



BEST PRACTICE GUIDE

Wie man erfolgreich Lehr- und Lernlabore in der Berufsbildung aufbaut und betreibt





Kofinanziert durch das
Programm Erasmus+
der Europäischen Union



DIOS wird durch das Erasmus+ Programm der Europäischen Union gefördert. Die Unterstützung dieses Projekts durch die Europäische Kommission stellt keine Billigung der Inhalte dieser Veröffentlichung oder der zugehörigen Website dar, die nur die Ansichten der Autoren widerspiegeln, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der Informationen verantwortlich gemacht werden. Darin enthalten.

Dieses Dokument darf in seiner ursprünglichen und ungekürzten Form für nichtkommerzielle Zwecke (CC BY-NC-ND) verwendet und verbreitet werden. Eine andere öffentliche Vervielfältigung dieses Dokuments oder die Veröffentlichung von Auszügen daraus, abgesehen von kurzen zitierten Zitaten, ist nicht gestattet, es sei denn, die Genehmigung der Autoren ist eingeholt und es wird auf das Quelldokument verwiesen.

Struktur

1. Vorwort.....	4
2. Warum sind Bildungsinnovationen in der Berufsbildung wichtig	5
3. Welche Bildungstechnologie ist für welche Szenarien geeignet ist	7
4. Aufbau und Betrieb eines Lehr- und Lernlabors für didaktische Innovationen	18
5. Do's and Dont's: Betrieb von Lehr- und Lernlaboren	20
6. Zusammenfassung.....	23
7. Kontakt Lehr- und Lernlabore.....	25
8. Anhänge.....	26

1. Vorwort

Digitale Technologien sind unsere täglichen Begleiter. Ohne sie würde unser Leben völlig anders aussehen. Die Geschwindigkeit der Einbindung in unser tägliches Leben ist atemberaubend. Wir sind aber diejenigen, die entscheiden, ob wir Technologie für das Gute oder Nicht nutzen. Wir müssen sie deswegen verstehen und in der Lage sein mit Ihnen heutigen Problem und Herausforderungen zu lösen. Dies gilt sowohl für unser Berufs- als auch für unser Privatleben.

Der Einsatz moderner Technologien wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), 360°-Video, intelligente Sensoren (IoT) und 3D-Druck in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET) ist derzeit größtenteils unbekanntes Terrain. Die Erstellung und Nutzung von einerseits vielseitigen sowie andererseits maßgeschneiderten Lösungen ohne nötige Softwareprogrammierung bei gleichzeitigem klarem messbarem didaktischem Mehrwert scheint unmöglich, ist es aber nicht.

In diesem Best-Practice-Leitfaden zeigen wir, wie AR, VR, 360°-Video, IoT und 3D-Druck richtig angewendet werden kann. Dies wird mit Praxisbeispielen aus der praktischen Ausbildung angereichert. Wir zeigen Ihnen auch auf wie die gemachten Learnings in Ihre Bildungseinrichtungen oder Ihr Unternehmen transferiert und institutionalisiert werden können. Ein geeignetes Format hierfür ist ein Lehr- und Lernlabor.

Nachdem Sie den Leitfaden gelesen haben, werden Sie die didaktischen Möglichkeiten von AR, VR, 360°-Video, IoT und 3D-Druck besser verstehen, um es in der Ausbildung anzuwenden sowie um es zuvor in Ihrem Lehr- und Lernlabor vorzubereiten.

2. Warum sind Bildungsinnovationen in der Berufsbildung wichtig

Das Ausmaß, in dem berufliches Bildungspersonal neue Technologien anwendet, hängt mit deren Qualität und Wirksamkeit in der beruflichen Bildung zusammen. Technologische und gesellschaftliche Veränderungen folgen einander in rascher Folge. Für die berufliche Bildung ist es eine Herausforderung, damit Schritt zu halten und die Lehrkräfte auf diesen Wandel vorzubereiten. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Veränderungen vollziehen, wird von vielen Lehrkräfte als Herausforderung empfunden und motiviert sie, unter Einsatz neuer Technologien an didaktischen Innovationen zu arbeiten. Für eine große Gruppe von Lehrkräften vollziehen sich die Veränderungen jedoch so schnell, dass sie besorgt sind.

Unsere Mission: „Unterstützung von Bildungsinnovationen durch Ausbilder/-innen und Berufsschullehrer/-innen bei der Nutzung von IKT zur Bewältigung didaktischer Herausforderungen“.

Bildungsinnovation an sich sind nicht innovativ. Es ist die Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Anforderungen der Auszubildenden, der Gesellschaft und neue Technologien. Der Zugang zu Software und Anwendungen stellt immer weniger ein Hindernis für Bildungsinnovationen dar. Im Hinblick auf Bildungsinnovationen mit IKT wird es immer wichtiger zu fragen:

- Nutze ich (selbst entwickelte) digitale Lernmaterialien in der Ausbildung?
- Unterstütze ich Lernende dabei, Informationen im Internet zu finden und darauf zuzugreifen?
- Verfüge ich über ausreichende didaktisch-methodische Fähigkeiten, um neue Technologien regelmäßig und erfolgreich in der Ausbildung einzusetzen?
- Nutze ich digitale Lernressourcen regelmäßig?

Der Rahmen für die korrekte Anwendung von AR, VR, 360°-Video, IoT und 3D-Druck in der praktischen Berufsausbildung für die Fokusbranchen bestand in der Beantwortung folgender Fragen:

CHEMIEANLAGE /- TECHNIKUM (AR, 360° Video, IoT):

1. Wie können AR-Lösungen ohne Programmierkenntnisse eingesetzt werden, um selbstgesteuertes Lernen zu unterstützen und die Zusammenarbeit während der Arbeitsausführung zu verbessern?
2. Wie kann man vor der eigentlichen Arbeitsausführung Einblicke in die Funktionsweise einer Maschine mit 360°-Video bekommen?
3. Wie kann IoT genutzt werden, um die Anzahl von Probenahmen während einer chemischen Reaktion zur Bestimmung des pH-Werts und der Temperatur reduzieren?

CHEMIELABOR (AR, IoT):

1. Wie kann ein geführtes und selbstgesteuertes Lernen mit AR während der Laborarbeit (konduktometrische Titration) sinnvoll genutzt werden?
2. Wie kann IoT zur Unterstützung der Laborarbeit (konduktometrische Titration) genutzt werden, um Werte wie die Temperatur automatisch zu messen?

IT (AR, IoT):

1. Wie kann AR zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens bei der Fehlerbehebung von Hard- und Software eingesetzt werden?

2. Wie können Umweltbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) mithilfe von AR und IoT automatisiert und leicht zugänglich gemessen werden?

MECHATRONIK (IoT, 3D-Druck):

1. Wie kann 3D-Druck zur Unterstützung von Gruppen- und Projektarbeiten angewendet werden?
2. Wie können IoT und 3D-Druck genutzt werden, um Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Klassenzimmer automatisch zu messen sowie dabei den Erwerb von Fachwissen bei der Zusammenarbeit von Auszubildenden zu verbessern?

ELEKTRONIK (VR, IoT, 3D-Druck):

1. Wie kann das Produktdesign mit 3D-Druck und IoT im Rahmen von Gruppenarbeiten unterstützt werden?
2. Wie können Visualisierung, Zusammenarbeit und Echtzeit-Feedback durch den Einsatz von VR verbessert werden?

3. Welche Bildungstechnologie ist für welche Szenarien geeignet ist

Die Auswahl geeigneter Bildungstechnologien erfordert Kenntnisse zu deren Eigenschaften sowie ob sie das Erreichen der definierten Lernziele unterstützen.

Jede neue oder moderne Technologie durchläuft dabei einen sog. Hype-Zyklus¹. Von hohen Erwartungen beflügelt folgt eine Phase der Ernüchterung sowie im besten Fall produktive Anwendungen der gehypten Technologie.

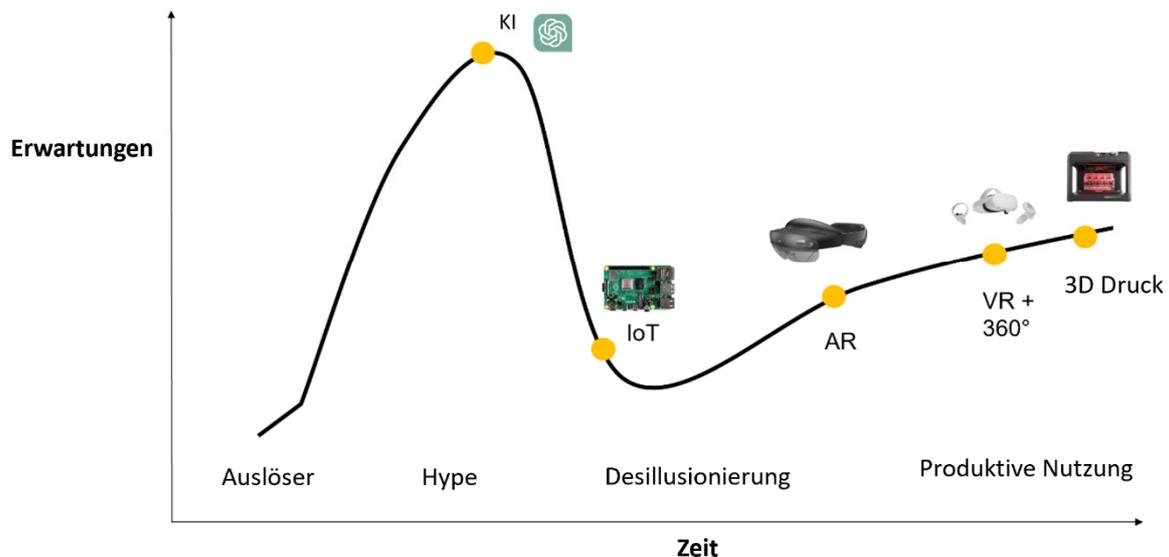


Abbildung 1: Hype-Zyklus von Technologien

Erweiterte Realität (Augmented Reality, AR)

Ausschlaggebende Faktoren für den Kauf einer AR-Brille (Headset) ist:

- Preis
- Batterielaufzeit
- Sichtfeld
- Gewicht
- Steuerung: Geste oder Stimme
- Verfügbare Lerninhalte

Das Microsoft HoloLens 2 ist das beste Gerät. Wir haben auch die Meta Quest Pro ausprobiert.

¹ <https://viraloctopus.com/magazine/strategy/gartner-hype-cycle-technology-adoption-curve/> (19.07.2021)



Microsoft HoloLens 2 (3800 €)



Meta Quest Pro (1200 €)

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von **No-Code-AR-Lösungen**:

- I. **Remote Assist oder Remote Support App**: Der Lernende wird in Echtzeit vom Remote-Experten (Ausbilder/-in oder erfahrener Auszubildender) mit audiovisuellen Anweisungen geführt. Dies erfolgt mittels Sprache sowie durch die Integration einfacher Hologramme in das Sichtfeld des Auszubildenden. Diese Lösung eignet sich für die Vermittlung von technischem und verfahrenstechnischem Wissen, wenn sich der Lernende und der Experte nicht im selben Raum befinden.
- II. **Guides-App**: Der Auszubildende wird mittels eines zuvor festgelegten Lernpfad geführt. Diesen Lernpfad hat der Ausbilder/-in oder ein Experte/-in vorab erstellt. Das sog. digital Overlay mit den Anweisungen (Texte, Bilder und Videos) wird in das Sichtfeld des Auszubildenden eingeblendet. Guides ist die Wahl, um eher standardisierte Prozesse durchzuführen und selbstgesteuertes Lernen zu fördern, wenn der Ausbilder/-in oder Experte/-in nicht verfügbar ist.

Virtuelle Realität (Virtual Reality, VR)

Ausschlaggebende Faktoren für den Kauf einer VR-Brille ist:

- Preis
- Externer Computer nicht erforderlich
- Batterielaufzeit
- Gewicht
- Handverfolgung und externe Controller

Die Meta Quest 2 (ehemals Oculus Quest 2) war für unsere Zwecke das beste verfügbare Gerät.



Meta Quest 2 (450 €)

360°-Video

Ausschlaggebende Faktoren für den Kauf einer 360°-Videokamera sind:

- Preis
- Auflösung
- Batterielaufzeit
- Einfach zu bedienen
- Postproduktionszeit
- Mit dem System kompatible Videodatei



Ricoh Theta Z1 (1000 €)

Intelligente Sensoren (IoT)

Ausschlaggebende Faktoren für den Kauf von IoT-Geräten waren:

- Preis
- Rechenleistung
- Energieverbrauch
- Externe Hardwarekompatibilität
- Entwicklerunterstützung



Raspberry Pi 4 ²(140 €)



Arduino ³(25 €)

²= Kleiner Computer, der auf einem vollwertigen Betriebssystem (Linux-basiert) läuft und Eingaben lesen und Programme ausführen kann.

³ = Mikrocontroller, der Eingaben lesen und einfache Aufgaben wie das Auslesen von Temperaturwerten usw. ausführen kann. Programmiert wird es über eine Open-Source-Software.

3D Drucker

Zur Umsetzung der Druckszenarien in der Mechatronik und Elektronik wurden geeignete 3D-Drucker ausgewählt. Dies ermöglichte den Druck von 3D-Designs unter Verwendung verschiedener Arten von „Kunststoff“ wie PLA (Polymilchsäure), ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol), PETG (Polyethylenterephthalat-Glykol) und TPU (thermoplastisches Polyurethan). Ausschlaggebende Faktoren für den Kauf eines 3D-Druckers sind:

- Preis
- Verfügbare Materialien bzw. sog. Filamente
- Düsentemperatur zum Drucken
- Schichtdicke
- Druckgeschwindigkeit
- Verfügbare 3D-Modelle / Lerninhalte



Ultimaker S 2 (2700 €)



Creality Ender-5 S1 (500 €)

Chemieanlage/-technikum: 360°-Videotour

1. Problem

Chemikanten/-innen arbeiten mit verschiedenen Zerkleinerungsmaschinen beim Umgang mit Rohstoffen. Sie müssen verstehen, wie diese funktionieren. Oft stehen in einem Raum verschiedene Zerkleinerungsmaschinen. Die Anleitung (1:1) ist für den Ausbilder/-in zeitaufwändig. Die Bereitstellung von implizitem Wissen ist von entscheidender Bedeutung, was durch Papieranweisungen meist nicht erreicht werden kann.

2. Lösung

Eine interaktive 360°-Videoumgebung zur Positionierung und Funktionsweise verschiedener Schneidmühlen wurde erstellt. Sie umfasst Videos, Arbeitsanweisungen und Wissensquizze zum Betrieb von bis zu 10 Zerkleinerungsmaschinen im Chemietechnikum der SBG. Die Auszubildenden greifen per Tablet oder Laptop darauf zu und können damit selbstgesteuert lernen, BEVOR sie ins Chemietechnikum gehen.

3. Ergebnis

Das 360°-Video ist eine niederschwellige und motivierende Möglichkeit, das selbstgesteuerte Lernen in der praktischen Ausbildung zu fördern. Es unterstützt die Bereitstellung von professionellem, digitalem und implizitem Wissen. Die Auszubildenden können das erlernte Wissen besser in ihre Ausbildungspraxis übertragen. Der Betrieb der Zerkleinerungsmaschinen wird durch motiviertere Auszubildende effizienter in der Arbeitsausführung.



Chemieanlage/-technikum: AR Guides

1. Problem
Chemikanten/-innen bedienen verschiedene Zerkleinerungsmaschinen, wie zum Beispiel die Retsch SR 300. Das Erlernen der Einzelheiten hinsichtlich Inbetriebnahme ist zeitaufwändig. Darüber hinaus können spezielle „Bedienungstricks“ durch Papieranweisungen meist vermittelt werden.

2. Lösung
Im Chemietechnikum trägt ein Auszubildender die AR-Brille Microsoft HoloLens 2. Vor der Nutzung erstellte der Ausbilder/-in einen Lernpfad zur Inbetriebnahme der Retsch SR 300. Der Auszubildende öffnet die „Guides“-App in der AR-Brille und scannt den QR-Code an der Zerkleinerungsmaschine. Anschließend öffnet sich eine „digital overlay“ mit Schritt für Schritt Informationen angereicht um Bilder und Videos. Durch die Einblendung in das Sichtfeld des Auszubildenden hat er/sie beide Hände frei. Nach Abschluss jedes Arbeitsschritts kann der Auszubildende per „Airtap“ zum nächsten Schritt wechseln.

3. Ergebnis
Die Vermittlung betrieblicher und technischer Kenntnisse funktioniert sowohl für unerfahrene Auszubildende als auch für erfahrene. Durch diese selbstgesteuerte Art des Lernens können die Auszubildenden ihr Lerntempo selbst bestimmen. Eine höhere Motivation, eine effizientere Arbeitsausführung und ein besserer Wissenstransfer in die praktische Ausbildung sind die Folge.



Chemieanlage/-technikum: AR und IoT

1. Problem

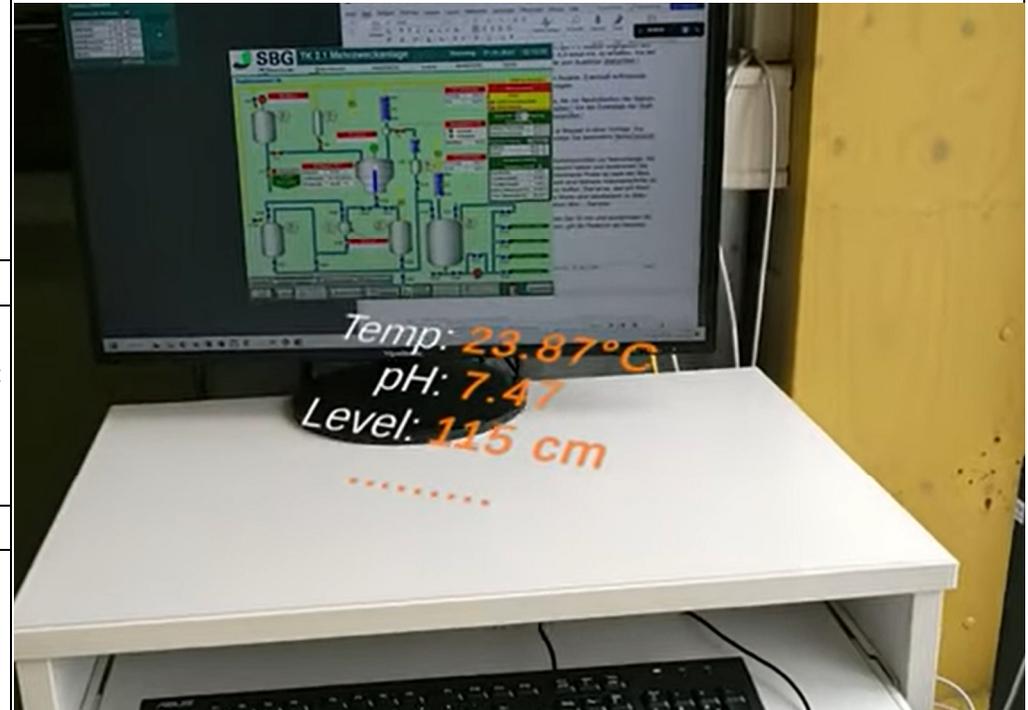
Chemikant/-innen überwachen sowohl Synthese- als auch technische Prozesse in Chemieanlagen. Dies erfolgt dabei Echtzeit. So erfordert eine Neutralisationsprozess die Zugabe einer Säure wie Zitronensäure zu einer Natriumhydroxidlösung bei gleichzeitiger Überwachung von Parametern wie Temperatur und pH-Wert. In regelmäßigen Abständen muss Zitronensäure hinzugefügt werden. Der Effekt ist zeitaufwändig (Probenahme) und erfordert einen regelmäßigen Gang durch die Anlage.

2. Lösung

Im Chemietechnikum führen die Auszubildenden die Neutralisation einzeln durch, statt in einer Zweier-Gruppe. Die Kombination der AR-Brille Microsoft HoloLens 2, einer maßgeschneiderten App sowie die Kombination eines IoT-Geräts (Arduino) mit den pH-Sensoren ermöglicht eine Echtzeiterfassung der Temperatur- und des pH-Wertes.

3. Ergebnis

Die technische Lösung halfen den Auszubildenden, Zeit zu sparen und den Neutralisationsprozess ohne Probenahme in Echtzeit zu überwachen. Die Echtzeitüberwachung bat den Auszubildenden Einblicke zum Einfluss verschiedener Parameter auf chemische Reaktionen, während der Verwendung einer AR-Brille und von IoT.



Chemielabor: AR Remote Assist

1. Problem	Chemielaborant/-innen müssen in der Lage sein, verschiedene Analysen im Chemielabor durchzuführen. Eine davon ist die konduktometrische Titration. Der Prozess ist sowohl für Anfänger als auch für erfahrene Auszubildende eine Herausforderung, insbesondere wenn kein Experte im Labor zur Unterstützung ist.	
2. Lösung	Im Chemielabor wird der Auszubildende vom Ausbilder/-in aus der Ferne angeleitet. Der Auszubildende hat AR-Glas Microsoft HoloLens 2 aufgesetzt. Über die Microsoft Remote Assist App erteilt der Ausbilder/-in dem Auszubildenden während der Durchführung der konduktometrischen Titration audiovisuelle Anweisungen von seinem Laptop aus, indem er die Teams-App nutzt. Der Ausbilder/-in kann per Stimme und durch die Integration kleiner Hologramme (z. B. in Pfeilform) anleiten, um Geräte, Chemikalien oder Prozessschritte hervorzuheben.	
3. Ergebnis	Bei diesem Setting lag der Schwerpunkt auf der Vermittlung von Prozesswissen durch den Ausbilder/-in an einen unerfahrenen Auszubildenden. Dies ist nützlich, um Routinen zu erlernen. Der Ausbilder/-in gab Anweisungen und konnte in Echtzeit eingreifen. Dadurch konnten mögliche Fehler sofort verhindert werden. Dieses 1:1-Lernen erfordert keine Softwareprogrammierung und geeignet für die Vermittlung von eher technischem oder prozessuellem Wissen, in Echtzeit sowie aus der Ferne. Es wird erwartet, dass sich dies positiv auf die Genauigkeit und die Geschwindigkeit sowie auf die Motivation der Lernenden im Chemielabor auswirkt.	

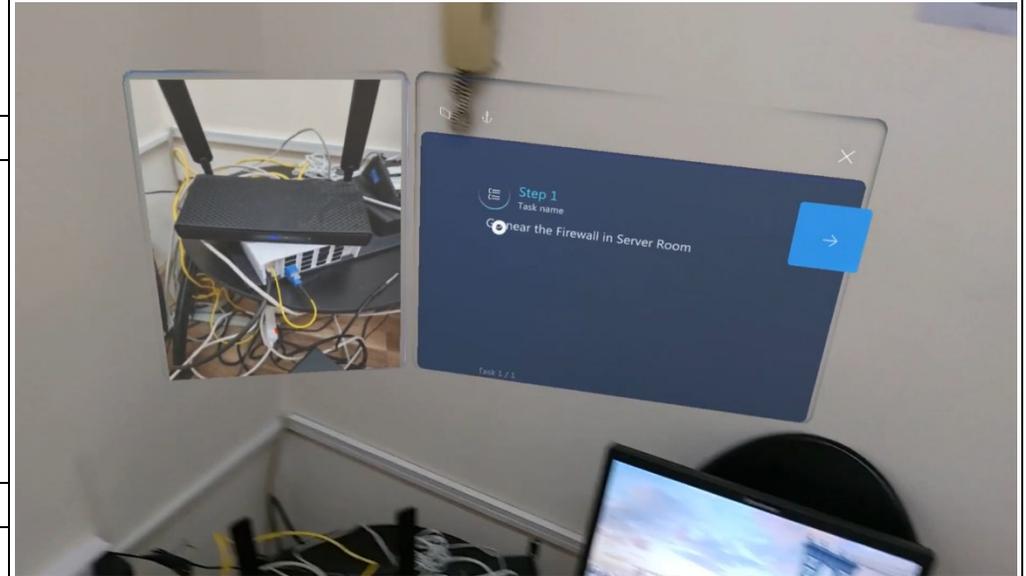


IT: AR-Guides

1. Problem
Hardware- und Netzwerktechniker müssen in der Lage sein, im Notfall Fehler zu beheben, insbesondere wenn kein Experte vor Ort ist. Die Bereitstellung einer papierbasierten Anleitung ist zeitaufwändig, um beispielsweise bei Netzwerkproblemen eine praktische und zeitnahe Lösung zu haben.

2. Lösung

Im Data Center trägt der Auszubildende die AR-Brille Microsoft HoloLens 2. Der Ausbilder/-in erstellt vorab einen Lernpfad zur Behebung von Netzwerkproblemen mit einem Modem. Der Auszubildende öffnet die „Guides“-App in der AR-Brille und scannt den QR-Code auf dem Modem, um den digitalen Lernpfad zu starten. Informationen wie Texte, Bilder und Videos werden in einem digitalen Overlay sichtbar und in das Sichtfeld der Auszubildenden projiziert. Nach Abschluss jedes Arbeitsschritts kann der Auszubildende per „Airtap“ zum nächsten Schritt wechseln. Bei dieser Art der Wissensvermittlung sind beide Hände frei.



3. Ergebnis

Die Vermittlung betrieblicher und technischer Kenntnisse funktioniert sowohl für unerfahrene Auszubildende als auch für erfahrene. Durch diese selbstgesteuerte Art des Lernens können die Auszubildenden ihr Lerntempo selbst bestimmen. Eine höhere Motivation, eine effizientere Arbeitsausführung und ein besserer Wissenstransfer in die praktische Ausbildung sind die Folge.



Mechatronik: 3D-Druck

1. Problem	<p>Mechatroniker müssen in der Lage sein, technische Systeme zu entwickeln, zu reparieren und zu bedienen. Fehlen Komponenten für technische Systeme, kann deren Neukonstruktion zeitaufwändig sein, um Produktionsausfälle zu verhindern.</p>	
2. Lösung	<p>Auszubildende identifizieren ein fehlendes Plotterteil. Im nächsten Schritt entwerfen und drucken sie das fehlende Plotterteil in 3D, indem sie gemeinsam in einer Gruppe arbeiten. Anschließend wird der Plotter erfolgreich mit dem 3D-gedruckten Teil zusammengebaut.</p>	
3. Ergebnis	<p>Durch die Gestaltung und den 3D-Druck des fehlenden Plotterteils wurden die Auszubildenden motivierter. Die Vermittlung von Fachwissen über die Bedienung eines 3D-Druckers und die Verwendung der 3D-Designsoftware ermöglichte eine zeiteffiziente Durchführung der Arbeiten.</p>	

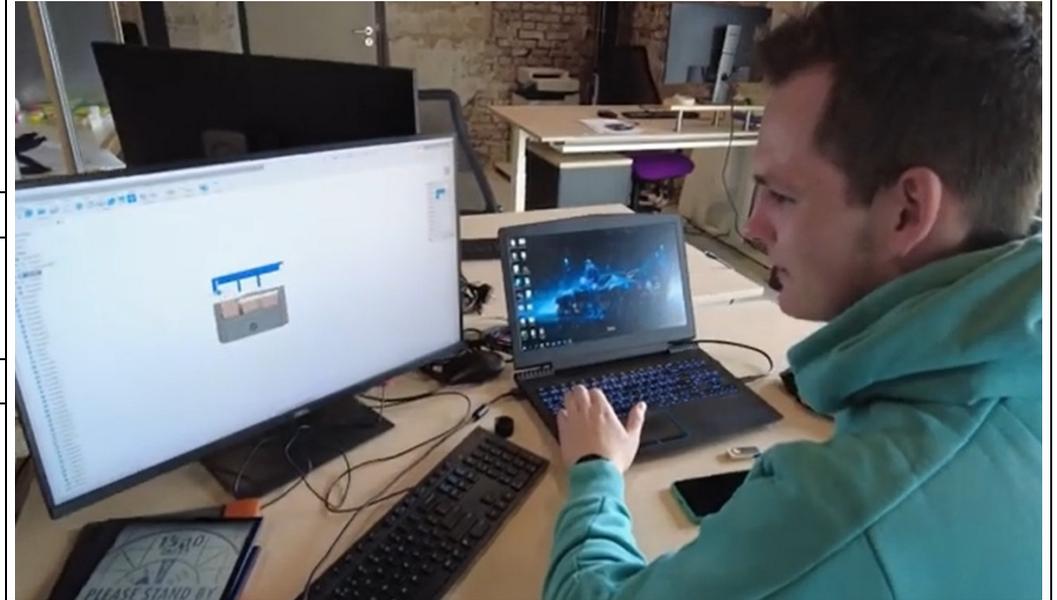


Elektronik: IoT und 3D-Druck

1. Problem
Elektriker müssen in der Lage sein, verschiedene Technologien zu kombinieren. Der Einsatz von IoT und 3D-Druck bietet die Möglichkeit, maßgeschneiderte Lösungen zu schaffen. Dies war bei der Konzeption einer Kameralösung für die Aufzeichnung von Verkaufsgesprächen im Einzelhandel erforderlich, da eine nachträgliche Reflexion über den Verlauf des Kundenkontakts derzeit so nicht verfügbar war. Die Lösung muss solide und ansprechend gestaltet sein und darf die Sicht bei Kundengesprächen nicht stören.

2. Lösung
Zwei Auszubildende entwarfen gemeinsam eine ansprechende und drahtlos funktionierende Kameralösung mit einem IoT-Gerät (Raspberry Pi) und einem 3D-gedruckten Kameradesign.

3. Ergebnis
Die Gruppenarbeit unterstützte das kollaborative Arbeiten sowie die Lösung komplexer Probleme durch den Einsatz von IoT und 3D-Druck. Die Schaffung einer maßgeschneiderten Lösung durch die Auszubildenden führte zu motivierterem Lernen und einer besseren Anwendung und Übertragung der Konzepte und des Wissens in die Ausbildungspraxis.



4. Aufbau und Betrieb eines Lehr- und Lernlabors für didaktische Innovationen

Ein Lehr- und Lernlabor soll Lehrkräften und Auszubildende inspirieren und anleiten, IKT-reiche Bildung an ihrer eigenen Ausbildungseinrichtung umzusetzen.

Ein „Lehr- und Lernlabor“ ist nicht nur ein physischer Ort, an dem Lehrkräfte Wissen und Erfahrungen über technologische Bedürfnisse und Unterstützung sammeln, sondern auch ein Raum zum Testen maßgeschneiderte Lehr- und Lernmaterialien durch die Integration ausgewählter Bildungstechnologien wie AR, VR, 360°-Video, IoT und 3D-Druck usw.

Physisch und/oder virtuell

In vielen Fällen handelt es sich bei einem Lehr- und Lernlabor bzw. Learning Lab um einen physischen Ort, an dem Ausbilder/-innen Hardware und Software testen und Unterstützung bei deren Einsatz in der Ausbildung erhalten können. Ein physisches Learning Lab wird oft mit einer virtuellen Umgebung wie einer Website oder Anwendung kombiniert. Die virtuelle Umgebung soll dann das physische Labor unterstützen und ergänzen. Ein großer Nachteil eines reinen virtuellen Labors besteht darin, dass das Lehrpersonal bei der tatsächlichen Umsetzung des Angebots nur bedingt unterstützt wird. Im Vergleich zu einem physischen Lernlabor sind die Möglichkeiten, Lehrpersonal dazu anzuregen, mit IKT zu unterrichten, erheblich geringer. Der Hauptvorteil liegt vor allem in den Kosten.

Größe

Man kann zwischen Lehr- und Lernlaboren unterscheiden, die spezialisiert und in ihrer Größe begrenzt sind, und Learning Labs mit einer breiteren Basis, in denen eine breite Palette an technologischen Ressourcen zur Verfügung steht, um eine große Gruppe von Bildungspersonal zu erreichen und zu unterstützen. Besonders wenn Sie mit einem Learning Lab beginnen, ist es gut, Erfahrungen mit einem Learning Lab begrenzter Größe zu sammeln. Stellen Sie sicher, dass Sie ein Setup wählen, das skalierbar ist.

Integration

Das Ergebnis hinsichtlich des Beitrags eines Learning Labs zu Bildungsinnovation mit IKT hängt in hohem Maße von seiner Einbettung in jeweilige Organisation ab. Ein Learning Lab ist kein isoliertes Phänomen. Es ist sicherlich kein Selbstzweck, ein Lehr- und Lernlabor zu haben. Das Learning Lab muss in alle Maßnahmen zur Innovation und Verbesserung der Bildung einbezogen werden. Durch die Einbindung externer Stakeholder wie innovative Start-ups oder wie Ausbildungsbetriebe unterschiedlicher Größe sowie Umsetzung des Open-Innovation-Ansatzes innerhalb der Bildungsorganisation lässt sich die Wirkung vergrößern.

Einrichten

Für den erfolgreichen Aufbau eines Lernlabors sind folgende Schritte entscheidend:

- a) Entwicklungsplan. Dieser Plan sollte Folgendes umfassen:
 - eine *Vision* („Wie kann Bildung die Welt von morgen beeinflussen?“)
 - eine *Strategie* („Wie erreichen wir das?“) und
 - eine *Mission* („Was sind grundlegende Prinzipien?“, „Wie wollen wir mit Auszubildenden und Mitarbeiter/-innen umgehen?“)

Im DIOS-Projekt definierten wir die Strategie zum Aufbau von Lehr- und Lernlaboren für didaktische Innovationen. Dies umfasste die folgenden Schritte:

- Verstehen (Was ist bekannt? Was passt in die Mission und Vision der planenden Lehr- und Lernlabore? Für wen, warum, was und wie werden Learning labs entwickelt? (inkl. didaktischer Fragestellungen)
- Entdecken (Welche Szenarien und Trainingssettings eignen sich? Welche digitalen Prototypen sollten gebaut und getestet werden?)
- Materialisieren (Was hat dem Benutzer gefallen? Was hat ihm nicht gefallen? Was sollte geändert werden? Wie kann das Endprodukt oder Ergebnis mehreren Benutzern zugänglich gemacht werden?)

b) Entscheidungsfindung

Der Schlüssel besteht darin, explizite Entscheidungen zur Professionalisierung von IKT-Kenntnissen des beruflichen Bildungspersonals durch das Management treffen zu lassen.

Optionen sind:

- Informationsveranstaltungen,
- Kurzurse und Schulungen,
- Coaching und Peer-Review,
- Mitarbeit in einem Netzwerk und
- Externe Schulungen.

c) Professionalisierung von Ausbilder/-innen bzw. Lehrkräften



Abbildung 2: Flussdiagramm zur Professionalisierung des Lehrpersonals in 3 Schritten

d) Inhalteentwicklung für Schulungen

Ziel ist die Anreicherung bestehender Kurse mit modernen digitalen Medien. Entscheidend ist die Beschreibung des spezifischen Bildungsproblems oder deren Herausforderung, bei der die neue Technologie helfen kann. Z.B. AR kann zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens oder des kollaborativen Lernens eingesetzt werden, wenn technisches Wissen über die Bedienung einer Maschine vermittelt wird.

5. Do's and Dont's: Betrieb von Lehr- und Lernlaboren

1. Bildungsschwerpunkt

Es ist sehr wichtig, Bildung als Ausgangspunkt für die Einrichtung eines Lehr- und Lernlabors zu nehmen. Das klingt logisch, aber ohne diesen Fokus wird das Learning Lab zu einem Kuriositätenkabinett, ohne dass ein direkter Bezug zur beruflichen Bildung besteht. Natürlich gehört das Kennenlernen neuer Technologien zu den Zielen, die Einrichtung des Learning Labs muss jedoch immer auf die „mögliche“ Anwendbarkeit in der Bildung ausgerichtet sein. Das bedeutet, dass beim Kauf von Ressourcen, Hardware und/oder Software eine pädagogische Fragestellung formuliert werden muss. Welches Bildungsproblem oder welche Bildungsherausforderung kann mit dem Einsatz einer bestimmten Technologie effizient, effektiv und motivierend gelöst werden?

Mit neuen vielversprechenden Technologien wird es nicht immer möglich sein, einen direkten Bezug zur Bildung herzustellen. In diesem Fall stellen Sie sicher, dass die Nutzung und Ausleihe stets den Auftrag beinhaltet, eine mögliche Nutzung im Bildungsbereich zu prüfen.

2. Einbindung des beruflichen Bildungspersonals und Unterstützung

Bereits mit Beginn des Aufbaus eines Learning Labs ist es wichtig, Zielgruppen wie Lehrkräfte und Auszubildende mit einzubeziehen. Es ist wichtig, genau auf die Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe sowie des Berufsbildes zu hören. Es muss klar sein, warum in ein Learning Lab investiert wird. Geschieht dies nicht, stellt dies ein Hindernis dar, die angestrebte Bildungsinnovation mit IKT umzusetzen und zum Erfolg zu führen. Auch die Kontinuität kann nur dann gewährleistet werden, wenn die Organisation die Sinnhaftigkeit erkennt und ein Budget für mehrere Jahre zur Verfügung stellt.

3. Top-down vs. bottom-up

Der Vorteil des Bottom-up-Prinzips besteht darin, dass Bildungsinnovationen aus der Begeisterung von Lehrkräften entstehen, die ihren eigenen Prioritäten entsprechen. Auch Lehrkräfte erhalten durch diesen Ansatz eine maßgeschneiderte Unterstützung. Die Unterstützung entspricht dem Wunsch des Ausbilders. Der Nachteil besteht darin, dass die Förderung individueller Initiativen viel Zeit, Geld und Mühe kostet. Es ist schwierig, nachhaltige Innovationen zu erreichen: Frühanwender profitieren von diesem Ansatz, aber die große Masse werden sich wahrscheinlich nicht bewegen.

Der Top-Down-Ansatz hat den Vorteil, dass schneller Bewegung entsteht und man früher den nächsten Schritt gehen kann. Der Aufbau einer Support-Infrastruktur ist einfacher, wenn Sie wissen, dass fast jeder sie nutzen wird. Ein Nachteil dieses Ansatzes besteht darin, dass er (auch) viel Zeit, Geld und Mühe kostet, insbesondere um einen Kulturwandel herbeizuführen. Lehrkräfte befürchten möglicherweise, dass sie nicht länger die Verantwortung für die von ihnen angebotene Bildung behalten. Dies könnte zu einem weniger inspirierten Ergebnis führen.

Die Lösung ist eine Mischung aus beiden Ansätzen sein. Dazu gehört der Einsatz des Learning Labs in Entwicklungsplänen (top-down) und die Anschaffung neuer Lernmaterialien entsprechend dem Feedback von Ausbilder/-innen.

4. Pull vs. Push

Sobald das Learning Lab eingerichtet ist, muss ein Gleichgewicht zwischen den Informationsbereitstellung für die Organisation sowie der Nachfrage, die Sie sammeln oder erhalten, gefunden werden. Zu Beginn eines Learning Labs liegt der Schwerpunkt auf dem Push aus dem Learning Lab bzw. der Informationsweitergabe an die Ausbilder/-innen. Sie möchten erreichen, dass die Nutzer sich mit den Angeboten des Learning Lab vertraut machen. Ziel sollte jedoch sein, dass der Großteil der Aktivitäten im Learning Lab Ihren Zielgruppen wie Ausbilder/-innen bestimmt wird. Der Schwerpunkt liegt dann auf dem Mitarbeiter/-innen bzw. den Teams, die das Learning Lab in die Bildungsinnovation „Pull“ einbeziehen.

Die Erfassung der erforderlichen Informationen aus der Organisation könnte eine Herausforderung sein. Daher ist es wichtig, innerhalb der verschiedenen Teams Ansprechpartner zu haben, die die Fragestellungen sammeln und auch beantworten können. Innerhalb größerer Organisationen sind sog. Botschafter eine gute Wahl, da sie sich regelmäßig treffen, um Informationen darüber auszutauschen, was in den verschiedenen Teams vor sich geht und welche Erfahrungen gesammelt wurden. Auf diese Weise können Sie den Innovationsbedarf mit IKT ermitteln und ein klares Verständnis darüber bekommen, welche Ressourcen gekauft, was erstellt werden sollte (z. B. Lehrvideos) und welche Kurse/Workshops organisiert werden können. Dies trägt dazu bei, voneinander zu lernen und Ausbilder/-innen miteinander in Kontakt zu bringen, um Informationen auszutauschen und bei Bildungsinnovationen zusammenzuarbeiten.

5. Eigentum

Ausbilder/-innen müssen sich für die Ausbildung verantwortlich fühlen („Eigentümer“). Will man die Bildung mit Hilfe neuer Technologien verbessern, muss sich jede Lehrkraft des Mehrwerts bewusst sein.

Dies bedeutet, dass Ausbilder/-innen das Gefühl haben müssen, Verantwortung für Veränderungen zu übernehmen, dass Organisationen Lehrkräfte dazu ermutigen müssen, Blended Education zu entwickeln, und dass Bildungsmanager das Bedürfnis nach Innovation verspüren müssen. Obwohl die Federführung für eine Neugestaltung der Bildung beim Ausbilder/-in liegt, sind meist nicht alle bereit, entsprechende Schritte zu unternehmen. Es liegt daher an der Organisation, wie groß der „Eingriff“ des Managements sein soll. Stimulieren Sie Bildungsinnovationen, indem Sie Initiativen von unten unterstützen, schreiben Sie von oben vor, dass sich alle Programme mit einer Neugestaltung der Bildung befassen müssen, oder entscheiden Sie sich für einen Weg dazwischen?

Stellen Sie sicher, dass Sie kreative Lösungen für/mit Ausbilder/-innen entwickeln und mit vorhandenen Technologien Innovationen einführen, um den Aufbau einer Gemeinschaft innerhalb der Organisation aktiv zu unterstützen.

6. Zugänglichkeit und Sichtbarkeit

Das Learning Lab, die Aktivitäten und die Ergebnisse müssen für die Zielgruppe sichtbar und auffindbar sein. Der Besuch des Learning Labs sollte einfach sein. Das bedeutet, dass sich ein Learning Lab an einem zentralen und sichtbaren Ort in der Organisation befinden muss. Sorgen Sie für eine gute Zugänglichkeit.

Die Website ist ein wichtiger Anlaufpunkt für Mitarbeiter/-innen um über alles, was im Learning Lab passiert, auf dem Laufenden zu bleiben. Dazu gehören neue Materialien, Software und

Veröffentlichungen zu Bildungsinnovationen mit IKT. Auch Best Practices und Rezensionen sollten auf der Website verfügbar sein. Wenn Mitarbeiter/-innen im Learning Lab auch Ressourcen ausleihen können, dann ist ein guter Überblick zur verfügbaren Ausstattung sowie ein geregelter Ausleihsystem von großer Bedeutung.

7. Budget

Zu Beginn muss ein Kostenvoranschlag für die Realisierung eines Learning Labs erstellt werden. Denken Sie an die Material- und Standortkosten sowie Kosten für den Personaleinsatz. Seien Sie in realistisch und kreativ. Viele Ressourcen sind innerhalb einer Organisation häufig bereits vorhanden, werden jedoch nicht in der gesamten Organisation optimal genutzt. Durch die Bündelung und Bereitstellung im gesamten Unternehmen können Kosten eingespart und die Effektivität gesteigert werden.

Darüber hinaus gibt es häufig lokale und internationale Fördervorhaben, um Bildungsinnovationen mit neuen Technologien zu unterstützen.

Vergessen Sie nicht mögliche Partnerschaften mit Unternehmen und Organisationen. Die Zusammenarbeit mit anderen Bildungseinrichtungen durch die Bündelung von Wissen, Erfahrung und Ressourcen kann dazu beitragen, die Kosten zu begrenzen und die Qualität des Lehr- und Lernlabors zu steigern.

Es ist nicht immer notwendig, dass der Standort über einen Raum verfügt, der ausschließlich dem Learning Lab gewidmet ist. Eine Kombination mit einem innovativen Klassenzimmer, das für einige Stunden zur Verfügung steht, oder einem kreativen Lehrerzimmer sind gute Alternativen.

Zusätzlich zu den Kosten, die für den Start eines Learning Labs anfallen, ist es für die Kontinuität wichtig, ein mehrjähriges Budget zu erstellen, das zusätzliche Investitionen, Ersatzbudgets, den Einsatz von Personal (Stammpersonal sowie Investition von Teams) berücksichtigt.

Indem Sie ein Mehrjahresbudget von mindestens 3 Jahren erstellen und dieses von der Geschäftsführung genehmigen lassen, erhöhen Sie die Erfolgchancen beim Aufbau eines sinnvollen Learning Labs. Wie bereits erwähnt, kann ein Lehr- und Lernlabor von begrenzten oder von großem Umfang sein. Dies hängt von der Ambition und dem Ziel ab, das Sie mit dem Learning Lab erreichen möchten.

6. Zusammenfassung

Der niederschwellige Einsatz moderner digitaler Medien wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), 360°-Video, intelligente Sensoren (IoT) und 3D-Druck ist für die digitale Transformation des Lehr- und Lernprozesses unumgänglich. Die Initialisierung und Institutionalisierung des Lernens in Lernlaboren ist ein geeigneter Weg, um bestehende Abläufe zu erneuern und sich anbahnende Entwicklungen für das Lehren und Lernen in der Berufsbildung zu antizipieren.

DIOS hat neue Wege beschritten, indem es Elemente der digital pedagogy sowie der beruflichen Pädagogik in die Ausbildung integriert. Es hat den Rahmen für die Arbeit mit Bildungstechnologien geschaffen. Der Ausgangspunkt war immer: Was ist das pädagogische Problem, das mit Technologie X gelöst werden soll? Die eingesetzten Bildungstechnologien waren jeweils zugänglich und erschwinglich. Die zum Einsatz kommende (Medien-)Pädagogik sollte den Einsatz bei der Auswahl, Erstellung und Anwendung von Inhalten stärken.

Der Einsatz von No-Code-Lösungen wie AR Remote Assist für kollaboratives Echtzeit- und Remote Lernen sowie mit AR-Guides für selbstgesteuertes asynchrones Lernen ist der Schlüssel für einen besseren Transfer von Fachwissen in Arbeits- und Lernprozesse. Besser motivierte Auszubildende und zeiteffizienteres Lernen fördern den Rollenwandel des traditionellen Bildes des Anleiters hin zum Moderator. Wertvoll für Lehrpersonal und Lernende waren auch Gruppen- und Projektarbeiten zum Einsatz von IoT und 3D-Druck. Der Lernstationsansatz war der Schlüssel zum Erfolg, um Lernende zu ermutigen, unter Nutzung verfügbarer Hard- und Softwareoptionen eigene Lösungen zu entwickeln.

Die Lehr- und Lernlabore zur Umsetzung einer lernhaltigen Arbeitsweise mit modernen Technologien wurde erfolgreich bei den fünf Partnerorganisationen in DE, NL, SI, CY und CZ umgesetzt. Wichtige Erkenntnisse sind:

- a) Bildung ist immer der Ausgangspunkt bei der Einrichtung eines Lernlabors für den Kauf von Ressourcen, Hard- und Software. Ohne diesen Fokus wird das Lehr- und Lernlabor zu einem Kuriositätenkabinett.
- b) Das Learning Lab sollte im besten Fall das Ergebnis eines Top-Down-Ansatzes (Entwicklungsplan der Organisation) und eines Bottom-Up-Ansatzes (Bedürfnisse der Ausbilder/-innen) sein.
- c) Beruflichen Bildungspersonal muss einbezogen werden, um deren aktuelle und zukünftige Bedürfnisse zu erfassen.
- d) Lehrkräfte müssen sich für den Bildungsprozesses verantwortlich fühlen („Ownership“), sodass sie die Notwendigkeit von Bildungsinnovation selbst spüren. Sorgen Sie für die Schaffung innovativer Lösungen mit Ausbilder/-innen unter dem Einsatz vorhandener Technologien.
- e) Sobald das Lehr- und Lernlabor eingerichtet ist, muss es Informationen an die Mitarbeiter/-innen bereitstellen („Push“). Ziel ist jedoch, dass das Lehrpersonal mit seinen Bedürfnissen an das Learning Lab herantritt („Pull“). Um dies regelmäßig zu gewährleisten, ist es wichtig, in den verschiedenen Abteilungen Ansprechpartner/-innen zu haben, die Fragen sammeln und beantworten können. Innerhalb größerer Organisationen sind sog. Botschafter eine gute Wahl.
- f) Der Standort und die Angebote des Lernlabors müssen für die Zielgruppe(n) gut sichtbar und zugänglich sein.
- g) Bei der Gründung eines Lernlabors müssen die Kosten für Material, Standort und Mitarbeiter/-innen realistisch kalkuliert werden. Einige Ressourcen sind möglicherweise innerhalb einer Organisation verfügbar, aber nicht für die gesamte Organisation zugänglich.

Durch die Bündelung und Bereitstellung im gesamten Unternehmen können Kosten eingespart und die Effektivität gesteigert werden. Aus Kontinuitätsgründen ist es wichtig, ein mehrjähriges Budget (z. B. für 3 Jahre) zu erstellen, um das Organisationsmanagement im Entscheidungsprozess zu unterstützen. Berücksichtigen Sie bei diesem Budget zusätzliche Investitionen, Ersatzbudgets, den Einsatz fester Mitarbeiter und Kosten für Investitionen in Teams.

Die Lernlabore sind der „place to be“ für die Qualifizierung von „Experten/-innen für die Digitalisierung in der Berufsbildung“.

7. Kontakt Lehr- und Lernlabore



8. Anhänge

LERNER: SELBSTBEWERTUNGSFORMULAR

Verwendung der AR Remote Assist App für Szenario X

Bitte kreuzen Sie die relevanten Antworten an.

Fragen	Sehr viel	Ja	Eher ja	Wahrscheinlich nicht	Nicht
Haben Sie bereits Vorkenntnisse im Umgang mit der Maschine X?					
Haben Sie jemals eine AR-Brille verwendet?					
War die Bedienung der AR-Brille einfach?					
War es einfach, die Remote Assist-App zu verwenden?					
War es einfach, den audiovisuellen Anweisungen (Stimme und Visualisierung) des Experten zu folgen?					
Ist es Ihnen leicht gefallen, Fehler und Missverständnisse zu überwinden?					
War es für Sie einfach, Antworten auf Ihre Fragen zu bekommen?					
Fanden Sie es angenehm, eine AR-Brille zu tragen?					
Wie zufrieden sind Sie mit der Erledigung der durchgeführten Arbeiten?					
Haben Sie das Gefühl, dass sich Ihr Verständnis für den Betrieb der Zerkleinerungsmaschine verbessert hat?					
Wie sicher sind Sie, dass Sie das Gelernte in der Ausbildung anwenden können?					

Weitere Kommentare:

Ausbilder/-in/Experte/-in: BEWERTUNGSFORMULAR

Verwendung der AR Remote Assist App für Szenario X

Bitte kreuzen Sie die relevanten Antworten an.

Fragen	Sehr viel	Ja	Eher ja	Wahrscheinlich nicht	Nicht
Haben Sie jemals eine AR-Brille verwendet?					
War es einfach, die Remote Assist-App zu verwenden?					
War es einfach, Visualisierungen (einfache Hologramme) zu erstellen und diese schnell in das Sichtfeld des/der Auszubildenden einzublenden?					
Haben Sie den Eindruck, dass der/die Auszubildende die Anweisungen schnell und korrekt umgesetzt hat?					
Fanden Sie, dass der/die Auszubildende gute Fragen gestellt hat?					
Hat sich Ihr Verständnis zur Zerkleinerungsmaschine verbessert?					
Wie zufrieden sind Sie mit der Betreuung durch den Auszubildenden?					

Weitere Kommentare: