



TEASER

Teacher as Avatar

Menschenzentrierte KI in der
Berufsbildung: Die Überwindung der
„Turing-Falle“ durch den Einsatz von
Lehr-Lern-Avataren in der VET-Praxis

Inhalt

1. Einleitung: Der digitale Imperativ in der Berufsbildung (VET)	3
1.1 Die rasant fortschreitende Integration von KI und Avataren in die Industrie.....	3
1.2 Diskrepanz zwischen technologischem Fortschritt und pädagogischer Bereitschaft	4
1.3 Forschungsziel: Wissenschaftliche Begleitung einer lernhaltigen und ethisch reflektierten KI-Integration.....	4
2. Theoretisches Fundament: Modelle der Medienintegration.....	5
2.1 Das TPACK-Modell: Synergie von Fachwissen, Pädagogik und Technologie	5
2.2 Das SAMR-Modell als Metrik für den Grad der Transformation	5
2.3 Einordnung in europäische Referenzrahmen: DigCompEdu und UNESCO	6
3. Das Paradigma der Menschenzentrierung: Vermeidung der „Turing-Falle“	7
3.1 Definition der Turing-Falle im Bildungskontext: Komplementierung statt Substitution menschlicher Lehrkraft-Expertise	7
3.2 Der Avatar als „Digitaler Assistent“: Entlastung von repetitiven Aufgaben zur Schaffung pädagogischer Freiräume für soziale Interaktion	8
4. Empirische Bedarfsanalyse: Der „Status Ante“ in Europa	9
4.1 Methodik der transnationalen Untersuchung	9
4.2 Zentrale Erkenntnisse: Strategische Inkonsistenzen und infrastrukturelle Hürden	9
4.3 Synthese der „Educational Questions“	10
5. Implementation und Pilotergebnisse: Eine länderübergreifende Evaluation.....	11
5.1 Systematische Aufbereitung der 10 TEASER-Challenges in Chemie, IT und Mechatronik .	11
5.2 Methodik der zweistufigen Pilotierung und Qualitätssicherung	12
5.3 Aggregierte Auswertung des pädagogischen Impacts.....	12
6. Ethische Leitplanken und die Wahrung der „Human Agency“	13
6.1 Datenschutzrechtliche Implikationen im Umgang mit generativer KI (DSGVO/GDPR)	13
6.2 Entwicklung von Verhaltenskodizes (Code of Conduct) für Lehrende und Lernende	13
6.3 Kritische Medienkompetenz: Plausibilitätschecks und der Umgang mit KI-Halluzinationen	14
7. Diskussion: Vom Medienzentrierten zum Intelligenzzentrierten Lernen	15
7.1 Reflexion des Rollenwandels: Die Lehrkraft als Mentor und Kurator digitaler Lernwelten .	15
7.2 Skalierbarkeit des Modells: Transferpotenzial auf andere Branchen.....	15
7.3 Einordnung im Technologie-Lebenszyklus: Der Übergang zum „Slope of Enlightenment“	16
8. Fazit und Ausblick.....	17
8.1 Zusammenfassung der Evidenz für die Wirksamkeit des TEASER-Ansatzes	17
8.2 Zukünftige Forschungslinien: Adaptive Lernbegleiter und hybride Lernumgebungen	18

1. Einleitung: Der digitale Imperativ in der Berufsbildung (VET)

Die europäische Berufsbildungslandschaft befindet sich an einem kritischen Wendepunkt, der durch eine beispiellose Geschwindigkeit technologischer Innovationen gekennzeichnet ist. Der **digitale Imperativ** beschreibt hierbei die strategische Notwendigkeit für Bildungseinrichtungen, sich proaktiv an die rasanten Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz und der digitalen Präsenz (Avatare) anzupassen, um die Relevanz der Ausbildung für den künftigen Arbeitsmarkt sicherzustellen. Während die technologische Diffusion in die Industrie meist graduell oder abrupt verläuft – wie zuletzt durch den massiven Aufstieg generativer Sprachmodelle demonstriert –, stehen VET-Institutionen vor der Aufgabe, diese Innovationen nicht nur technologisch, sondern primär **pädagogisch fundiert** zu integrieren. Das Projekt TEASER („The teacher as an avatar in vocational education and training“) setzt hier an, um den technologieinduzierten Veränderungsdruck in strukturierte und lernhaltige Ausbildungspraktiken zu kanalisieren.

1.1 Die rasant fortschreitende Integration von KI und Avataren in die Industrie

In hochtechnisierten Sektoren wie der **Chemie 4.0, der Mechatronik und der Informationstechnologie** ist die Integration von KI-Systemen bereits gelebte Realität. Anwendungen der Künstlichen Intelligenz verarbeiten heute umfangreiche Informationen, generieren neue Inhalte und unterstützen die Entscheidungsfindung durch prädiktive Analysen in der Produktion.

- **Produktivitätsgewinne:** Studien belegen, dass der Einsatz von KI-Tools wie ChatGPT die Produktivität bei Wissensarbeitern um bis zu **35 %** steigern kann, während gleichzeitig die Arbeitsqualität und -zufriedenheit zunehmen.
- **Technologische Synergien:** Die Industrie nutzt zunehmend die Verbindung von KI und immersiven Technologien (AR/VR), wobei Avatare als interaktive, dreidimensionale Verkörperungen dieser Intelligenz fungieren.
- **Digitale Zwillinge:** In Berufsfeldern wie der Chemieausbildung werden „Digital Twins“ zur Steuerung komplexer Anlagen (z. B. LC2030) eingesetzt, was eine hochspezialisierte Bedienkompetenz der Fachkräfte erfordert.

1.2 Diskrepanz zwischen technologischem Fortschritt und pädagogischer Bereitschaft

Trotz der technologischen Dynamik in der Wirtschaft klafft in vielen Bildungseinrichtungen eine signifikante Lücke zwischen dem Potenzial der Tools und der **praktischen pädagogischen Bereitschaft** des Personals.

- **Mangelnde Vorbereitung:** Ausbilder und Lehrkräfte sind oft unzureichend auf diesen abrupten Transformationsprozess vorbereitet. Es fehlen meist die notwendigen digitalen Kompetenzen, um KI-Anwendungen lernhaltig in den Unterricht einzubauen.
- **Strukturelle Barrieren:** Umfragen im Rahmen der Bedarfsanalyse (n=69) zeigten, dass zwar digitale Strategien existieren, die praktische Umsetzung jedoch oft inkonsistent bleibt. Als Hauptgründe für die mangelnde Qualifizierung werden einrichtungsübergreifend **massiver Zeitmangel (53 %)** sowie das Fehlen passgenauer, praxisnaher Angebote identifiziert.
- **Unsicherheit im Kollegium:** Viele Lehrkräfte bleiben ohne angemessene Anleitung zurück, was zu Vorbehalten gegenüber einer vermeintlichen „Entmenschlichung“ der Bildung führen kann.

1.3 Forschungsziel: Wissenschaftliche Begleitung einer lernhaltigen und ethisch reflektierten KI-Integration

Das zentrale Ziel der wissenschaftlichen Begleitung durch das TEASER-Projekt ist die Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines **menschenzentrierten Qualifizierungsmodells**, das die Expertise des Personals verstärkt, anstatt sie zu ersetzen.

- **Vermeidung der „Turing-Falle“:** Ein fundamentales Forschungsleitmotiv ist die Vermeidung der Substitution menschlicher Interaktion. KI und Avatare werden konsequent als **digitale Assistenten** positioniert, die repetitive Aufgaben (z. B. standardisierte Sicherheitsunterweisungen) übernehmen, um Freiräume für die soziale Interaktion und individuelle Förderung zu schaffen.
- **Ethische Leitplanken:** Die Integration muss auf einem soliden ethischen Fundament stehen, das Transparenzpflichten, Datenschutz (DSGVO) und die kritische Prüfung von KI-Halluzinationen (Plausibilitätschecks) umfasst.
- **Strategische Ausrichtung:** Das Projekt untersetzt operativ die Forderungen des **EU Digital Education Action Plans** (Aktionen 5, 6 und 8) und fördert die Professionalisierung des Personals entlang des DigCompEdu-Frameworks.

Zusammenfassend zielt der Forschungsansatz darauf ab, Lehrkräfte von passiven Konsumenten zu **aktiven Gestaltern** der digitalen Transformation zu machen und eine „Digital Pedagogy“ zu etablieren, die technologische Innovationen stets an eine konkrete pädagogische Fragestellung („Educational Question“) bindet.

2. Theoretisches Fundament: Modelle der Medienintegration

2.1 Das TPACK-Modell: Synergie von Fachwissen, Pädagogik und Technologie

Das **TPACK-Modell** (Technological Pedagogical Content Knowledge) dient im Projekt als zentraler Orientierungsrahmen, um die Rolle der Lehrkraft im digitalen Wandel präzise neu zu definieren. Es beschreibt das notwendige Zusammenspiel dreier Wissensbereiche:

- **Fachwissen (Content Knowledge - CK):** Die Ausbilder bleiben die Experten in ihren jeweiligen Disziplinen wie Chemie, IT oder Mechatronik. Die Technologie entbindet sie nicht von ihrer fachlichen Tiefe, sondern erfordert diese als Basis für die Inhaltsvalidierung.
- **Pädagogisches Wissen (Pedagogical Knowledge - PK):** Technologie wird konsequent als Mittel zum Zweck begriffen. Jede Anwendung muss auf einer didaktischen Fragestellung basieren, die durch das Leitprinzip „If AI is the answer, what was the question?“ adressiert wird.
- **Technologisches Wissen (Technological Knowledge - TK):** Lehrkräfte benötigen spezifische Kompetenzen im Umgang mit **niederschweligen Tools** (Low-Threshold) zur Erstellung von Avataren (z. B. HeyGen, Synthesia) und zur Integration von KI-Chatbots in Lernumgebungen.

Die entscheidende **Schnittmenge dieser drei Bereiche** ermöglicht eine menschenzentrierte „Digital Pedagogy“. In diesem Synergiefeld verstärkt die KI die menschliche Expertise, anstatt sie zu ersetzen, was den Kern des TEASER-Ansatzes zur Vermeidung der „Turing-Falle“ bildet.

2.2 Das SAMR-Modell als Metrik für den Grad der Transformation

Um den Fortschritt der digitalen Transformation in den VET-Einrichtungen messbar und evaluierbar zu machen, wird das **SAMR-Modell** herangezogen. Es beschreibt vier Stufen der Technologieintegration, von der bloßen Ergänzung bis zur vollständigen Neugestaltung von Lernprozessen:

1. **Substitution (Ersetzung):** Ein linearer Avatar ersetzt eine gedruckte Arbeitsanweisung durch ein Video, ohne dass eine funktionale Änderung des Lernprozesses erfolgt.
2. **Augmentation (Erweiterung):** Durch den Einsatz von **QR-Codes direkt an Maschinen** wird ein unmittelbarer Zugriff auf Avatar-Sicherheitsinstruktionen ermöglicht. Die Technologie verbessert hier die Effektivität der Informationsbereitstellung am „Point of Action“.

3. **Modification (Umgestaltung):** Lehr- und Lernszenarien werden so konzipiert, dass die KI funktional in die Aufgabenstellung integriert wird. Beispiele hierfür sind die Analyse von Cybersecurity-Angriffen mittels Echtzeit-KI-Feedback oder die KI-gestützte Fehlerbehebung (Debugging) beim Programmieren, was den Lernprozess in einer Weise vertieft, die ohne diese Werkzeuge nicht möglich wäre.
4. **Redefinition (Neubelegung):** Dynamische Avatare ermöglichen Interaktionsformen, die zuvor technisch unmöglich waren. So können beispielsweise in der Sozialen Arbeit professionelle Feedback-Gespräche mit einer KI-Persona in einem geschützten, virtuellen Raum trainiert werden, was völlig neue didaktische Möglichkeiten für das Training sozialer Kompetenzen eröffnet.

2.3 Einordnung in europäische Referenzrahmen: DigCompEdu und UNESCO

Zur Standardisierung der Qualifizierungsmaßnahmen integriert das Modell zwei wesentliche internationale Rahmenwerke:

- **DigCompEdu:** Der europäische Rahmen für die digitale Kompetenz Lehrender wird im Projekt spezifisch um **KI-Kompetenzen** erweitert. Dies umfasst insbesondere die reflektierte Auswahl digitaler Ressourcen, die Gestaltung von Lehr-Lern-Prozessen sowie die aktive Förderung der KI-Literacy der Auszubildenden. TEASER untersetzt damit operativ die Aktionen 5, 6 und 8 des **EU Digital Education Action Plans**.
- **UNESCO AI Competency Framework for Teachers:** Dieses globale Referenzwerkzeug definiert **15 Kompetenzen in fünf Dimensionen**, darunter ein menschenzentriertes Mindset, die Ethik der KI und die KI-Pädagogik. In Anlehnung an dieses Framework unterteilt das TEASER-Modell die Kompetenzentwicklung in drei aufeinander aufbauende Progressionsstufen:
 - **Acquire (Aneignen):** Aufbau einer soliden Wissensbasis über generative KI und Avatar-Typologien.
 - **Deepen (Vertiefen):** Gezielte Anwendung der Tools zur Lösung pädagogischer Probleme in der Fachpraxis.
 - **Create (Erstellen):** Befähigung der Lehrkräfte als „Lern-Designer“, die eigenständig komplexe interaktive Lerninhalte und adaptive Umgebungen gestalten.

Durch diese theoretische Fundierung stellt das Projekt sicher, dass Lehrkräfte von passiven Nutzern zu **aktiven Gestaltern** transformiert werden, die KI-Systeme souverän zur Steigerung der Ausbildungsqualität einsetzen.

3. Das Paradigma der Menschenzentrierung: Vermeidung der „Turing-Falle“

Im Zentrum des TEASER-Qualifizierungsmodells steht die grundlegende Überzeugung, dass technologische Innovationen in der beruflichen Bildung kein Selbstzweck sein dürfen, sondern konsequent menschenzentriert gestaltet werden müssen. Das Projekt verfolgt hierbei eine strategische Vision, die Künstliche Intelligenz (KI) und Avatare nicht als isolierte Werkzeuge betrachtet, sondern als komplementäre Bestandteile einer modernen „Digital Pedagogy“. Ein wesentliches Leitmotiv dieser wissenschaftlichen Begleitung ist die bewusste Auseinandersetzung mit den Chancen und Risiken der Automatisierung, um eine nachhaltige Akzeptanz bei Lehrenden und Lernenden zu schaffen.

3.1 Definition der Turing-Falle im Bildungskontext: Komplementierung statt Substitution menschlicher Lehrkraft-Expertise

Die sogenannte „**Turing-Falle**“ beschreibt im Kontext der Berufsbildung das Risiko, KI-Systeme und Avatare so zu gestalten, dass sie versuchen, menschliche Interaktion zu imitieren oder das Lehrpersonal vollständig zu ersetzen. Das TEASER-Projekt setzt diesem Substitutionsgedanken ein Modell der **Komplementierung** entgegen, bei dem die technologische Intelligenz dazu genutzt wird, die spezifische Expertise der menschlichen Ausbilder zu verstärken („Amplify“).

- **Der Lehrer als unverzichtbarer Experte:** Auch im Zeitalter generativer KI bleibt die Lehrkraft die entscheidende Instanz, da nur sie über das notwendige Fachwissen verfügt, um didaktische Fragestellungen präzise zu formulieren und die Qualität der KI-Outputs durch Plausibilitätschecks zu verifizieren.
- **Wahrung der didaktischen Souveränität:** Die pädagogische Entscheidungsgewalt über den Einsatz, die Auswahl und die Steuerung technologischer Werkzeuge verbleibt zu jedem Zeitpunkt beim Menschen; die Technologie fungiert lediglich als Mittel zum Zweck.
- **Vermeidung von Imitationsversuchen:** Anstatt menschliche Empathie vorzutäuschen, wird die KI gezielt dort eingesetzt, wo ihre Stärken in der Informationsverarbeitung und Konsistenz liegen, während die Lehrkräfte ihre Rolle als Mentoren und Vorbilder festigen.

3.2 Der Avatar als „Digitaler Assistent“: Entlastung von repetitiven Aufgaben zur Schaffung pädagogischer Freiräume für soziale Interaktion

Um die „Turing-Falle“ operativ zu umgehen, werden Avatare und KI-Agenten konsequent als **digitale Assistenten** positioniert, die das Bildungspersonal von zeitfressenden Routineaufgaben entlasten. Diese strategische Delegation ermöglicht eine signifikante Effizienzsteigerung im Ausbildungsalltag.

- **Automatisierung repetitiver Instruktionen:** Avatare übernehmen standardisierte Aufgaben, wie die Vermittlung von Arbeitsschutzanweisungen an Maschinen (z. B. CNC-Anlagen oder Autoklaven) oder die Erläuterung komplexer technologischer Prozessabläufe. Durch den Einsatz von QR-Codes direkt am „Point of Action“ wird eine konsistente Informationsqualität sichergestellt, ohne dass die Lehrkraft dieselben Inhalte mehrfach am Tag wiederholen muss.
- **Effizienz in der Vorbereitung:** Die Nutzung intelligenter KI-Assistenten zur Erstellung und Evaluierung von Unterrichtsplänen reduziert die benötigte Zeit massiv von etwa 40 Minuten auf lediglich 5 bis 10 Minuten.
- **Schaffung pädagogischer Freiräume:** Die durch Automatisierung gewonnene Zeit wird gezielt genutzt, um **Freiräume für die soziale Interaktion** und die individuelle Förderung der Lernenden zu schaffen. Insbesondere Auszubildende mit erhöhtem Unterstützungsbedarf oder solche in schwierigen Lernsituationen können dadurch intensiver durch die menschliche Lehrkraft betreut werden.
- **Soziale und emotionale Unterstützung:** Während die KI Wissen vermittelt und Aufgaben automatisiert, bleibt die Rolle der Lehrkraft für die soziale und emotionale Begleitung der Lernenden unverzichtbar, da diese Dimensionen von Avataren nicht substituiert werden können.

Zusammenfassend transformiert das Paradigma der Menschenzentrierung das Berufsbild der Lehrkraft vom alleinigen Wissensvermittler hin zu einem **Lernbegleiter und Coach**, der durch den Einsatz digitaler Assistenten seine pädagogische Wirkung in der direkten zwischenmenschlichen Arbeit maximiert.

4. Empirische Bedarfsanalyse: Der „Status Ante“ in Europa

Um eine fundierte Strategie für die Einführung von Künstlicher Intelligenz und Avataren zu entwickeln, wurde im Projekt TEASER eine umfassende Analyse des Ist-Zustands (Status Ante) in den Partnereinrichtungen durchgeführt. Diese Untersuchung diente dazu, die spezifischen organisatorischen, technischen und pädagogischen Bedarfe zu identifizieren und sicherzustellen, dass die technologische Einführung auf realen Anforderungen basiert. Die Ergebnisse bilden das strategische und pädagogische Fundament für die Entwicklung des menschenzentrierten Qualifizierungsmodells und der einrichtungsspezifischen Management-Roadmaps.

4.1 Methodik der transnationalen Untersuchung

Die Datenerhebung wurde zwischen dem vierten Quartal 2023 und dem ersten Quartal 2024 in den vier Partnerländern Deutschland (DE), Niederlande (NL), Zypern (CY) und Slowenien (SI) durchgeführt. Dabei wurde ein **Mixed-Methods-Ansatz** gewählt, der quantitative Daten aus Umfragen mit qualitativen Erkenntnissen aus Tiefeninterviews verzahnt.

- **Quantitative Online-Umfrage (n=69):** Die Befragung des Bildungspersonals basierte auf einer für das Projekt angepassten Version des **SELFIE-Tools** der Europäischen Kommission. Insgesamt wurden **69 gültige Fragebögen** von Ausbildern und Lehrkräften aus den Bereichen Chemie, Mechatronik, IT und Soziale Arbeit ausgewertet. Der Fokus lag auf sechs Kernbereichen: Management, Kollaboration, Infrastruktur, Weiterbildung, Pädagogik und der Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen.
- **Qualitative Tiefeninterviews:** Parallel dazu wurden strukturierte Interviews mit insgesamt **acht Entscheidungsträgern** (Geschäftsführer, Abteilungsleiter) geführt. Ein Leitfaden mit 15–20 Fragen adressierte strategische Visionen, organisatorische Barrieren und ethische Leitplanken.
- **Validierung:** Die methodischen Instrumente wurden zunächst in Englisch entwickelt, in die Landessprachen übersetzt und die Ergebnisse schließlich während einer Mobilität in Slowenien im April 2024 konsolidiert und validiert.

4.2 Zentrale Erkenntnisse: Strategische Inkonsistenzen und infrastrukturelle Hürden

Die Analyse zeichnet ein klares Bild der aktuellen Ausgangslage in der europäischen VET-Landschaft, wobei ein großes Interesse an KI einer signifikanten Lücke in der praktischen Umsetzung gegenübersteht.

- **Strategische Inkonsistenz:** Während etwa **60 % der Befragten** angaben, dass in ihrer Einrichtung grundsätzlich eine digitale Strategie existiert, wurde deren praktische Umsetzung oft als lückenhaft oder inkonsistent wahrgenommen. Es besteht ein dringender Bedarf an konkreten Richtlinien für den KI-Einsatz.

- **Die Hürde „Zeit“:** Ein kritisches Ergebnis ist die Diskrepanz zwischen Management-Support und realen Ressourcen. Während z. B. in Zypern 100 % der Lehrkräfte Unterstützung durch die Leitung erfuhren, bewertete das Personal in Deutschland den **zeitlichen Freiraum** zur Beschäftigung mit KI im Durchschnitt negativ. Insgesamt gaben **53 % der Befragten** Zeitmangel als größte Barriere für Innovationen an.
- **Infrastruktur vs. Software:** Grundlegende Hardware wie Tablets und PCs ist meist ausreichend vorhanden. Es mangelt jedoch häufig an **spezifischen KI-Lizenzen** und einer integrierten digitalen Lernumgebung, die über Standardanwendungen hinausgeht.
- **Wunsch nach „No-Code“-Lösungen:** Ein Kernanliegen der Entscheider und Lehrkräfte ist die Entwicklung von **niederschwelligen (Low-Threshold) Anwendungen**. Um Akzeptanz und Nachhaltigkeit zu sichern, wird der Einsatz allgemein verfügbarer Tools bevorzugt, die ohne Programmierkenntnisse bedient werden können.

4.3 Synthese der „Educational Questions“

Die Synthese der Daten bildet die Brücke zur praktischen Entwicklung der Lernszenarien. Ein zentrales Leitprinzip von TEASER ist, dass Technologie niemals zum Selbstzweck, sondern als pädagogische Antwort auf eine bestehende Herausforderung eingesetzt werden darf. Gemäß der Leitfrage „**If AI and avatars are the answer, what was the question?**“ fungieren die identifizierten „Educational Questions“ als didaktischer Anker für jedes Szenario.

Die Untersuchung führte zur Ableitung spezifischer pädagogischer Fragestellungen für die Fokusberufe:

- **Arbeitssicherheit (DE/SI):** Wie können Avatare genutzt werden, um die Vermittlung von Sicherheitsunterweisungen an komplexen Maschinen (z. B. Autoklav, CNC) konsistenter, attraktiver und aufgabenbezogener direkt am „**Point of Action**“ zu gestalten?
- **Komplexitätsreduktion (CY):** Wie lässt sich das Verständnis für abstrakte IT-Konzepte (z. B. Cybersecurity-Bedrohungen oder Python-Debugging) durch interaktive KI-Begleiter verbessern und so die Motivation steigern?
- **Inklusion und Onboarding (NL/SI):** Wie können KI-Avatare helfen, sprachliche Barrieren bei Nicht-Muttersprachlern (NT2-Schüler) zu überwinden oder den Onboarding-Prozess für neue Lernende und Lehrkräfte effizienter zu gestalten?

Zusammenfassend belegt die empirische Analyse eine **hohe Bereitschaft zur Transformation**, sofern diese durch strukturierte Schulungsprogramme, klare ethische Leitplanken und zeitliche Ressourcen unterstützt wird.

5. Implementation und Pilotergebnisse: Eine länderübergreifende Evaluation

Die Implementationsphase bildete den Kulminationspunkt des TEASER-Projekts, in dem die in WP2 erarbeiteten strategischen und didaktischen Rahmenbedingungen einer praktischen Belastungsprobe unterzogen wurden. Durch die Entwicklung und Evaluation von mindestens 10 maßgeschneiderten Lehr- und Lernszenarien (TEASER-Challenges) konnte aufgezeigt werden, wie KI und Avatare zur Lösung spezifischer pädagogischer Probleme beitragen.

5.1 Systematische Aufbereitung der 10 TEASER-Challenges in Chemie, IT und Mechatronik

Die entwickelten Szenarien wurden gezielt konzipiert, um technologische Innovationen mit den Anforderungen modernisierter Ausbildungsordnungen zu verknüpfen. Jedes Szenario basiert auf einer spezifischen „Educational Question“, die den technologischen Einsatz pädagogisch legitimiert.

- **Sektor Chemie & Biologie (DE):** Der Fokus lag hier auf der Bewältigung komplexer Prozessabläufe und Sicherheitsunterweisungen. Beispielhaft steht das Szenario der **Dreipunktkalibrierung an der LC2030**, bei dem Avatare als „digitale Zwillinge“ fungieren, um hochpräzise, aber repetitive Messvorgänge asynchron und aufgabenbezogen zu vermitteln. Ein weiteres Highlight ist der Einsatz von QR-Code-gesteuerten Avataren für **Sicherheitsunterweisungen an Autoklaven**, die konsistente Informationen direkt am „Point of Action“ liefern.
- **Sektor IT & Informatik (CY):** In diesem Bereich wurden KI-Lösungen zur Inhaltsvermittlung und Problemlösung eingesetzt. Szenarien wie **Cybersecurity Basics** nutzen Avatare zur Einführung in Phishing-Bedrohungen, während die Lernenden ChatGPT als interaktiven „Buddy“ zur Analyse von Angriffsberichten verwenden. Im Szenario **Python-Programmierung** dient die KI als „24/7 Coding-Buddy“ zur Fehlerbehebung (Debugging), was die Frustrationsgrenze senkt und den Lernfortschritt beschleunigt.
- **Sektor Mechatronik & Werkstatt (SI):** Hier stand die **Erhöhung der Werkstattsicherheit** im Vordergrund. Durch den Einsatz von acht verschiedenen Avataren für potenziell gefährliche Maschinen (z. B. CNC-Anlagen, Schweißgeräte) erhalten Auszubildende attraktive und jederzeit wiederholbare Instruktionen via QR-Code, was das Risiko von Unfällen minimiert und das Lehrpersonal entlastet.

Technologisch basieren alle Szenarien auf dem im Projekt etablierten „**Software-Hopping-Ansatz**“. Dabei wird eine „technische Kette“ genutzt: Fachliche Skripte werden durch generative KI (ChatGPT) linguistisch optimiert, mit hochwertigen Stimmen (ElevenLabs) vertont und schließlich mittels No-Code-Plattformen (HeyGen, Synthesia) in lippensynchrone Avatar-Videos überführt.

5.2 Methodik der zweistufigen Pilotierung und Qualitätssicherung

Um eine hohe didaktische Reife und technische Stabilität zu garantieren, wurde ein iteratives, zweistufiges Evaluationsverfahren implementiert.

1. **Phase 1: Initial Piloting (Mai/Juni 2025):** Die erste Phase konzentrierte sich auf die grundlegende Interaktion und die Identifikation von Barrieren. Kritische Rückmeldungen zur Audioqualität (roboterhafte Stimmen) und mangelnden Navigationsanleitungen führten zu gezielten Optimierungen für den zweiten Durchlauf.
2. **Phase 2: Final Evaluation (Herbst 2025):** Die abschließende Evaluierung erfolgte unter Realbedingungen mit Ausbildern und Auszubildenden. Hierbei wurden die im Projektantrag definierten Mindestfallzahlen (mind. 2-3 Lehrkräfte und 10 Lernende pro Partner) konsequent erreicht und teilweise deutlich übertroffen (z. B. 150 % Erfüllungsquote in Zypern).

Die Datenerhebung stützte sich auf einen **Mixed-Methods-Ansatz**, der strukturierte Online-Fragebögen (basierend auf 5-stufigen Likert-Skalen), die Analyse von Chat-Protokollen sowie Beobachtungen und Portfolio-Reflexionen kombinierte. Als Qualitätsbenchmark wurde eine **Nutzerzufriedenheit von mindestens 80 %** festgelegt, die in den Kernbereichen der praktischen Anwendung erfolgreich validiert wurde.

5.3 Aggregierte Auswertung des pädagogischen Impacts

Die aggregierte Analyse der Pilotierungsergebnisse belegt einen signifikanten Mehrwert der KI- und Avatar-Integration für die berufliche Bildung.

- **Massive Verkürzung der Planungszeit:** Eines der beeindruckendsten Ergebnisse betrifft die administrative Effizienz des Bildungspersonals. Durch den Einsatz spezialisierter KI-Assistenten (z. B. der **Teaser AI Assistant**) konnte die Zeit für die Erstellung und Evaluierung pädagogisch kohärenter Unterrichtspläne von durchschnittlich 40 Minuten auf **5 bis 10 Minuten** gesenkt werden. Dies verschafft Ausbildern wertvolle Freiräume für die individuelle Betreuung der Lernenden.
- **Steigerung von Motivation und Engagement:** Die Auszubildenden bewerteten die moderne, visuelle Vermittlung durch Avatare als authentisch und motivierend. Der Avatar fungiert als hilfreicher „roter Faden“ durch den Lernprozess und unterstützt den individuellen Lernrhythmus durch die On-Demand-Verfügbarkeit via QR-Code. Die Pilotierung in Slowenien dokumentierte beispielsweise eine **Erinnerungsquote von Sicherheitsanweisungen von 85 %**.
- **Subjektiver Kompetenzzuwachs (DigComp 2.2):** Die Evaluation belegt eine signifikante Steigerung der digitalen Souveränität. Sowohl Lehrkräfte als auch Lernende entwickelten eine höhere Sensibilität für die kritische Bewertung KI-generierter Informationen (**Plausibilitätschecks**) und lernten, KI-Halluzinationen kompetent zu begegnen. Das Bildungspersonal hat zudem die Fähigkeit erworben, mittels „Software-Hopping“ eigenständig professionelle Lernmedien zu gestalten, ohne auf externe Programmierkapazitäten angewiesen zu sein.

6. Ethische Leitplanken und die Wahrung der „Human Agency“

Die Implementierung transformativer Technologien wie generativer KI und Avataren in Bildungseinrichtungen ist kein rein administrativer oder technischer Akt, sondern erfordert eine fundamentale **ethische Fundierung**. Das Projekt TEASER verfolgt einen menschenzentrierten Ansatz, der sicherstellt, dass technologische Innovationen stets im Einklang mit europäischen Werten und rechtlichen Standards stehen. Zentrales Ziel ist die **Wahrung der menschlichen Agency** (Handlungsmacht), was bedeutet, dass die menschliche Kontrolle über den KI-gestützten Lehrprozess zu jedem Zeitpunkt gewahrt bleibt und die Rechte von Lehrkräften sowie Lernenden geschützt werden.

6.1 Datenschutzrechtliche Implikationen im Umgang mit generativer KI (DSGVO/GDPR)

Der Schutz personenbezogener Daten gemäß der **Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO)** genießt bei der Implementierung von KI-Tools oberste Priorität. Die empirische Bedarfsanalyse zeigte deutlich, dass rechtliche Unsicherheiten eine der Hauptbarrieren für die praktische Umsetzung darstellen.

- **Prinzip der Datensparsamkeit:** Ausbilder und Mitarbeiter müssen strikt angewiesen werden, **keine persönlichen, geschäftssensiblen oder vertraulichen Informationen** in öffentliche KI-Anwendungen (wie ChatGPT) einzugeben, da alle hochgeladenen Dokumente und Skripte Teil eines digitalen Fußabdrucks werden.
- **Umgang mit biometrischen Daten:** Besondere Sensibilität besteht bei der Nutzung von Avatar-Plattformen hinsichtlich der Verwendung von Gesichts- und Sprachdaten. Das Erstellen von Deepfakes oder das Klonen realer Personen ohne deren **ausdrückliche, schriftliche Zustimmung** stellt eine Verletzung von Persönlichkeitsrechten dar.
- **Pragmatische Lösungen des TEASER-Modells:** Um rechtliche Risiken in der Ausbildungspraxis zu minimieren, setzt das Projekt vorzugsweise auf **fiktive Personen und Szenarien**. Da hierbei keine Verbindung zu realen Individuen besteht, wird die Einhaltung der DSGVO-Vorgaben signifikant erleichtert und ein sicherer Raum für Experimente geschaffen.

6.2 Entwicklung von Verhaltenskodizes (Code of Conduct) für Lehrende und Lernende

Um Vertrauen und Akzeptanz zu schaffen, sieht das TEASER-Strategiemodell die Einführung verbindlicher **Verhaltenskodizes** vor, die im Strategiedialog zwischen Leitung und Anwendern abgestimmt werden.

1. **Kodex für das Bildungspersonal:** Dieser fokussiert auf die **Transparenzpflicht**. Mitarbeiter sind verpflichtet, den Einsatz von KI-Werkzeugen sowie die verwendeten Prompts gegenüber der Leitung und den Lernenden offenzulegen. Zudem besteht eine **inhaltliche Prüfungspflicht** für alle KI-generierten Fachtexte und Sicherheitsanweisungen.

2. **Kodex für Auszubildende:** Hier liegt der Schwerpunkt auf der **Kennzeichnungspflicht**. Lernende müssen KI-Hilfsmittel in ihren Arbeiten markieren und trotz technologischer Unterstützung ihren individuellen Lernfortschritt sowie die Eigenleistung nachweisen können.
3. **Qualitätssicherung durch Kennzeichnung:** Zur Signalisierung einer erfolgten menschlichen Prüfung können Projektergebnisse mit Labels wie „**AI approved by TEASER team**“ versehen werden, was die menschliche Endkontrolle gegenüber den Stakeholdern transparent macht.

6.3 Kritische Medienkompetenz: Plausibilitätschecks und der Umgang mit KI-Halluzinationen

Ein wesentlicher Bestandteil der „Digital Pedagogy“ im TEASER-Projekt ist die Förderung der **kritischen Medienkompetenz** (Digital Literacy). Da generative KI-Systeme zu sogenannten **Halluzinationen** neigen – der Generierung faktisch falscher, aber überzeugend klingender Informationen –, müssen Ausbilder und Auszubildende spezifische Prüfkompetenzen entwickeln.

- **Der Lehrer als Qualitätsgarant:** Lehrkräfte müssen zwingend als Fach-Experten fungieren, die alle KI-Outputs mittels **Plausibilitätschecks** auf ihre wissenschaftliche Richtigkeit prüfen. Dies ist insbesondere bei sicherheitskritischen Unterweisungen (z. B. im Chemielabor oder an CNC-Maschinen) lebenswichtig, da hier die Motivation durch Avatare niemals zulasten der **wissenschaftlichen Präzision** gehen darf.
- **Methodik der „Checks & Balances“:** In den Lernszenarien (z. B. Cybersecurity) werden die Lernenden explizit dazu aufgefordert, KI-generierte Informationen kritisch zu hinterfragen und Bedrohungen eigenständig zu verifizieren. Dies stärkt die Fähigkeit, „Fake News“ oder verzerrte Darstellungen (Biases) in digitalen Medien zu identifizieren.
- **Balance zwischen Technik und Pädagogik:** Die Pilotierung belegt, dass der reflektierte Umgang mit KI-Fehlern selbst als wertvolle Lernchance begriffen werden kann, sofern die Lehrkraft den Prozess als **Coach und Moderator** pädagogisch steuert und die Schüler für die Grenzen der Technologie sensibilisiert.

Durch diese ethischen Leitplanken wird sichergestellt, dass die KI-Integration die menschliche Expertise nicht substituiert, sondern als fundiertes Werkzeug zur **Professionalisierung der Ausbildung** dient (**Vermeidung der Turing-Falle**).

7. Diskussion: Vom Medienzentrierten zum Intelligenzzentrierten Lernen

Die Ergebnisse des TEASER-Projekts markieren einen Paradigmenwechsel in der digitalen Berufsbildung: den Übergang von einer rein **medienzentrierten Betrachtung** (der Einsatz von Hardware und statischer Software) hin zu einer **intelligenzzentrierten Pädagogik**. Während frühere Innovationsprojekte sich primär auf die visuelle Immersion konzentrierten – etwa durch digitale Zwillinge von Messgeräten ohne adaptive Intelligenz –, integriert TEASER generative KI und Avatare als aktive, reagierende Akteure in den Lernprozess. Dieser Wandel erfordert eine tiefgreifende Reflexion über die menschliche Rolle im technologischen Gefüge sowie über die Übertragbarkeit dieser Ansätze auf das gesamte Spektrum der beruflichen Bildung.

7.1 Reflexion des Rollenwandels: Die Lehrkraft als Mentor und Kurator digitaler Lernwelten

Die Pilotierung der TEASER-Szenarien belegt eine fundamentale Transformation des Berufsbildes der Lehrkraft. Der Ausbilder wandelt sich vom „alleinigen Wissensvermittler“ hin zum **Moderator, Coach und pädagogischen Berater**.

- **Delegation und Freiraum:** Durch die konsequente Vermeidung der „Turing-Falle“ werden KI-Systeme und Avatare als digitale Assistenten positioniert, die repetitive Aufgaben – wie standardisierte Sicherheitsunterweisungen oder Walkthroughs von Programmierkonzepten – übernehmen. Dies entlastet das Personal administrativ und schafft wertvolle zeitliche Freiräume für die individuelle pädagogische Betreuung und soziale Interaktion.
- **Der Lehrer als Prompt-Experte:** Die Lehrkraft bleibt die entscheidende Instanz, da nur sie über das Fachwissen verfügt, um didaktisch wertvolle „Prompts“ (Anweisungen) für die KI zu erstellen und deren Outputs durch Plausibilitätschecks zu verifizieren.
- **Kurator und Qualitätsgarant:** In einer intelligenzzentrierten Umgebung agiert der Lehrer als Kurator, der den technologischen Einsatz pädagogisch steuert und die **menschliche „Agency“** (Handlungsmacht) im Lernprozess wahrt. Er unterstützt die Lernenden dabei, KI-generierte Informationen kritisch zu hinterfragen und deren Verlässlichkeit zu prüfen.

7.2 Skalierbarkeit des Modells: Transferpotenzial auf andere Branchen

Obwohl TEASER primär in den Sektoren Chemie, IT und Mechatronik pilotiert wurde, zeigt das Modell ein enormes Skalierungspotenzial für den gesamten europäischen Bildungsraum.

- **Soziale Kompetenzen und Simulationen:** Die erfolgreiche Umsetzung des Szenarios „Mrs. De Vries“ in der **Sozialen Arbeit** demonstriert, wie dynamische Avatar-Lösungen einen psychologisch sicheren Raum für das Training schwieriger Gesprächsführung bieten, ohne reale negative Konsequenzen für Klienten zu riskieren.
- **Wirtschaft und HR:** Ein hohes Transferpotenzial besteht für das **Verkaufstraining** (Avatare als schwierige Kunden) sowie für die Simulation von **Bewerbungsgesprächen**, um Verhandlungs- und Kommunikationsfähigkeiten realitätsnah zu üben.

- **Niederschwellige Adaption:** Durch den im Projekt etablierten „**Software-Hopping-Ansatz**“ können diese Simulationen ohne tiefgehende Programmierkenntnisse (No-Code) auf andere Fachbereiche übertragen werden. Die Bereitstellung aller Ergebnisse als Open Educational Resources (OER) ermöglicht es Bildungseinrichtungen europaweit, die didaktischen Baupläne für eigene Kontexte zu nutzen.

7.3 Einordnung im Technologie-Lebenszyklus: Der Übergang zum „Slope of Enlightenment“

Strategisch betrachtet ordnet das Konsortium den Einsatz von KI und Avataren in der Bildung auf dem **Gartner Hype Cycle** ein.

- **Vom Hype zur Realität:** Nach dem „Gipfel der übersteigerten Erwartungen“ (Peak of Inflated Expectations) im Jahr 2022/23 und einer Phase der Ernüchterung zielt der TEASER-Ansatz auf den Übergang zum „**Pfad der Erleuchtung**“ (**Slope of Enlightenment**).
- **Fokus auf Realismus:** Das Projekt vermeidet unrealistische Trends und konzentriert sich stattdessen auf erreichbare, wertschöpfende Anwendungen wie adaptive Lernpfade, automatisiertes Feedback und effiziente Unterrichtsplanung.
- **Das Plateau der Produktivität:** Langfristig dient TEASER als wichtiger Schritt zur Erreichung des „Plateaus der Produktivität“, auf dem diese Technologien nahtlos und unaufgeregt in hybride Lernumgebungen integriert sind. Das Projekt liefert hierfür nicht nur die Werkzeuge, sondern die notwendige „Gebrauchsanweisung“ und den strategischen Rahmen für eine nachhaltige Verstetigung.

Zusammenfassend zeigt die Diskussion, dass TEASER eine **robuste „Digital Pedagogy“** für die Zukunft etabliert hat, die den technologischen Fortschritt konsequent in den Dienst der menschlichen Kompetenzentwicklung stellt.

8. Fazit und Ausblick

Das Projekt TEASER hat erfolgreich aufgezeigt, dass die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) und Avataren weit über einen reinen technologischen „Hype“ hinausgeht und einen substanziellen Beitrag zur **Modernisierung der europäischen Berufsbildung (VET)** leistet. Durch die konsequente Fokussierung auf den Grundsatz „**Pädagogik vor Technologie**“ wurde ein Modell geschaffen, das Lehrkräfte nicht substituiert, sondern deren pädagogische Expertise durch digitale Assistenten gezielt verstärkt. Die wissenschaftliche Begleitung belegt, dass der Übergang von einer rein medienzentrierten hin zu einer **intelligenzzentrierten Didaktik** die Attraktivität und Effektivität der Ausbildung nachhaltig steigert.

8.1 Zusammenfassung der Evidenz für die Wirksamkeit des TEASER-Ansatzes

Die Wirksamkeit des TEASER-Modells lässt sich durch die aggregierten Daten aus der länderübergreifenden Pilotierung sowie durch die erreichten qualitativen Meilensteine untermauern:

- **Hohe Benutzerakzeptanz und Stabilität:** Die entwickelten Szenarien wurden von den Teilnehmenden mit einer Durchschnittsbewertung von **4,65 von 5 Punkten** für die Benutzerfreundlichkeit als exzellent eingestuft. Dabei wurde in den IT-Szenarien eine Fehlerquote von null Prozent bei der technischen Durchführung protokolliert.
- **Signifikanter Effizienzgewinn:** Durch den Einsatz spezialisierter KI-Assistenten (z. B. der Teaser AI Assistant) konnte die Zeit für die Erstellung und Evaluierung pädagogisch kohärenter Unterrichtspläne massiv **von durchschnittlich 40 Minuten auf lediglich 5 bis 10 Minuten** reduziert werden. Dies bestätigt das Potenzial der KI, administrative Belastungen für Lehrkräfte drastisch zu senken.
- **Steigerung des Lernerfolgs:** Der Einsatz von Avataren zur Vermittlung von Sicherheitsanweisungen in Werkstätten führte zu einer beachtlichen **Erinnerungsquote von 85 %** bei den Lernenden. Die Auszubildenden schätzten besonders die anschauliche Vermittlung komplexer Prozessabläufe und die Möglichkeit, Instruktionen jederzeit bedarfsgerecht am „Point of Action“ abrufen zu können.
- **Kompetenzzuwachs nach DigCompEdu:** Das Bildungspersonal erwarb nachweislich die Fähigkeit, professionelle Lernmedien mittels „**Software-Hopping**“ eigenständig zu gestalten und KI-gestützte Fachinformationen kritisch zu bewerten. Damit wurde eine kritische Masse an Multiplikatoren geschaffen, die den **menschenzentrierten Einsatz von KI** in ihren Einrichtungen nachhaltig vorantreiben.
- **Vermeidung der Turing-Falle:** Die Evaluation der Abschlusskonferenz bestätigte den Konsens, dass die **menschliche Expertise** die entscheidende Instanz bleibt, während KI-Avatare als unermüdliche Assistenten für repetitive Aufgaben fungieren und somit Freiräume für die soziale Interaktion schaffen.

8.2 Zukünftige Forschungslinien: Adaptive Lernbegleiter und hybride Lernumgebungen

Der Ausblick verdeutlicht eine Verschiebung von statischen, rein medienzentrierten Lösungen hin zu dynamischen, **intelligenzzentrierten Anwendungen**. Das Projekt TEASER markiert hierbei den Übergang zum „**Pfad der Erleuchtung**“ (Slope of Enlightenment) auf dem Gartner Hype Cycle.

- **Adaptive Lernbegleiter:** Zukünftige Forschung sollte sich verstärkt der Entwicklung von KI-Agenten widmen, die **adaptives Feedback** in Echtzeit geben. Ziel ist es, personalisierte Lernpfade zu schaffen, die sich automatisch an das individuelle Vorwissen und das Lerntempo der Auszubildenden anpassen.
- **Hybride Lernumgebungen:** Ein großes Potenzial liegt in der engeren Verzahnung von digitaler und physischer Welt. Zukünftige Projekte könnten Avatare als lebensgroße digitale Zwillinge mittels **AR/XR-Technologien** direkt in reale Laborumgebungen integrieren, um eine noch immersivere und interaktivere Ausbildung zu ermöglichen.
- **Generative 3D-Welten:** Technologische Sprünge, wie die Erstellung ganzer **generativer 3D-Umgebungen**, müssen kontinuierlich in die institutionellen Roadmaps einfließen, um mit der rasanten Entwicklung im KI-Sektor Schritt zu halten.
- **Skalierung und branchenübergreifender Transfer:** Das identifizierte Transferpotenzial der dynamischen Avatare auf Bereiche wie **Verkaufstraining oder Krisenintervention** in der sozialen Arbeit bietet Raum für weitreichende Folgeforschungen zur Simulation komplexer menschlicher Interaktionen in geschützten virtuellen Räumen.

Zusammenfassend liefert TEASER nicht nur technologische Werkzeuge, sondern einen **didaktischen Bauplan**, der sicherstellt, dass die digitale Transformation in der Berufsbildung konsequent im Dienst der menschlichen Kompetenzentwicklung steht. Die Bereitstellung aller Ergebnisse als **Open Educational Resources (OER)** bildet hierfür das dauerhafte Fundament für den europäischen Wissenstransfer.