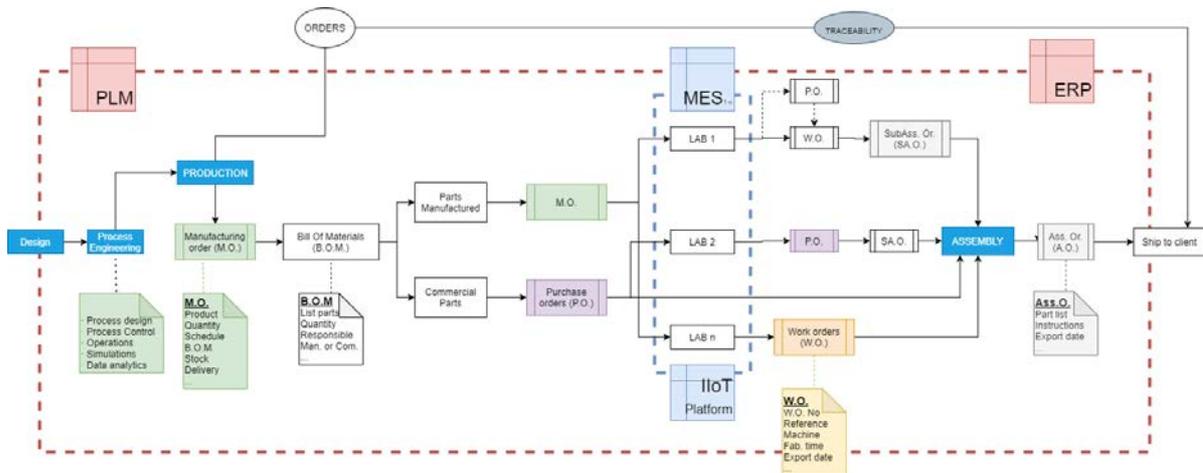


Abbildung 121: Mögliches Schema zum Betrieb des ERP-PLM-MES-Systems des CLF. Quelle: EXAM4.0

Unter Berücksichtigung des gesamten Produktionsprozesses muss es eine Plattform geben, auf der Bestellungen aufgegeben werden können. Hier würde das ERP anfangen zu arbeiten. Die Bestellung muss ein gemeinsames ERP erreichen. Dies ist wichtig, da von dort aus der gesamte Produktionsprozess gesteuert wird. Zunächst müssen Sie analysieren, ob Sie in jedem Labor über das erforderliche Material für die Herstellung verfügen. Sollte in einem Labor nicht genügend Material vorhanden sein, müssen Sie dies melden, damit der entsprechende Einkauf getätigt werden kann. Zweitens müssen Sie unter Berücksichtigung der Belegung der Maschinen in den verschiedenen Laboren die Fertigungs- und Montageanzeige an die MES-Systeme senden. Gleichzeitig müssen Sie die Rückverfolgbarkeit durchführen, um dem Weg folgen zu können und dem Kunden mitzuteilen, wann das Produkt fertig ist. Schließlich werden alle korrektiven und präventiven Wartungen der Labore berücksichtigt; angefangen vom verwaltenden Teil bis hin zu Kundendaten, Lagerbeständen etc.

### Vorteile der Verwendung von ERP im CLF . von EXAM4.0

Der Einsatz eines ERP-Systems im CLF hilft beim korrekten Funktionieren des Prozesses. Es verbessert unter anderem:

- **Umfassendes Management:** verwaltet und vernetzt die gewünschten Bereiche (u.a. Finanzen, Einkauf, Verkauf, Lager, Personal und Kundenservice). Darüber hinaus ermöglicht dieses Managementsystem die Arbeit mit Unternehmensgruppen, mit mehreren Werken und unterschiedlichen Gesetzen, Währungen und Sprachen.
- **Vorhersehbarkeit und Qualität:** Die aus dem ERP gewonnenen Daten werden in Informationen zur Verbesserung des Service, wie zum Beispiel Kundenservice oder Verbesserung der Prozessqualität, umgewandelt, indem Lagerbrüche, Maschinen usw. die richtige Anwendung der kontinuierlichen Verbesserung.
- **Kontrolle und Flexibilität:** Hilft bei der Standardisierung von Prozessen mit vollständig angepassten Workflows, die zur Vereinheitlichung von Verfahren beitragen.



### Mit ERP adressierte Kompetenzen

Die mit dem ERP erworbenen Kompetenzen lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Fach- und Softkompetenzen.

Die fachlichen Kompetenzen stehen in engem Zusammenhang mit den im Lernprozess der Studierenden zu erwerbenden fachlichen Inhalten, in diesem Fall Zerspanungstechniker, Produktionsprogrammierer und Industriedesigner. Unter anderen technischen Kompetenzen sind die wichtigsten:

- Besseres Bewusstsein für den Produktionsprozess, von den Rohstoffen bis zur Teileprüfung
- Kalkulation von Kosten und Zeit
- Produktionsplanung
- Lagerverwaltung (Rohmaterial, Werkzeuge, etc.)
- Beziehung zu verschiedenen Lieferanten
- Datenanalyse
- Verbesserungen im Produktionsprozess

Zweitens sind die mit ERP entwickelten Soft Competences:

- **Teamwork** : Als kollaboratives Werkzeug können Teammitglieder ihre Aufgaben planen und alle haben Zugriff auf Produktionsblätter, Kontrollblätter...
- **Digitales Bewusstsein** : Sie gewöhnen sich an virtuelle Arbeitsumgebungen, verstehen die gewonnenen Daten, verwalten sie und ziehen Schlussfolgerungen.
- **Persönlich** : Autonomie, Initiative, kritischer Geist, sich der Bedeutung einer guten Planung bewusst sein und sehen, wie sich die im Prozess getroffenen Entscheidungen auf sie auswirken.
- **Kommunikation** : zwischen verschiedenen Schülern, demjenigen, der die Produktion plant, und dem, der sie ausführt, wobei sie sich der Bedeutung der verschiedenen Erklärungen (in Wort und Schrift) bewusst sind, die innerhalb des Produktionsprozesses gegeben werden und zu einem besseren Ergebnis beitragen können.

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch ERP

Die Technologie selbst ist ein kollaborativer Vermittler. Es ist das gemeinsame System, das die verschiedenen Labore vereint und die Jobs verteilt. Aus den gesammelten Informationen lassen sich unterschiedliche Produktionsprozesse verschiedener Schulen oder Länder erkennen. Zudem könnten durch Zusammenarbeit diese Prozesse verbessert oder neue geschaffen werden.

Andererseits könnten Schulen, die nicht über so viele Maschinen und Technologien verfügen, die gewonnenen Daten nutzen, um die verschiedenen Produktionsprozesse praktisch zu beleuchten.

Die Flexibilität des Systems macht es anderen Schulen und anderen produktiven Prozessen leicht, Teil davon zu werden.





### 18.14.0-Technik Nr. 15.: MES -IMH -AM Lab

#### Definition und Anwendung von MES in der Industrie

Manufacturing Execution Systems (MES) oder auch Manufacturing Operations Management (MOM) genannt, sind Systeme, die in der Produktion eingesetzt werden, um die Umwandlung von Rohstoffen in fertige Produkte zu verfolgen und zu dokumentieren. MES arbeitet in Echtzeit, indem es Anlagen oder Linien mit Geräten, Controllern und Bedienern integriert, um die Kontrolle mehrerer Elemente des Produktionsprozesses (z. B. Verbrauch, Personal, Maschinen und unterstützende Dienste) zu ermöglichen.

MOM ist eine ganzheitliche Lösung, die Einblicke in Herstellungsprozesse bietet, um die Effizienz zu optimieren. MOM konsolidiert Qualitätsmanagement, Planung und Sequenzierung, Produktionsdurchführung und andere Prozesse (Wikipedia, 2021).

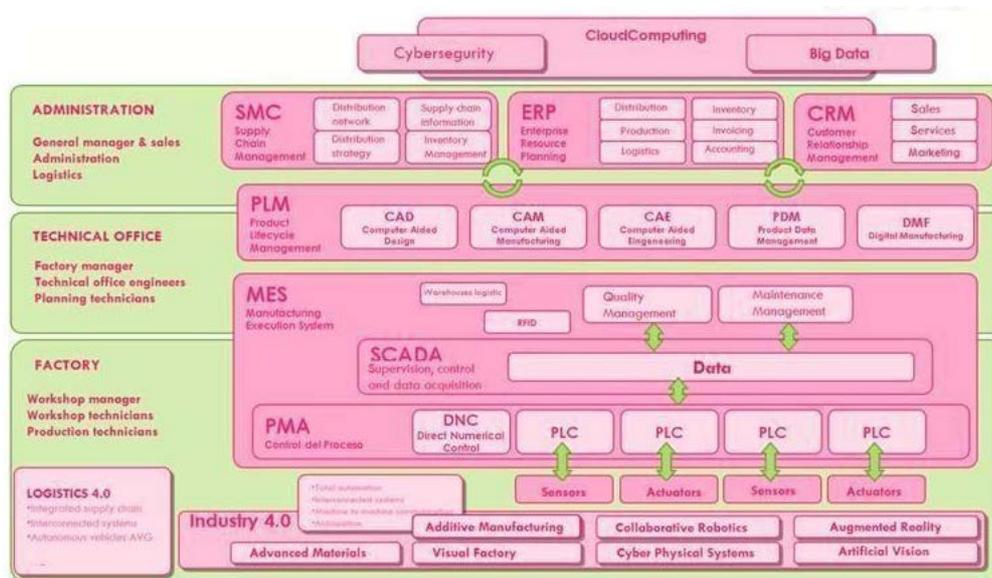


Abbildung 122: Integration von ERP-PLM-MES in die Unternehmensstruktur. Quelle: Ibermatica

Das MES-System kann in mehreren Funktionsbereichen eingesetzt werden, zum Beispiel: Verwaltung von Produktdefinitionen über den gesamten Produktlebenszyklus, Ressourcenplanung, Auftragsausführung und Versand, Produktionsanalyse und Ausfallzeitmanagement für die Gesamtanlageneffektivität (OEE), Produktqualität oder Nachverfolgung und Spuren von Materialien. MES erstellt den „As-Built“-Datensatz und erfasst die Daten, Prozesse und Ergebnisse des Fertigungsprozesses.

Herstellungsprozesse setzen sich aus mehreren aufeinander abgestimmten Stufen zusammen. Diese Phasen erfordern die sorgfältige Abstimmung von Material, Ressourcen und Informationen, um das Produkt effizient herzustellen und zu liefern.

Das Folgende ist eine generische Liste der High-Level-Prozesse im Bereich der Fertigung (Vokey, 2020):

- Materialbeschaffung – Wann, wie viel und von wem
- Materialeingang (inkl. Eingangskontrolle) und Lagerung — Häufigkeit der Anlieferung, Ort der Anlieferung nach Eingang im Haus und Überprüfung der Materialqualität



- Material- und Produktbestandsverwaltung — Alle Materialbewegungen innerhalb des Werks
- Produktionsplanung und -planung — Wann und wie viel produziert werden soll, einschließlich der Sequenzierung der Fertigungsprozesse für das Produkt oder die Unterbaugruppe sowohl auf der Ebene der Untermontagelinie als auch auf der Ebene der Endmontage
- Wartung und Einsatzbereitschaft von Werkzeug- und Fördersystemen — Laufende Wartung und Kalibrierung halten die Werkzeuge und Fördersysteme bei Bedarf verfügbar
- Schulung und Einsatzbereitschaft von Bedienern, Vorgesetzten und anderem Personal — Sie verfügen sowohl über das Wissen zur Durchführung der Arbeiten als auch über die erforderlichen Fähigkeiten, um die Kosten zu minimieren
- Produktqualitätssicherung – Wenn Tests an Produkten oder Materialien durchgeführt werden sollten, um die Produktqualität zu überprüfen und gleichzeitig potenzielle Verschwendung zu reduzieren, falls etwas schief geht
- Versandplanung und -koordination — Stellen Sie sicher, dass das Produkt pünktlich zur Lieferung versandt wird und minimieren Sie die Hafengebühren

Das Zusammenspiel von 3 Hauptelementen ist entscheidend, um die Koordination jedes einzelnen Elements zu gewährleisten, das an der Gesamtproduktion beteiligt ist: ERP-PLM-MES.

## MES in HVET/VET-Labors

### Integration von MES in das Labor von IMH

Die Implementierung eines MES-Systems erfordert, dass jede der Maschinen, die sich an das System anschließen möchten, mit der gewählten Software kommunizieren kann. Die Maschinen und Geräte übertragen über die Wi-Fi-Kommunikation alle Daten, die sie haben, über CNC an eine Datenbank in der Cloud.

Im IMH-Labor haben sie die folgenden Workshops kommuniziert:

- Alle CNC-Maschinen entsprechen der TKGUNE-Werkstatt, deren Ziel es ist, KMU technologische Innovationsdienstleistungen anzubieten und ein Schulungsraum für die 2 Spezialisierungsprogramme in industrieller Mechatronik und in Mechanischer Produktionsplanung zu sein.
- Alle CNC-Maschinen und vorerst 6 konventionelle Maschinen durch Integration von SPS zur Kommunikation mit dem MES, entsprechend dem allgemeinen Workshop zur Entwicklung des Lehr-Lern-Prozesses der Berufsbildungszyklen.

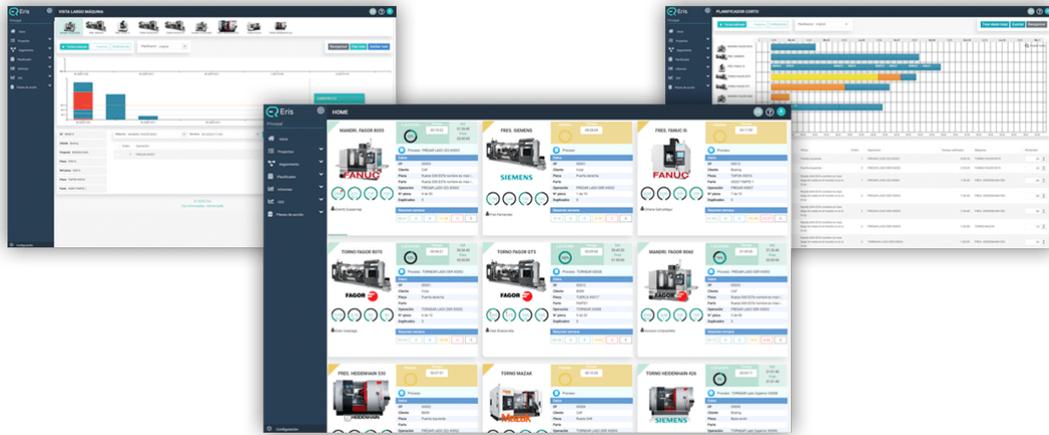
Es ist wichtig zu verdeutlichen, dass bei der Integration eines MES in die Werkstätten von Berufsbildungszentren die Informationsverwaltung und -verarbeitung anders sein wird als in der Industrie. Denn die Lehr-Lern-Prozesse erfordern ein anderes Management.

Die verfügbaren Informationen zu diesem Labor sind:

- Rückverfolgbarkeit von Lernenden, Maschinennutzung, Tools, Leistungsindikatoren.
- Maschinennutzungsinformationen für Terminplanung, Planung und auch Wartung.
- Überwachung der Schülerleistung, des Projektstatus und der Aufgabenausführung in Echtzeit.



- Werkzeugkontrolle.



### Rolle des MES in der EXAM4.0 CLF

Das auf den Markt kommende CLF hat seinen Produktionsprozess in 4 Phasen (Produktdesign, Verfahrenstechnik, Produktion und Montage) unterteilt, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist. Innerhalb dieser Stufen und unter Berücksichtigung der ERP-PLM-MES-Systeme wird das MES in den Stufen Verfahrenstechnik, Produktion, Fertigung und Montage eingesetzt.

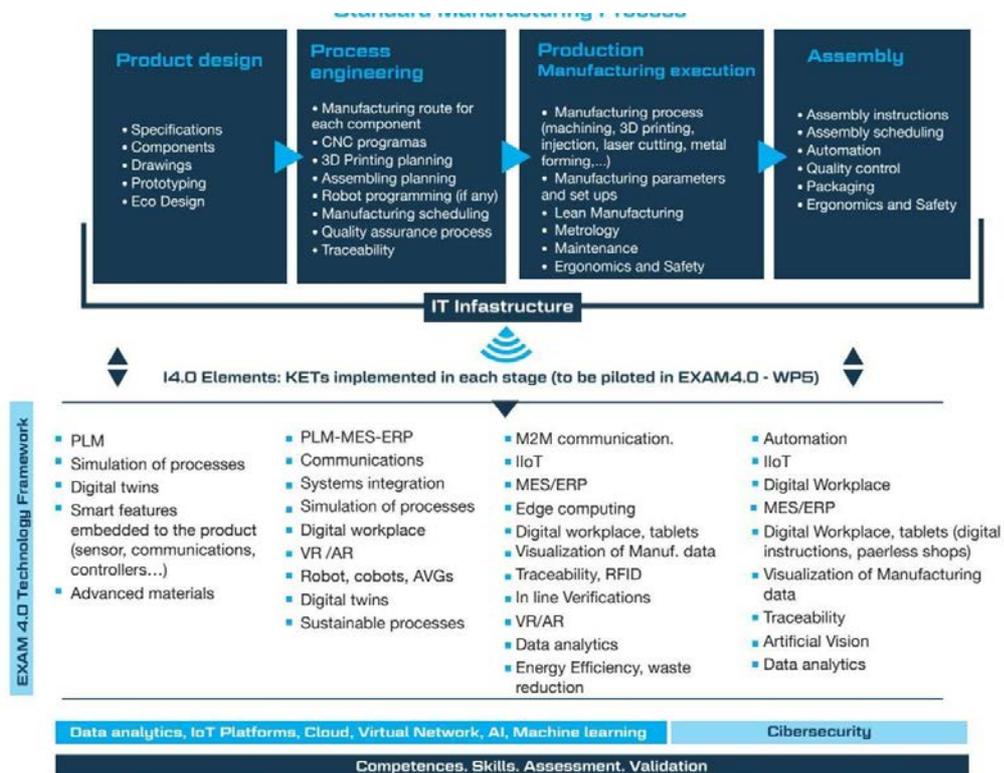


Abbildung 124: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors



Eines der Ziele des CLF ist es, Daten zwischen Laboren austauschen zu können, um den Herstellungsprozess zu kontrollieren. Dazu werden in den Labors einige Technologien und Maschinen eingesetzt, die mit Sensoren verbunden Daten über SPS an ein MES übertragen. Dieses MES wäre über ein PLM mit dem technischen Büroteil und über ein ERP mit dem administrativen Teil verbunden. All diese Daten würden zur späteren Verarbeitung in die Cloud übertragen, immer unter Berücksichtigung der Cybersicherheit.

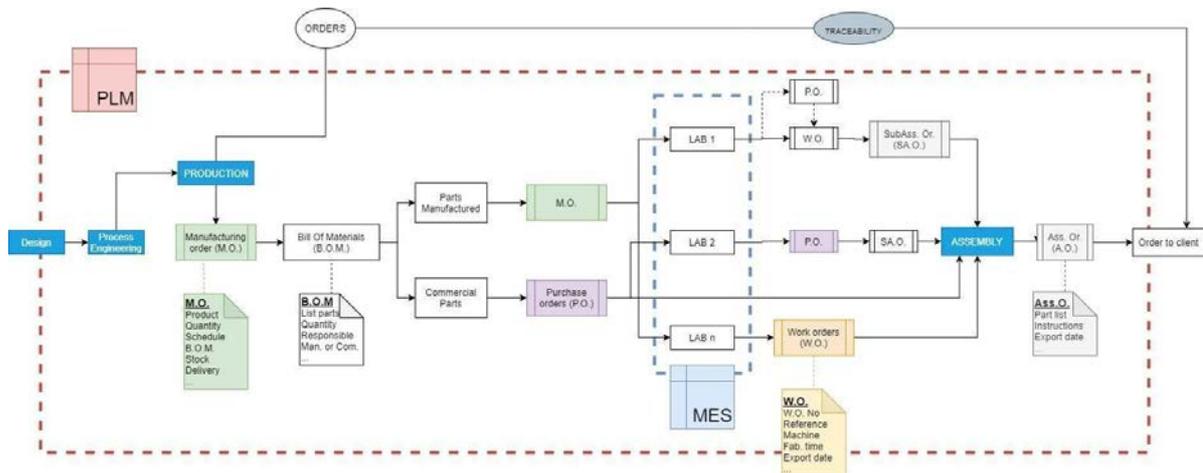


Abbildung 125: Schema der Funktionsweise des ERP-PLM-MES-Systems des CLF

Unter Berücksichtigung des gesamten Produktionsprozesses muss es eine Plattform geben, auf der Bestellungen aufgegeben werden können. Die Bestellung wird ein ERP erreichen. Es ist wichtig, dass das ERP gemeinsam ist, da der gesamte Produktionsprozess von dort aus gesteuert wird. Im Gegensatz zu ERP muss das MES jedes Labors nicht gleich sein, da es für den Betrieb jedes Labors verantwortlich ist. Alle MES müssen jedoch in der Lage sein, dieselben Informationen zu sammeln und zu senden, die für das gemeinsame ERP erforderlich sind.

Innerhalb der Betriebsabläufe des MES wird es einerseits die Ressourcen organisieren müssen, sobald ein Fertigungsauftrag versendet wurde. Auf der anderen Seite muss es die notwendigen Informationen in Echtzeit sammeln, um die Anforderungen des ERP verwalten zu können.

### Vorteile der Verwendung von MES im CLF . von EXAM4.0

Der Einsatz eines MES-Systems im CLF hilft im Allgemeinen bei der korrekten Funktion des Prozesses. Zu den Vorteilen des Einfügens von MES in EXAM4.0 CLF gehören:

- Massive Fernbedienung, die durch die Verwendung von Anwendungen verwaltet wird. Alle Maschinen und Geräte sind jederzeit und in Echtzeit sichtbar, können den Betrieb steuern und Probleme erkennen oder lösen.
- Kostensenkung, Förderung der betrieblichen Effizienz, Senkung der Produktions- und Logistikkosten.
- Automatisierung von Prozessen durch künstliche Intelligenz. Die Prozesse werden immer automatischer und vermeiden die Fehler manueller Bediener.
- Bessere Überwachung durch Erhalt von Informationen (Status, Verbrauch usw.) in Echtzeit.
- Maximale Ressourcennutzung und damit effizienter.



### Mit MES adressierte Kompetenzen

Die mit dem MES erworbenen Kompetenzen lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Fach- und Softkompetenzen.

Die fachlichen Kompetenzen stehen in engem Zusammenhang mit den im Lernprozess der Studierenden zu erwerbenden fachlichen Inhalten, in diesem Fall Zerspanungstechniker, Mechanische Fertigungsplanung und Industrielle Konstruktion. Das Einfügen von MES-Elementen hilft beim Aufbau von Kompetenzen wie:

- Planen von Produktionen, Produktionsplanung, Qualitätskontrolle und Messverfahren, Wartungsplanung.
- Bereiten Sie die Verfahren für die Montage und Wartung von Geräten vor, definieren Sie die Ressourcen, die erforderlichen Zeiten und die Kontrollsysteme.
- Überwachen und/oder führen Sie die Bearbeitungs-, Montage- und Instandhaltungsprozesse durch und kontrollieren Sie die Zeiten und die Qualität der Ergebnisse.
- Überwachen Sie die Programmierung und Abstimmung von numerisch gesteuerten Maschinen, Robotern und Manipulatoren für die Bearbeitung.
- Bestimmen Sie die notwendige Bereitstellung durch ein intelligentes Lager.
- Stellen Sie sicher, dass die Herstellungsprozesse den etablierten Verfahren entsprechen. Angewandte Messtechnik.
- Verwalten Sie die Wartung der Ressourcen in ihrem Bereich.

Zweitens über die Soft Competences, die mit ERP gearbeitet werden:

- **Teamwork** : Als kollaboratives Werkzeug können Teammitglieder ihre Aufgaben planen und alle haben Zugriff auf Produktionsblätter, Kontrollblätter....
- **Digital** : Sie gewöhnen sich an virtuelle Arbeitsumgebungen, verstehen die gewonnenen Daten, verwalten sie und ziehen Schlussfolgerungen.
- **Persönlich** : Autonomie, Initiative, kritischer Geist, sich der Bedeutung einer guten Planung bewusst sein und sehen, wie sich die im Prozess getroffenen Entscheidungen auf sie auswirken.
- **Kommunikation** : zwischen den Schülern, dem, der die Produktion plant, und dem, der sie ausführt, wobei sie sich der Bedeutung der verschiedenen Erklärungen (in Wort und Schrift) bewusst sind, die innerhalb des Produktionsprozesses gegeben werden und zu einem besseren Ergebnis beitragen können .

### Möglichkeiten der Zusammenarbeit durch MES

Wie oben erwähnt, ist das Zusammenspiel von 3 Haupttechnologien unerlässlich, um die Koordination jedes einzelnen Elements zu gewährleisten, das an der Gesamtproduktion beteiligt ist: ERP-PLM-MES

Die Technologie selbst ist kein kollaborativer Vermittler, aber sie ist für das korrekte Funktionieren des ERP unerlässlich. Einerseits ist es das System, das die notwendigen Informationen über den Produktionsprozess in Echtzeit an das ERP (Produktion, Wartung, Lager, etc.) liefert. Zum anderen ist es dafür zuständig, die Aufträge aus dem ERP entgegenzunehmen und die Aufgaben im Labor zu verteilen. Deshalb ermöglicht es durch die





Kombination von ERP aus den gesammelten Informationen, unterschiedliche Produktionsprozesse verschiedener Schulen oder Länder zu erkennen. Darüber hinaus könnten diese Prozesse durch Zusammenarbeit verbessert oder neue geschaffen werden.

Andererseits könnten Schulen, die nicht über so viel Maschinen und Technik verfügen, die gewonnenen Daten nutzen, um praktische Fälle der verschiedenen Produktionsprozesse anzustellen.

Die Flexibilität des Systems macht es anderen Schulen und anderen produktiven Prozessen leicht, Teil davon zu werden.





## 19. Verweise

- Alp Ustundag, EC (2018). *Industrie 4.0: Die digitale Transformation managen*. Istanbul: Springer.
- Avansis. (19. Oktober 2021). Von <https://www.avansis.es/sin-categorizar/robotica-industrial/?cn-reloaded=1> abgerufen
- Capgemini-Forschungsinstitut. (2019). *Smarte Fabriken im Maßstab. Eroberung des Billionen-Dollar-Preises durch Effizienz durch Design und Closed-Loop-Operationen*. Von <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2019/11/Report-%E2%80%93-Smart-Factories.pdf> abgerufen
- Maschinenbau, V. (19. Oktober 2021). Von <https://www.vld-eng.com/blog/tipos-de-robots-industriales/> abgerufen
- EXAM 4.0-Framework. (2020). *PRÜFUNG 4.0*. Von The Advanced Manufacturing 4.0 Framework: [https://examhub.eu/wp-content/uploads/2021/04/WP\\_4\\_2.pdf](https://examhub.eu/wp-content/uploads/2021/04/WP_4_2.pdf) abgerufen
- GE. (25. Oktober 2021). Von <https://www.ge.com/additive/what-additive-manufacturing> abgerufen
- Iberdrola. (26. Oktober 2021). Von <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-iiot> abgerufen
- Odo. (13. Oktober 2021). Von [https://www.odoo.com/es\\_ES](https://www.odoo.com/es_ES) abgerufen
- Simumatik. (29. Oktober 2021). Von <https://simumatik.com/education/> abgerufen
- SMC-Ausbildung. (26. Oktober 2021). Von <https://www.smctraining.com/en/newpage/newsdetail/2060> abgerufen
- Dingerbrett. (26. Oktober 2021). Von <https://thingsboard.io/docs/getting-started-guides/what-is-thingsboard/> abgerufen
- UNIR. (19. Oktober 2021). Von <https://www.unir.net/ingenieria/revista/robotica-industrial/> abgerufen
- Wikipedia. (25. Oktober 2021). Von [https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_security](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_security) abgerufen
- Wikipedia. (29. September 2021). Von [https://en.wikipedia.org/wiki/Critical\\_thinking](https://en.wikipedia.org/wiki/Critical_thinking) abgerufen
- Wikipedia. (13. Oktober 2021). Von [https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise\\_resource\\_planning](https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning) abgerufen
- Xataka. (26. Oktober 2021). Von <https://www.xataka.com/pro/digital-twins-que-sirven-cuales-beneficios-problemas-gemelos-digitales> abgerufen

## 20. Liste der Bilder

Abbildung 1: „Sie sind hier“ zur Gesamtstruktur des Pilotierungsprozesses des EXAM4.0-Labors. Quelle: EXAM4.0 4



Abbildung 2: Bericht „4 Leistungsnachweise: Aufgezeichnete Daten“ über die Gesamtstruktur des Pilotierungsprozesses des EXAM4.0-Labors . Quelle: EXAM 4.0 \_\_\_\_\_

Abbildung 3: Prozesse und Technologien der EXAM 4.0 Collaborative Learning Factory (CLF). Quelle: Kreation des Autors 6 \_\_\_\_\_

Abbildung 4: Wechselbeziehung der Technologien im CLF-Prozess. Quelle: Erstellung des Autors 7 \_\_\_\_\_

Abbildung 5: Gesamtstruktur des Pilotierungsprozesses des EXAM4.0-Labors. Quelle: EXAM4.0 15 Elemente 8 \_\_\_\_\_

Abbildung 6: Befolgte Struktur für jede der 16 von der Industrie 4.0 pilotierten Technologien 9 \_\_\_\_\_

Abbildung 7: Idee der IIoT-Konexion in der Industrie. Quelle: <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-iiot> 10 \_\_\_\_\_

Abbildung 8: Tknikas I4.0 Factory Lab unter Verwendung der SIF-400 Learning Factory von SMC. Quelle: Tknika 11 \_\_\_\_\_

Abbildung 9: Lehrer, der in Tknikas Labor an IIoT arbeitet. Quelle: Tknika 12 \_\_\_\_\_

Abbildung 10: IIoT-Technologien im Labor von Tknikas. Quelle: Tknika 13 \_\_\_\_\_

Abbildung 11: IIoT-Systemarchitektur. Quelle: Tknika 13 \_\_\_\_\_

Abbildung 12: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 14 \_\_\_\_\_

Abbildung 13: IIoT-Plattform-Community mit Thingsboard. Quelle: Tknika 16 \_\_\_\_\_

Abbildung 14: Datenanalyse. Quelle: edX 17 \_\_\_\_\_

Abbildung 15: Xcaliber Flow Loop in der Sustainability Factory .Quelle: Kreation des Autors 18 \_\_\_\_\_

Abbildung 16: Die Dynamische Maritime Testanlage in der Nachhaltigkeitsfabrik. Quelle: Kreation des Autors 19 \_\_\_\_\_

Abbildung 17: Grafiken der Maschinennutzung im Labor von Miguel Altuna Quelle: Miguel Altuna 19 \_\_\_\_\_

Abbildung 18: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 20 \_\_\_\_\_

Abbildung 19: Eine bei Curt Nicolín Gymnasiet erstellte VR-Anwendung. Quelle: Curt Nicolín Gymnasiet 23 \_\_\_\_\_

Abbildung 20: Ansicht eines AR-Benutzers im Labor von Curt Nicolín Gymnasiet. Quelle: Court Nicolín Gymnasiet 23 \_\_\_\_\_

Abbildung 21: Arbeitsraumbesprechung in VR. Quelle: <https://www.cnet.com/tech/computing/virtual-mark-zuckerberg-showed-me-facebooks-new-vr-workplace-solution/> 24 \_\_\_\_\_

Abbildung 22: Astronaut, der routinemäßige Wartungsarbeiten durchführt. Quelle: NASA 25 \_\_\_\_\_



Abbildung 23: Amazon-Raum, der zeigt, wie ein Stuhl in diesem Raum aussehen würde. Quelle Marketing4commerce.net 25

Abbildung 24: Virtual Reality Painting Umgebung. Quelle: TKNIKA 28

Abbildung 25: Virtual Reality Painting Umgebung aus Sicht des Benutzers. Quelle: TKNIKA 28

Abbildung 26: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 29

Abbildung 27: Treffen des Prüfungs-4.0-Konsortiums während der Verfahrenstechnik. Quelle: Kreation des Autors 30

Abbildung 28: Inverse Engineering-Scanner. Quelle: Artec EVA 32

Abbildung 29: Inverse Engineering-Prozess. Quelle: Siemens 33

Abbildung 30: Überblick über das Reverse-Engineering-Labor von Tknika. Quelle: Tknika 34

Abbildung 31: Creaform Academia 50 Scannerausrüstung. Quelle: Tknika 34

Abbildung 32: Scannen mit Creaform Academia. Quelle: Tknika 35

Abbildung 33: Scannen von Marias Arm mit dem Creaform Handyscan 700 Scanner. Quelle: Tknika 35

Abbildung 34 Werkzeug für Kohlefaserteil mit Creaform Go!Scan Spark scannen. Quelle: Tknika 36

Abbildung 35: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 37

Abbildung 36: Überblick über das Cybersicherheitslabor von Tknika. Quelle: Tknika 39

Abbildung 37: Beispiel für Echtzeit-Honeypot-Angriffe. Quelle: Tknika 40

Abbildung 38: Omrom-SPS-Bereich. Quelle: Tknika 41

Abbildung 39: Siemens SPS-Zelle. Quelle: Tknika 41

Abbildung 40: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 42

Abbildung 41: Digitaler Zwilling in der Produktion. Quelle: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/webinar/digital-twin-in-manufacturing/6856144>

Abbildung 42: Architektur des digitalen Zwilling. Quelle:

<https://www.engineering.org.cn/en/10.1016/j.eng.2019.01.014> 45

Abbildung 43: Arbeiten in Simumatik. Quelle: Tknika 46

Abbildung 44: Links die reale Maschine und rechts der digitale Zwilling der SMC SIF400 Maschine. Quelle: Tknika 47

Abbildung 45: Student arbeitet an einem digitalen Zwilling der Autolackierung. Quelle: Tknika 47



Abbildung 46: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 48

Abbildung 47: Architektur der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation. Quelle: <https://medium.com/predict/an-era-of-iot-machine-to-machine-communication-m2m-9a7861665b4c> 51

Abbildung 48: Der Student von Miguel Altuna arbeitet am HMI der Maschine. Quelle: Miguel Altuna 52

Abbildung 49: M2M-Installationsarchitektur von Miguel Altuna. Quelle: Kreation des Autors 53

Abbildung 50: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 54

Abbildung 51: Das Automatenbuchungs-Dashboard von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna 55

Abbildung 52: Dashboard der Laborbesetzung von Miguel Altunas. Quelle: Miguel Altuna 55

Abbildung 53: RFID-Karte für Lehrer/Schüler von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna 57

Abbildung 54: Student arbeitet an CNC-Fräsmaschine. Quelle: Miguel Altuna 58

Abbildung 55: Anmeldung des Schülers im Labor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna 58

Abbildung 56: Student bestätigt, dass er vor der Herstellung über die erforderliche PSA verfügt. Quelle: Miguel Altuna 59

Abbildung 57: Intelligenter Lagereingang des Labors von Miguel Altuna mit RFID-System. Quelle: Miguel Altuna 59

Abbildung 58: Nach dem RFID-System klassifizierte Werkzeuge im Labor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna 60

Abbildung 59: Benutzer- und Werkzeugzugangsdetektor mit RFID-System im Labor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna 60

Abbildung 60: Beratungsgesetz mit RFID-System im intelligenten Lager des Labors von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna 61

Abbildung 61: Benutzer- und Werkzeugausgangsdetektor mit RFID-System im Labor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna 61

Abbildung 62: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 62

Abbildung 63: Roboter, die an einer Autofertigungslinie arbeiten. Quelle: <https://www.atriainnovation.com/en/robotica-industrial-tradicionales-colaborativos-y-adaptativos/> 64

Abbildung 64: Robotertypen. Quelle: <https://www.vld-eng.com/blog/tipos-de-robots-industriales/> 66

Abbildung 65: Studenten, die an einem Projekt im Miguel Altuna Robotics Lab arbeiten. Quelle: Miguel Altuna 67

Abbildung 66: Robotiklabor von Miguel Altuna. Quelle: Miguel Altuna 68



Abbildung 67: 3D-Scanner integriert in einen kollaborativen Roboter. Quelle: HVET Miguel Altuna und HVET Tolosaldea 68

Abbildung 68: Ein MIR-Roboter bei der Materialentnahme aus einem Lager mit einem kollaborativen Roboter. Quelle: Miguel Altuna 69

Abbildung 69: Roboter ruft den Aufzug an. Quelle: Miguel Altuna 70

Abbildung 70: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 71

Abbildung 71: Exam4.0 Roboter in Verbindung mit einem kollaborativen Roboter. Quelle: Kreation des Autors 72

Abbildung 72: 3D-Druckerdruck. Quelle: SMC 74

Abbildung 73: 3D-Drucker in Betrieb. Quelle: <https://ecolink.com/info/why-is-it-called-additive-manufacturing/> 76

Abbildung 74: Curt Nicolin Gymnasiet 3D-Druckmaschinen. Quelle: Curt Nicolin Gymnasiet 77

Abbildung 75: An I4.0 angepasster 3D-Drucker im Curt Nicolin Gymnasiet. Quelle: Curt Nicolin Gymnasiet 77

Abbildung 76: IkaSlab-Maschinen von Tknika (FDM, Polyjet und ADAM). Quelle: Tknika 78

Abbildung 77: Tknikas Labor für die HP Multijet Fusion-Technologie. Quelle: Tknika 78

Abbildung 78: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 79

Abbildung 79: FProject Virtual Desktops in 3 Geräten. Quelle: FProjekt 81

Abbildung 80: Virtueller Desktop von FProject mit Windows-Software. Quelle: FProjekt 83

Abbildung 81: FProject-Desktops-Partition. Quelle: FProjekt 83

Abbildung 82: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 84

Abbildung 83: Arbeiten überall und jederzeit von FProject. Quelle: FProjekt 85

Abbildung 84: Die 3 Elemente eines digitalen Arbeitsplatzes. Quelle: <https://www.interactsoftware.com/blog/what-is-a-digital-workplace/> 87

Abbildung 85: Das Bearbeitungslabor von Miguel Altunas. Quelle: Miguel Altuna 89

Abbildung 86: Student bucht den Automaten. Quelle: Miguel Altuna 90

Abbildung 87: Schüler bestätigt die individuelle Sicherheitsausrüstung. Quelle: Miguel Altuna 91

Abbildung 88: Dokumentation eines Studenten für die Fertigung. Quelle: Miguel Altuna 91

Abbildung 89: RFID-Reader-Bogen für Werkzeuge und Benutzer. Quelle: Miguel Altuna 92

Abbildung 90: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 93

Abbildung 91: Phasen eines PLM. Quelle: Ibermática 95



Abbildung 92: Industrie 4.0-Technologie. Quelle: Ibermática 97

Abbildung 93: PLM als Kollaborationsplattform. Quelle: Ibermática 98

Abbildung 94: Cybersicherheit. Quelle: Dassault Systèmes 98

Abbildung 95: Sicherheitsdokumente von Dassault Systèmes. Quelle: Ibermática 99

Abbildung 96: Langfristige Vision. Quelle: Ibermática 100

Abbildung 97: Beteiligung. Quelle: Ibermática 100

Abbildung 98: Entscheidungsfindung. Quelle: Ibermática 101

Abbildung 99: Teamrollen. Quelle: Ibermática 101

Abbildung 100: Planung des Implementierungsprozesses. Quelle: Ibermática 102

Abbildung 101: Benutzerschulung. Quelle: Ibermática 103

Abbildung 102: Integration von PLM mit anderen Systemen. Quelle: Ibermática 104

Abbildung 103: Chancen gegen Risiken. Quelle: Ibermática 105

Abbildung 104: Branchen, in denen Dassault Systèmes eine Lösung bietet. Quelle: Ibermática 106

Abbildung 105: Disziplinen für Industrieanlagen. Quelle: Ibermática 106

Abbildung 106: Governance. Quelle: Ibermática 107

Abbildung 107: Herstellung. Quelle: Ibermática 107

Abbildung 108: Marketing. Quelle: Ibermática 108

Abbildung 109: Simulation. Quelle: Ibermática 108

Abbildung 110: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 109

Abbildung 111: Kommunikation zwischen LABs in Prüfung 4.0. Quelle: Schöpfung des Autors 110

Abbildung 112: PLM-Planung. Quelle: Ibermática 111

Abbildung 113: Zentralisierung des Produktlebenszyklus. Quelle: Ibermática 112

Abbildung 114: 3DEXPERIENCE-Anmeldung. Quelle: Ibermática 114

Abbildung 115: 3DEXPERIENCE Edu HUB. Quelle: Ibermática 115

Abbildung 116: Soziale Medien von 3DEXPERIENCE. Quelle: Ibermática 116

Abbildung 117: 3DEXPERIENCE-Zertifizierungen. Quelle: Ibermática 116

Abbildung 118: Integration von ERP-PLM-MES in die Unternehmensstruktur. Quelle: Ibermática 117

Abbildung 119: Bidasoa LHII ERP. Quelle: BidasoaLHII 119

Abbildung 120: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 120



Abbildung 121: Mögliches Schema zum Betrieb des ERP-PLM-MES-Systems des CLF. Quelle: EXAM4.0 120

Abbildung 122: Integration von ERP-PLM-MES in die Unternehmensstruktur. Quelle: Ibermatica 123

Abbildung 123: Überwachung von Maschinendaten . Quelle: <https://www.zitu.net/es/soluciones/eris>

Abbildung 124: Wertschöpfungskette Prüfung 4.0. Quelle: Kreation des Autors 125

Abbildung 125: Schema der Funktionsweise des ERP-PLM-MES-Systems des CLF 126