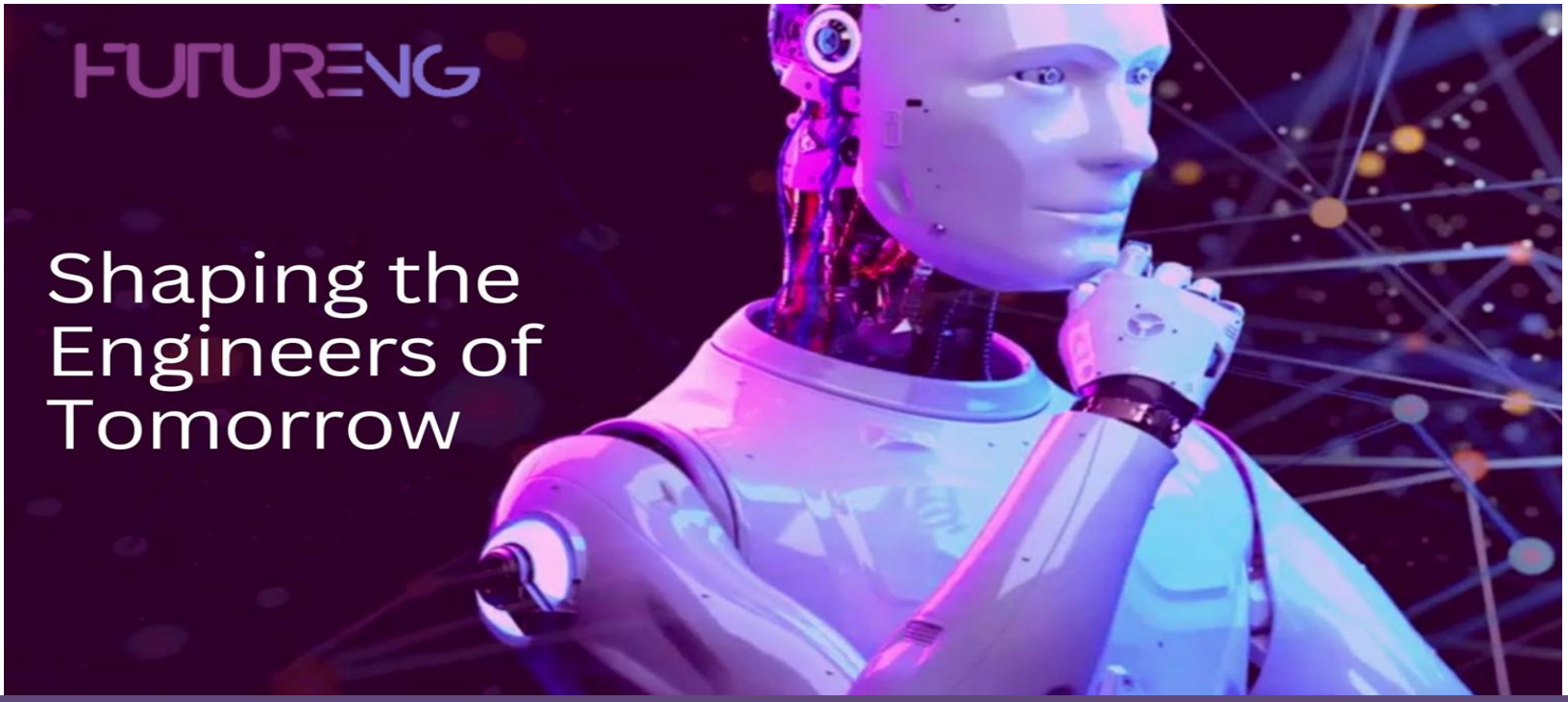


Projektergebnis R3: Leitfaden für Lehrkräfte

Integration von E-Learning und Web-Quests zu Industrie 5.0 in Technische Studiengänge

Kofinanziert von der Europäischen Union

Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur für Bildung und Kultur (EACEA) wider. Weder die Europäische Union noch die EACEA können dafür verantwortlich gemacht werden.
Projektnummer: 2023-1-RO01-KA220-HED-000155387

Inhalt

1 Einleitung 7
2 Zielgruppe der E-Learning-Module 7
2.1 Einstufung und Eignung der Inhalte 9
2.2 Was können Sie mit den Studierenden tun? 10
3 Pädagogischer Rahmen 12
3.1 Das FuturENG-Ausbildungsmodell – Struktur, Lernziele des MOOC und der Toolbox. 12
3.1.1 Lernansätze und -werkzeuge 13
3.1.2 Lernziele 14
3.1.3 Was ist ein WebQuest? 14
3.1.4 Wie lassen sich WebQuests effektiv einsetzen? 15
3.2 Modul 1: Einführung in den MOOC „Tech Essentials“ 18
3.2.1 MOOC 19
3.3 Modul 2: Deep-Tech-Enabler für Industrie 5.0 20
3.3.1 MOOC 21
3.3.2 Web-Quests 22
3.4 Modul 3: KI für Industrie 5.0 23
3.4.1 MOOC 25
3.4.2 Web-Quests 27
3.5 Modul 4: Wegbereiter für den Twin-Übergang 27
3.5.1 MOOC 28
3.5.2 Web-Quests 31
3.6 Modul 5: Soziale, ökologische und ethische Implikationen 31
3.6.1 MOOC 33
3.6.2 Web-Quests 34
4 Integrationsmodelle 35
5 Mikrozertifikate und das FuturENG-Open-Badges-System 36
5.1 Warum sich der Markt in Richtung Mikrozertifikate verschiebt 36
5.2 Vorteile für Studierende 36
5.3 Vorteile für Lehrkräfte 37
5.4 Der Ansatz der EU 38

5.4.1 Aktionsplan der EU für digitale Bildung (2021–2027) 38
5.4.2 Europäische Kompetenzagenda (2020) 38
5.4.3 Pilotprojekte der Europäischen Kommission 39
5.4.4 Europäisches Zentrum für die Förderung der Berufsbildung (Cedefop) 39
5.4.5 EU-Förderprogramme 39
5.4.6 Europäischer Qualifikationsrahmen (EQR) und das Europäische System zur Anrechnung, Übertragung und Akkumulierung von Studienleistungen (ECTS) 40
5.4.7 Politische Initiativen der EU zum lebenslangen Lernen 40
5.4.8 European Digital Education Hub (EDEH) 41
5.5 Badges und Mikro-Zertifikate 41
5.5.1 Badges erklärt 41
5.5.2 Mikrozertifikate erklärt 41
5.5.3 Zusammenhang zwischen Badges und Microcredentials 42
5.5.4 Wie Badges und Microcredentials Lernenden und Lehrenden helfen 43
5.5.5 Beispiele für Plattformen, die Badges und Microcredentials gemeinsam nutzen ... 44
5.6 Das futurEng-Badge-System 45
6 Nutzung der Plattform aus der Perspektive der Lehrkraft 47
7 Bewertungsstrategien 48
7.1 Bewertungsstrategien für den MOOC 48
7.2 Bewertungsstrategien für die WebQuests 48
8 Checkliste für die Schulung von Lehrkräften 51
9 Die FuturEng-Erfahrung 51
10 Literaturhinweise: 53
1 Zusammenfassung 2
1 Die Vision: Industrie 5.0 und Ingenieurausbildung 3
2 Interessengruppen und Zielgruppe 4
3 Phasen der strategischen Integration 5
3.1 Registrierung und Genehmigung eines neuen Studienmoduls 5
3.1.1 Registrierung und Genehmigung von Studienmodulen und Mikromodulen des ersten und zweiten Zyklus 7
3.1.2 Vorbereitung und Registrierung eines neuen Moduls für den ersten und/oder zweiten Studienzyklus 8

3.1.3 Genehmigung eines Moduls des ersten und/oder zweiten Zyklus 10
3.1.4 Formale Informationen zur Registrierung eines neuen Moduls 11
3.1.5 Anforderungen an die Inhalte von E-Kursen 13
3.1.6 Kursbeschreibung FuturEng 20
3.2 Angebot von Inhalten als Micro-Credentials 22
3.2.1 Vorbereitung – Strategische Ausrichtung 23
3.2.2 Entwicklung – Einhaltung von Lehrplan und Struktur 24
3.2.3 Zertifizierung – Verfahren zur Übertragbarkeit und Anerkennung 25
3.2.4 Qualitätssicherung 26
3.3 Nutzung von Hybriden aus FuturEng-Inhalten 29
3.3.1 Vorbereitung – Strategische Ausrichtung 29
3.3.2 Entwicklung – Einhaltung hybrider Lehrpläne und Strukturen 30
3.3.3 Validierung – Governance und Qualitätssicherung 31
3.3.4 Durchführung – Anerkennung und Übertragbarkeit 31
3.3.5 Vorteile des hybriden Ansatzes 33
4 Zeitplan 33
4.1.1 2025–2026 (Pilotphase) 33
4.1.2 2027 (Ausbauphase) 34
4.1.3 Ab 2028 (Skalierung und Konsolidierung) 34
5 Fazit 36



Kapitel 1 – Leitfaden für Lehrkräfte: Integration von E-Learning und Web-Quests zu Industrie 5.0 in technische Lehrpläne

1 Einleitung

Dieser Leitfaden unterstützt Lehrkräfte bei der Nutzung von E-Learning-Materialien und Web-Quests, die auf Industrie 5.0 ausgerichtet sind, um ingenieurwissenschaftliche Lehrpläne zu modernisieren. Diese Ressourcen fördern menschenzentrierte, nachhaltige und resiliente Kompetenzen, die für zukunftsorientierte ingenieurwissenschaftliche Praktiken erforderlich sind.

Das Ziel dieses Leitfadens ist

- Pädagogen an Hochschulen in technischen Fachbereichen mit einem umfassenden Schritt-für-Schritt-Plan und Leitlinien auszustatten, wie sie das FuturENG-MOOC und die Toolbox nutzen können, um komplexe technische Konzepte zu vermitteln und einen maximalen Lerneffekt zu erzielen.
- Pädagogen an Hochschulen in die Lage zu versetzen, CBL in ihren Lehransatz zu integrieren und so dazu beizutragen, die Attraktivität von Ingenieur-/MINT-Studiengängen zu steigern.
- Lehrenden an Hochschulen zu ermöglichen, die Anwendung des Challenge-based Learning in Ingenieur- und MINT-Studiengängen durch die Erstellung eigener Webquests weiter zu fördern.
- Erfahren Sie, wie Sie die FuturEng-Plattform in der Rolle eines Lehrenden nutzen

2 Zielgruppe der E-Learning-Module

Der Tech Essentials MOOC wurde in erster Linie für Studierende im Hochschulbereich in technischen und MINT-bezogenen Fachbereichen konzipiert, darunter Maschinenbau, Elektrotechnik, Bauingenieurwesen, Umwelttechnik, Industriemanagement und Informatik. Seine Inhalte entsprechen am ehesten dem EQF-Niveau 6, wodurch er sich für Studierende im Grundstudium eignet, *die bereits über grundlegende technische Kenntnisse verfügen* und bereit sind, sich mit neuen Technologien, Nachhaltigkeitskonzepten und interdisziplinärer Problemlösung auseinanderzusetzen.

Über die primäre Zielgruppe hinaus ist der MOOC auch für Lernende in der beruflichen Bildung (VET) und für lebenslang Lernende relevant, die nach praktischen Weiterbildungs- oder Umschulungsmöglichkeiten in den Bereichen Technologie, Ingenieurwesen oder industrielle Anwendungen suchen.

Der MOOC wurde mit Blick auf Vielseitigkeit entwickelt und verfügt über einen modularen Aufbau, der es Ihnen als Lehrkraft ermöglicht, den Lernpfad auf Lernende mit unterschiedlichem Vorwissen zuzuschneiden – von Berufsschülern über Bachelor-Studierende bis hin zu Fachkräften, die sich weiterbilden möchten. Die Lektionen und die dazugehörigen Quizze ergeben einen abwechslungsreichen Lehrplan, der es Ihnen ermöglicht, die Inhalte an Vorkenntnisse, beruflichen Hintergrund und Lernziele anzupassen. Das MOOC ist als Instrument konzipiert, das sowohl

Lernende als auch Lehrende unterstützt und sowohl als Selbstlerninstrument als auch als Teil des Lehr-Toolkits eingesetzt werden kann.

Da die Flexibilität des Tech Essentials MOOC auf eine Vielzahl von Lernenden zugeschnitten ist, können beispielsweise Studierende im Hochschulbereich (EQF-Stufe 6) von der gesamten Modulpalette profitieren und sich grundlegendes Wissen in den Bereichen neue Technologien, KI, Deep Tech, Nachhaltigkeit und ethische Überlegungen aneignen, was nicht nur ihre technische, sondern auch ihre überfachliche Kompetenzentwicklung fördert. Lernende in der beruflichen Bildung (EQR-Stufe 4/5) und lebenslang Lernende können gezielt die Module oder Lektionen nutzen, die für ihre Fähigkeiten und Karriereziele am relevantesten sind, und mithilfe der Quizfragen auf Lektionsebene Wissenslücken identifizieren und ihr Lernen darauf ausrichten. Durch diesen modularen Ansatz stellt das MOOC sicher, dass jeder Lernende, unabhängig von seinem Hintergrund, Wissen und praktische Kompetenzen erwirbt, die auf sein Studienfach oder seine beruflichen Ziele abgestimmt sind. Es unterstützt die Lernenden zudem dabei, sich in komplexen Arbeitsumgebungen zurechtzufinden, effektiv zusammenzuarbeiten und ihre persönliche und berufliche Entwicklung zu fördern. Damit ist es ein Beispiel dafür, dass die Weiterqualifizierung im Zeitalter der digitalen und grünen Wirtschaft ein Wachstum der Soft Skills erfordert, die in einem interdisziplinären Ansatz angewendet werden.

Zielgruppe	EQF-Niveau	Empfohlene Module	Lernschwerpunkt
Studierende im Hochschulbereich (Ingenieurwesen/MINT)	6	Alle Module + WebQuests	Integration von Deep Tech, Nachhaltigkeit und Industrie 5.0
Lernende in der Berufsbildung	5	Module 1–3	Angewandtes Wissen, grundlegende digitale und grüne Kompetenzen
Lebenslang Lernende / Fachkräfte	5 bis 6	Flexibel, je nach Interesse	Umschulung, doppelte Transition, beruflicher Aufstieg

Tabelle 1. Zielgruppe und Modulvorschläge

Modul	Relevante Bereiche	Lernschwerpunkte im Überblick	EQF-Niveau
Modul 1: Einführung in das Future Engineering	Alle MINT-Bereiche	Überblick über Industrie 5.0, Kursorientierung, interdisziplinäres Denken	5 bis 6
Modul 2: Deep-Tech-Enabler	Maschinenbau, Elektrotechnik, IT	AR/VR, Robotik, 3D-Druck, Blockchain	5 bis 6
Modul 3: KI für Industrie 5.0	Informatik, IT, Industrie-management Management	KI-Methoden, Computer Vision, Big Data, Prompt Engineering	6
Modul 4: Wegbereiter für die digitale Transformation	Umwelt, Industriemanagement, Bauwesen	Kreislaufwirtschaft, Ökodesign, nachhaltige Geschäftsmodelle	6
Modul 5: Soziale, ökologische und ethische Implikationen	Alle MINT-Fächer	Ethik, soziale Verantwortung, Cybersicherheit, Umweltbewusstsein	5 bis 6

Tabelle 2. Relevanz der Module nach Fachgebiet und Niveau

2.1 Einstufung und Eignung der Inhalte

Als Lehrkraft spielen Sie eine zentrale Rolle bei der Maximierung der Effektivität des MOOC, und Ihre Unterstützung für personalisiertes Lernen bleibt unverzichtbar. Betrachten Sie das MOOC als einen Werkzeugkasten, in dem viele Instrumente aufbewahrt werden. Ihre jeweilige Verwendung hängt von den Vorkenntnissen, dem Verständnis und den individuellen Bedürfnissen der Lernenden sowie von Ihren Unterrichtszielen ab.

Um festzustellen, welche Inhalte der Module für die Weiterqualifizierung und den weiteren Wissensaufbau am besten geeignet sind, können Sie die Quizze nutzen, die auf Lektionsebene für jedes Modul angeboten werden. Zu **Beginn des Moduls** können sie als Orientierungshilfe und zur Überprüfung des Vorwissens der Studierenden über das jeweilige Thema dienen und helfen

Ihnen so bei der Auswahl und der Gestaltung des Lektionstempos. Wenn die Lernenden das Quiz abgeschlossen haben, können Sie anhand der Ergebnisse entscheiden, ob Sie die Lektionen vollständig durchgehen, sie verkürzen, eine überspringen oder sich stärker auf eine andere konzentrieren. Umgekehrt zeigen Schwierigkeiten der Lernenden beim Quiz Wissens- oder Kompetenzlücken auf und signalisieren, dass die Lektion vollständig durchgeführt werden sollte, um eine solide Grundlage zu schaffen. Diese Vorgehensweise kann Zeit für vertiefende Diskussionen, praktische Übungen oder gemeinschaftliche Aktivitäten freisetzen.

Quizze können auch nach Abschluss des gesamten Moduls eingesetzt werden, um den Lernerfolg und die Informationsspeicherung zu bewerten, bevor man zum nächsten Modul und den entsprechenden WebQuests übergeht. Somit dienen Quizze als Kontrollpunkte zur Bewertung des Verständnisses und der Behaltensleistung und helfen den Schülern, das Gelernte zu festigen, bevor sie fortfahren.

Eine weitere Möglichkeit, die Quizze zu nutzen, besteht darin, sie als Orientierungs- und Motivationsinstrument einzusetzen. Sie können sie als Herausforderung für die Lernenden präsentieren, damit diese erkunden und untersuchen, was sie noch nicht wissen, um die Lernmotivation weiter zu steigern. Die Quiz-Ergebnisse ermöglichen es den Lernenden, sich bewusst auf jene Lektionen zu konzentrieren, die für ihre Fähigkeiten und Erfahrungen am relevantesten sind, wodurch adaptive, individualisierte Lernpfade entstehen (Cigdem et al., 2017). Unterschätzen Sie nicht die Wirksamkeit der Quizze. Sie können die Effizienz maximieren, selbstgesteuertes Lernen fördern und differenzierten Unterricht unterstützen, indem sie sicherstellen, dass sich jeder Studierende mit Inhalten auseinandersetzt, die sowohl eine Herausforderung für seine Lernfähigkeiten darstellen als auch für sein Studienfach und seine zukünftige berufliche Entwicklung relevant sind.

Der Einsatz von Quizfragen als Methode zur Bewertung und Orientierung baut nicht nur Fachwissen auf, sondern fördert auch wichtige **Soft Skills** – Reflexion, Problemlösung und selbstständiges Lernen –, die für zukünftige Ingenieure, die sich in komplexen, interdisziplinären Umgebungen zurechtfinden müssen, unverzichtbar sind (Salmon, 2013).

2.2 Was können Sie mit den Studierenden tun?

Während Sie die Studierenden durch das MOOC „Tech Essentials“ begleiten, besteht Ihre Rolle nicht nur darin, Inhalte zu vermitteln, sondern eine Lernumgebung zu gestalten, die die Erwartungen der Studierenden in Einklang bringt, ihre Entwicklung fördert und den interdisziplinären Charakter des Ingenieurwesens im Zeitalter von Industrie 5.0 hervorhebt. Wir empfehlen Ihnen, Ihre Studierenden vom ersten Tag an in ein offenes Gespräch einzubeziehen, in dem Sie gemeinsam erörtern, was sie sich erhoffen, wo ihre Stärken liegen, welche Wissenslücken sie erkennen und inwiefern die MOOC-Inhalte mit ihren akademischen oder beruflichen Zielen zusammenhängen. Studien zur Ingenieurausbildung zeigen, dass bei einer Diskrepanz zwischen den Erwartungen der Studierenden – beispielsweise wenn sie glauben, dass der Lernprozess bestimmte Lernergebnisse liefern wird, der Lehrende jedoch andere betont – Desinteresse und Unaufmerksamkeit zunehmen (Stappenbelt und Basu, 2019). Es liegt in Ihrer Hand, den Ton für den gesamten Weiterbildungs-Prozess anzugeben und eine leistungsstarke Lernumgebung zu schaffen, indem Sie die Bedürfnisse der Studierenden verstehen, die Unterrichtsgestaltung

optimieren, Technologie durch das FuturEng Tech Essentials MOOC durchdacht integrieren und den Grundstein für eine positive Lernkultur legen, die sich sicher auf kontinuierliche Reflexion und Verbesserung einlässt (Sinakou et al., 2019).

Bereich „Stimulierendes Lernumfeld“	Formulierungen
Erwartungen festlegen	„Das werdet ihr lernen, das erwarte ich von euch, so werden wir zusammenarbeiten.“ „Lasst uns die Ergebnisse und Verantwortlichkeiten vereinbaren, bevor wir beginnen.“
Zielabstimmung	„Lassen Sie uns Ihre Ziele und Herausforderungen festlegen, bevor wir beginnen.“ „Was möchten Sie bis zum Ende dieses Moduls erreichen?“
Relevanz	„Inwiefern hängt das mit Ihrem Fachgebiet oder Ihrer Erfahrung zusammen?“ „Wo haben Sie gesehen, dass dies in der Praxis angewendet wird?“
Interdisziplinäres Bewusstsein	„Überlegen Sie, wie dieses Wissen mit anderen Disziplinen zusammenwirkt.“ „Welche Fähigkeiten aus anderen Bereichen könnten zur Lösung dieses Problems beitragen?“
Reflexive Praxis	„Probier es aus, mach Fehler und reflektiere darüber, was du gelernt hast.“ „Was würdest du beim nächsten Mal anders machen?“
Gemeinsames Lernen	„Arbeite mit deinen Kollegen zusammen, um diese Herausforderung gemeinsam zu lösen.“ „Teilt eure Ideen mit uns und gebt anderen Feedback – wir sind gespannt darauf,
Selbstbewertung	„Überprüfe dein Verständnis, bevor du weitermachst.“ „In welchen Bereichen fühlst du dich sicher, und in welchen brauchst du noch mehr Übung?“
Kritisches Denken	„Lassen Sie uns verschiedene Perspektiven und Ansätze diskutieren.“ „Welche Annahmen treffen wir hier, und sind sie stichhaltig?“
Praktische Anwendung	„Wo könnten diese Fähigkeiten in realen Szenarien zum Einsatz kommen?“ „Wie würden Sie diese Lösung in einem beruflichen Kontext umsetzen?“
Lebenslanges Lernen	„Verfolgen Sie Ihre Fortschritte und reflektieren Sie Ihre Entwicklung.“ „Welche neuen Fähigkeiten möchtest du als Nächstes entwickeln?“

Tabelle 3. Glossar der „Powerful Learning Environment“ für Lehrkräfte

Als nächstes ist es wichtig, den interdisziplinären Charakter des MOOC „Tech Essentials“ zu verdeutlichen. Da die heutigen ingenieurwissenschaftlichen Probleme nicht klar in einem einzigen Fachgebiet angesiedelt sind, erfordern sie die Integration von Deep Tech (AR/VR, Robotik, KI), digitalen Systemen, Nachhaltigkeit und ethischer Reflexion. Untersuchungen von Beddoes (2020) zeigen, dass Ingenieurstudierende, um wirklich interdisziplinäre Teamkompetenz zu entwickeln, mehr als nur technische Inhalte benötigen; sie benötigen vielmehr strukturierte Übungen, die ihnen helfen, disziplinäre Unterschiede auszugleichen, gemeinsame mentale Modelle aufeinander abzustimmen und fachübergreifend zu koordinieren. Sie können dies im Unterricht widerspiegeln, indem Sie interdisziplinäre Teams bilden, kurze „Disziplin-Mapping“-Übungen durchführen (z. B. „Was bringt ein Informatiker zu diesem Problem bei, was bringt ein Bauingenieur bei?“) und jedes

> *Beginnen Sie den Kurs beispielsweise damit, dass Sie die Studierenden bitten, individuell ein persönliches Ziel, eine Erwartung an den MOOC und eine Befürchtung aufzuschreiben. Moderieren Sie dann eine Diskussion, um gemeinsame Themen herauszuarbeiten, Abstimmungen zu klären („dieses Modul wird dieses Ziel behandeln, aber Sie sind für diesen Teil verantwortlich“) und darauf hinzuweisen, wie die Lektionen technische, digitale und ökologische Bereiche überschreiten werden. Kehren Sie bei Modulübergängen zu diesem Gesamtbild zurück: Zeigen Sie den Studierenden, wie Lektion 2.4 (Fortgeschrittene Robotik) auf Lektion 2.3 (3D-Druck) aufbaut und an die Ökodesign-Inhalte von Modul 4 anknüpft. So helfen Sie den Studierenden, den roten Faden der Interdisziplinarität in der Praxis zu erkennen.*

Modul nicht nur als technische Kompetenz, sondern als Teil eines umfassenderen Ökosystems aus Ingenieurwesen, Gesellschaft und Nachhaltigkeit gestalten.

Die Abstimmung der Erwartungen in Verbindung mit interdisziplinärem Bewusstsein schafft die Voraussetzungen für eine Lernreise, die zielgerichtet, vernetzt und zukunftsorientiert ist. Achtsamkeit und die Nutzung des Potenzials leistungsfähiger Lernumgebungen ermöglichen nicht nur den Erwerb von technischem Wissen, sondern auch die Fähigkeit, bereichsübergreifend zusammenzuarbeiten, über Ihre eigene Rolle und die Ihrer Schüler bei nachhaltiger Innovation zu reflektieren und sich mit einer systemischen Denkweise im Ingenieurwesen zu engagieren. Dann sind Sie startklar!

3 Pädagogischer Rahmen

3.1 Das FuturENG-Ausbildungsmodell – Struktur, Lernziele des MOOC und der Toolbox.

Das FuturENG Tech Essentials MOOC ist eine interaktive Lernreise, die auf einem pädagogischen Rahmen für aktives Lernen basiert. Es ist eine Mischung aus strukturierten E-Learning-Modulen, Quizfragen auf Lektionsebene und WebQuests auf Modulebene (herausforderungsbasierte

Aktivitäten zur Förderung des aktiven Lernens sowohl in technischen als auch in übergreifenden Bereichen). Der MOOC vermittelt Industrie-5.0-fähige Kompetenzen in den Bereichen KI, Robotik, IoT, Datenanalyse usw. und fördert gleichzeitig selbstgesteuertes, reflektiertes und interdisziplinäres Lernen durch wesentliche übergreifende Kompetenzen wie Zusammenarbeit, ethisches Denken, Systemdenken und Nachhaltigkeitsbewusstsein. Der Kurs bildet die in der Praxis gefragte Kombination aus technischen und sozialen Kompetenzen nach, die bei angehenden Ingenieuren und Technikspezialisten sehr gefragt ist. Genau wie das FUTURENG-Projekt selbst zeigt der Tech Essentials MOOC, wie moderne Industrien funktionieren – heute mehr denn je ist die Verbindung von technischem Fachwissen mit Soft Skills die erfolgreiche Kombination, um Probleme anzugehen, interdisziplinäre Zusammenarbeit zu ermöglichen und miteinander verknüpfte Herausforderungen zu meistern. Im Wesentlichen bereitet der MOOC Lernende aus den Ingenieur- und Technikberufen auf genau die Aufgaben und Szenarien vor, denen sie in der Berufswelt begegnen werden.

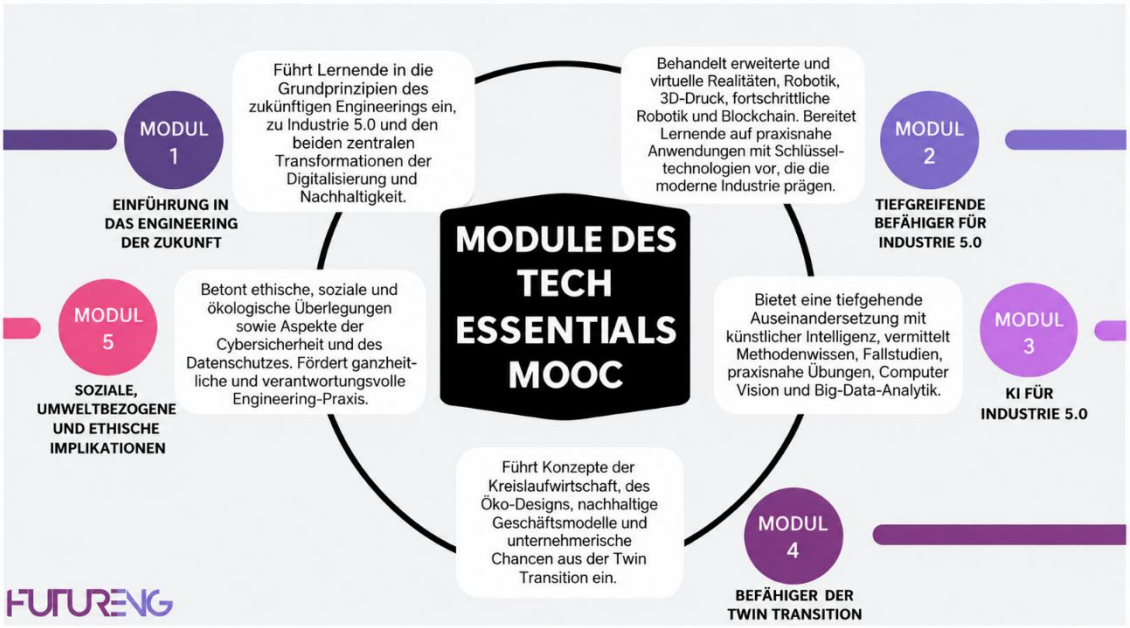


Abbildung 1. Modulstruktur des Tech Essentials MOOC

3.1.1 Lernansätze und -werkzeuge

Der MOOC unterstützt aktives Lernen durch vielfältige Ansätze – die Vorlesungen und interaktiven Lektionen vermitteln Grundlagenwissen und konzeptionelle Rahmenbedingungen. Auf der Ebene der Bewertung dienen Quizfragen auf Lektionsebene und die Abschlusstests der Module als Diagnosetools, die es den Studierenden ermöglichen, Vorkenntnisse einzuschätzen, Fortschritte zu überwachen und Lernpfade auszuwählen, die ihrem Niveau und ihren Interessen entsprechen. Und schließlich fördern die WebQuests und projektbasierten Übungen Problemlösungskompetenz, kritisches Denken und Zusammenarbeit, oft in Gruppen.

3.1.2 Lernziele

Jede E-Learning-Lektion und jedes WebQuest ist explizit einer Kombination aus folgenden Bereichen zugeordnet:

- **Technische Fähigkeiten:** KI, Robotik, IoT, Datenanalyse, Mensch-Maschine-Schnittstellen.
- **Überfachliche Kompetenzen:** Zusammenarbeit, Ethik, Systemdenken, Nachhaltigkeitsbewusstsein.

Die Kursgestaltung bietet den Lernenden Flexibilität bei der Auswahl von Lektionen oder WebQuests, die am besten zu ihrem Vorwissen und ihren beruflichen Bedürfnissen passen, mit dem alleinigen Ziel, adaptive und individualisierte Lernwege zu fördern.

3.1.3 Was ist ein WebQuest?

WebQuests sind Ihr *pädagogischer Hebel* – sie setzen Wissen in Handeln um. WebQuests sind strukturierte, aufgabenbasierte Aktivitäten, bei denen die Lernenden authentische Probleme aus der realen Welt untersuchen, um Wissen zu erwerben, Fähigkeiten zu entwickeln und ein tieferes Verständnis des behandelten Themas zu erlangen (McNulty et al., 2006). Jedes WebQuest folgt einer klaren Struktur – Einleitung, Aufgabe, Ablauf, Schlussfolgerung und Lernergebnisse –, die die Lernenden durch Erkundung, Analyse und kreative Problemlösung führt.

Je nach Aufgabenstellung fördern diese Aktivitäten ein breites Spektrum an Kompetenzen, darunter Teamarbeit, kritisches und kreatives Denken, Recherchekompetenz und Kommunikationsfähigkeiten. Darüber hinaus fördern WebQuests durch das Einbeziehen der Schüler in das „Lernen durch Handeln“ ein erfahrungsbasiertes Verständnis und schaffen positive, langfristige kognitive Verbindungen zum Lernstoff.

Im FuturENG-Projekt sind die WebQuests bewusst darauf ausgelegt, transversale, digitale und grüne Kompetenzen zu fördern, während sie die Schüler dazu ermutigen, interdisziplinäres technisches Wissen aus dem MOOC anzuwenden. So wird die Fähigkeit gefördert, reale Szenarien mithilfe von Deep-Tech- und KI-Konzepten anzugehen und gleichzeitig verschiedene Ansätze zu bewerten sowie innovative Lösungen zu entwerfen.

3.1.4 Wie lassen sich WebQuests effektiv einsetzen?



Abbildung 2. Prozessmodell für den Einsatz von WebQuests

1. **Wie formuliert man die Aufgabe?**

   Beginnen Sie jede WebQuest mit einer klaren Erläuterung des Zwecks, der erwarteten Ergebnisse und des Zusammenhangs mit den übergeordneten MOOC-Inhalten. Betonen Sie den interdisziplinären Charakter der Aufgabe, damit die Studierenden den Zusammenhang zwischen technischen Fähigkeiten (KI, Robotik, IoT) und übergreifenden Kompetenzen (Zusammenarbeit, ethisches Denken, Nachhaltigkeitsbewusstsein) erkennen.

2. **Wie lässt sich der Prozess strukturieren?**

   WebQuests umfassen eine strukturierte Abfolge – Einleitung, Aufgabe, Prozess, Schlussfolgerung und Lernergebnisse. Als Lehrkraft können Sie die Studierenden durch diese Phasen führen, indem Sie ihnen helfen, die Aufgabe zu interpretieren und ihren Ansatz zu planen; schlagen Sie Ressourcen oder Forschungsstrategien für die Prozessphase vor und fördern Sie die Reflexion in der Schlussphase, um das Lernen zu vertiefen.

3. **Wie fördert man Zusammenarbeit und Reflexion?**

   Teilen Sie die Schüler in interdisziplinäre Teams ein, um die Vorteile des Peer-Learning optimal zu nutzen. Ermutigen Sie sie, Ideen auszutauschen, verschiedene Lösungen zu diskutieren und die Auswirkungen ihrer Entscheidungen aus technischer, ethischer und ökologischer Perspektive zu bewerten.

4. **Wie lassen sich WebQuests mit Lernpfaden verknüpfen?**

   Nutzen Sie Quizfragen auf Unterrichtsebene, um Wissenslücken oder Stärken der Schüler zu identifizieren, bevor Sie eine WebQuest zuweisen. So können Sie die Erfahrung individuell anpassen und sicherstellen, dass die Schüler sich mit Herausforderungen beschäftigen, die ihrem Kompetenzniveau entsprechen, sie aber dennoch dazu anregen, ihre Fähigkeiten zu erweitern.

5. **Wie lässt sich der Transfer auf reale Fähigkeiten fördern?**

   Leiten Sie die Schüler dazu an, die Ergebnisse jedes WebQuests mit praktischen ingenieurwissenschaftlichen Szenarien zu verknüpfen. Besprechen Sie, wie die im WebQuest geübte Problemlösung, das systemische Denken und die interdisziplinäre Zusammenarbeit die realen Anforderungen von Industrie 5.0 widerspiegeln.

6. **Wie bewertet man die Ergebnisse und gibt Feedback?**

   WebQuests bieten Möglichkeiten zur formativen Beurteilung. Geben Sie zeitnahes, konkretes Feedback sowohl zu technischen Lösungen als auch zur Anwendung überfachlicher Kompetenzen. Würdigen Sie Leistungen durch Mikro-Zertifikate oder Abzeichen, um das Engagement und die Reflexion zu fördern.

Entsprechendes Modul	WebQuest
Modul 2 Deep-Tech-Enabler für Industrie 5.0	**WebQuest 1**: Erkundung von Deep-Tech-Enablern für Industrie 5.0
	WebQuest 2: KI und maschinelles Lernen in Industrie 5.0
	WebQuest 3: Intelligente Industrien: Nutzung von IoT und Edge Computing
Modul 3 KI für Industrie 5.0	**WebQuest 4**: Erkundung der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit
	WebQuest 5: Prompt-Engineering in KI-Systemen meistern
Modul 4 Twin-Transition-Enabler	**WebQuest 6**: Digitalisierung für eine nachhaltige Zukunft nutzen
	WebQuest 7: Architekten der doppelten Transformation: Aufbau nachhaltiger Geschäftsmodelle
Modul 5 Soziale, ökologische und ethische Auswirkungen	**WebQuest 8**: Von der Innovation zur Wirkung: Soziale und ökologische Aspekte disruptiver Technologien
	WebQuest 9: Wächter der digitalen Welt: Lösungen für eine sichere digitale Landschaft entwickeln

Tabelle 4. Liste der WebQuests

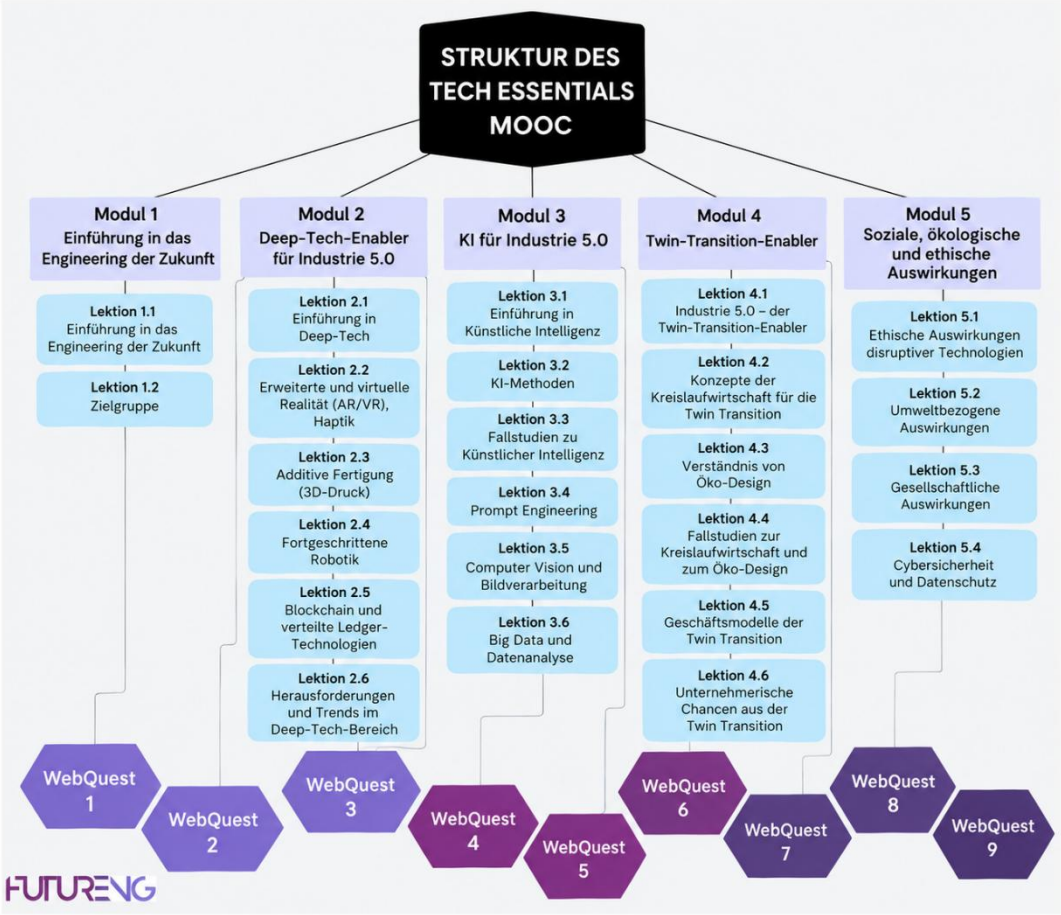


Abbildung 3. Inhaltsdiagramm des MOOC „Tech Essentials“

3.2 Modul 1: Einführung in den MOOC „Tech Essentials“

Warum ist das wichtig:

Modul 1 vermittelt das grundlegende Verständnis, das erforderlich ist, um die nachfolgenden Module des *MOOC „Tech Essentials“* zu durchlaufen und zu verstehen. In einer Zeit, die durch die rasante Entwicklung von *Industrie 4.0* hin zu *Industrie 5.0* geprägt ist, benötigen Lernende nicht nur technische Kenntnisse, sondern auch ein konzeptionelles Verständnis von Nachhaltigkeit, Ethik und menschenzentrierter Innovation (Europäische Kommission, 2021). Die Einführung in die Grundprinzipien der *doppelten Transformation* – der gleichzeitigen Förderung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit – stellt sicher, dass die Lernenden neue Technologien in einen breiteren gesellschaftlichen und ökologischen Kontext einordnen können (Breque, De Nul & Petridis, 2021).

Darüber hinaus fördert die frühzeitige Auseinandersetzung mit zentralen europäischen Strategien wie dem *Europäischen Grünen Deal* und *dem Politikprogramm „Digitales Jahrzehnt“* das

Bewusstsein dafür, wie Ingenieurwesen und Technologie mit den europäischen Zielen für Resilienz, Inklusion und nachhaltiges Wachstum verknüpft sind (Europäische Kommission, 2020; 2022). Das Verständnis dieser Rahmenbedingungen bereitet die Studierenden darauf vor, anpassungsfähige, ethisch bewusste Fachkräfte zu werden, die in der Lage sind, Technologie zum Wohle der Gesellschaft einzusetzen.

Modul 1 ist ein strukturierter Einstieg, der das Grundverständnis der Lernenden fördert und einen fundierten Fortschritt im Kurs ermöglicht. Es unterstützt kompetenzbasierte Bildung und verbindet den vor ihnen liegenden strukturierten Lernpfad mit der vertieften Auseinandersetzung künftiger Module mit Deep Tech, KI und Nachhaltigkeit.

Aufbau des Moduls:

Modul 1 besteht aus zwei Lektionen, die darauf abzielen, eine Grundlage für das Verständnis der Schlüsselkonzepte zu schaffen, die die Zukunft des Ingenieurwesens prägen. Lektion 1.1 – Einführung in das Ingenieurwesen der Zukunft behandelt die Schlüsselthemen, die das moderne Ingenieurwesen prägen, darunter den Übergang von Industrie 4.0 zu 5.0, den EU-Green Deal, die digitale Transformation, die doppelte Transformation sowie die Konzepte von Industrie 5.0 und Gesellschaft 5.0. Die Lektion enthält zudem praktische Hinweise zur Navigation durch den Kurs und zum Verständnis der Zielgruppe. Lektion 1.2 – Zielgruppe konzentriert sich hingegen darauf, herauszufinden, wer am meisten vom Kurs profitiert, wobei primäre Profile wie Studierende der Ingenieurwissenschaften und MINT-Fächer im Hochschulbereich detailliert beschrieben und andere potenzielle Nutzer wie Berufsbildungsteilnehmer und lebenslang Lernende hervorgehoben werden.

Zusammen bilden diese Lektionen die Grundlage für eine vertiefte Auseinandersetzung in den nachfolgenden Modulen und stellen sicher, dass die Lernenden mit einem klaren Verständnis sowohl der Kursinhalte als auch des Kurszwecks beginnen.



3.2.1MOOC

Modul 1 – Einführung in den Tech Essentials MOOC dient als Grundlage für den gesamten Kurs. Es stellt die Hauptthemen und die Zielgruppe vor und fördert das Verständnis für den Zweck des Kurses und seine Relevanz für Ingenieurwesen, MINT und lebenslang Lernende.

Lektion 1.1 – Einführung in das Ingenieurwesen der Zukunft

Die Lektion vermittelt ein umfassendes Verständnis des Hauptziels des MOOC, der Vorteile einer Teilnahme sowie dessen Möglichkeiten hinsichtlich Wissensvermittlung und Weiterqualifizierung. Einführung in zentrale Konzepte wie Twin Transition und Green Transitions, Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und Digital Transition für eine sich rasch wandelnde Welt.

Lektion 1.2 – Zielgruppe

Ziel dieser Lektion ist es, die primäre und sekundäre Zielgruppe des *Tech Essentials MOOC* zu identifizieren und dessen Relevanz für diese Gruppen zu erläutern. Den Lernenden soll vermittelt werden, für wen der Kurs konzipiert ist – in erster Linie für Studierende der Ingenieurwissenschaften und MINT-Fächer im Hochschulbereich – und warum er auch für die Weiterqualifizierung von Berufsschülern und lebenslang Lernenden wertvoll und sinnvoll ist.

3.3 Modul 2: Deep-Tech-Enabler für Industrie 5.0

Warum ist das wichtig:

Deep-Tech-Technologien sind zentrale Triebkräfte für den industriellen Wandel, nachhaltige Entwicklung und menschenzentrierte Automatisierung. Ihr Verständnis ist für zukünftige Ingenieure und Fachkräfte unerlässlich, um auf dem Arbeitsmarkt wettbewerbsfähig zu bleiben. Zu diesem Zweck beginnt dieses Modul mit einem Überblick über Deep Tech und vermittelt den Studierenden umfassendes Wissen über dessen Schlüsselkonzepte, Anwendungen und Herausforderungen. Das Bewusstsein für diese Transformationen ist entscheidend für den Aufbau widerstandsfähiger, effizienter und nachhaltiger Systeme, die auf Industrie 5.0 und die „Twin Transition“ (Europäische Kommission, 2022) ausgerichtet sind.

Im Laufe dieses Moduls entwickeln die Studierenden ein Bewusstsein für die aktuellen Entwicklungen im Bereich der immersiven Technologien und dafür, wie diese durch verschiedene Anwendungen derzeit die menschliche Interaktion mit digitalen Umgebungen prägen (OECD, 2025).

Am Beispiel von fortschrittlichem 3D-Druck und fortschrittlicher Robotik befasst sich das Modul mit den Auswirkungen von Automatisierung und Datenintegration auf die Förderung von Innovation, die Verbesserung der Effizienz und die Verringerung der Umweltauswirkungen von Produktionssystemen. (Weltwirtschaftsforum, 2023). Die Studierenden werden sich zudem mit den Grundlagen von Distributed-Ledger- und Blockchain-Technologien befassen und Kenntnisse über das Potenzial erwerben, das diese für sicherere, transparentere und effizientere Abläufe in verschiedenen Branchen bieten. (European Blockchain Observatory, 2023; OECD, 2024).

Abschließend unterstützt ein Überblick über Deep-Tech-Trends, Hype-Zyklen und Innovationsherausforderungen die Lernenden dabei, kurzlebige Technologien von langfristigen Fortschritten zu unterscheiden (Gartner, 2024). Durch die Kombination des konzeptionellen Verständnisses dieser innovativen Technologien mit dem Bewusstsein für ihre Anwendungen, Risiken und gesellschaftlichen Auswirkungen vermittelt dieses Modul den Studierenden das Wissen und die Soft Skills – Kreativität, kritisches Denken und Problemlösungskompetenz –, die erforderlich sind, um Deep Tech verantwortungsvoll für nachhaltige und menschenzentrierte Innovationen zu nutzen (Breque, De Nul & Petridis, 2021).

Aufbau des Moduls:

Dieses Modul umfasst sechs Lektionen, die durch Videoaufzeichnungen, Folien und ergänzende Materialien unterstützt werden. Nach jeder Lektion absolvieren die Teilnehmer ein kurzes Quiz mit drei Fragen, um ihr Verständnis zu überprüfen. Am Ende des Moduls legen die Teilnehmer eine Abschlussprüfung mit 18 Fragen ab. Darüber hinaus enthält das Modul vier Webquest-Aufgaben, die darauf abzielen, Recherchefähigkeiten, kritisches Denken und die praktische Anwendung des erworbenen Wissens zu fördern.

3.3.1 MOOC

Enthaltene Lektionen:

Lektion 1 – Deep Technologies: Einführung und Konzepte

Diese Einführungslektion vermittelt ein grundlegendes Verständnis von Deep Tech, definiert dessen Kernmerkmale und erklärt, wie sich diese von anderen Innovationsbereichen unterscheiden. Die Lernenden werden in die wichtigsten Deep-Tech-Bereiche – wie KI, Robotik, fortschrittliche Werkstoffe und Quantencomputing – eingeführt und untersuchen deren Rolle bei der Bewältigung globaler Herausforderungen und der Förderung des industriellen Wandels. Konkrete Beispiele veranschaulichen die praktische Anwendung von Deep Tech in Sektoren wie Landwirtschaft, Gesundheit, Verkehr und Energie.

Lektion 2 – Immersive Technologien

Die Lektion führt die Lernenden in Virtual Reality (VR) und Mixed Reality (MR) ein. Sie untersucht die Schlüsselkonzepte immersiver Technologien, ihre Anwendungen im Bildungswesen und in der Industrie sowie die Möglichkeiten, wie sie die menschliche Interaktion mit digitalen Umgebungen verbessern. Am Ende der Lektion sind die Lernenden in der Lage, virtuelle, erweiterte und haptische Technologien zu beschreiben, die wichtigsten Bausteine dieser immersiven Technologien zu verstehen und die Geräte zu identifizieren, die zur Lösung realer Herausforderungen eingesetzt werden können. Die Lektion ermutigt die Lernenden, sich über die rasante Verbreitung immersiver Technologieanwendungen in verschiedenen Industriezweigen auf dem Laufenden zu halten.

Lektion 3 – Fortgeschrittener 3D-Druck

Diese Lektion behandelt den 3D-Druck als Eckpfeiler der Innovation im Bereich der digitalen Fertigung. Sie führt in die Kernprinzipien des 3D-Drucks, die wichtigsten Druckverfahren und Materialien sowie die neuesten Entwicklungen ein. Die Lernenden untersuchen Beispiele für 3D-Druckanwendungen in Bereichen wie der Patientenversorgung und dem Design von Konsumgütern und setzen sich mit der zukünftigen Ausrichtung des 3D-Drucks als Schnittstelle von Innovation, Individualisierung und Nachhaltigkeit auseinander.

Lektion 4 – Fortgeschrittene Robotik

Die vierte Lektion des Moduls bietet einen detaillierten Einblick in die fortgeschrittene Robotik. Sie beginnt mit dem historischen Kontext und den Unterschieden zwischen fortgeschrittenen und konventionellen Robotersystemen. Die Lernenden untersuchen die Funktionsweise, die Ausstattung, die Fähigkeiten, die Vorteile und die Grenzen von Robotern.

Anschließend werden die Lernenden in fünf Schlüsselanwendungen der fortgeschrittenen Robotik eingeführt: 1. Kollaborative Roboter; 2. Motorisierte Exoskelette; 3. Automatisch geführte Fahrzeuge und 4. Drohnen. Die Lernenden analysieren die Vorteile dieser Anwendungen hinsichtlich Effizienz, Präzision und Produktivität und setzen sich gleichzeitig mit Herausforderungen in Bezug auf Sicherheit, Ethik und die Anpassung der Arbeitskräfte auseinander.

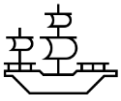
Lektion 5 – Distributed-Ledger- und Blockchain-Technologien

Diese Lektion führt die Lernenden in Blockchain- und Distributed-Ledger-Systeme ein. Zu Beginn werden die wichtigsten Merkmale der Blockchain, grundlegende Algorithmen und die Verfahren hinter der Technologie erläutert. Die Lernenden befassen sich mit den drei Generationen der Blockchain und untersuchen, wie sich die Anwendungsbereiche in jeder Phase erweitert haben. Anschließend werden praktische Einsatzmöglichkeiten und Anwendungen dieser Technologien erörtert – Lieferkettenmanagement, Smart Contracts und Datensicherheit. Die Lektion schließt mit einer kritischen Betrachtung der Herausforderungen in Bezug auf Regulierung, Skalierbarkeit und Nachhaltigkeit

Lektion 6 – Hype-Zyklen, Herausforderungen und Trends von Deep Tech

Die letzte Lektion integriert die Konzepte aus den vorherigen Modulen und konzentriert sich auf Technologieeinführungszyklen, aufkommende Trends und Hindernisse bei der Implementierung von Deep Tech. Die Lernenden analysieren verschiedene Hype-Zyklen und erkunden aufkommende Trends in diesem Bereich unter Verwendung von Tools wie dem Impact Radar 2024.

Sie werden dazu angeregt, kritisch darüber nachzudenken, wie Organisationen mit Unsicherheiten umgehen, Innovation und Risiko in Einklang bringen und sich auf die ethischen und gesellschaftlichen Auswirkungen des raschen technologischen Wandels vorbereiten können.



3.3.2 Web-Quests

Enthaltene Web-Quests:

Erkundung von Deep-Tech-Enablern für Industrie 5.0: Die Zukunft der Innovation beginnt hier!

In dieser Webquest demonstrieren die Schüler ihr Verständnis für neue Technologien, indem sie eine tragfähige und innovative integrative Strategielösung für einen industriellen Kontext vorschlagen. Dazu werden sie dazu angeregt, die wichtigsten Deep-Tech-Treiber dieser industriellen Transformation zu verstehen, Industrie 5.0 von 4.0 zu unterscheiden und die Chancen und Herausforderungen, die mit der Einführung dieser Technologien verbunden sind, kritisch zu reflektieren.

Intelligente Industrien: Nutzung von IoT und Edge Computing für den Wandel

In dieser Aufgabe erstellen die Schüler ein informatives Poster, das wesentliche Informationen zu IoT (Internet der Dinge) und Edge Computing zusammenfasst, wobei der Schwerpunkt auf deren transformativem Potenzial für Datenmanagement, betriebliche Effizienz und Systemsicherheit in modernen Industrien liegt. Dazu recherchieren die Schüler, wie IoT-Geräte funktionieren, und stellen reale industrielle Anwendungen vor, die die Fähigkeiten und Auswirkungen dieser Technologien veranschaulichen.

Die Zukunft der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit erkunden

In dieser Aufgabe erstellen die Schüler ein informatives Poster, das wesentliche Informationen zu IoT (Internet der Dinge) und Edge Computing zusammenfasst, wobei der Schwerpunkt auf ihrem transformativen Potenzial für Datenmanagement, betriebliche Effizienz und Systemsicherheit in modernen Industrien liegt. Dazu recherchieren die Schüler, wie IoT-Geräte funktionieren, und stellen reale industrielle Anwendungen vor, die die Fähigkeiten und Auswirkungen dieser Technologien demonstrieren.

KI und maschinelles Lernen in Industrie 5.0: Evolution oder Revolution?

Um das Wissen über fortgeschrittene Robotik und die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter zu festigen, fordert diese Webquest die Schüler auf, die Prinzipien dieser Interaktionen zu untersuchen und konzeptionell anzuwenden. Die Schüler recherchieren Sicherheitsprotokolle, Designaspekte und ethische Rahmenbedingungen für eine branchenspezifische Anwendung eines kollaborativen Roboters (Cobot). Darüber hinaus sollen die Schüler die Aufgaben und Unterstützungsfunktionen des kollaborativen Robotersystems, dessen Auswirkungen auf menschliche Arbeitskräfte sowie damit verbundene Überlegungen zu Sicherheit, Effizienz und Nachhaltigkeit beschreiben.

3.4 Modul 3: KI für Industrie 5.0

Warum ist das wichtig:

Dieses Kursmodul vermittelt den Studierenden ein umfassendes Verständnis des sich rasch entwickelnden Bereichs der Künstlichen Intelligenz (KI) und ihrer tiefgreifenden Auswirkungen auf verschiedene Bereiche des Ingenieurwesens. Durch die Auseinandersetzung mit den grundlegenden Konzepten erwerben die Studierenden eine solide Grundlage, die es ihnen ermöglicht, die Bedeutung der KI und ihre Kernkomponenten zu verstehen sowie sowohl ihr Potenzial als auch ihre Grenzen zu erkennen. Dieses Grundwissen ist unerlässlich, um die

Studierenden darauf vorzubereiten, KI-Lösungen in realen ingenieurwissenschaftlichen Kontexten innovativ und verantwortungsbewusst umzusetzen.

Darüber hinaus behandelt das Modul die wichtigsten KI-Methoden – wie maschinelles Lernen, Deep Learning, Verarbeitung natürlicher Sprache und Computer Vision – und vermittelt den Studierenden die technischen Fähigkeiten, die zur Analyse, Entwicklung und Anwendung dieser fortschrittlichen Techniken erforderlich sind (Crowley, 2021). Diese technische Kompetenz ist in der heutigen datengesteuerten Welt von entscheidender Bedeutung, in der KI-Technologien für die Lösung komplexer Probleme in allen Branchen unverzichtbar sind. Die Einbeziehung von Fallstudien, die erfolgreiche KI-Anwendungen veranschaulichen, hilft den Studierenden, theoretisches Wissen mit praktischen Ergebnissen zu verknüpfen, und zeigt, wie KI spezifische ingenieurwissenschaftliche Herausforderungen bewältigen kann.

Die Betonung des Prompt Engineering unterstreicht die strategische Bedeutung einer effektiven Kommunikation mit KI-Systemen, insbesondere im Kontext von Industrie 5.0. Diese Fähigkeit steigert die betriebliche Effizienz, senkt Kosten und fördert eine ethische KI-Entwicklung, wodurch die Studierenden als zukünftige Führungskräfte positioniert werden, die in der Lage sind, eine verantwortungsvolle KI-Integration zu leiten (Kalyanakrishnan, 2023). Darüber hinaus führt der Fokus des Moduls auf Bildverarbeitung und Computer Vision die Studierenden in Technologien ein, die zahlreichen innovativen Anwendungen zugrunde liegen, von autonomen Fahrzeugen bis hin zur medizinischen Diagnostik (Kolesnikova, 2023).

Schließlich ist das Verständnis von Big Data und Analytik wichtig, um die riesigen Datenmengen, die in der modernen Industrie generiert werden, zu verwalten und daraus Wert zu schöpfen. Durch das Kennenlernen der wichtigsten Implementierungsmerkmale, die von führenden Unternehmen genutzt werden, erwerben die Studierenden wesentliche Einblicke in datengestützte Entscheidungsfindung und den groß angelegten Einsatz von Technologien (Marr, 2016). Insgesamt vermittelt dieses Modul den Studierenden das Wissen, die Fähigkeiten und die strategischen Perspektiven, die erforderlich sind, um in einer zunehmend KI-zentrierten Welt erfolgreich zu sein, und ist damit ein wesentlicher Bestandteil der modernen Ingenieursausbildung.

Aufbau des Moduls:

Modul 3 ist so aufgebaut, dass es eine umfassende Lernerfahrung durch sechs Lektionen bietet, die jeweils über Textmaterialien und Videoaufzeichnungen mit Folien vermittelt werden. Nach Abschluss jeder Lektion müssen die Studierenden einen kurzen Test mit drei Fragen absolvieren, der ihr Verständnis des Lektionsinhalts überprüft. Am Ende des gesamten Moduls müssen die Studierenden einen benoteten Abschlusstest mit 18 Fragen absolvieren, der dazu dient, ihr Gesamtverständnis des in allen Lektionen behandelten Stoffes zu bewerten. Darüber hinaus umfasst das Modul zwei WebQuest-Aufgaben: Die erste konzentriert sich auf die Erforschung und kritische Analyse der Rollen von Künstlicher Intelligenz (KI) und Maschinellem Lernen (ML) im Kontext von Industrie 5.0, während die zweite die Studierenden dazu anregt, die Prinzipien des

Prompt Engineering zu erlernen und Fähigkeiten zu entwickeln, um KI-Ergebnisse durch sorgfältig ausgearbeitete Anweisungen effektiv zu steuern.

3.4.1 MOOC

Enthaltene Lektionen:

Lektion 3.1. Einführung in KI

In dieser Lektion erhalten die Schüler eine Einführung in das Gebiet der Künstlichen Intelligenz (KI) und deren Bedeutung im Ingenieurwesen. Die Lektion befasst sich mit dem Konzept der KI, ihren Hauptkomponenten und ihrer Anwendung in verschiedenen Bereichen des Ingenieurwesens. Die Schüler lernen, zwischen schwacher und starker KI zu unterscheiden, und können Anwendungsbeispiele für beide Arten nennen. Darüber hinaus werden die Schlüsselkomponenten eines KI-Systems vorgestellt, darunter Eingabedaten, Algorithmen, Modelle sowie die Ergebnisse in Form von Vorhersagen oder Entscheidungen. Das Unterrichtsmaterial behandelt häufige Herausforderungen und Grenzen der KI, darunter Datenqualität, Interpretierbarkeit und ethische Fragen. Am Ende der Lektion werden die Studierenden dazu angeregt, kritisches Denken anzuwenden, um die Herausforderungen der KI anzugehen, und die Bedeutung zu erkennen, sich über die Rolle der KI in der Zukunft des Ingenieurwesens auf dem Laufenden zu halten.

Lektion 3.2. Methoden der künstlichen Intelligenz

Die Lektion bietet einen umfassenden Überblick über verschiedene Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) mit Schwerpunkt auf maschinellem Lernen, Deep Learning, natürlicher Sprachverarbeitung (NLP) und Computer Vision. Die Studierenden lernen die grundlegenden Konzepte und Techniken innerhalb jeder Kategorie kennen. Die Bedeutung und die Anwendungsbereiche jeder Methode werden hervorgehoben, von der Steigerung der industriellen Effizienz über die Ermöglichung personalisierter Empfehlungen bis hin zum Verständnis der menschlichen Sprache. Die Studierenden erlangen ein tieferes Verständnis für die vielfältigen Methoden, mit denen Maschinen kognitive Fähigkeiten verliehen werden, und werden so in die Lage versetzt, sich in der dynamischen Landschaft der KI-Methoden zurechtzufinden und deren weitreichende Anwendungen und Auswirkungen zu begreifen.

Lektion 3.3. Fallstudien zur künstlichen Intelligenz

Die Lektion untersucht eine Vielzahl von Fallstudien, die veranschaulichen, wie künstliche Intelligenz (KI) verschiedene Branchen und Bereiche des Ingenieurwesens verändert. Die Studierenden können ihr Verständnis von KI und ihrer Bedeutung im Ingenieurwesen vertiefen, da die Lektion erörtert, wie diese revolutionäre Technologie die aktuelle und zukünftige Landschaft prägt. Die Lektion behandelt den breiteren Kontext, wie KI verschiedene Branchen verändert, und präsentiert konkrete Fallstudien, die erfolgreiche Anwendungen von KI in ingenieurwissenschaftlichen Bereichen wie Fertigung, Gesundheitswesen, Finanzwesen und Transportwesen hervorheben. Darüber hinaus veranschaulicht das Unterrichtsmaterial, wie KI-

Technologien eingesetzt wurden, um spezifische ingenieurwissenschaftliche Herausforderungen zu bewältigen oder bestehende Prozesse zu verbessern. Die Schüler lernen, die wichtigsten KI-Technologien in jeder Fallstudie zu unterscheiden, wie beispielsweise Algorithmen des maschinellen Lernens, natürliche Sprachverarbeitung oder Computer Vision. Am Ende der Lektion werden die Schüler dazu angeregt, die Problemlösungsaspekte jeder Fallstudie unter ihren Mitschülern hervorzuheben und die Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren und Experten aus anderen Bereichen zu betonen, um Innovation und Fortschritt voranzutreiben.

Lektion 3.4. Prompt Engineering

Diese Vorlesung befasst sich eingehend mit dem Konzept des Prompt Engineering und seiner zentralen Rolle bei der Gestaltung der Zukunft von KI-Anwendungen im Rahmen von Industrie 5.0. Die Studierenden setzen sich mit den Grundlagen der Prompt-Erstellung, ihren Vorteilen, Anwendungsbereichen und ethischen Überlegungen auseinander. Anhand von anregenden Diskussionen und Beispielen lernen die Teilnehmenden zu verstehen, wie optimierte Prompts Effizienz, Innovation und erhebliche Kosteneinsparungen in verschiedenen KI-Anwendungen fördern können.

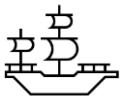
Lektion 3.5. Computer Vision und Bildverarbeitung

In dieser Lektion geht es um verschiedene Bildformate und deren Konvertierung, da es in der Computer Vision wichtig ist, die Rohbilder zu einer verfeinerten Version zu verarbeiten. Die Studierenden lernen, dass solche Vorgänge die Bilder für die Analyse besser geeignet machen und damit die Grundlage für eine tiefere Interpretation schaffen, auch durch Computer-Vision-Systeme. Dies ist ein notwendiger Vorverarbeitungsschritt in zahlreichen Computer-Vision-Anwendungen, darunter Gesichtserkennung, Objektidentifizierung und Bildkomprimierung. Die Lektion stellt verschiedene Anwendungsbereiche der Computer Vision vor und präsentiert mehrere Fallbeispiele, in denen Computer Vision bereits in der Praxis eingesetzt wird.

Lektion 3.6. Big Data und Analytik

In dieser Lektion lernen die Studierenden die wesentlichen Merkmale von Big Data, deren potenzielle Vorteile für Unternehmen und die Art und Weise, wie sie Mehrwert schaffen, kennen. Die Lektion stellt zehn wesentliche Voraussetzungen vor, um den Wert von Big Data innerhalb einer Organisation zu steigern. Dazu gehören der Einsatz der richtigen Methoden für den Zugriff auf Big Data und die intelligente Kombination von Daten mit geeigneten Lösungen. Es ist zudem wichtig, sicherzustellen, dass alle Mitarbeiter problemlos auf Big Data zugreifen können und dass Nutzer die benötigten Daten schnell finden. Die Förderung der Zusammenarbeit ist entscheidend für die Förderung von Innovation, während die Schaffung einer agilen Analyseumgebung dazu beiträgt, die Bedürfnisse aller Beteiligten zu erfüllen. Der Zugriff auf Analysewerkzeuge von jedem Gerät und jedem Standort aus ist für die Flexibilität unerlässlich, und die Implementierung skalierbarer Lösungen stellt sicher, dass das System mit dem Unternehmen mitwachsen kann. Der Einsatz flexibler Plattformen, die sich an zukünftige Technologien anpassen lassen, wird ebenfalls empfohlen. Schließlich ermöglicht der Einsatz von Datenintegrationstechnologien die

Implementierung von DataOps, wodurch das Datenmanagement und die Abläufe optimiert werden. Darüber hinaus behandelt die Lektion ein 4-Stufen-Modell für die Datenvisualisierung und -verarbeitung, Anforderungen an die Plattform und die Analysewerkzeuge sowie die für die Implementierung erforderlichen technischen Lösungen.



3.4.2 Web-Quests

Enthaltene Web-Quests:

KI und maschinelles Lernen in Industrie 5.0: Evolution oder Revolution?

Diese WebQuest untersucht die transformative Rolle von Künstlicher Intelligenz (KI) und Maschinellem Lernen (ML) bei der Gestaltung von Industrie 5.0. Die Lernenden untersuchen die verschiedenen Arten von KI und ML, ihre Anwendungen in der modernen Fertigung und Innovation sowie die Chancen, die sie bieten – wie intelligente Automatisierung und die Integration mit neuen Technologien. Darüber hinaus regt sie die Lernenden dazu an, die ethischen und technischen Herausforderungen, die mit der Einführung dieser Technologien verbunden sind, kritisch zu analysieren. Das Kernziel besteht darin, zu bewerten, ob KI und ML eine einfache Weiterentwicklung bestehender Systeme oder einen revolutionären Wandel in der Funktionsweise von Industrien und der Interaktion von Menschen mit Maschinen darstellen. Die Schüler bereiten sich darauf vor, diese Frage zu diskutieren, fundierte Argumente zu entwickeln und ihr Verständnis für den industriellen Wandel zu erweitern.

Prompt Engineering in KI-Systemen meistern

Diese WebQuest stellt das Prompt Engineering vor, eine entscheidende Kompetenz in den Bereichen KI und Natural Language Processing (NLP). Der Schwerpunkt liegt darauf, zu lernen, wie man effektive Anweisungen formuliert, die KI-Systeme wie ChatGPT dazu anleiten, genaue und relevante Ergebnisse zu liefern. Im Kontext von Industrie 5.0, wo die Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI auf nachhaltige und menschenzentrierte Innovation abzielt, gewährleistet die Beherrschung des Prompt Engineering ethische, verantwortungsvolle und effiziente KI-Interaktionen. Die Aktivität behandelt die Prinzipien des Prompt-Designs, seine Rolle in der KI-Kommunikation, ethische Überlegungen und seine Anwendung in realen industriellen Umgebungen.

3.5 Modul 4: Wegbereiter für den Twin-Übergang

Warum ist das wichtig:

Dieses Modul führt die Studierenden in die Twin Transition ein, die digitale Transformation und Nachhaltigkeit miteinander verbindet, um die Grundlagen für Industrie 5.0 zu schaffen. Es konzentriert sich darauf, wie industrielle Innovation, Kreislaufwirtschaftsmodelle und ökologische Designprinzipien zusammenwirken, um eine wettbewerbsfähige und zugleich umweltverträgliche Zukunft voranzutreiben.

Durch die Untersuchung der technologischen, wirtschaftlichen und sozialen Wegbereiter der Twin Transition werden die Studierenden verstehen, wie Industrien Produktivität und Nachhaltigkeit

gleichzeitig vorantreiben können. Das Modul betont die Verflechtung zwischen Digitalisierung, Öko-Innovation und Geschäftstransformation und stellt sicher, dass die Lernenden Theorie in wirkungsvolle Strategien umsetzen können, die mit dem Europäischen Grünen Deal und den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) im Einklang stehen.

Die Studierenden setzen sich zudem mit Fallstudien, Rahmenwerken und unternehmerischen Beispielen auseinander, um zu verstehen, wie Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, Ökodesign-Strategien und neue Geschäftsmodelle nachhaltiges Wachstum und Innovation ermöglichen. Das Modul vermittelt den Teilnehmenden das notwendige Wissen, die analytischen Fähigkeiten und die Denkweise, um als Katalysatoren für den Wandel zu fungieren – und eine Zukunft zu gestalten, in der digitale Innovation ökologische Resilienz und wirtschaftliche Chancen fördert.

Aufbau des Moduls

Modul 4 besteht aus sechs Vorlesungen, die jeweils mittels Videopräsentationen, begleitenden Folien und Lesematerialien vermittelt werden.

Nach jeder Vorlesung absolvieren die Studierenden einen kurzen Test (3 Fragen), um ihr Verständnis zu überprüfen.

Nach Abschluss aller Lektionen absolvieren die Teilnehmer einen abschließenden benoteten Test (18 Fragen), der ihr Verständnis der Faktoren für die „Twin Transition“ bewertet.

Zwei WebQuests sind ebenfalls enthalten, um eigenständiges Forschen, Zusammenarbeit und die angewandte Analyse realer Twin-Transition-Praktiken zu fördern.



3.5.1MOOC

Enthaltene Lektionen:

Vorlesung 4.1. Industrie 5.0 – Der Wegbereiter für eine Twin Transition

Diese Vorlesung stellt Industrie 5.0 als das Paradigma vor, das menschenzentrierte Innovation, fortschrittliche Technologie und ökologische Nachhaltigkeit miteinander verbindet. Die Studierenden untersuchen, wie Industrie 5.0 über Automatisierung und Effizienz hinausgeht, um die Produktion wieder menschlicher zu gestalten, wobei der Schwerpunkt auf der Zusammenarbeit zwischen Menschen und intelligenten Systemen liegt. Die Sitzung untersucht, wie Cobots, KI-gesteuerte Analysen, additive Fertigung und intelligentes Energiemanagement gleichzeitig die Produktivität steigern und den ökologischen Fußabdruck verringern können.

Anhand europäischer politischer Rahmenwerke wie dem Green Deal und dem Programm „Digitales Europa“ identifizieren die Lernenden die institutionellen Mechanismen, die diesen Wandel unterstützen. Am Ende der Vorlesung werden die Studierenden verstehen, wie Industrie 5.0 als strategisches und kulturelles Rückgrat der doppelten Transformation fungiert und Fabriken in anpassungsfähige, nachhaltige Ökosysteme verwandelt.

Vorlesung 4.2. Die Konzepte der Kreislaufwirtschaft für den doppelten Wandel

Diese Vorlesung vermittelt ein strukturiertes Verständnis der Kreislaufwirtschaft (CE) als wesentlichen Motor für eine nachhaltige industrielle Transformation. Sie untersucht den Wandel von einem linearen „Take-Make-Dispose"-Modell hin zu einem regenerativen Modell, das sich auf Ressourceneffizienz, geschlossene Kreislaufsysteme und verlängerte Produktlebenszyklen konzentriert.

Die Studierenden analysieren das von der Ellen MacArthur Foundation entwickelte Schmetterlingsdiagramm und untersuchen, wie Kreislaufwirtschaftsstrategien – Wiederaufarbeitung, Wiederverwendung, Aufarbeitung und Recycling – durch IoT-gestützte Nachverfolgung und prädiktive Analysen in digitale Infrastrukturen integriert werden.

Fallbeispiele aus den Bereichen Fertigung, Verpackung und Energie zeigen, wie Kreislaufwirtschaft zu messbaren Reduzierungen der CO_2-Emissionen und der Rohstoffabhängigkeit führt. Die Lernenden reflektieren, wie datengesteuerte Kreislaufwirtschaft wirtschaftliche Widerstandsfähigkeit schafft und sowohl mit ökologischen als auch mit digitalen Prioritäten im Einklang steht.

Vorlesung 4.3. ECO-Design verstehen

Diese Vorlesung konzentriert sich auf die Prinzipien und Praktiken des Ökodesigns und betont Design Thinking als Katalysator für Nachhaltigkeit. Die Studierenden lernen, wie Umweltaspekte bereits in den frühesten Phasen der Produktkonzeption einbezogen werden können – einschließlich Materialauswahl, Modularität, Reparierbarkeit, Recyclingfähigkeit und Entsorgungsmanagement.

Interaktive Beispiele veranschaulichen den Einsatz von Digital Twins, Lebenszyklusanalysesoftware (LCA) und Öko-Impact-Modellierung zur Optimierung des Produktdesigns. Die Lernenden bewerten zudem EU-Richtlinien wie die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG und neue Standards, die nachhaltige Produktrahmenbedingungen fördern.

Am Ende dieser Sitzung sind die Studierenden in der Lage, Ökodesign-Prinzipien mit den Zielen der Kreislaufwirtschaft zu verknüpfen und darzulegen, wie verantwortungsbewusste Designentscheidungen direkt zur doppelten Transformation beitragen.

Vorlesung 4.4. Fallstudien zur Kreislaufwirtschaft und zum Ökodesign

Aufbauend auf den theoretischen Grundlagen der vorangegangenen Lektionen taucht diese Vorlesung die Studierenden in reale Anwendungsbeispiele der Kreislaufwirtschaft und der Ökodesign-Prinzipien ein. Die Sitzung präsentiert verschiedene Fallstudien von europäischen KMU und multinationalen Konzernen, die ressourceneffiziente Fertigung, Produkt-Dienstleistungs-Systeme und Cradle-to-Cradle-Design erfolgreich umgesetzt haben.

Jede Fallstudie untersucht die Auslöser, Herausforderungen und Ergebnisse der Transformation – mit Schwerpunkt auf wirtschaftlichen Vorteilen, der Einbindung von Stakeholdern und messbaren Nachhaltigkeitskennzahlen.

Die Studierenden führen kritische Analysen dieser Fälle durch, vergleichen Strategien und identifizieren übertragbare Erfolgsfaktoren. Die Aktivität ermutigt die Lernenden, eine Brücke zwischen akademischen Erkenntnissen und industrieller Praxis zu schlagen, und unterstreicht damit den multidisziplinären Charakter der doppelten Transformation

Vorlesung 4.5. Geschäftsmodelle der doppelten Transformation

Diese Vorlesung untersucht, wie geschäftliche Innovationen als operativer Motor für die doppelte Transformation dienen. Die Studierenden befassen sich mit neuen Modellen wie Product-as-a-Service (PaaS), Netzwerken industrieller Symbiose, grünen digitalen Plattformen und klimaneutralen Lieferketten.

Anhand von Rahmenwerken wie der Triple Bottom Line und dem Value Creation Canvas bewerten die Lernenden, wie Organisationen gleichzeitig wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Wert schaffen können. Die Vorlesung untersucht zudem, wie digitale Technologien (Blockchain für Rückverfolgbarkeit, KI für vorausschauende Wartung und IoT für Ressourcenoptimierung) die Transparenz und Effizienz in diesen Modellen verbessern.

Am Ende erwerben die Studierenden ein strategisches Verständnis dafür, wie nachhaltige Geschäftsmodelle entworfen und skaliert werden können, um die Wettbewerbsfähigkeit im Zeitalter von Industrie 5.0 sicherzustellen.

Vorlesung 4.6. Unternehmerische Chancen, die sich aus der doppelten Transformation ergeben

Die abschließende Vorlesung positioniert die doppelte Transformation als Sprungbrett für Unternehmertum und Innovation. Die Studierenden untersuchen, wie neue Marktnischen aus nachhaltigkeitsorientierten Strategien, CO2-Neutralitätszielen und der Verbrauchernachfrage nach verantwortungsbewussten Produkten entstehen.

Zu den Themen gehören grüne Start-up-Ökosysteme, der Zugang zu EU-Innovationsfördermitteln (Horizon Europe, LIFE-Programm) und nachhaltige Finanzierungsmechanismen, die das Risiko von Unternehmen in der Frühphase mindern. Die Lernenden untersuchen Fallprofile von Unternehmern, die digitale Plattformen und zirkuläre Geschäftsideen nutzen, um eine große Wirkung zu erzielen.

Diese Sitzung legt zudem einen Schwerpunkt auf die Soft-Skills-Dimension – Resilienz, Kreativität, Systemdenken und ethische Führung – und bereitet die Studierenden darauf vor, zu Change Agents zu werden, die Nachhaltigkeitsherausforderungen in profitable, regenerative Chancen umsetzen können.

3.5.2 Web-Quests

Enthaltene Web-Quests:

Digitalisierung für eine nachhaltige Zukunft nutzen: Die doppelte Transformation erkunden

Diese WebQuest lädt die Studierenden dazu ein, zu erkunden, wie digitale Technologien – darunter das Internet der Dinge (IoT), künstliche Intelligenz (KI), Big Data und Blockchain – Nachhaltigkeitsziele in verschiedenen Branchen beschleunigen. Die Lernenden analysieren reale Beispiele von Unternehmen, die digitale Innovationen erfolgreich mit umweltfreundlichen Praktiken kombiniert haben, um Abfall zu reduzieren, den Energieverbrauch zu optimieren und die Kreislaufwirtschaft zu verbessern.
Durch angeleitete Recherche und Diskussionen mit Gleichaltrigen bewerten die Schüler, wie datengestützte Entscheidungsfindung das Umweltmanagement, die Ressourcenverfolgung und Initiativen zur CO2-Reduzierung unterstützt. Die Übung fördert ein ganzheitliches Verständnis dafür, wie sich die digitale und die grüne Wende gegenseitig verstärken, und bereitet die Schüler darauf vor, Synergien und Herausforderungen innerhalb der europäischen Agenda zur doppelten Wende zu erkennen.

Twin Transition Architects: Aufbau nachhaltiger Geschäftsmodelle für die Zukunft

In dieser WebQuest schlüpfen die Schüler in die Rolle strategischer Berater, die die Aufgabe haben, ein nachhaltiges, digital gestütztes Geschäftsmodell für eine Organisation ihrer Wahl zu entwerfen. Unter Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, des Ökodesigns und von Industrie 5.0 entwickeln die Lernenden einen Rahmen, der Innovation, Rentabilität und ökologische Verantwortung in Einklang bringt.

Die Aufgabe fördert die Anwendung theoretischen Wissens auf die praktische Geschäftsgestaltung – unter Berücksichtigung von Faktoren wie Ressourcenflüssen, digitaler Rückverfolgbarkeit, der Integration erneuerbarer Energien und Product-as-a-Service-Modellen. Die Schüler bewerten zudem potenzielle Fördermöglichkeiten im Rahmen von EU-Programmen (z. B. Horizon Europe, LIFE oder Green-Deal-Initiativen) und fördern so unternehmerisches Denken und systemisches Problemlösen.

Am Ende werden die Teilnehmer einen realistischen und ethisch fundierten Entwurf für eine nachhaltige Wertschöpfung entwickelt haben, der mit der Vision der „Twin Transition“ im Einklang steht.

3.6 Modul 5: Soziale, ökologische und ethische Implikationen

Warum ist das wichtig:

Modul 5 befasst sich mit den sozialen, ökologischen und ethischen Dimensionen von Schlüsseltechnologien und liefert Pädagogen und Lernenden den notwendigen Kontext, um die weiterreichenden Auswirkungen neuer Technologien zu verstehen. In der heutigen digital vernetzten und ökologisch begrenzten Welt müssen Ingenieure und Technologen zunehmend

nicht nur technische, sondern auch gesellschaftliche, ökologische und ethische Konsequenzen ihrer Arbeit vorhersehen (Floridi, 2019).

Das Modul vermittelt den Lernenden ein Bewusstsein für ethische Überlegungen im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz, darunter Voreingenommenheit, Fairness, Diskriminierung sowie die gesellschaftlichen Risiken von Fehlinformationen und Desinformation. Es stellt zudem das EU-KI-Gesetz als regulatorischen Rahmen vor, der den vertrauenswürdigen und verantwortungsvollen Einsatz von KI leitet (Europäische Kommission, 2021).

Umweltbezogene Auswirkungen werden vor dem Hintergrund des EU-Green Deal und der Kreislaufwirtschaft untersucht, wodurch die Studierenden in die Lage versetzt werden, kritisch zu analysieren, wie Schlüsseltechnologien Umweltprobleme entweder abmildern oder verschärfen können (Europäische Umweltagentur, 2024). Soziale Auswirkungen wie der Wandel der Arbeitswelt, Inklusion und digitale Gerechtigkeit werden erörtert, um sicherzustellen, dass die Lernenden die menschenzentrierte Dimension des technologischen Fortschritts erkennen (OECD, 2024). Schließlich werden Aspekte der Cybersicherheit und des Datenschutzes behandelt, wobei praktisches Wissen zum Schutz sensibler Informationen und zur Gewährleistung eines verantwortungsvollen Datenmanagements in digitalen Projekten vermittelt wird.

Modul 5 bietet einen Fahrplan für die Integration dieser Dimensionen in die Weiterqualifizierung und den weiteren Wissenserwerb der Lernenden und hilft ihnen dabei, kritisches Denken und ethisches Urteilsvermögen zu Schlüsselthemen zu entwickeln, die zunehmend als Kernkompetenzen für die nächste Generation von Ingenieuren und Technologiefachleuten anerkannt werden (Breque, De Nul & Petridis, 2021).

Aufbau des Moduls:

Modul 5 beginnt mit „Ethische Implikationen disruptiver Technologien“ (Lektion 5.1), die sich mit KI-Voreingenommenheit, Fairness, Fehlinformationen und dem EU-KI-Gesetz befasst und zu kritischer Reflexion über den verantwortungsvollen Einsatz von Technologie anregt. Lektion 5.2 – „Umweltbezogene Implikationen“ untersucht die Auswirkungen wichtiger Schlüsseltechnologien auf die Umwelt, die Rollen der Stakeholder und die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft im Einklang mit dem EU-Green Deal. Lektion 5.3 – Soziale Auswirkungen konzentriert sich auf den Wandel der Arbeitswelt, Inklusion, Barrierefreiheit, Datenschutz und die weiterreichenden gesellschaftlichen Auswirkungen des technologischen Wandels. Das Modul schließt mit Lektion 5.4 – Fragen der Cybersicherheit und des Datenschutzes, in der häufige Cyberbedrohungen, Schutzmaßnahmen und verantwortungsvolle Praktiken des Datenmanagements beleuchtet werden.

Jede Lektion enthält formative Quizfragen, und das Modul endet mit einem zusammenfassenden Test, der sicherstellt, dass die Lernenden ein ganzheitliches Verständnis der sozialen, ökologischen und ethischen Dimensionen von Technologie entwickeln und sie auf eine verantwortungsvolle und fundierte berufliche Praxis vorbereitet.

Am Ende des Moduls sind zwei Webquests enthalten: Webquest 8 – *Von der Innovation zur Wirkung: Die sozialen und ökologischen Aspekte disruptiver Technologien* und Webquest 9 – *Hüter der digitalen Welt: Lösungen für eine sichere digitale Landschaft entwickeln*. Ihr Hauptziel ist es, das Gelernte zu festigen. Webquest 8 lässt die Lernenden in Teamarbeit eine ausgewählte disruptive Technologie (KI, IoT, Big Data, digitale Zwillinge oder Blockchain) untersuchen, deren ethische, soziale und ökologische Auswirkungen erörtern und einem simulierten Beratungsgremium umsetzbare Empfehlungen präsentieren. Webquest 9 konzentriert sich auf Cybersicherheit und Datenschutz und leitet die Lernenden dabei an, Risiken zu identifizieren, einen Cybersicherheits-Aktionsplan zu entwickeln und praktische Lösungen zum Schutz von Daten im digitalen Zeitalter vorzuschlagen.

3.6.1 MOOC

Enthaltene Lektionen

Lektion 5.1 – Ethische Implikationen disruptiver Technologien

Das Ziel von Lektion 5.1 ist es, das Bewusstsein der Lernenden für die ethischen Implikationen von KI und anderen disruptiven Technologien zu schärfen und kritisches Denken sowie den verantwortungsvollen Umgang mit KI-gestützten Tools zu fördern. Es vermittelt den Lernenden ein Verständnis für Risiken im Zusammenhang mit Voreingenommenheit, Diskriminierung, Fehlinformationen und Desinformation, während sie sich gleichzeitig mit regulatorischen Rahmenwerken wie dem EU-KI-Gesetz vertraut machen. Es regt zur kritischen Bewertung, Diskussion und zum Treffen fundierter Entscheidungen hinsichtlich des ethischen Einsatzes und der Nutzung neuer Technologien im beruflichen Kontext an.

Lektion 5.2 – Ökologische Auswirkungen

Das Ziel von Lektion 5.2 ist es, den Lernenden das Wissen und die Fähigkeiten zum kritischen Denken zu vermitteln, die erforderlich sind, um die Umweltauswirkungen von Schlüsseltechnologien (KETs) zu verstehen. In dieser Lektion können die Studierenden untersuchen, wie neue Technologien mit ökologischer Nachhaltigkeit, dem EU-Green Deal und den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft interagieren, und dabei die Rollen verschiedener Interessengruppen berücksichtigen. Sie ermöglicht eine kritische Analyse ökologischer Herausforderungen und Chancen, die Bewertung der Nachhaltigkeit technologischer Lösungen sowie den Vorschlag von Strategien, die technologische Entwicklung mit ökologischer Verantwortung in Einklang bringen.

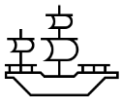
Lektion 5.3 – Soziale Auswirkungen

Lektion 5.3 vermittelt den Lernenden ein umfassendes Verständnis der sozialen Folgen neuer und Schlüsseltechnologien. Sie befähigt die Schüler dazu, zu untersuchen, wie Technologien wie KI, Blockchain, IoT, Robotik und Big Data die Gesellschaft, die Arbeitswelt und Organisationsstrukturen verändern, und wirft dabei Herausforderungen in Bezug auf Ethik,

Inklusion, Barrierefreiheit und Work-Life-Balance auf. Ziel ist es, bei der kritischen Analyse der gesellschaftlichen Auswirkungen des technologischen Wandels zu helfen, das Bewusstsein für die Notwendigkeit von Weiterqualifizierung und Anpassungsfähigkeit zu schärfen und die ethischen und menschenzentrierten Dimensionen der digitalen Transformation zu bewerten.

Lektion 5.4 – Fragen der Cybersicherheit und des Datenschutzes

Das Ziel von Lektion 5.4 ist es, das Bewusstsein der Lernenden für Cybersicherheitsbedrohungen und Datenschutzherausforderungen in digitalen Systemen zu schärfen, insbesondere für solche, die sich aus dem Einsatz disruptiver Technologien wie KI und Big Data ergeben. Die Lektion regt die Studierenden dazu an, gängige Cyberbedrohungen, Schwachstellen und Präventivmaßnahmen zu untersuchen und gleichzeitig die Prinzipien der CIA-Triade sowie bewährte Verfahren zum Datenschutz zu erlernen. Die Lektion vermittelt sowohl die Fähigkeit, Cybersicherheitsrisiken zu erkennen und zu verstehen, als auch praktische Maßnahmen zum Schutz sensibler Informationen sowie den Umgang mit Cybersicherheit und Datenschutz in beruflichen und technischen Kontexten.



3.6.2 Web-Quests

Enthaltene Web-Quests:

Von der Innovation zur Auswirkung: die sozialen und ökologischen Aspekte disruptiver Technologien

Diese WebQuest lädt die Schüler dazu ein, nicht nur die Möglichkeiten, sondern auch die verborgenen Folgen neuer Technologien für Gesellschaft und Umwelt zu untersuchen. In Teams aufgeteilt wählen die Teilnehmer eine Technologie wie KI, IoT, Big Data oder Digital Twins aus und bewerten deren ethische, soziale und ökologische Auswirkungen, einschließlich potenzieller Vorteile und Risiken. Die vertiefende Auseinandersetzung hilft ihnen, nicht nur die Vorteile, sondern auch die überraschenden Herausforderungen zu untersuchen, die der Entstehung einer Technologie und ihren gesellschaftlichen Auswirkungen zugrunde liegen. Eine einzige Anfrage an eine KI kann das Zehnfache der Energie einer Google-Suche verbrauchen, und Digital Twins könnten unbeabsichtigt Ungleichheiten verstärken. Im Spannungsfeld zwischen technologischem Fortschritt und ökologischem Fußabdruck sollen die Teams ihre Erkenntnisse in einem detaillierten Bericht und einer kreativen Präsentation zusammenfassen und umsetzbare Strategien vorschlagen, um positive Auswirkungen zu verstärken und gleichzeitig unvorhergesehene Risiken anzugehen. Über Forschung und Berichterstattung hinaus ermutigt das Projekt die Schüler, gleichzeitig wie Innovatoren und Ethiker zu denken, um eine kritische Reflexion darüber zu entwickeln, wie der rasante technologische Fortschritt verantwortungsvoll gesteuert werden kann, und sich so darin zu schulen, Entscheidungen zu treffen, die eine nachhaltigere, gerechtere und widerstandsfähigere Zukunft gestalten könnten.

Hüter der digitalen Welt: Lösungen für eine sichere digitale Landschaft entwickeln

Diese WebQuest taucht die Schüler in die hochriskante Welt der digitalen Sicherheit ein, in der jeder Klick, jede App und jeder Datenstrom sowohl Chancen als auch Risiken birgt. Die Schüler werden herausgefordert, die ethischen Dilemmata und gesellschaftlichen Auswirkungen des digitalen Lebens zu betrachten – von der Privatsphäre bis zur Unternehmensverantwortung –, was kritisches Denken fördert und sie darauf vorbereitet, sich als wachsame, proaktive digitale Bürger in einer zunehmend vernetzten Welt zurechtzufinden und diese zu schützen. Die Teilnehmer schlüpfen in die Rolle von Cybersicherheitsexperten und untersuchen reale Bedrohungen wie Ransomware, Phishing und KI-gesteuerte Schwachstellen, während sie die versteckten Möglichkeiten aufdecken, wie neue Technologien wie das Internet der Dinge (IoT) und Big Data ausgenutzt werden können. Anschließend erarbeiten sie einen detaillierten Cybersicherheits-Aktionsplan, der Recherche, Strategie und Kreativität vereint, und präsentieren ihre Vorschläge vor einem simulierten Vorstand, wobei sie ihre Ideen unter genauer Prüfung verteidigen.

4 Integrationsmodelle

Pädagogen können je nach institutioneller Bereitschaft und Kursgestaltung verschiedene Integrationsmodelle anwenden:

1. Ergänzende Nutzung
   - Verwenden Sie die Materialien als optionale Inhalte oder für den Flipped Classroom.
   - Asynchrones Lernen (im eigenen Tempo) mit Web-Quests, deren Ergebnisse im Unterricht präsentiert werden
   - Fügen Sie den Studierenden zusätzliche Ressourcen zum Thema hinzu, basierend auf dem Kurs des Lehrers
2. Modulare Integration
   - Ersetzen Sie traditionelle Vorlesungen oder Labore durch relevante E-Learning- oder Webquest-Module.
   - Vorlesungen können je nach den Lernzielen ihrer Kurse separate Module verwenden.
3. Vorbereitung auf das Abschlussprojekt
   - Nutzen Sie Quests als Kompetenzverstärker vor den Abschlussprojekten am Jahresende.
4. Mikrozertifizierungswege
   - Bündeln Sie Materialien zu zertifizierten Kurzkursen oder Mikrozertifikaten.

5 Mikrozertifikate und das FuturENG-Open-Badges-System

Mikrozertifikate sind eine Form der Zertifizierung, die bestimmte von einer Person erworbene Fähigkeiten oder Kenntnisse bestätigt. Sie sind oft kleinere, gezieltere Qualifikationen als traditionelle Abschlüsse oder Diplome. Mikrozertifikate können auf verschiedene Weise erworben werden, darunter Online-Kurse, Workshops oder spezifische Schulungsprogramme, und sie konzentrieren sich in der Regel auf bestimmte Kompetenzen oder Fähigkeiten innerhalb eines Fachgebiets.

5.1 Warum sich der Markt in Richtung Mikrozertifikate verschiebt

1. **Kompetenzbasierte Wirtschaft**: Mit der Weiterentwicklung der Branchen wächst die Nachfrage nach spezialisierten, aktuellen Kompetenzen. Traditionelle Studiengänge dauern oft Jahre und entsprechen nicht immer den sich rasch ändernden Anforderungen des Arbeitsmarktes. Mikrozertifikate bieten Einzelpersonen die Möglichkeit, gefragte Kompetenzen schnell und effektiv zu erlernen.

2. **Lebenslanges Lernen**: In der schnelllebigen Welt von heute wird von den Menschen erwartet, dass sie ihre Fähigkeiten kontinuierlich aktualisieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Mikrozertifikate bieten eine flexible und leicht zugängliche Möglichkeit, dies zu tun, oft über Online-Plattformen, die es den Lernenden ermöglichen, Arbeit, Privatleben und Bildung in Einklang zu bringen.

3. **Kosteneffizienz**: Traditionelle Studiengänge können teuer und zeitaufwendig sein. Microcredentials sind in der Regel kostengünstiger und machen Bildung für ein breiteres Publikum zugänglicher.

4. **Nachfrage seitens der Arbeitgeber**: Viele Arbeitgeber schätzen spezifische Fähigkeiten mehr als formale Abschlüsse, insbesondere in Bereichen wie Technologie, Gesundheitswesen und Wirtschaft. Microcredentials tragen dazu bei, diese Nachfrage zu decken, indem sie die Kompetenz eines Lernenden in einem bestimmten Bereich bescheinigen und ihm so einen Wettbewerbsvorteil auf dem Arbeitsmarkt verschaffen.

5. **Personalisierung des Lernens**: Mikrozertifikate ermöglichen es Einzelpersonen, ihren Lernweg auf ihre spezifischen Karriereziele zuzuschneiden. Anstatt einen breiten, allgemeinen Lehrplan zu absolvieren, können Lernende Zertifikate wählen, die ihren Interessen und dem gewünschten Fachwissen entsprechen.

5.2 Vorteile für Studierende

Studierende können von dieser Entwicklung hin zu Mikrozertifikaten profitieren. Mikrozertifikate bieten:

1. **Fokussiertes Lernen**: Mikrozertifikate sind darauf ausgelegt, Studierenden dabei zu helfen, praktische, relevante Fähigkeiten in bestimmten Bereichen zu erwerben. Dies

führt zu einem gezielteren Lernen, das direkt auf ihre beruflichen Interessen zugeschnitten ist.

2. **Flexibilität und Zugänglichkeit**: Viele Microcredential-Programme werden online angeboten, sodass Studierende in ihrem eigenen Tempo und von überall auf der Welt lernen können. Diese Flexibilität ist entscheidend für Berufstätige oder diejenigen, die andere Verpflichtungen unter einen Hut bringen müssen.

3. **Karriereförderung**: Microcredentials können den Lebenslauf eines Studierenden aufwerten und ihn für Arbeitgeber attraktiver machen, indem sie das Engagement für berufliche Weiterentwicklung und Fachkompetenz in bestimmten Bereichen demonstrieren.

4. **Kombinierbare Qualifikationen**: Studierende können im Laufe der Zeit mehrere Microcredentials sammeln und so ein umfassendes Kompetenzprofil aufbauen, das auf ihren Karriereweg abgestimmt ist. Einige Einrichtungen und Arbeitgeber ermöglichen sogar die Anrechnung dieser Qualifikationen auf formellere Abschlüsse oder Studiengänge.

5. **Erschwinglichkeit**: Da sie in der Regel kürzer und fokussierter sind als traditionelle Abschlüsse, sind Mikrozertifikate im Allgemeinen kostengünstiger, wodurch die Hochschulbildung für ein breiteres Publikum zugänglicher wird.

5.3 Vorteile für Lehrkräfte

Auch Lehrkräfte können von diesem Wandel hin zu Mikrozertifikaten profitieren, da sie:

1. **Der Nachfrage der Industrie gerecht werden**: Lehrkräfte können Programme entwickeln, die direkt auf die Bedürfnisse der Arbeitgeber und die Qualifikationslücke auf dem Markt zugeschnitten sind und den Studierenden helfen, besser auf den Arbeitsmarkt vorbereitet zu sein.

2. **Lehrmöglichkeiten erweitern**: Mit dem Aufkommen von Online-Lernplattformen und Anbietern von Microcredentials haben Lehrkräfte die Möglichkeit, Kurse zu entwickeln und anzubieten, die auf bestimmte Kompetenzen abzielen und oft eine größere Reichweite haben als die traditionelle universitäre Lehre.

3. **Mit lebenslang Lernenden in Kontakt treten**: Mikrozertifikate ermöglichen es Pädagogen, mit Lernenden während ihrer gesamten beruflichen Laufbahn zusammenzuarbeiten und so eine dauerhafte Beziehung zwischen Bildungseinrichtungen und Studierenden aufzubauen, während diese ihre Kompetenzen kontinuierlich erweitern.

4. **Lernpfade** individuell **anpassen**: Pädagogen können eine Vielzahl von Programmen anbieten, die auf unterschiedliche Zielgruppen zugeschnitten sind, von Anfängern bis hin zu erfahrenen Fachkräften, und die Inhalte sogar auf der Grundlage von Echtzeit-Feedback von Lernenden und Arbeitgebern anpassen.

5. **Verstärkte Zusammenarbeit mit der Wirtschaft**: Viele Microcredential-Programme werden in Zusammenarbeit mit Arbeitgebern entwickelt, um sicherzustellen, dass die

vermittelten Kompetenzen den Anforderungen der Wirtschaft entsprechen. Bildungsanbieter können enger mit Unternehmen zusammenarbeiten, um Lehrpläne zu entwickeln, die den Anforderungen des Arbeitsmarktes gerecht werden.

Der Trend hin zu Mikrozertifikaten spiegelt die steigende Nachfrage nach zugänglichen, flexiblen und kompetenzbasierten Lernangeboten wider, die den Bedürfnissen sowohl der Lernenden als auch der Arbeitgeber entsprechen.

5.4 Der Ansatz der EU

Die Europäische Union (EU) hat mehrere proaktive Schritte unternommen, um **Mikrozertifikate** zu fördern und in ihre Bildungssysteme, Arbeitsmärkte und übergeordneten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu integrieren. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, die Kompetenzen und die Beschäftigungsfähigkeit der EU-Bürger zu verbessern, Qualifikationslücken zu schließen und Bildung flexibler und zugänglicher zu machen. Hier sind einige der wichtigsten Maßnahmen, die die EU zur Förderung von Mikrozertifikaten ergriffen hat:

5.4.1 Aktionsplan der EU für digitale Bildung (2021–2027)

Der **Aktionsplan für digitale Bildung (2021–2027)** legt einen Schwerpunkt auf digitale Kompetenzen, was im Einklang mit der zunehmenden Verbreitung von Micro-Credentials steht. Eines seiner Hauptziele ist es, die Entwicklung hochwertiger digitaler Bildung zu fördern und sicherzustellen, dass das Lernen flexibel, zugänglich und EU-weit anerkannt ist. Der Plan hebt Folgendes hervor:

- **Qualitätssicherung**: Die EU fördert Qualitätsstandards für Mikroqualifikationen, um sicherzustellen, dass diese weitreichend akzeptiert und anerkannt werden. Dazu gehört die Einrichtung von Mechanismen zur grenzüberschreitenden Anerkennung und Validierung von Mikroqualifikationen innerhalb der EU.
- **Schaffung eines gemeinsamen Rahmens**: Die EU arbeitet an einem gemeinsamen Rahmen für Mikroqualifikationen, der Institutionen, Arbeitgebern und Lernenden helfen kann, besser zu verstehen, was diese Qualifikationen bedeuten und wie sie für den beruflichen Aufstieg oder das weitere Lernen genutzt werden können.

5.4.2 Europäische Kompetenzagenda (2020)

Die **Europäische Kompetenzagenda** ist eine weitere wichtige EU-Initiative, die darauf abzielt, die Qualifikationslücken in der EU zu schließen, insbesondere im Zusammenhang mit der digitalen Transformation, der grünen Wirtschaft und dem globalen Wettbewerb. Sie enthält konkrete Maßnahmen zur Förderung der Entwicklung und Verbreitung von Mikroqualifikationen, wie zum Beispiel:

- **Förderung von Mikro-Qualifikationen als EU-weiter Standard**: Die Agenda hebt Mikro-Qualifikationen als Instrument hervor, um lebenslanges Lernen zu fördern und Einzelpersonen dabei zu unterstützen, in einem sich rasch wandelnden Arbeitsmarkt kontinuierlich neue Kompetenzen zu entwickeln.

- **Aufbau eines Europäischen Qualifikationsrahmens (EQR)**: Eines der Ziele der Europäischen Qualifikationsagenda ist es, sicherzustellen, dass Mikro-Qualifikationen mit dem **Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR)** verknüpft werden können. Dies trägt dazu bei, Mikro-Qualifikationen zwischen den EU-Ländern vergleichbar und übertragbar zu machen und so ihre Mobilität und Anerkennung zu verbessern.

5.4.3 Pilotprojekte der Europäischen Kommission

Die **Europäische Kommission** hat verschiedene Pilotprojekte im Zusammenhang mit Mikro-Qualifikationen finanziert und gefördert. Diese Projekte dienen dazu, innovative Wege zur Validierung und Anerkennung von Mikro-Qualifikationen zu erproben. Zu den bemerkenswerten Beispielen gehören:

- **Mikro-Qualifikationen im Hochschulbereich**: Die EU untersucht, wie Universitäten und andere Hochschuleinrichtungen zusätzlich zu traditionellen Abschlüssen Mikro-Qualifikationen anbieten und anerkennen können. Dazu gehört die Definition dessen, was eine Mikro-Qualifikation ausmacht, sowie die Festlegung, wie diese in den EU-Mitgliedstaaten bewertet und validiert werden sollen.
- **European Digital Credentials for Learning (EDC)**: Diese Initiative zielt darauf ab, einen Rahmen für die Ausstellung und Anerkennung digitaler Lernergebnisnachweise zu schaffen, die mit Mikro-Qualifikationen verknüpft werden können. Ziel ist es, die Übertragbarkeit und Anerkennung von Mikro-Qualifikationen über Grenzen hinweg zu erleichtern.

5.4.4 Europäisches Zentrum für die Förderung der Berufsbildung (Cedefop)

Cedefop, eine EU-Agentur, die die Entwicklung der beruflichen Bildung (VET) unterstützt, spielt eine Schlüsselrolle bei der Förderung der Nutzung von Mikro-Qualifikationen im Kontext der beruflichen Bildung. Dies geschieht durch:

- **Forschung und Daten**: Cedefop führt Forschungsarbeiten durch, um die potenziellen Auswirkungen von Mikro-Zertifikaten auf die Kompetenzentwicklung, die Teilnahme am Arbeitsmarkt und die Integration von Bildungs- und Ausbildungssystemen in ganz Europa zu bewerten.
- **Kooperationen**: Cedefop arbeitet mit nationalen Regierungen, der Industrie und Bildungseinrichtungen zusammen, um Rahmenbedingungen und Leitlinien für Mikro-Qualifikationen zu entwickeln und sicherzustellen, dass diese auf die Bedürfnisse des europäischen Arbeitsmarktes abgestimmt sind.

5.4.5 EU-Förderprogramme

Die EU bietet Förderprogramme an, die die Entwicklung und Einführung von Mikro-Qualifikationen in den Mitgliedstaaten unterstützen, insbesondere im Zusammenhang mit digitalem Lernen, Erwachsenenbildung und Kompetenzentwicklung. Zu den wichtigsten Programmen gehören:

- **Erasmus+**: Dieses Programm ist traditionell für die Förderung der Mobilität bekannt, finanziert jedoch zunehmend Projekte im Bereich des lebenslangen Lernens und der Entwicklung von Mikro-Zertifikaten. Erasmus+ unterstützt Partnerschaften zwischen Hochschulen, Berufsbildungszentren und Unternehmen zur Entwicklung gemeinsamer Mikro-Zertifikatsprogramme, die die Beschäftigungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit verbessern.
- **Horizon Europe**: Horizon Europe finanziert Forschungs- und Innovationsprojekte und hat Initiativen unterstützt, die die Rolle von Micro-Credentials bei der Kompetenzentwicklung für neue Technologien untersuchen, insbesondere in den Bereichen KI, digitale Transformation und grüne Energie.

5.4.6 Europäischer Qualifikationsrahmen (EQR) und das Europäische System zur Anrechnung, Übertragung und Akkumulierung von Studienleistungen (ECTS)

Die EU arbeitet daran, **Mikroqualifikationen** besser in den **Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR)** und das **Europäische System zur Anrechnung, Übertragung und Akkumulierung von Studienleistungen (ECTS)** zu integrieren, die als Instrumente zur Standardisierung und zum Vergleich von Qualifikationen in den EU-Ländern dienen. Konkret:

- **Verknüpfung von Mikro-Qualifikationen mit EQR-Niveaus**: Durch die Angleichung von Mikro-Qualifikationen an den EQR will die EU sicherstellen, dass diese in verschiedenen Bildungs- und Berufsbildungssystemen anerkannt werden. Diese Angleichung hilft Lernenden und Arbeitgebern, den Wert von Mikro-Qualifikationen besser zu verstehen.
- **Schaffung von ECTS-Punkten für Mikro-Qualifikationen**: Das ECTS, das zur Messung des Arbeitsaufwands von Studierenden im Hochschulbereich verwendet wird, könnte auf Mikro-Qualifikationen ausgeweitet werden, sodass Lernende Credits für formale Abschlüsse oder Zertifizierungen sammeln können.

5.4.7 Politische Initiativen der EU zum lebenslangen Lernen

Die EU hat eine **Strategie für lebenslanges Lernen** verabschiedet, die die Bedeutung der Weiterqualifizierung und Umschulung während der gesamten beruflichen Laufbahn einer Person hervorhebt. Mikro-Zertifikate sind ein zentraler Bestandteil dieser Strategie, da sie es Einzelpersonen ermöglichen, schnell und effizient neue, berufsrelevante Kompetenzen zu erwerben, ohne dass langfristige formale Bildungsprogramme erforderlich sind.

- **Flexible Lernwege**: Mikro-Zertifikate gelten als wichtiger Weg, um flexible, modulare Lernwege für Menschen aller Altersgruppen und Hintergründe zu schaffen, die es ihnen ermöglichen, sich während ihrer gesamten beruflichen Laufbahn weiterzubilden und umzuschulen.
- **Zusammenarbeit mit der Wirtschaft**: EU-Initiativen fördern die Zusammenarbeit zwischen Bildungseinrichtungen und Unternehmen, um Micro-Credentials zu entwickeln, die eng auf die Bedürfnisse des Arbeitsmarktes abgestimmt sind.

5.4.8 European Digital Education Hub (EDEH)

Der **European Digital Education Hub** ist eine Plattform, die die europaweite Zusammenarbeit bei Initiativen im Bereich der digitalen Bildung fördern soll. Eines seiner Ziele ist es, den Zugang zu Micro-Credentials und anderen Formen der digitalen Bildung zu verbessern und sicherzustellen, dass Lernende in verschiedenen EU-Ländern Zugang zu hochwertigen, anerkannten Qualifikationen erhalten.

5.5 Badges und Mikro-Zertifikate

Badges und **Mikro-Qualifikationen** sind beides Instrumente zur Anerkennung und Validierung von Kompetenzen oder Leistungen, unterscheiden sich jedoch in Bezug auf Tiefe, Formalität und Umfang. Sie sind jedoch eng miteinander verbunden, und in vielen Kontexten werden **Badges** als Teil des Verfahrens zur Vergabe **von Mikro-Qualifikationen** eingesetzt. Werfen wir einen Blick auf die Beziehung zwischen den beiden:

5.5.1 Badges erklärt

Ein **Badge** ist ein digitales Symbol oder Kennzeichen, das eine bestimmte Leistung, Fähigkeit oder Kompetenz einer Person repräsentiert. Badges werden in der Regel von Organisationen, Institutionen oder Plattformen vergeben, um die Leistungen eines Lernenden in einem bestimmten Bereich anzuerkennen und zu verifizieren. Sie werden meist für die Erledigung einer bestimmten Aufgabe, den Abschluss eines Kurses, das Beherrschen einer Fertigkeit oder das Bestehen einer Prüfung verliehen.

- **Digital und visuell**: Badges werden oft als visuelle Symbole (Bilder) dargestellt, die auf Online-Plattformen, in Lebensläufen oder in Portfolios angezeigt werden.
- **Kurzfristige Leistungen**: Ein Badge kann eine engere oder spezifischere Leistung kennzeichnen. So kann der Erwerb eines Badges beispielsweise den Abschluss eines bestimmten Online-Kurses, eines Projekts oder eines Moduls bedeuten.
- **Kumulierbar**: Badges können im Laufe der Zeit gesammelt werden, um Fortschritte oder kumulatives Lernen anzuzeigen, und sie sind oft mit **Mikrozertifikaten** oder **Lernpfaden** verknüpft.

5.5.2 Mikrozertifikate erklärt

Mikrozertifikate sind formellere Zertifizierungen, die bestimmte Fähigkeiten oder Kenntnisse anerkennen, die oft durch kurzfristige, zielgerichtete Lernprogramme erworben werden. Mikrozertifikate sind in der Regel mit umfassenderen Lernergebnissen verbunden als Badges und können strengere Bewertungen sowie einen klaren Validierungsprozess beinhalten. Ein Mikrozertifikat kann nach Abschluss eines strukturierten Kurses oder Programms erworben werden, das Kompetenz in einem bestimmten Bereich nachweist.

- **Formelle Zertifizierung**: Microcredentials werden in der Regel mit detaillierteren Nachweisen (wie einem Zertifikat oder einem Zeugnis) ausgestellt und können mit dem **Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR)** oder einem anderen Standard verknüpft sein.

- **Kompetenzorientiert**: Eine Microcredential wird oft ausgestellt, nachdem ein Lernender die Beherrschung einer bestimmten Kompetenz oder Fertigkeit in einem bestimmten Fachgebiet nachgewiesen hat.
- **Höhere Glaubwürdigkeit**: Mikrozertifikate genießen im Allgemeinen eine größere Anerkennung und können im beruflichen oder akademischen Kontext ein größeres Gewicht haben als Badges.

5.5.3 Zusammenhang zwischen Badges und Microcredentials

Obwohl Badges und Microcredentials unterschiedlich sind, stehen sie im Kontext moderner Lernsysteme oft **in Wechselbeziehung zueinander**. Und zwar folgendermaßen:

1. **Badges als Bausteine von Microcredentials**:
    - In einigen Systemen werden Badges als kleinere **Erfolge** oder **Schritte** auf dem Weg zum Erwerb einer Microcredential vergeben. Beispielsweise können Sie Badges für den Abschluss einzelner Module innerhalb eines größeren Kurses erhalten, und nach Abschluss aller Module können Sie eine **Microcredential** erwerben, die Ihre allgemeine Beherrschung eines Fachgebiets bescheinigt.
    - **Kombinierbare Badges**: Lernende können mehrere Badges sammeln, die zusammen ein umfassenderes Kompetenzprofil bilden. Dieser kumulative Prozess kann dann offiziell als Mikrozertifikat anerkannt werden, insbesondere wenn der Lernende die allgemeinen Kompetenz- oder Bewertungskriterien erfüllt.
2. **Mikrozertifikate nutzen Badges zur Darstellung von Leistungen**:
    - Viele Plattformen vergeben **Badges** an Lernende, wenn diese bestimmte Meilensteine oder Kompetenzen innerhalb eines Microcredential-Programms erreichen. Beispielsweise könnte ein Lernender eine Reihe von Aufgaben in einem Kurs absolvieren und für jede Aufgabe ein Badge erhalten. Sobald alle Aufgaben abgeschlossen sind, erhält der Lernende das Microcredential.
    - Diese Badges sind oft **digital überprüfbar**, d. h. sie enthalten Metadaten, die den Nachweis der Leistung erbringen und leicht auf Plattformen wie LinkedIn oder in digitalen Lebensläufen geteilt werden können.
3. **Badges als informelle oder ergänzende Anerkennung**:
    - Badges können als **ergänzende** Anerkennung für informelles Lernen oder Leistungen dienen, die möglicherweise nicht die vollständige Struktur einer Microcredential erfordern. Beispielsweise könnte jemand ein Badge für das Absolvieren eines Online-Quiz oder eines Lernmoduls erhalten, auch wenn dies nicht zu einer vollständigen Qualifikation führt.
    - In diesem Fall sind Badges eine **weniger formelle, leichter zugängliche Form der Anerkennung**, haben jedoch möglicherweise nicht das gleiche Gewicht oder die gleiche Formalität wie eine Mikrozertifizierung.

4. **Flexibilität und plattformübergreifende Anerkennung**:
    - Einer der Hauptvorteile von Badges ist ihre **Flexibilität** und die Möglichkeit, sie **plattformübergreifend zu integrieren**. Lernende können Badges aus verschiedenen Quellen (z. B. MOOCs, Workshops, Online-Kurse) erwerben und diese in digitalen Portfolios oder Social-Media-Profilen präsentieren. Microcredentials hingegen werden möglicherweise in einem standardisierteren oder strukturierteren Format verliehen, und während Badges Teil dieses Prozesses sein können, sind Microcredentials oft mit einer formelleren Dokumentation verbunden.

Badges vs. Microcredentials: Wesentliche Unterschiede

Aspekt	Badges	Mikrozertifikate
Zweck	Anerkennung kleiner, spezifischer Leistungen oder Fähigkeiten	Zertifizierung eines breiteren Spektrums an Kompetenzen oder Fähigkeiten
Formalität	Informell und oft als ergänzende Anerkennung genutzt	Formelle Zertifizierung, die systemübergreifend anerkannt ist
Umfang	Eingeschränkter Anwendungsbereich, typischerweise für einzelne Aufgaben oder Module	Deckt ein breiteres Spektrum an Fähigkeiten oder Kompetenzen ab
Anerkennung	Weniger formell, oft auf digitalen Plattformen dargestellt	Formeller, manchmal mit akademischen oder beruflichen Qualifikationen verknüpft
Verifizierung	Kann verifiziert werden oder auch nicht (abhängig von der ausstellenden Plattform)	Beinhaltet in der Regel einen strengeren Verifizierungsprozess
Zertifizierungsprozess	Kann schnell und einfach für bestimmte Aufgaben oder Kenntnisse erworben werden	Beinhaltet den Abschluss eines strukturierten Programms oder Kurses mit Prüfungen
Kombination	Kann zu einem größeren Lernportfolio zusammengefasst werden	In der Regel eine eigenständige Leistung, kann aber Teil eines größeren Lernpfads sein

5.5.4 Wie Badges und Microcredentials Lernenden und Lehrenden helfen

- **Für Lernende**:

- **Badges** bieten eine schnelle Möglichkeit, bestimmte Fähigkeiten oder Meilensteine zu präsentieren, was sie für informelle Anerkennung oder berufsbegleitendes Lernen nützlich macht.
- **Mikrozertifikate** bieten eine strukturiertere und umfassendere Möglichkeit, Fachkenntnisse in einem Bereich oder Fachgebiet zu validieren, was für den beruflichen Aufstieg oder akademische Zwecke wirkungsvoller sein kann.
- Lernende können **Badges sammeln**, um eine Microcredential zu erwerben, was ihnen einen klaren Weg zu umfassenderen Errungenschaften aufzeigt.

- **Für Lehrende**:
  - **Badges** sind ein einfach zu implementierendes Instrument, um schrittweise Erfolge anzuerkennen und Lernende während ihrer gesamten Bildungsreise zu motivieren.
  - **Mikrozertifikate** sind wertvoll, um formellere, anerkannte Qualifikationen anzubieten, die an Branchenstandards angepasst werden können, und tragen so dazu bei, die wachsende Nachfrage nach flexiblem, kompetenzbasiertem Lernen zu befriedigen.
  - Pädagogen können **Badges** als Meilensteine nutzen, die schließlich zur Vergabe einer **Microcredential** führen, und so den Lernenden eine klare Struktur vorgeben.

5.5.5 Beispiele für Plattformen, die Badges und Microcredentials gemeinsam nutzen

- **Coursera, edX und LinkedIn Learning**: Diese Plattformen nutzen **Badges** häufig als Teil ihres Microcredentialing-Systems. So kann ein Lernender beispielsweise Badges für den Abschluss bestimmter Module oder Prüfungen in einem Kurs erwerben und erhält nach Abschluss des gesamten Kurses eine **Microcredential**, die seinem Lebenslauf oder seinem beruflichen Profil hinzugefügt werden kann.
- **Open Badges Standard**: Dies ist ein offener Standard für digitale Badges, der von der Mozilla Foundation entwickelt wurde. Er ermöglicht die Vergabe von Badges für eine Vielzahl von Lernleistungen und enthält detaillierte Metadaten zur Überprüfung der Leistung. Auf diesem System können Microcredentials aufgebaut werden, indem formellere Lernkriterien hinzugefügt werden.

-

5.6 Das futurEng-Badge-System

Die FuturEng-Onlineplattform (https://elearn-futureng.projectsgallery.eu/) umfasst 5 Module und 7 Web-Quests.

MODULE:

- Modul 1: Einführung in den Kurs
- Modul 2: Deep-Tech-Grundlagen für Industrie 5.0
- Modul 3: KI für Industrie 5.0
- Modul 4: Wegbereiter für den Twin-Transition
- Modul 4: Wegbereiter für den Twin-Transition
- Modul 5: Soziale, ökologische und ethische Auswirkungen

WEB-QUESTS.

1. ENTDECKEN SIE DEEP-TECH-FAKTOREN FÜR INDUSTRIE 5.0: DIE ZUKUNFT DER INNOVATION BEGINNT HIER!
2. SMART INDUSTRIES: IOT UND EDGE COMPUTING FÜR DIE TRANSFORMATION NUTZEN
3. ENTDECKEN SIE DIE ZUKUNFT DER ZUSAMMENARBEIT ZWISCHEN MENSCH UND ROBOTER
4. KI UND MASCHINELLES LERNEN IN INDUSTRIE 5.0: EVOLUTION ODER REVOLUTION?
5. PROMPT-ENGINEERING IN KI-SYSTEMEN BEHERRSCHEN
6. DIGITALISIERUNG FÜR EINE NACHHALTIGE ZUKUNFT NUTZEN: DIE TWIN-TRANSITION ERKUNDEN
7. ARCHITEKTEN DES DOPPELWANDELS: AUFBAU NACHHALTIGER GESCHÄFTSMODELLE FÜR DIE ZUKUNFT

Die Studierenden können ein Konto erstellen und sich automatisch für den Kurs in ihrer bevorzugten Sprache anmelden. Die Plattform stellt Lernmaterialien für jedes der fünf Module bereit, zusammen mit kurzen Quizfragen am Ende jeder Einheit, um das Wissen zu überprüfen (ausgenommen Modul 1, das als Einführung dient). Diese Quizfragen sind im Lernmodus, d. h., die richtige Antwort wird nach jeder Frage angezeigt, während der Studierende zur nächsten Frage übergeht. Diese Quizfragen werden nicht benotet.

Am Ende der Module 2, 3, 4 und 5 können die Studierenden einen Test absolvieren. Der Test umfasst ein Punktesystem, und bei einer Punktzahl von 75 % oder mehr wird ein Abzeichen verliehen. Bitte beachten Sie, dass es keine Punktabzüge für falsche Antworten gibt

Name	Abzeichenstatus	Kriterien
 KI für Industrie 5.0	Für Benutzer verfügbar	Abgeschlossen: **„SCORM-Paket – Test: KI für Industrie 5.0“**
 Deep-Tech-Enabler für Industrie 5.0	Für Benutzer verfügbar	Abgeschlossen: **„SCORM-Paket – Test zu Deep-Tech-Enablern für Industrie 5.0“**
 Soziale, ökologische und ethische Auswirkungen	Für Nutzer verfügbar	Abgeschlossen: **„SCORM-Paket – Test: Soziale, ökologische und ethische Auswirkungen“**
 Twin-Transitions-Enabler	Für Benutzer verfügbar	Abgeschlossen: **„SCORM-Paket – Test: Faktoren für den Übergang zur Dualen Ausbildung“**

Die Schüler können außerdem Aufgaben für die 7 Online-Webquests einreichen, die von den Lehrkräften bewertet werden können. Für jede Webquest haben die Schüler die Möglichkeit, ein zusätzliches Abzeichen zu erwerben.

Somit kann ein Schüler insgesamt 11 Badges erwerben. Wenn alle Badges erworben wurden, erhält der Schüler die **Micro-Credential** „FutureEng“ und ein Zertifikat steht zum Download bereit.

6 Nutzung der Plattform aus der Perspektive der Lehrkraft

Lehrkräfte können unter **https://elearn-futureng.projectsgallery.eu/** ein Konto erstellen. Es ist zu beachten, dass standardmäßig jedem, der ein Konto erstellt, die Rolle „Schüler“ zugewiesen wird. Die registrierte Lehrkraft muss sich an den Plattformadministrator wenden und die Rolle „Lehrkraft“ beantragen. Es ist außerdem zu beachten, dass die Richtlinien für Lehrkräfte zu den Web-Quests erst sichtbar sind, sobald dem erstellten Konto die Rolle „Lehrkraft“ zugewiesen wurde. Diese Richtlinien sind für Schüler nicht sichtbar.

Auf den folgenden Seiten wird die Plattform anhand einer Reihe von Screenshots in einfachen Schritten erklärt.

7 Bewertungsstrategien

FuturEng MOOC kombiniert zwei sich ergänzende Bewertungsstrategien: die traditionelle – formative und summative Bewertung der Modulinhalt – und die leistungsbasierte Bewertung durch Webquests.

7.1 Bewertungsstrategien für den MOOC

Die Bewertung des Moduls umfasst formative und summative Bewertungen.

Die formative Bewertung ist nicht als Bewertung des Lernens konzipiert, sondern *dient* dem Lernen. Sie besteht in der Regel aus kurzen Quizzen, die unbegrenzt wiederholt werden können, und dient als Bewertungsstrategie mit geringem Druck, die den Lernenden hilft, ihren Fortschritt selbst zu überwachen. Im Allgemeinen basieren diese Quizze auf dem Konzept des Abruftrainings (Roediger & Karpicke, 2006) – Gedächtniskonsolidierung durch Wiederholung. Sie dienen zudem dazu, die Lernenden zu motivieren, was ein wesentlicher Aspekt beim Online-Lernen ist. Sie ermöglichen in der Regel mehrere Versuche und fördern so die Ausdauer (Mastery Learning, Benjamin Bloom, 1968) sowie eine Wachstumsmentalität (Dweck, 2006).

In FuturEng erfolgt die formative Bewertung am Ende jeder Lektion durch kurze Quizze, die aus 3–4 Multiple-Choice-Fragen oder Zuordnungsaufgaben bestehen, die jeweils 10 Punkte wert sind. Die Lernenden haben unbegrenzte Versuche.

Die summative (Abschluss-)Bewertung dient als Nachweis der Lernergebnisse (Black & William, 1998; Harlen 2007). Es wird empfohlen, die Abschlussfragen gemäß Blooms Taxonomie der Aktionsverben zu formulieren, um das Erinnerungsvermögen und das Verständnis effektiv zu bewerten.

Künftig werden Quizze auf Modulebene am Ende aller Lektionen eines Moduls durchgeführt. Diese umfassen 14 bis 18 Multiple-Choice-Fragen und Zuordnungsaufgaben, die jeweils mit 10 Punkten gewichtet sind. Die Lernenden haben maximal zwei Versuche.

Diese Art der Bewertung – bestehend aus formativen und summativen Ansätzen – gewährleistet die Validität des Lernens und fördert die kontinuierliche Verbesserung der Lernenden (Harlen, 2007)

7.2 Bewertungsstrategien für die WebQuests

WebQuests basieren auf konstruktivistischen Lehrmethoden. Sie zielen darauf ab, Problemlösungs- und kritisches Denkvermögen zu entwickeln und gleichzeitig die Integration von Technologie in den Lehr- und Lernprozess zu fördern.

WebQuests umfassen in der Regel vielschichtige Aktivitäten – Recherche, Analyse, Präsentation von Informationen, Team- oder Einzelarbeit, Projektentwicklung und praktische Aufgaben. Sie

simulieren oft reale Aufgaben und Leistungen und spiegeln einen forschungsbasierten Ansatz zur Wissenskonstruktion sowie iterative und reflektierende Prozesse wider. Der Prozess zielt darauf ab, den Transfer des Gelernten in verschiedene Kontexte zu unterstützen.

Als forschungsbasierte Aktivitäten haben WebQuests keine „richtigen Antworten". Stattdessen werden die Lernenden dazu ermutigt, die betreffenden Themen zu erforschen, zu reflektieren und sich ein eigenes Verständnis davon aufzubauen. Folglich muss die Bewertung der Leistungen der Lernenden flexibel sein. Ein wirksamer Ansatz ist die Anwendung einer rubrikbasierten Bewertungsmethode, bei der die Rubriken auf die angestrebten Lernergebnisse abgestimmt sind. Rubriken sollten sowohl die Leistung des Lernenden als auch die konkreten Ergebnisse der WebQuest bewerten.

In FuturEng variieren die WebQuests hinsichtlich der Art des erwarteten Ergebnisses: Sie reichen von Präsentationen, Berichten und Debatten bis hin zu strategischen Vorschlägen, Geschäftsmodellen/-plänen oder Prototypen/Demos. Jede WebQuest umfasst daher eine eigene Bewertungsrubrik. Trotz ihrer Vielfalt teilen alle WebQuests jedoch einen ähnlichen Bewertungsrahmen, der aus drei bis vier gleichgewichteten Kriterien besteht. Zu diesen Kriterien gehören angewandtes Verständnis; Übereinstimmung mit den Deskriptoren der EQF-Niveaustufen, Querschnittskompetenzen wie Ethik, Nachhaltigkeit und menschenzentrierte Technologie im Einklang mit den Prinzipien von Industrie 5.0 sowie Fähigkeiten in den Bereichen Zusammenarbeit, Kommunikation und Präsentation (d. h. die Fähigkeit, Ideen klar und überzeugend zu vermitteln).

Dementsprechend lässt sich der Bewertungsrahmen für FuturEng-WebQuests in die folgenden übergreifenden Rubriken gliedern:

-Forschung und Innovation: Qualität, Tiefe und Relevanz der Ergebnisse.

-Kommunikation/Präsentation: Klarheit des Ausdrucks

-Zusammenarbeit: Teamdynamik

-Ethisches und nachhaltiges Denken: Menschzentrierte und verantwortungsvolle technologische Grundsätze

Für jede Rubrik sollten Kriterien und Standards für die Bewertung der Leistung der Lernenden definiert werden. Die endgültige Bewertungsmatrix würde wie folgt aussehen:

Kriterium	0 Punkte – Mangelhaft	2 Punkte – Durchschnittlich	4 Punkte – Gut	6 Punkte – Ausgezeichnet
1. Forschung & Innovation	Begrenztes Verständnis;	Grundlegendes Verständnis;	Solides Verständnis;	Tiefgehende, präzise und

Kriterium	0 Punkte – Mangelhaft	2 Punkte – Durchschnittlich	4 Punkte – Gut	6 Punkte – Ausgezeichnet
	ungenaue oder irrelevante Arbeit.	wenig Tiefe oder Originalität.	etwas Kreativität und Relevanz.	innovative Arbeit mit Bezug zu realen Kontexten.
2. Kommunikation / Präsentation	Unklar, unorganisiert, gravierende Fehler.	Verständlich, aber es fehlt an Struktur oder Klarheit.	Klar und gut strukturiert; passende visuelle Elemente/Medien.	Klar, überzeugend, gut gestaltet und ansprechend.
3. Zusammenarbeit	Keine oder nur minimale Beteiligung	Uneinheitliche Beiträge oder Teamarbeit.	Regelmäßige Beteiligung und Zusammenarbeit.	Aktive, respektvolle und konstruktive Teamarbeit.
4. Ethisches und nachhaltiges Denken	Kein ethisches oder nachhaltiges Bewusstsein.	Erwähnt Ethik/Nachhaltigkeit nur oberflächlich.	Integriert einige ethische oder nachhaltige Ideen	Starker ethischer, nachhaltiger und menschenzentrierter Ansatz.

Bewertungstabelle:

Ausgezeichnet	20 bis 24 Punkte
Gut	13 bis 19 Punkte
Durchschnittlich	7 bis 12 Punkte
Schlecht	0 bis 6 Punkte

Schließlich sollte die Bewertungsrubrik den Lernenden vor Beginn der WebQuest vorgelegt werden, um Transparenz und ein gemeinsames Verständnis des Bewertungsprozesses zu gewährleisten.

8 Checkliste für die Schulung von Lehrkräften

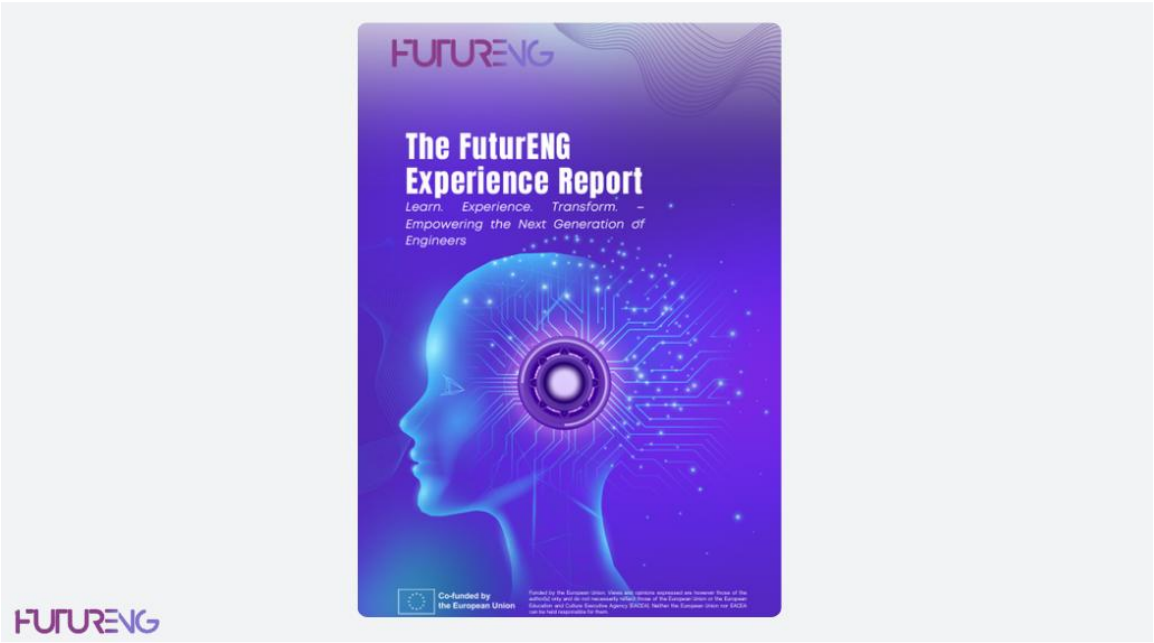
Um die Materialien effektiv vermitteln zu können, sollten Lehrkräfte in folgenden Bereichen geschult werden:

- Grundlagen der Industrie-5.0-Konzepte
- Nutzung der LMS-Plattform und interaktiver Tools
- Moderation von WebQuests und szenariobasiertem Lernen
- Gestaltung von Bewertungen, die auf die Lernergebnisse abgestimmt sind
- Förderung der Reflexion der Schüler und der digitalen Zusammenarbeit

9 Die FuturEng-Erfahrung

Das FuturEng-Konsortium hat einen umfassenden Erfahrungsbericht erstellt, der die Erprobung und Validierung des MOOC und der CBL-Toolbox an den drei Partneruniversitäten dokumentiert und das Feedback der Studierenden, die Pilotaktivitäten sowie die Kooperationsveranstaltungen zusammenfasst, die während der Projektlaufzeit stattfanden, namentlich den digitalen Hackathon und die LTTA in Portugal. Der Bericht bietet einen evidenzbasierten Überblick darüber, wie die Projekt-Tools die Entwicklung der Kompetenzen der Studierenden unterstützt und durch Co-Creation- und Evaluierungsaktivitäten zu Verbesserungen beigetragen haben, und dient als wichtige Referenz zum Verständnis des Projektfortschritts und der praktischen Auswirkungen seiner Ergebnisse. Darüber hinaus dient er Pädagogen und Institutionen als Beleg dafür, wie innovative Lerntools, wie sie im Rahmen des FuturEng-Projekts entwickelt wurden, praktische Anwendungsbeispiele bieten, die für verschiedene Ingenieurstudiengänge angepasst werden können.

Die vollständige Version dieses Berichts steht als frei herunterladbare Ressource auf der Homepage der FuturENG-Projektwebsite (im Abschnitt: „Our Experience“) zur Verfügung oder kann direkt über den folgenden Link aufgerufen werden: FuturEng-Erfahrungsbericht.


FUTURENG
The FuturENG Experience Report
Learn. Experience. Transform. – Empowering the Next Generation of Engineers
Co-funded by the European Union
FUTURENG

10 Literaturhinweise:

Beddoes, K. (2020) „Interdisciplinary teamwork artefacts and practices: A typology for promoting successful teamwork in engineering education“, *Australasian Journal of Engineering Education*, 25(2), S. 133–141. doi: 10.1080/22054952.2020.1836753.

Black, P. und Wiliam, D. (1998) „Assessment and classroom learning“, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), S. 7–74. doi: 10.1080/0969595980050102.

Bloom, B.S. (1968) „Learning for mastery“, *UCLA-CSEIP Evaluation Comment*, 1(2), S. 1–12.

Breque, M., De Nul, L. und Petridis, A. (2021) *Industrie 5.0: Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, menschenzentrierten und widerstandsfähigen europäischen Industrie*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union.

Cigdem, H. und Ozkan, U.B. (2024) „Verbesserung der Lernergebnisse in der Ingenieurausbildung durch formative Online-Quizze: Ergebnisse einer quasi-experimentellen Studie“, *Journal of Interactive Learning Research*, 35(1), S. 9–30.

Crowley, B. (2021) *Modelle der künstlichen Intelligenz*. The Decision Lab. Verfügbar unter: https://thedecisionlab.com/reference-guide/computer-science/artificial-intelligence-models (Zugriff: 23. November 2025).

Dweck, C.S. (2006) *Mindset: Die neue Psychologie des Erfolgs*. New York: Random House.

Europäische Kommission (2020) *Der Europäische Grüne Deal*. Brüssel: Europäische Kommission. Abrufbar unter: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (Zugriff: 23. November 2025).

Europäische Kommission (2021) *Vorschlag für eine Verordnung zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstliche Intelligenz) und zur Änderung bestimmter Rechtsakte der Union*, COM(2021) 206 final. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2021)206&lang=en (Zugriff: 23. November 2025).

Europäische Kommission (2022) *Europas digitales Jahrzehnt: Digitales Politikprogramm 2030*. Brüssel: Europäische Kommission. Verfügbar unter: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europes-digital-decade_en (Zugriff: 23. November 2025).

Europäische Umweltagentur (2024) *Ausblick auf den Nachhaltigkeitswandel in Europa*. Verfügbar unter: https://www.eea.europa.eu/publications/europes-sustainability-transitions-outlook (Zugriff: 23. November 2025).

Floridi, L. (2019) *Die Ethik der künstlichen Intelligenz*. Oxford: Oxford University Press.

Harlen, W. (2007) *Bewertung des Lernens*. London: SAGE Publications.

Kalyanakrishnan, S. (2023) „Prompt Engineering für KI-Anwendungen in Industrie 5.0“, *International Journal of Artificial Intelligence and Applications*, 14(3), S. 230–250.

Kolesnikova, I. (2023) *Computer-Vision-Anwendungen und Fallstudien aus der Praxis*. MindTitan. Verfügbar unter: https://mindtitan.com/resources/blog/computer-vision-applications/ (Zugriff: 23. November 2025).

Marr, B. (2016) *Big Data in der Praxis: Wie 45 erfolgreiche Unternehmen Big-Data-Analysen nutzten, um außergewöhnliche Ergebnisse zu erzielen*. Chichester: Wiley.

McNulty, A. und Brooks, D. (2006) „Learning from WebQuests“, *Journal of Science Education and Technology*, 15, S. 133–136. doi: 10.1007/s10956-006-9005-7.

OECD (2024) *Digital Economy Outlook 2024 (Band 2): Stärkung von Konnektivität, Innovation und Vertrauen*. Verfügbar unter: https://www.oecd.org/digital/digital-economy-outlook/ (Zugriff: 23. November 2025).

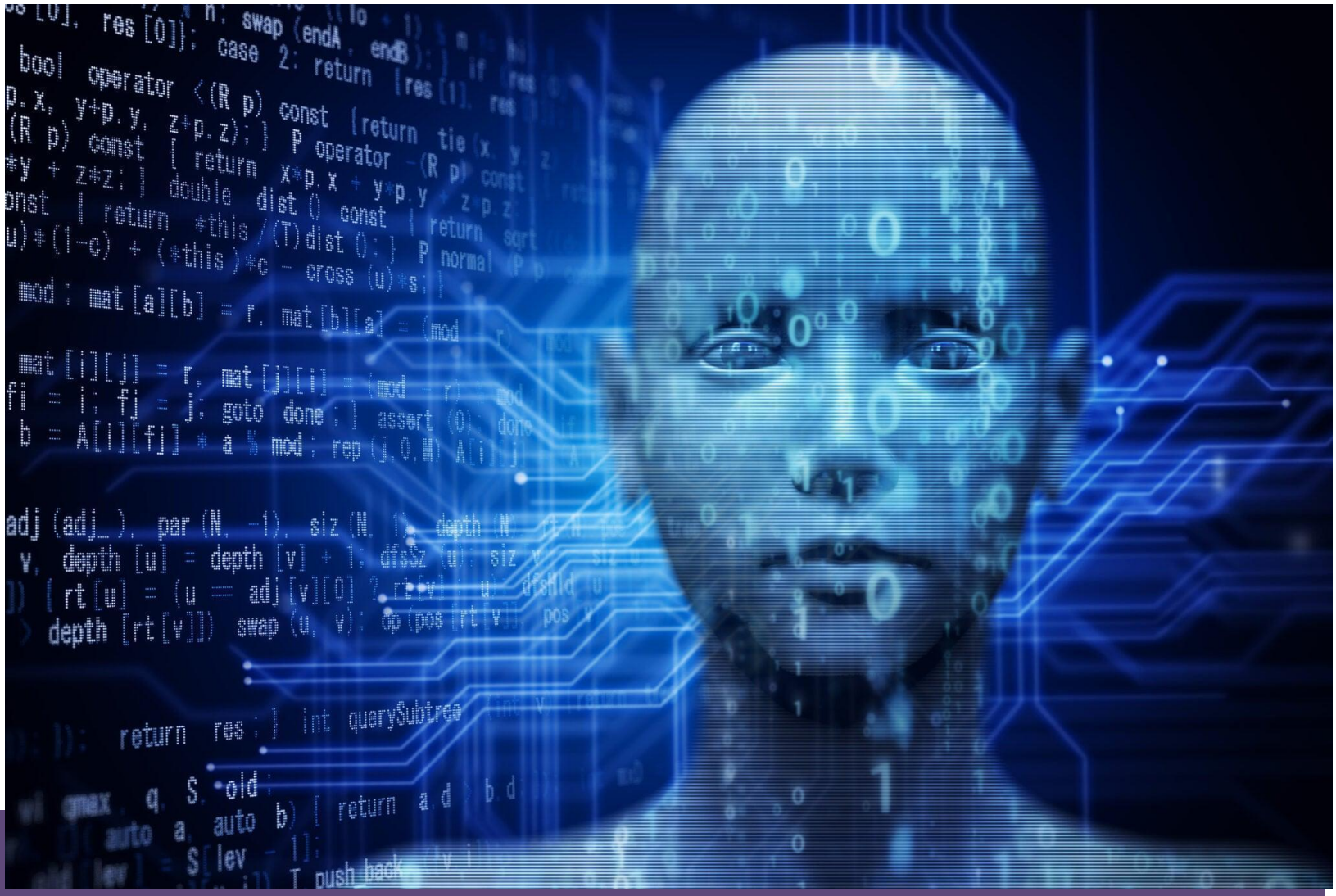
Roediger, H.L. und Karpicke, J.D. (2006) „Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention“, *Psychological Science*, 17(3), S. 249–255. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x.

Salmon, G. (2013) *E-Moderation: Der Schlüssel zum Online-Lehren und -Lernen*. 3. Aufl. London: Routledge.

Sinakou, E., Donche, V., Boeve-de Pauw, J. und Van Petegem, P. (2019) „Gestaltung wirkungsvoller Lernumgebungen in der Bildung für nachhaltige Entwicklung: Ein konzeptioneller Rahmen“, *Sustainability*, 11(21), 5994. doi: 10.3390/su11215994.

Stappenbelt, B. und Basu, A. (2019) „Student-supervisor-university expectation alignment in the undergraduate engineering thesis“, *Journal of Technology and Science Education*, 9(2), S. 199–216. doi: 10.3926/jotse.482.

T-Challenge (ohne Datum) *O2TOT-Handbuch* [Handbuch]. Verfügbar unter: https://t-challenge.eu/uploaded/tiny/files/t_challenge-o2tot-manual-en.pdf (Zugriff: 23. November 2025).



Kapitel 2 – Roadmap zur Integration von Industrie 5.0, E-Learning und Web-Quests in Ingenieurstudiengänge

1 Zusammenfassung

FuturEng ist ein europäisches Projekt, das die Ingenieurausbildung mit den für Industrie 5.0 erforderlichen Kompetenzen ausstattet – ein politischer Wandel, der den Einsatz fortschrittlicher Technologien in einer Weise fordert, die Menschen, ökologische Nachhaltigkeit und die Widerstandsfähigkeit der Lieferkette in den Vordergrund stellt. Das Projekt stellt unterrichtsfertiges Material bereit, das künstliche Intelligenz, sicheren Datenumgang, Blockchain, dienstleistungsbasierte Geschäftsmodelle, kollaborative Roboter und 3D-Druck abdeckt. Alle Lerninhalte sind auf den Europäischen Qualifikationsrahmen abgestimmt und stehen im Einklang mit der Empfehlung des Rates von 2022 zu Mikro-Zertifikaten, wodurch sichergestellt wird, dass jede Lerneinheit grenzüberschreitend anerkannt werden kann.

FuturEng bietet Lernenden drei praktische Wege. Im Studiengang können Module in bestehende Ingenieurstudiengänge integriert werden, sodass Studierende Industrie-5.0-Kompetenzen erwerben und als Studienleistungen anrechnen lassen können. Im Mikro-Credential-Weg ermöglichen kurze, flexible Kurse praktizierenden Ingenieuren und Lernenden aus anderen Bereichen, gezielte Fähigkeiten zu erwerben und diese später in anerkannte Credits umzuwandeln. Im Workshop-Weg werden bei Schnell-Einführungsaktivitäten wie Hackathons und Challenge-Sprints Badge-basierte Anerkennungen vergeben, ohne dass Änderungen am Lehrplan erforderlich sind.

Lehrkräfte erhalten gezielte Fortbildungen, die sowohl den technischen Unterricht als auch die weiterreichenden sozialen und ökologischen Aspekte im Zusammenhang mit Industrie 5.0 unterstützen. Unternehmen stellen reale Daten, Ausrüstung und Problemstellungen zur Verfügung, wodurch die Relevanz für den Arbeitsalltag gestärkt und direkte Talentpipelines geschaffen werden. Qualitätssicherungsagenturen und Akkreditierungsstellen werden während des gesamten Prozesses einbezogen, um die Einhaltung europäischer Standards für die Anrechnung und Anerkennung sicherzustellen.

FuturEng beginnt 2025–2026 mit Entwurfs- und Pilotaktivitäten, gefolgt von einer breiteren Einführung bis 2028 und einer kontinuierlichen schrittweisen Verbesserung. Der Fortschritt wird anhand von Indikatoren wie der Akzeptanz von Micro-Credentials, der Mobilität der Lernenden in ganz Europa und den Berufseinstiegsergebnissen von Absolventen in grünen und digitalen Sektoren überwacht. Durch die Integration modernster Technologie mit starken Nachhaltigkeits- und gesellschaftlichen Werten unterstützt FuturEng die Ausbildung von Ingenieuren, die Lösungen entwerfen können, die nicht nur innovativ und effizient, sondern auch verantwortungsbewusst und widerstandsfähig sind.

1 Die Vision: Industrie 5.0 und Ingenieurausbildung

Industrie 5.0 steht für einen Wandel hin zu industriellen Systemen, die das menschliche Wohlergehen fördern, die Umwelt schützen und gegenüber Störungen widerstandsfähig bleiben (Europäische Kommission, 2021). Sie baut auf dem technologischen Fortschritt von Industrie 4.0 auf, legt dabei jedoch einen stärkeren Fokus auf soziale und ökologische Ergebnisse. Der Bedarf an Kompetenzen, die diesen Wandel ermöglichen, ist dringlich geworden, wie in aktuellen europäischen Politikberichten festgestellt wird (Europäische Kommission, 2024).

Für die Ingenieurausbildung erfordert dieser Wandel solide technische Grundlagen – darunter künstliche Intelligenz, sicheres Datenmanagement, Blockchain, kollaborative Robotik, additive Fertigung und fortgeschrittene Analytik – bei gleichzeitiger Einbettung von Nachhaltigkeit, Ethik und Inklusion (Europäische Kommission, 2021). Ingenieure müssen in der Lage sein, die weiterreichenden Folgen von Technologie zu bewerten, einen Lebenszyklusansatz zu verfolgen und zur Entwicklung von Lösungen beizutragen, die Risiken in den Bereichen Klima, Cybersicherheit und Lieferkette angehen. Sie werden zunehmend in dienstleistungsorientierten Geschäftsmodellen wie Software-as-a-Service, Platform-as-a-Service und Data-as-a-Service arbeiten, die einen Mehrwert schaffen und gleichzeitig ökologische Grenzen respektieren (Europäische Kommission, 2024).

Um diesen Erwartungen gerecht zu werden, sind modernisierte Lehr- und Lernmethoden erforderlich. Problemorientierte Ansätze, darunter „Living Lab"-Umgebungen, fördern interdisziplinäre Teamarbeit und schnelles Experimentieren. Kurze, aufeinander aufbauende Lerneinheiten ermöglichen es den Lernenden, gezielte Fähigkeiten zu erwerben und ihre Kompetenz rasch unter Beweis zu stellen. An europäische Standards angepasste „Micro-Credentials" unterstützen flexible Lernwege und ermöglichen es den Studierenden, sich während ihrer gesamten beruflichen Laufbahn weiterzubilden und umzuschulen (Rat der EU, 2022). Die interdisziplinäre Zusammenarbeit – beispielsweise zwischen Studierenden der Ingenieurwissenschaften und Studierenden der Wirtschaftswissenschaften, Sozialwissenschaften und des Designs – hilft ihnen, die menschlichen und organisatorischen Dimensionen von Innovation zu verstehen. Möglichkeiten zur kontinuierlichen beruflichen Weiterentwicklung stellen sicher, dass Lehrende über neue Instrumente und die damit verbundenen gesellschaftlichen Fragen auf dem Laufenden bleiben. Mobilitätsfenster und grenzüberschreitende Zusammenarbeit stärken den Austausch von Talenten und Wissen in ganz Europa (Europäische Kommission, 2024).

In den folgenden Abschnitten wird beschrieben, wie FuturEng Hochschulen bei der Umsetzung dieser Vision unterstützt. Durch aktualisierte Studiengänge, Angebote für Mikro-Zertifizierungen und außerschulische Innovationsmöglichkeiten trägt das Projekt dazu bei, Ingenieure so auszubilden, dass sie Lösungen liefern können, die technisch robust, nachhaltig und auf Europas menschenzentrierte industrielle Zukunft ausgerichtet sind (Europäische Kommission, 2021).

2 Interessengruppen und Zielgruppe

Der Aufbau der FuturEng-Lernpfade auf der Grundlage der Prinzipien von Industrie 5.0 erfordert koordiniertes Handeln einer breiten Gemeinschaft von Interessengruppen, von denen jede einen eigenen Beitrag leistet, um eine erfolgreiche Umsetzung und langfristige Wirkung sicherzustellen.

Studierende und andere Lernende stehen im Mittelpunkt der Initiative. Dazu gehören Vollzeitstudierende im Bachelor-, Master- und Doktoratsstudium sowie Fachkräfte, die ihre Kompetenzen mitten in ihrer Karriere aktualisieren möchten. Auf europäische Qualitäts- und Transparenzstandards abgestimmte Mikro-Zertifizierungen bieten eine flexible und übertragbare Anerkennung von Lernergebnissen und ermöglichen es Einzelpersonen, Kompetenzen in Schlüsseltechnologien wie künstlicher Intelligenz, Blockchain und nachhaltiger Fertigung zu erwerben und zu kombinieren (Rat der EU, 2022; Europäische Kommission, 2021).

Wissenschaftliches Personal, Programmleiter und institutionelle Qualitätsteams treiben die Innovation der Lehrpläne voran und sichern die akademischen Standards. Sie werden Lehrpläne anpassen, die Leistungsbewertung modernisieren und menschenzentrierte sowie Nachhaltigkeitsperspektiven in spezialisierte ingenieurwissenschaftliche Themen einbetten. Europäische Leitlinien betonen die frühzeitige und kontinuierliche Einbindung von Lehrkräften, um kohärente Lernergebnisse zu gewährleisten, die auf anerkannte Qualifikationsrahmen abgestimmt sind (Europäische Kommission, 2024).

Industriepartner – darunter Technologieanbieter, Hersteller und Start-ups – bringen authentische Kontexte, Datensätze, Einrichtungen und Aufgabenstellungen ein. Ihre Rolle bei der gemeinsamen Gestaltung stellt sicher, dass das Lernen eng auf die sich wandelnden Erwartungen am Arbeitsplatz abgestimmt bleibt und dass sich die Kompetenzen der Industrie 5.0 direkt in Beschäftigungsfähigkeit umsetzen lassen (Europäische Kommission, 2021).

Politische Entscheidungsträger, Akkreditierungsstellen und nationale Agenturen schaffen die rechtlichen Grundlagen für Flexibilität in den Lehrplänen, Anerkennung und grenzüberschreitende Mobilität der Lernenden. Sie stellen sicher, dass akademische Bildungswege und Mikro-Qualifikationswege den Grundsätzen des Europäischen Qualifikationsrahmens und des Lissabonner Anerkennungsübereinkommens entsprechen und gewährleisten so Vertrauen und Transparenz in ganz Europa (ENQA, 2015).

Schließlich profitieren die Gesellschaft und die Wirtschaft insgesamt, wenn Absolventen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge Lösungen entwickeln, die das Wohlbefinden, die soziale Inklusion und die Umweltverantwortung fördern – die Kernziele von Industrie 5.0. Durch die Abstimmung der Maßnahmen aller Beteiligten trägt FuturEng zum ökologischen und digitalen Wandel Europas bei und stärkt gleichzeitig die industrielle Widerstandsfähigkeit.

3 Phasen der strategischen Integration

Um die Vision von Industrie 5.0 in den Lernalltag zu übertragen, wird FuturEng seine Inhalte über drei sich ergänzende Wege bereitstellen, die auf unterschiedliche institutionelle Bedürfnisse eingehen und gleichzeitig eine einheitliche, skalierbare Strategie für die Umgestaltung der Lehrpläne bilden (Europäische Kommission, 2024).

Pfad 1 – Vollständige Lehrplanintegration

FuturEng-Module zu den Themen künstliche Intelligenz, Blockchain, Big-Data-Analytik, kollaborative Robotik, additive Fertigung und serviceorientierte Geschäftsmodelle werden in bestehende akkreditierte Studiengänge eingebettet. Die Lernergebnisse werden den EQF-Niveaus und ECTS-Standards zugeordnet, um die Einbindung in die allgemeine Ingenieurausbildung sicherzustellen (Europäische Kommission, 2021).

Pfad 2 – Mikro-Zertifikate für flexible Weiterqualifizierung

Die gleichen Inhalte werden als kurze, bewertete und stapelbare Lerneinheiten für Fachkräfte, Studierende anderer Fachrichtungen und Alumni angeboten. Da diese Mikro-Zertifikate der Empfehlung des Rates von 2022 entsprechen, unterstützen sie eine schnelle Anerkennung und Arbeitsmarktrelevanz in ganz Europa (Rat der EU, 2022).

Pfad 3 – Außerschulische und lehrplanbegleitende Innovation

Wochenend-Sprints, Branchenherausforderungen, Hackathons und „Degree Plus“-Erfahrungen bieten praktisches Engagement außerhalb formaler Strukturen, das durch digitale Badges anerkannt wird und die schnelle Prototypenentwicklung neuer Inhalte in Partnerschaft mit der Industrie unterstützt (OECD, 2023).

Die folgenden Unterabschnitte skizzieren die Anforderungen an Verfahren, Qualitätssicherung und Governance für jeden Weg und stellen sicher, dass erste Pilotprojekte zu einer nachhaltigen, institutionsweiten Einführung führen.

3.1 Registrierung und Genehmigung eines neuen Studienmoduls

In ganz Europa unterliegen Hochschulstudiengänge und ihre Module nationalen Qualitätssicherungssystemen, die innerhalb eines gemeinsamen europäischen Rahmens funktionieren. Die wichtigste Referenz sind die *Standards und Leitlinien für die Qualitätssicherung im Europäischen Hochschulraum* (ESG), die erstmals 2005 verabschiedet und 2015 überarbeitet wurden. Die ESG legen fest, wie Hochschulen die Qualität ihrer Studiengänge intern sicherstellen sollten und wie externe Qualitätssicherungsagenturen diese bewerten sollten (ENQA, 2015). Die Umsetzung einer ESG-basierten Qualitätssicherung ist eine zentrale Verpflichtung des Bologna-Prozesses, der den Europäischen Hochschulraum (EHEA) begründet hat. Während die

Kernprinzipien einheitlich sind, variieren die detaillierten Verfahren von Land zu Land (Europäische Kommission, 2025).

Wenn Hochschulen neue Module in bestehende Studiengänge einführen, folgen sie in der Regel einem internen Qualitätssicherungsprozess, der in kleinerem Maßstab die Genehmigung kompletter Studiengänge widerspiegelt. In Übereinstimmung mit den ESG-Standards für die interne Qualitätssicherung muss jede Änderung des Lehrplans – einschließlich der Einrichtung, Überarbeitung oder Streichung von Modulen – ordnungsgemäß geplant, begründet und durch institutionelle Verfahren genehmigt werden. In der Regel geht die Initiative von einem akademischen Fachbereich oder einem Studiengangskomitee aus, das einen Bedarf identifiziert, der sich aus neuen Forschungsentwicklungen, Anforderungen des Arbeitsmarktes oder Rückmeldungen von Studierenden und externen Interessengruppen ergibt. Anschließend wird eine Modulbeschreibung entworfen, in der die beabsichtigten Lernergebnisse, Inhalte, Bewertungsmethoden und der in ECTS-Punkten ausgedrückte Arbeitsaufwand dargelegt werden.

Nach der Ausarbeitung wird der Vorschlag auf seine Übereinstimmung mit dem Gesamtstudiengang geprüft: Die Modulebene muss dem jeweiligen Qualifikationsrahmen entsprechen, und die Lernergebnisse müssen sinnvoll zu den Studienzielen beitragen, ohne die Studierenden zu überlasten oder bestehende Lehrinhalte zu duplizieren. In vielen Systemen wird diese Übereinstimmungsprüfung von einem Studiengangskomitee auf Fakultäts- oder Universitätsebene und einer Qualitätssicherungsstelle durchgeführt, wobei Vorlagen und Kriterien verwendet werden, die aus den ESG abgeleitet sind. Zu den gemeinsamen Schwerpunkten gehören studierendenzentriertes Lernen, die konstruktive Abstimmung zwischen Lehre, Lernen und Bewertung sowie die Bereitstellung klarer Informationen für die Lernenden.

Die endgültige Genehmigung erteilt dann das zuständige Entscheidungsgremium (z. B. ein Fakultätsrat, ein Senat oder ein gleichwertiges Gremium). Geringfügige Aktualisierungen können vollständig innerhalb der Einrichtung abgewickelt und später im Rahmen externer Überprüfungszyklen gemeldet werden. Wesentliche Änderungen – wie beispielsweise die Hinzufügung mehrerer neuer Module, die das Profil des Studiengangs erheblich verändern – erfordern jedoch möglicherweise eine Meldung an eine externe Qualitätssicherungsagentur oder eine erneute Akkreditierung durch diese. Unabhängig von der Einstufung werden Module nach ihrer Einführung durch regelmäßige interne Evaluierungen, einschließlich studentischem Feedback und Leistungsindikatoren, überwacht und im Rahmen zyklischer Studiengangüberprüfungen neu bewertet, um eine kontinuierliche Verbesserung und Kohärenz sicherzustellen.

Leitlinien zu Qualitätsmanagementregelungen in den nationalen Bildungssystemen, einschließlich Links zu entsprechenden politischen und regulatorischen Dokumenten, finden sich auf der Eurydice-Plattform der Europäischen Kommission (Eurydice, 2025).

Um diesen Prozess in der Praxis zu veranschaulichen, wird auf den folgenden Seiten das Beispiel der Einführung eines neuen Moduls in einen Studiengang an der Technischen Universität Kaunas (KTU) herangezogen. Obwohl sich die Verfahren je nach nationalem Kontext unterscheiden, hilft dieser Fall dabei, die typischsten Schritte, Beteiligten und wichtigsten Dokumente hervorzuheben. Er zeigt auch, wie die für einen FuturEng-Kurs konzipierten Ressourcen – einschließlich Lernergebnisse, Lehrpläne, Bewertungsschemata und Lehrmaterialien – in etablierte Studiengangstrukturen integriert werden können. Die Beschreibung stützt sich auf öffentlich zugängliche Dokumente der Technischen Universität Kaunas (Kaunas University of Technology, 2025).

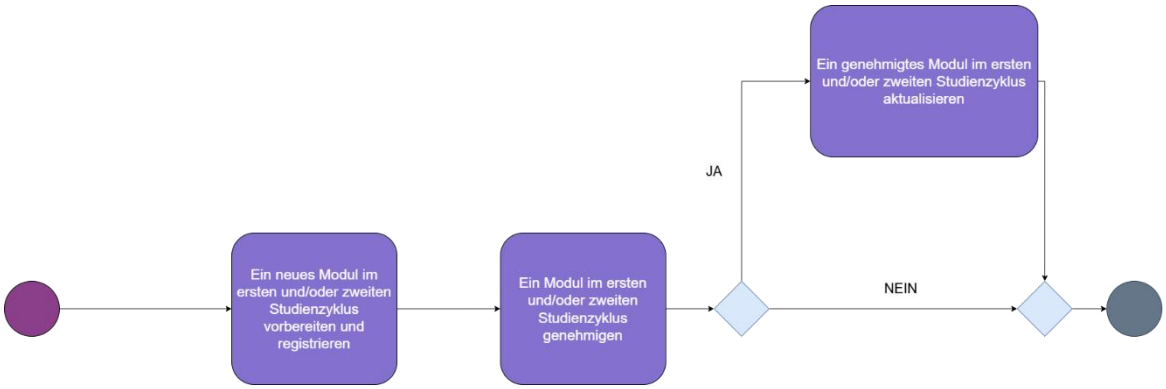
Die Registrierung und Genehmigung eines Studienmoduls ist ein strukturierter Prozess, der akademische Konsistenz und die Übereinstimmung mit institutionellen und europäischen Erwartungen sicherstellt, bevor das Modul in den offiziellen Lehrplan aufgenommen wird. Ein Modul wird entworfen, eingereicht, von den zuständigen Gremien und Experten bewertet und anschließend genehmigt und registriert, sofern es die erforderlichen Standards erfüllt. Nach der Genehmigung sind die Module für einen festgelegten Zeitraum gültig und werden später erneut bewertet, um die Qualität sicherzustellen.

In diesem Abschnitt werden die damit verbundenen detaillierten Prozesse vorgestellt:

- Rahmenbedingungen für die Registrierung, Genehmigung und Aktualisierung von Modulen
- Vorbereitung und Registrierung neuer Module (einschließlich detaillierter Vorbereitung, Konformitätsprüfungen, Einreichung bei Ausschüssen und Registrierung)
- Genehmigung vorbereiteter Module (Überprüfungen, Korrekturen und erneute Genehmigung bestehender Module)

3.1.1 Registrierung und Genehmigung von Studienmodulen und Mikromodulen des ersten und zweiten Zyklus

Dieser Prozess bildet den allgemeinen Rahmen für die Erstellung, Genehmigung und Aktualisierung neuer Studienmodule (Bachelor-, Master- oder Mikromodule). Jedes Studienmodul durchläuft einen formalisierten Prozess der Erstellung, Genehmigung und Qualitätssicherung, bevor es in den offiziellen akademischen Lehrplan aufgenommen wird.

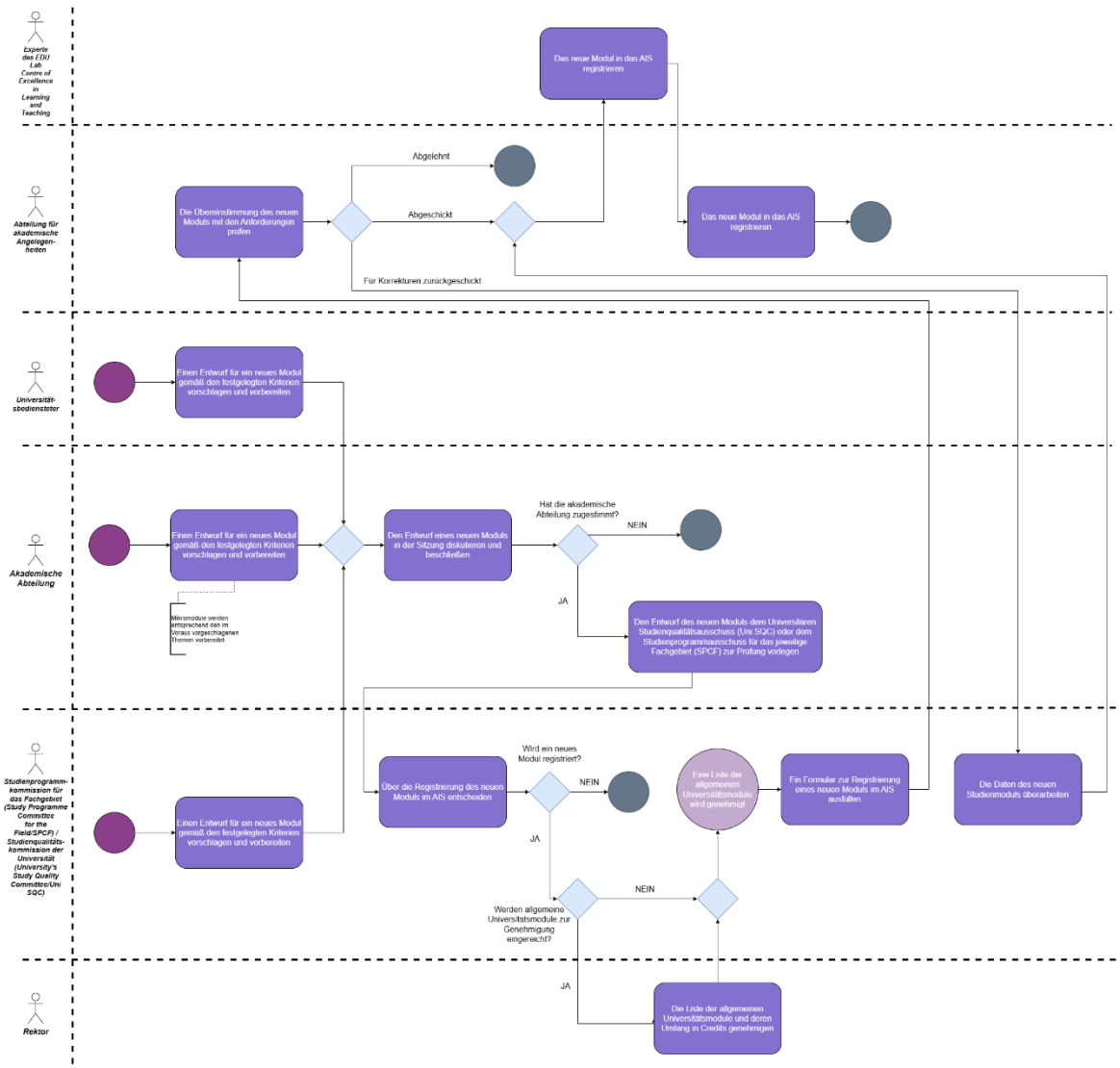


Prozessschritte:

1. Der Prozess beginnt, wenn Bedarf an einem neuen Studienmodul oder einer Überarbeitung eines bestehenden Moduls besteht.
2. Ein neues Modul für den ersten oder zweiten Studienzyklus wird von den zuständigen Lehrkräften vorbereitet und im Akademischen Informationssystem (AIS) der Universität registriert.
3. Das vorgeschlagene Modul wird den zuständigen Ausschüssen oder Gremien zur Genehmigung vorgelegt.
4. Wird das Modul genehmigt, wird es in das offizielle Studienangebot aufgenommen und kann später aktualisiert werden.
5. Wird das Modul nicht genehmigt, wird es entweder zur Überarbeitung zurückgeschickt oder der Prozess endet ohne Genehmigung.
6. Genehmigte Module können bei Bedarf aktualisiert werden, wobei sicherzustellen ist, dass auch Änderungen einer Validierung unterliegen.

3.1.2 Vorbereitung und Registrierung eines neuen Moduls für den ersten und/oder zweiten Studienzyklus

Dieser Prozess befasst sich eingehender mit den praktischen Schritten zur Vorbereitung eines neuen Moduls. Ziel ist es, sicherzustellen, dass neue Module systematisch geprüft werden, den akademischen Standards entsprechen und ordnungsgemäß registriert sind, bevor sie den Studierenden angeboten werden.



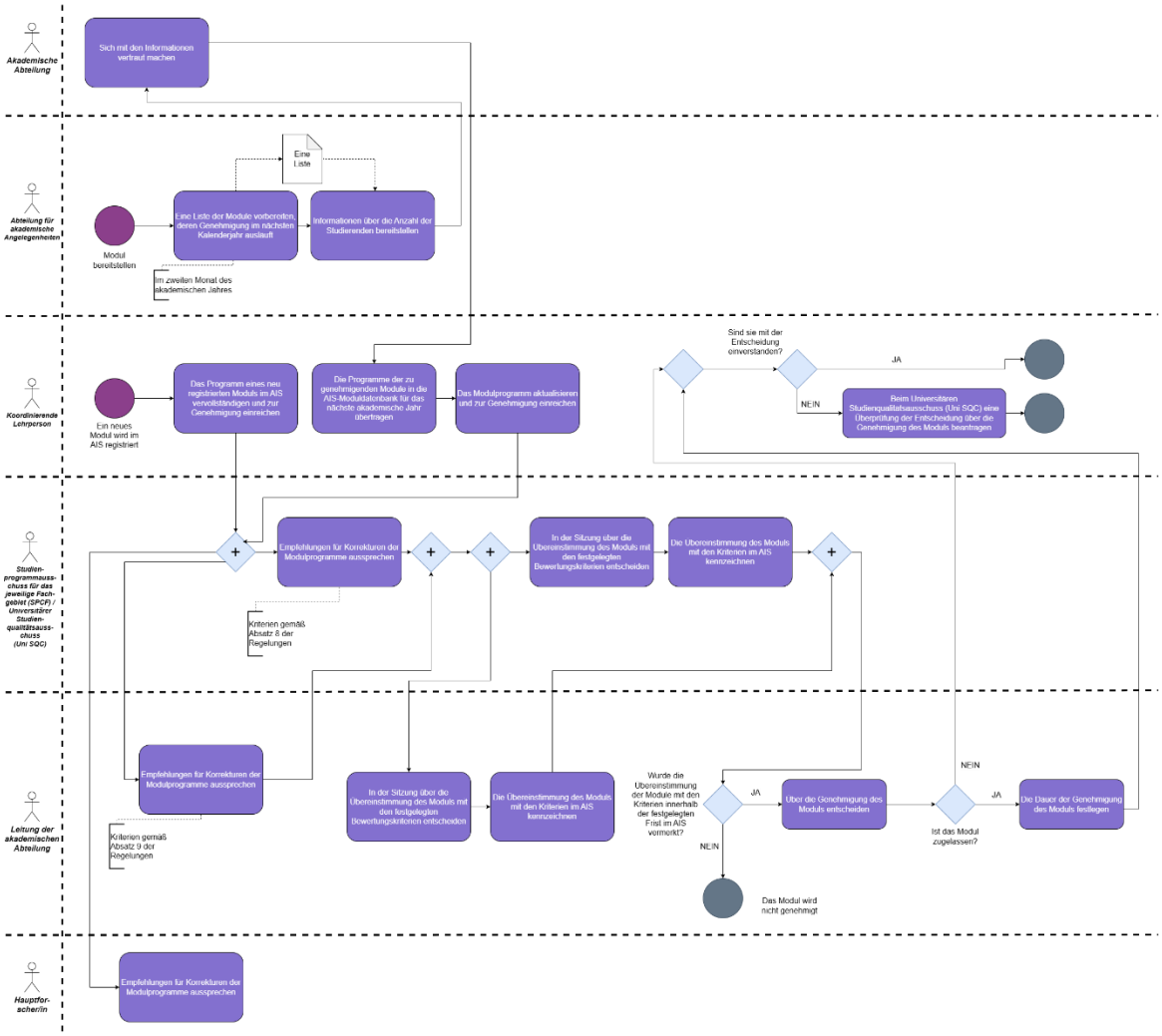
Prozessschritte:

1. Das akademische Personal schlägt ein neues Modul vor und erstellt einen Entwurf gemäß festgelegten Kriterien (Lernergebnisse, Arbeitsaufwand, Inhalt, Übereinstimmung mit den Studienzielen).
2. Der Entwurf wird in Fakultäts- oder Fachbereichssitzungen diskutiert. Es wird entschieden, ob der Entwurf bereit ist, weiterbearbeitet zu werden.
3. Ist der Vorschlag nicht geeignet, wird er abgelehnt.
4. Ist er geeignet, wird er zur weiteren Bewertung auf einer höheren Ebene vorgelegt (siehe Schritt 5).
5. Das Modul wird auf Übereinstimmung mit den Anforderungen der Universität und den nationalen Vorgaben geprüft (z. B. Kreditpunktestruktur, inhaltliche Standards).
6. Bei Nichtkonformität wird er zur Korrektur zurückgeschickt.
7. Ist er konform, wird er formell eingereicht.

8. Der Entwurf des neuen Moduls wird zentralen Gremien (z. B. dem Studienausschuss der Universität, dem RSMK) zur Prüfung vorgelegt.
9. Wird er genehmigt, wird das Modul im AIS registriert.
10. Wird es nicht genehmigt, muss der Entwurf überarbeitet werden.
11. Sobald die Genehmigung erteilt ist, wird das Modul offiziell im Akademischen Informationssystem registriert.
12. Zu diesem Zeitpunkt wird das Modul mit seinem bestätigten Kreditvolumen in die offizielle Liste der Hochschulmodule aufgenommen.

3.1.3 Genehmigung eines Moduls des ersten und/oder zweiten Zyklus

Dieser Prozess beschreibt, wie bestehende Module (die bereits erstellt und zuvor genehmigt wurden) regelmäßig überprüft, bei Bedarf korrigiert und erneut genehmigt werden. Ziel ist es, sicherzustellen, dass nur qualitativ hochwertige, konforme Module im Studienangebot verbleiben, wodurch eine kontinuierliche Qualitätssicherung des Lehrplans gewährleistet wird.



Der Prozess:

1. Es wird eine Liste der Module erstellt, die im kommenden akademischen Jahr zur Genehmigung anstehen.
2. Es werden zusätzliche Informationen gesammelt (z. B. Anzahl der Studierenden, Nachfrage, Relevanz).
3. Der Lehrplan für das Modul wurde fertiggestellt und dem AIS zur Prüfung vorgelegt.
4. Ausschüsse oder Gutachter bewerten das Modul anhand von Kriterien (Qualität, Relevanz, Einhaltung der Vorschriften) und können Empfehlungen für Korrekturen aussprechen.
5. Werden Korrekturen verlangt, wird das Modul überarbeitet und erneut zur Prüfung eingereicht.
6. In der offiziellen Sitzung wird die Konformität geprüft und eine Entscheidung über die Genehmigung des Moduls getroffen.
7. Bei Einhaltung der Vorschriften und ausreichender Qualität wird die Genehmigung erteilt.
8. Ist dies nicht der Fall, wird das Modul entweder abgelehnt oder zur Überarbeitung zurückgeschickt.
9. Wird das Modul genehmigt, wird es im AIS als konform gekennzeichnet und in das akademische Angebot aufgenommen.
10. Wird es nicht genehmigt, kann es zur weiteren Überarbeitung zurückgeschickt oder entfernt werden.
11. Für genehmigte Module wird die Gültigkeits-/Genehmigungsdauer festgelegt (d. h. die Anzahl der Jahre, in denen das Modul genehmigt bleibt, bevor eine Neubewertung erforderlich ist).

3.1.4 Formale Informationen zur Registrierung eines neuen Moduls

Das im akademischen System verwendete Formular zur Modulregistrierung erfasst alle wesentlichen Informationen, die erforderlich sind, um sicherzustellen, dass ein Modul klar definiert ist und den Anforderungen des Studiengangs entspricht. Es umfasst den Modultitel, die Voraussetzungen, die Ziele, die angestrebten Lernergebnisse, die Inhaltsbeschreibung, das EQR-Niveau, die Struktur des Lehrplans, Referenzmaterialien, die Unterrichtssprache und die Studienform. Außerdem werden die Organisationsmethoden, die Bewertungsverfahren und die Ansätze zur Bewertung des selbstständigen Lernens und der Leistungen der Studierenden festgelegt.

Sobald diese Informationen genehmigt sind, kann der Dozent den entsprechenden Kurs im Lernmanagementsystem anlegen und die Lehr- und Lernmaterialien hochladen. Der Kursinhalt durchläuft dann einen separaten Genehmigungsprozess unter Verwendung der in Abschnitt 4.1.5 dargelegten Kriterientabelle.

Informationen für das akademische System	Bezogen auf FuturEng?	Kommentare
1. Allgemeine Informationen:		
1.1. Modultitel	y	Der Titel des FuturEng-Kurses lautet „FuturEng: Shaping Engineers of Tomorrow“, kann jedoch an einen bestimmten Studiengang angepasst werden.
1.2. Studienvoraussetzungen	y	Die Voraussetzungen sind in der Kursbeschreibung von FuturEng aufgeführt.
1.3. Ziel des Moduls	y	Das Ziel des Moduls/Kurses ist in der FuturEng-Kursbeschreibung angegeben (siehe Ziel).
1.4. Beabsichtigte Lernergebnisse des Moduls, angewandtes Studium und Bewertungsmethoden für die Leistungen der Studierenden	y	Die angestrebten Lernergebnisse sind in der FuturEng-Kursbeschreibung aufgeführt (siehe Lernergebnisse).
1.5. Beschreibung des Moduls	y	Die Modul-/Kursbeschreibung ist in der FuturEng-Modulbeschreibung zu finden (siehe „Beschreibung“).
1.6. Niveau des Moduls	y	Bachelor-/Master-/Doktorandenebene. Das FuturEng-Projekt bietet Module für alle Niveaustufen an. Die Lehrkraft sollte geeignete Module oder Themen aus dem Kurs auswählen und die Tiefe der Materialien und Übungen steuern.
1.7. Lehrplan	y	Der Lehrplan des Moduls/Kurses ist in der FuturEng-Kursbeschreibung enthalten (siehe Module).
1.8. Verfahren zur Bewertung von Wissen und Fähigkeiten	n	Der Lehrer wählt das Verfahren zur Bewertung von Wissen und Fähigkeiten in ähnlicher Form aus: Es kommen die Zehn-Punkte-Skala und das kumulative Bewertungssystem zur Anwendung. Die Abschlussbewertung des Moduls ergibt sich aus der Summe der Produkte der Noten der Zwischenprüfungen und der

Informationen für das akademische System	Bezogen auf FuturEng?	Kommentare
		Abschlussprüfung, jeweils multipliziert mit einem Gewichtungsfaktor (einem prozentualen Anteil).
1.9. Literaturverzeichnis	y	Literaturhinweise werden im Rahmen der Vorlesungen und deren Aktivitäten bereitgestellt. Außerdem sind sie in der Kursbeschreibung von FuturEng enthalten.
1.10. Unterrichtssprachen	y	Die Inhalte sind in folgenden Sprachen verfügbar: Englisch, Litauisch, Griechisch, Rumänisch und Bulgarisch.
1.11. Studienform	y/n	Der FuturEng-Kurs wurde als MOOC-Kurs konzipiert, lässt sich jedoch an nahezu jede Studienform anpassen.
1.12. Organisationsform des Studiums	n	Der FuturEng-Kurs schreibt keine Studienmethoden vor.
1.13. Bewertung der selbstständigen Arbeit	n	Der FuturEng-Kurs schreibt keine Bewertung der selbstständigen Arbeit vor, es gibt jedoch Richtlinien für die Bewertung von Webquests.
1.14. Bewertungsstrategie für die Leistungen der Studierenden	n	Der FuturEng-Kurs schreibt keine Bewertungsstrategie für die Leistungen der Studierenden vor.

3.1.5 Anforderungen an die Inhalte von E-Kursen

Das Kursbewertungsformular ist ein strukturiertes Instrument zur Beurteilung der Qualität von E-Kursen, die Studienmodule unterstützen. Obwohl jede Universität ihre eigene Version verwendet, sind die Kernkriterien im Allgemeinen vergleichbar. Das Formular ist typischerweise in Abschnitte wie allgemeine Informationen, Lernmaterialien, Lehr- und Lernmethoden, Leistungsbewertung, Lernunterstützung und Informationskultur unterteilt. Diese Kriterien stellen sicher, dass der Kurs vollständig, pädagogisch fundiert und mit den institutionellen Standards konform ist.

Das Formular hilft den Gutachtern dabei, die Übereinstimmung mit dem entsprechenden Studienmodul, die Angemessenheit und Vielfalt der Lehr- und Bewertungsmethoden, die

Möglichkeiten zur Einbindung der Studierenden sowie die technische und stilistische Qualität des Kurses zu überprüfen.

Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über den FuturEng-Kurs und gibt an, wo detaillierte Informationen abgerufen werden können.

Kriterien für den E-Kurs des Studienmoduls	Bezogen auf FuturEng?	Kommentare
1. Allgemeine Informationen:		
1.1. Titel, Code, Umfang des Studienmoduls in Kreditpunkten, Unterrichtssprache, Durchführungsform.	y	Diese Informationen sind in der Kursbeschreibung enthalten.
1.2. Informationen über die Lehrkraft(en): Vorname, Nachname, Position, Kontaktdaten, Arbeitsort, Zeit und Art der individuellen Sprechstunden (vor Ort (mit Angabe des Ortes) oder online (mit Angabe des Links)). Darüber hinaus kann ein Link zum Profil der Lehrkraft auf der Website der Universität und/oder weitere von der Lehrkraft gewünschte Informationen angegeben werden.	n	Die Dozenten stellen die Angaben selbst bereit.
1.3. Eine Beschreibung des Studienmoduls (in Übereinstimmung mit dem Studienmodulprogramm (im Folgenden: SMP) im Akademischen Informationssystem (im Folgenden: AIS) der Universität) sowie ein Link zum SMP im AIS der Universität.	y	Es handelt sich um eine Beschreibung aus der Kursbeschreibung.
1.4. Eine Präsentation des Studienmoduls (in Form von Folien, Abbildungen, Video, Audio usw.), die sich darauf konzentriert, die Relevanz des Studienmoduls darzustellen.	y	Im FuturEng-Modul 1 gibt es ein Video, das ein Studienmodul vorstellt.
1.5. Ein Plan für die Durchführung des Studienmoduls, einschließlich Fristen für Themen und Prüfungen (gemäß dem SMP) sowie Anforderungen an die Teilnahme (Anwesenheit) (gemäß dem SMP).	n	Der Dozent legt die Einzelheiten gemäß den universitären Vorschriften und seinen eigenen Präferenzen fest.
1.6. Ausführliche Rückmeldungen auf der Grundlage der Ergebnisse der Modulqualitäts- und Lehrkräftebefragung im AIS der Universität, von Rundtischgesprächen und Diskussionsgruppen. Es wird empfohlen, jährlich Rückmeldungen zu geben, wobei eine Tabelle verwendet wird, die das Jahr der Moduldurchführung, Vorschläge der Studierenden und die Rückmeldungen der Lehrkraft enthält.	n	Der Dozent legt die Einzelheiten gemäß den Hochschulvorschriften und seinen eigenen Präferenzen fest.

Kriterien für den E-Kurs des Studienmoduls	Bezogen auf FuturEng?	Kommentare
2. Studienmaterial:		
2.1. Die im Studienmodul verwendete Pflicht- und Zusatzliteratur (Online-Links, Dateien oder Informationen zur physischen/virtuellen Verfügbarkeit der Literatur) sowie die Quellenangaben der Literatur stimmen mit den im SMP angegebenen überein.	y	Zusätzliche Literatur, Links und Dateien werden im FuturEng-Kurs bereitgestellt.
2.2. Vom Dozenten erstelltes Vorlesungsmaterial.	y	Kursmaterial steht den Lehrkräften zur Verwendung in ihren Modulen zur Verfügung.
2.3. Videomaterial (kann Videoaufzeichnungen von Vorlesungen enthalten) und Abbildungen.	y	Der Kurs enthält eine beträchtliche Menge an Videomaterial, das im Kurs wiederverwendet werden kann.
2.4. Die erwarteten Lernergebnisse für jedes Thema.	y	Jede Vorlesung enthält eine Beschreibung und Lernergebnisse.
2.5. Die urheberrechtlichen Anforderungen werden erfüllt, und die Lernressourcen – sowohl die vom Lehrenden erstellten als auch das im Kurs verwendete Material anderer Autoren – sind ordnungsgemäß beschrieben und zitiert.	y	Informationen zum Urheberrecht werden in einer separaten Datei bereitgestellt.
2.6. Es werden mindestens 3 verschiedene Formate von Lernressourcen verwendet (z. B. Vorlesungsfolien, Aufzeichnungen, Internetquellen, Handouts).	y	Im FuturEng-Kurs werden Videomaterial, Folien mit Text, Internetquellen und Webquests bereitgestellt.
3. Lernmethoden:		
3.1. Synchrones Arbeiten erfolgt gemäß dem AIS-Stundenplan der Universität, und es werden Links für den Zugang zu den synchronen Fernunterrichtsveranstaltungen bereitgestellt.	n	Der bestehende FuturEng-Kurs steht nicht in direktem Zusammenhang mit der synchronen Arbeit. Die Lehrkraft sollte die FuturEng-Inhalte mit den synchronen Treffen verknüpfen.
3.2. Es werden passive Lernmethoden (z. B. Lesen, Videos ansehen, Audioaufnahmen anhören) eingesetzt.	y	Der FuturEng-Kurs ermöglicht das Ansehen (und Anhören) von Videos, stellt Texte für Leser bereit und bietet Folien (mit Kommentaren) als visuelle Unterstützung.
3.3. Es werden aktive Lernmethoden (z. B. Fallstudien, kooperatives Lernen, Teamarbeit, Modellierung, Debatten, Design Thinking, Tagebuchführung, Diskussionen, Film-/Projektarbeit (Erstellung von Videomaterial), Gruppen-/Teamprojekte) eingesetzt.	y	Die bereitgestellten Webquests dienen als primäre aktive Lernmethode. Sie können in Verbindung mit Fallstudien (die im Webquest-Material vorgestellt werden), Teamarbeit,

Kriterien für den E-Kurs des Studienmoduls	Bezogen auf FuturEng?	Kommentare
		Zusammenarbeit und Diskussionen eingesetzt werden.
3.4. Es werden Methoden für das selbstständige Arbeiten der Studierenden (z. B. Tests, Reflexionen, Übungsaufgaben) eingesetzt.	y	Im FuturEng-Kurs gibt es Tests für jede Vorlesung. Außerdem kann das Webquest-Material für die selbstständige Arbeit genutzt werden.
3.5. Es werden virtuelle kollaborative Whiteboards (z. B. „Miro“, „Microsoft Whiteboard“) und/oder kollaborative Dokumente (z. B. „Wiki“) verwendet.	n	Der FuturEng-Kurs selbst enthält keine virtuellen Boards. Der Dozent sollte entscheiden, ob virtuelle Boards verwendet und in die Lernumgebung integriert werden sollen.
3.6. Jede Aktivität wird detailliert beschrieben, wobei ihr Zweck, die Vorgehensweise, die Frist und die zur Durchführung erforderlichen Tools angegeben werden.	y/n	Der FuturEng-Kurs beschreibt detailliert Aktivitäten, die in einem standardmäßigen Studienablauf normalerweise nicht vorkommen (z. B. Webquests). Die Lehrenden sollten die Fristen selbst festlegen.
3.7. Für verschiedene Aufgaben werden mindestens 3 unterschiedliche Lernmethoden verwendet (z. B. Gruppenprojekt, Einzelprojekt, Projekt, Laborarbeiten, praktische Aufgaben, Seminar, Lektüre).	n	Die Lehrkräfte sollten selbst über verschiedene Aufgaben entscheiden, die durch FuturEng-Material unterstützt werden können.
4. Bewertung der Leistungen der Studierenden:		
4.1. Die verwendeten Bewertungsmethoden entsprechen den im SMP festgelegten.	n	Der FuturEng-Kurs schreibt keine Bewertungsmethoden vor, obwohl für einige Aktivitäten, wie z. B. Webquests, Bewertungskriterien bereitgestellt werden.
4.2. Die verwendeten Bewertungsinstrumente (Aufgaben, Aktivitäten) ermöglichen die Bewertung der erwarteten Lernergebnisse des Studienmoduls.	y	Der FuturEng-Kurs umfasst Tests, die eine Bewertung der erwarteten Lernergebnisse ermöglichen.
4.3. Die eingesetzten Informations- und Kommunikationstechnologien gewährleisten die akademische Integrität der Studierenden.	n	Der Dozent sollte die Informations- und Kommunikationstechnologien in Übereinstimmung mit den universitären Vorschriften auswählen.
4.4. Die Bewertungsverfahren und -kriterien sind für jede Aufgabe/Aktivität festgelegt.	n	Die Lehrkraft sollte die für die Aufgabe/Aktivität festgelegten Verfahren und Kriterien gemäß den

Kriterien für den E-Kurs des Studienmoduls	Bezogen auf FuturEng?	Kommentare
		universitären Vorschriften auswählen.
4.5. Muss eine schriftliche Arbeit eingereicht werden, wird diese einer Plagiatsprüfung mit dem Tool „Turnitin“ unterzogen.	n	Diese Anforderung gilt speziell für die KTU und kann an anderen Hochschulen abweichen.
4.6. Es werden Bewertungsrubriken (Tools „Moodle“ oder „Turnitin“) oder ein Bewertungsleitfaden (Textformat) verwendet.	n	Diese Anforderung gilt speziell für die KTU und kann an anderen Hochschulen abweichen.
4.7. Es wird das „Moodle“-Notenbuch verwendet, das mit dem im SMP definierten Benotungssystem übereinstimmt.	n	Diese Anforderung gilt speziell für die KTU und kann an anderen Hochschulen abweichen.
4.8. Es werden formative Instrumente zur studentischen Bewertung eingesetzt, um den Studierenden zu helfen, ihren Lernfortschritt zu überwachen (z. B. „Mentimeter“, „Socrative“, „Kahoot“ usw.).	n	Der Dozent sollte die zu verwendenden Instrumente zur formativen Studierendenbewertung in Übereinstimmung mit den Hochschulvorschriften auswählen.
4.9. Es werden Instrumente zur Selbstbewertung der Studierenden (z. B. Reflexion, Selbstbewertungstests oder Fragen) eingesetzt.	y	Der FuturEng-Kurs umfasst Tests zur Selbstbewertung.
4.10. Die „Moodle“-Messung des Lernfortschritts der Studierenden wird verwendet (obligatorisch für Bewertungen, empfohlen für andere Aktivitäten).	n	Der Lehrende sollte gemäß den universitären Vorschriften entscheiden, ob Moodle zur Messung des Lernfortschritts der Studierenden eingesetzt wird.
4.11. Der Einsatz von Tools zur Studierendenbewertung und Selbstbewertung unterstützt das Lernen der Studierenden (z. B. wenn eine Antwort falsch ist, durch Hinweise darauf, was noch einmal gelesen werden sollte, oder durch eine Erklärung, warum die Antwort von der des Studierenden abweicht).	y	Die Tests beinhalten Unterstützung zur Selbstbewertung mit Erläuterungen.
4.12. Für die Bewertung der Leistungen der Studierenden in verschiedenen Aufgaben werden mindestens 3 verschiedene Methoden verwendet (z. B. Prüfung, Hausarbeit, Semesterarbeit, Zwischenprüfung, Arbeitsportfolio, Test).	n	Der Dozent sollte in Übereinstimmung mit den Hochschulvorschriften festlegen, welche Methoden zur Bewertung der Leistungen der Studierenden verwendet werden.
5. Unterstützung für Studierende:		
5.1. Empfehlungen zum Umgang mit den Studienmaterialien.	y	Im FuturEng-Modul 1 gibt es ein Video, das zeigt, wie man mit den Lernmaterialien arbeitet.

Kriterien für den E-Kurs des Studienmoduls	Bezogen auf FuturEng?	Kommentare
5.2. Eine Beschreibung der technischen Voraussetzungen für die Teilnahme der Studierenden am Fernunterricht.	n	Der Dozent sollte die technischen Anforderungen gemäß den Hochschulvorschriften festlegen und beschreiben. Der FutureEng-Kurs sollte auf den gängigsten Geräten wie PCs, Laptops, Tablets und Smartphones verfügbar sein.
5.3. Zusätzliche Tools werden eingesetzt, um die Beteiligung der Studierenden zu fördern (z. B. Diskussionen und Badges).	y	Der FutureEng-Kurs umfasst Diskussionen und Badges.
5.4. Es werden mindestens zwei verschiedene Methoden der Kommunikation mit den Studierenden genutzt (z. B. Diskussionsforum, E-Mail-Beratung, persönliche Beratung).	y/n	Der FuturEng-Kurs umfasst ein Diskussionsforum; die Entscheidung über die Kommunikationskanäle sollte jedoch der Lehrende gemäß den universitären Vorschriften treffen.
6. Informationskompetenz:		
6.1. Das Gesamterscheinungsbild des Kurses ist ästhetisch ansprechend und stilistisch einheitlich.	y	Das FuturEng-Kursmaterial ist ästhetisch ansprechend und stilistisch einheitlich. Die Qualität wurde im Rahmen einer Peer-Review bewertet.
6.2. Die Struktur des Kurses basiert auf dem vom Büro für E-Learning-Methodik entwickelten Standard der Universität. Die Struktur des Kurses ist kohärent aufgebaut, wahlweise nach dem Thema des Studienmoduls, nach Fachgebiet oder nach Woche. Alle Parameter entsprechen dem SMP.	n	Diese Anforderung gilt speziell für die KTU und kann sich bei anderen Universitäten und Einrichtungen unterscheiden. Lehrkräfte sollten die FuturEng-Inhalte in Übereinstimmung mit den universitären Vorschriften einsetzen.
6.3. Text-, Bild- oder Audiomaterial ist leicht zugänglich und von guter Qualität.	y	Die Qualität der FuturEng-Kursmaterialien wurde durch eine interne Begutachtung durch Fachkollegen validiert.
6.4. Die Gestaltung der vom Lehrenden erstellten Lernmaterialien und/oder Präsentationen ist stimmig und entspricht den Stilrichtlinien der Universität. Jedes vom Lehrenden erstellte Text- oder Bildformat enthält das Logo und den Titel der Universität. Für studentische Präsentationen wird empfohlen, die Vorlage der Universität zu verwenden.	n	Diese Anforderung gilt speziell für die KTU und kann bei anderen Universitäten und Einrichtungen abweichen. Lehrende sollten die Gestaltung der FuturEng-Inhalte in Übereinstimmung mit den Vorschriften der Universität anpassen.
6.5. Textinformationen werden in korrekter Sprache ohne Fehler in Grammatik, Syntax und/oder Stil präsentiert.	y	Die sprachliche Qualität des FuturEng-Kurses wurde durch eine interne Begutachtung validiert.

Kriterien für den E-Kurs des Studienmoduls	Bezogen auf FuturEng?	Kommentare
6.6. Es wird eine personalisierte, studierendenzentrierte Sprache verwendet, wobei aktive Verbformen (z. B. lösen, nutzen, bewerten) zum Einsatz kommen.	y	Die Sprache des FuturEng-Kurses ist von guter Qualität. Sie wurde durch eine interne Begutachtung validiert.

3.1.6 Kursbeschreibung FuturEng

Titel	FuturEng: Ingenieure von morgen formen	
Beschreibung	Dieser Kurs stellt die Technologien und Ideen hinter Industrie 5.0 und der doppelten Transformation vor und zeigt, wie digitale Innovation sowohl den Menschen als auch den Planeten unterstützen kann. Du wirst wichtige Deep-Tech-Enabler – wie KI, immersive Technologien (VR/AR), Robotik, IoT, Big Data und Blockchain – anhand konkreter Beispiele aus Bereichen wie Gesundheit, Fertigung und Transport erkunden. Dabei lernst du die Grundlagen von KI und Daten kennen (wie sie funktionieren, wo sie versagen und warum Ethik und Voreingenommenheit eine Rolle spielen) und siehst, wie digitale Werkzeuge umweltfreundlichere, kreislaufwirtschaftlichere Geschäftsmodelle ermöglichen können. Schließlich untersuchst du soziale Auswirkungen (Arbeitsplätze, Kompetenzen, Inklusion, Wohlbefinden) und lernst die praktische Bedeutung von Cybersicherheit und Datenschutz kennen, damit du Deep Tech in deiner zukünftigen Arbeit fundiert und verantwortungsbewusst diskutieren und anwenden kannst.	
Dauer/Arbeitsaufwand	1–6 Monate	
Voraussetzungen	Grundlegende digitale Kompetenz (Umgang mit Computer, Webbrowser und Online-Tools) sowie die Fähigkeit, Kursmaterialien auf Englisch und in der Muttersprache zu lesen und zu diskutieren. Vorkenntnisse in Programmierung oder höherer Mathematik sind nicht erforderlich.	
Ziel	Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, die wichtigsten Treiber von Industrie 5.0 und Deep Tech (KI, Daten, immersive Technologien, Robotik, IoT und Blockchain) zu verstehen und zu erklären, sie mit dem Übergang zum digitalen-grünen Zwilling in Verbindung zu bringen und ihre sozialen, ökologischen und ethischen Auswirkungen kritisch zu bewerten, um verantwortungsvolle, menschenzentrierte technische Lösungen zu entwerfen.	
Lernergebnisse	Die Lernergebnisse sind die detaillierten Kompetenzen, die sich auf das Ziel beziehen. Wir verwenden den EQF-Ansatz, indem wir Lernergebnisse anhand von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen definieren. Diese Lernergebnisse fassen alle Module des Kurses zusammen. Die Beschreibungen der Lernergebnisse finden Sie bei Bedarf in den einzelnen Modulen.	
	Wissen	Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage: ● den Wandel von Industrie 4.0 zu Industrie 5.0 und Gesellschaft 5.0 zu erklären, einschließlich der Rolle des Twin-Transitions (digital + grün) und wichtiger politischer Rahmenwerke der EU wie dem Green Deal und der Digitalen Dekade ● die wichtigsten Deep-Tech-Enabler für Industrie 5.0 zu beschreiben: KI, immersive Technologien (VR/AR/MR), fortschrittlicher 3D-Druck, fortschrittliche Robotik, IoT/Edge-

		Computing, Blockchain/verteilte Ledger sowie Big Data/Analytik, und dabei ihre wichtigsten Anwendungen, Vorteile und Grenzen in verschiedenen Sektoren darzulegen. ● Unterscheiden Sie zentrale KI-Konzepte und -Methoden (z. B. schwache vs. starke KI, ML, Deep Learning, NLP, Computer Vision), identifizieren Sie die Schlüsselkomponenten eines KI-Systems (Daten, Modelle, Ergebnisse) und erkennen Sie gängige technische und ethische Herausforderungen wie Datenqualität, Verzerrungen und Erklärbarkeit. ● Erläutern Sie die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, des Ökodesigns und von Geschäftsmodellen der doppelten Transformation (z. B. Product-as-a-Service, industrielle Symbiose) sowie die Art und Weise, wie digitale Technologien Ressourceneffizienz und kohlenstoffarme, kreislauforientierte Wertschöpfungsketten unterstützen. ● Die wichtigsten sozialen, ökologischen, ethischen, cybersicherheitsrelevanten und datenschutzrechtlichen Auswirkungen disruptiver Technologien zusammenfassen, einschließlich Themen wie KI-Voreingenommenheit und Diskriminierung, Wandel der Arbeitswelt, digitale Inklusion und die Relevanz von Rahmenwerken wie dem EU-KI-Gesetz.
	Kompetenzen	Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage: ● Fallstudien aus der Praxis und Web-Quest-Szenarien zu analysieren, um zu beurteilen, wie Deep Tech und KI zu den Zielen von Industrie 5.0, Nachhaltigkeitszielen und organisatorischer Innovation beitragen. ● Grundlegende KI-Kompetenzen in der Praxis anzuwenden: geeignete KI-Methoden für ein bestimmtes Problem zu identifizieren, KI-Systemstrukturen auf hoher Ebene zu interpretieren und Prompt-Engineering-Strategien zu nutzen, um relevantere und verantwortungsvollere Ergebnisse aus KI-Tools zu erhalten. ● Mithilfe systematischen Denkens abbilden, wie digitale Technologien, Strategien der Kreislaufwirtschaft und politische Einflussfaktoren in Geschäftsmodellen der doppelten Transformation zusammenwirken, und die ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen qualitativ bewerten. ● Führen Sie strukturierte Recherchen im Stil von Web-Quests zu neuen Technologien (z. B. KI, IoT, Robotik, Blockchain) durch, fassen Sie die Ergebnisse in Postern, Berichten oder Präsentationen zusammen und formulieren Sie evidenzbasierte Empfehlungen für Organisationen oder Interessengruppen. ● Soziale, ethische, ökologische, Cybersicherheits- und Datenschutzrisiken in bestimmten Szenarien identifizieren und geeignete Maßnahmen zur Risikominderung, Aktionspläne oder Designentscheidungen skizzieren, die einen verantwortungsvollen, menschenzentrierten Technologieeinsatz unterstützen.

	Einstellungen	Am Ende des Kurses werden die Studierenden: ● Neugier und Offenheit gegenüber Deep Tech, KI und digitalen Werkzeugen zeigen, während sie gleichzeitig eine kritische Haltung gegenüber Hype, Einschränkungen und langfristigen Auswirkungen bewahren. ● menschenzentrierte, ethische und inklusive Ansätze in der Technik schätzen und die Bedeutung von Fairness, Barrierefreiheit, Wohlbefinden und digitaler Gerechtigkeit bei der Entwicklung oder Anwendung neuer Technologien anerkennen. ● ein starkes Engagement für Nachhaltigkeit zeigen, die Auswirkungen technologischer Entscheidungen auf die Umwelt würdigen und Lösungen bevorzugen, die mit den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und der doppelten Transformation im Einklang stehen ● eine proaktive, verantwortungsbewusste Haltung in Bezug auf Cybersicherheit und Datenschutz einnehmen und den Schutz von Daten und digitalen Vermögenswerten als normalen Bestandteil der professionellen Ingenieurpraxis betrachten ● Eine zukunftsorientierte, unternehmerische und kooperative Denkweise an den Tag legen – bereit sein, interdisziplinär zu arbeiten, die eigenen Fähigkeiten kontinuierlich zu aktualisieren und als Change Agents für nachhaltige, auf Industrie 5.0 ausgerichtete Innovationen zu agieren.
Module	Ein Kurs besteht aus fünf Modulen: Modul 1 – Einführung in den Kurs Modul 2 – Deep-Tech-Enabler für Industrie 5.0 Modul 3 – KI für Industrie 5.0 Modul 4 – Wegbereiter für die Twin-Transition Modul 5 – Soziale, ökologische und ethische Auswirkungen	

3.2 Angebot von Inhalten als Micro-Credentials

Mikrozertifikate stellen eine flexible, marktorientierte Lernform dar, die eine schnelle Weiterqualifizierung und Umschulung als Reaktion auf sich wandelnde Kompetenzanforderungen unterstützt (Europäische Kommission, 2022; OECD, 2023). Angesichts des sich beschleunigenden technologischen Wandels verlangen die Arbeitsmärkte zunehmend spezifische Kompetenzen, die schnell erworben und regelmäßig aktualisiert werden können (Cedefop, 2023; OECD, 2021). Traditionelle Systeme der Hochschulbildung (HE) und der beruflichen Bildung (VET) sind oft mit langwierigen Genehmigungsverfahren konfrontiert, was es ihnen erschwert, im erforderlichen Tempo zu reagieren (EADTU, 2021).

Mikrozertifikate bieten kurze, modulare und aufeinander aufbauende Lernmöglichkeiten, die eng auf die Anforderungen des Arbeitsmarktes abgestimmt werden können (Europäische Kommission,

2022). Ihre rasante Verbreitung hat jedoch zu einer großen Vielfalt an Modellen, Formaten und Zertifizierungssystemen geführt (Europäische Kommission, 2022; ETF, 2023).

Um die Vergleichbarkeit und Anerkennung zu verbessern, konzentrierten sich die jüngsten Bemühungen auf die Festlegung gemeinsamer Grundsätze für die Gestaltung, Umsetzung und Integration von Mikro-Qualifikationen. Im Jahr 2022 schlug die Europäische Kommission eine offizielle Definition vor:

> *eine Aufzeichnung bewerteter Lernergebnisse auf der Grundlage eines geringen Lernumfangs*
> (Europäische Kommission, 2022)

Da viele Mikro-Qualifikationen aus Bottom-up-Initiativen außerhalb formal anerkannter Qualifikationssysteme stammen, bestehen weiterhin Herausforderungen hinsichtlich ihrer Qualitätssicherung, Glaubwürdigkeit und Übertragbarkeit.

An der Anerkennung sind mehrere Akteure beteiligt – ausstellende Organisationen, Lernende und relevante Institutionen wie Hochschulen, Berufsbildungseinrichtungen und Arbeitgeber (ETF, 2023). Aus bildungspolitischer Sicht sind Übertragbarkeit und Kombinierbarkeit entscheidend; Arbeitgeber hingegen legen Wert auf die Zuverlässigkeit von Mikro-Qualifikationen beim Nachweis relevanter Kompetenzen.

Obwohl einige Länder damit beginnen, Mikro-Qualifikationen in ihre formalen Qualifikationssysteme zu integrieren, befindet sich diese Entwicklung in den meisten Fällen noch in einem frühen Stadium (ETF, 2023). Dennoch wurden in mehreren Publikationen Rahmenwerke vorgeschlagen, um die Einführung von Mikro-Qualifikationen zu unterstützen. Ein häufig zitierter Fahrplan behandelt die Bereitstellung und Anerkennung als miteinander verbundene Prozesse: Die Gestaltung von Mikro-Qualifikationen unter Berücksichtigung von Anerkennungsgrundsätzen stärkt deren spätere Akzeptanz. Der Fahrplan umfasst in der Regel vier Phasen: Vorbereitung, Entwicklung, Zertifizierung und Qualitätssicherung.

3.2.1 Vorbereitung – Strategische Ausrichtung

Vor der Entwicklung oder Anpassung von Kursinhalten an eine Mikroqualifikation sollte die ausstellende Organisation:

1. Mikrozertifikate definieren – ein gemeinsames Verständnis davon schaffen, was ein Mikrozertifikat ausmacht, und dessen Umfang, Zielgruppe, beabsichtigte Lernergebnisse sowie das Format der Zertifizierung klären.
2. Die Relevanz für den Arbeitsmarkt sicherstellen – Industriepartner oder Arbeitgebervertreter einbeziehen, um das Angebot zu validieren, idealerweise

durch Abstimmung oder durch die gemeinsame Gestaltung der Lerninhalte (ProToGo-YERUN, 2021).

3. Lernendenorientierung gewährleisten – Mikrozertifikate sollten unterschiedliche Lernendenprofile berücksichtigen und eine flexible Teilnahme neben Beruf und Betreuungsaufgaben ermöglichen (OECD, 2023). Dies erfordert in der Regel die Gestaltung von Blended-Learning- oder Online-Lernformaten.

3.2.2 Entwicklung – Einhaltung von Lehrplan und Struktur

Zu Beginn der Entwicklung von Micro-Credentials werden zwei gängige Ansätze verwendet: die Aufteilung bestehender Studienprogramme oder die Gestaltung eigenständiger Kurse.

Transparenz und Stapelbarkeit

a. Lernergebnisse definieren und veröffentlichen

Lernergebnisse sollten klar beschreiben, was von den Lernenden erwartet wird, was sie nach Abschluss der Mikroqualifikation wissen, verstehen und tun können (Europäische Kommission, 2022). Sie müssen mit dem Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) in Einklang stehen, um Transparenz in Bezug auf Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen zu gewährleisten. Eine solche Angleichung unterstützt die Kombinierbarkeit zwischen verschiedenen Einrichtungen und verbessert die Anerkennung durch Arbeitgeber.

b. Abstimmung von Leistungspunkten und Arbeitsaufwand

Mikrozertifikate sollten an etablierte Kreditpunktesysteme angepasst werden, damit sie vertrauenswürdig sind und in Qualifikationsrahmen integriert werden können. Dies erleichtert den Lernenden den Wechsel zwischen Einrichtungen und unterstützt die Anerkennung für Bildungs- und Beschäftigungszwecke (ETF, 2023).

Wo eine formelle Anrechnung von Leistungspunkten nicht möglich ist, stärkt die Dokumentation des Arbeitsaufwands – beispielsweise unter Verwendung von ECTS oder einem gleichwertigen System – die Transparenz und Glaubwürdigkeit. Ein ECTS-Punkt entspricht in der Regel einer Gesamtlernzeit von 25 bis 30 Stunden. Zwar gibt es kein allgemeingültiges Minimum, doch reichen Mikro-Qualifikationen in der Regel von 1 ECTS-Punkt bis zu einem Umfang, der geringer ist als ein vollständiger Studienabschluss (Europäische Kommission, 2020).

Wenn eine Anrechnung von Leistungspunkten nicht erreicht werden kann, bleibt Klarheit unerlässlich – die Einrichtungen sollten den Lernumfang, die Lernergebnisse und die Bewertungsmethoden ausdrücklich beschreiben (ETF, 2023).

c. Entwicklung solider Bewertungsstrategien

Die Bewertung ist ein wesentliches Merkmal von Micro-Credentials. Kurze Lernerfahrungen, einschließlich MOOCs, die nicht bewertete Zertifikate ausstellen, entsprechen nicht der europäischen Definition einer Micro-Credential. Bewertungsstrategien müssen:

- im Voraus veröffentlicht werden
- mit den beabsichtigten Lernergebnissen übereinstimmen
- den Lernenden ermöglichen, ihre Leistungsniveaus nachzuweisen
- an anerkannten Prüfungsmethoden orientieren
- den Lernenden aussagekräftiges Feedback geben
- Konsequent und fair angewendet werden

Bei der Gestaltung von Prüfungen ist es wichtig, die Validität durch die Kombination verschiedener Methoden wie Prüfungen, praktische Aufgaben, Fallstudien und Portfolios sicherzustellen, die authentische Arbeitskontexte widerspiegeln (ETF, 2023; ProToGo-YERUN, 2021).

3.2.3 Zertifizierung – Verfahren zur Übertragbarkeit und Anerkennung

Um die Anerkennung und Übertragbarkeit zu unterstützen, müssen Anbieter von Mikro-Zertifikaten sicherstellen, dass die Zertifikate digital überprüfbar, maschinenlesbar und systemübergreifend kompatibel sind (ETF, 2023; microCredX, 2023).

3.2.3.1 Standardelemente

Die Empfehlung des Rates (Rat der EU, 2022) schlägt ein standardisiertes Darstellungsformat für Mikro-Zertifikate vor, das die folgenden obligatorischen Elemente umfasst:

- Identifizierung des Lernenden
- Titel
- Land oder Region des Ausstellers
- Vergabestelle
- Ausstellungsdatum
- Lernergebnisse
- Arbeitsaufwand (nach Möglichkeit in ECTS-Punkten)
- EQR-Niveau
- Bewertungsmethode
- Teilnahmemodalitäten
- Informationen zur Qualitätssicherung

3.2.3.2 Digitale Verifizierung

Um die Authentizität zu gewährleisten, sollten Mikro-Zertifikate eine digitale Signatur enthalten, die sowohl den Inhalt als auch die Identität der ausstellenden Einrichtung verifiziert (ECampusOntario, 2021). Es wird empfohlen, dass Mikro-Zertifikate anerkannte Datenstandards

wie Open Badges, Comprehensive Learner Records oder European Learning Models übernehmen, damit die Zertifikate plattformübergreifend ausgetauscht werden können.

Ein Beispiel hierfür ist die Initiative „European Digital Credentials for Learning“, die strukturierte Datenmodelle anwendet, die mit den European Learning Models konform sind, und die Qualifikationsnachweise mit der Akkreditierungsdatenbank der Europäischen Kommission verknüpft (ETF, 2023).

Um eine kontinuierliche Verbesserung zu unterstützen, sollten Verifizierungsverfahren Feedback-Schleifen beinhalten, die in zukünftige Aktualisierungen einfließen.

3.2.4 Qualitätssicherung

Im Einklang mit den Empfehlungen der Europäischen Kommission (Europäische Kommission, 2022) sollten Mikro-Zertifikate Teil institutioneller und externer Qualitätssicherungsprozesse sein. Ein umfassender Ansatz umfasst beides:

- ⓘ Interne Qualitätssicherung – basierend auf ESG-Prinzipien, zur Gewährleistung der Gesamtqualität von Micro-Credentials, der Kursgestaltung und der Feedback-Mechanismen für Lernende (ETF, 2023)
- ⓘ Externe Qualitätsprüfung – Überprüfung der Verfahren der Anbieter und der Wirksamkeit des internen Überwachungssystems

Eine externe Überprüfung sollte bestätigen, dass:

- ☆ die Lernergebnisse klar definiert sind und angewendet werden
- ☆ die Bewertung zuverlässig nachweist, dass diese Lernergebnisse erreicht wurden
- ☆ das Feedback die kontinuierliche Verbesserung unterstützt
- ☆ Relevante Interessengruppen in jeder Entwicklungsphase einbezogen werden
- ☆ die Kurse regelmäßig evaluiert werden
- ☆ Die Bewertungsergebnisse sind elektronisch zugänglich

Zusammen sorgen diese Mechanismen dafür, dass Mikro-Zertifikate glaubwürdig und vertrauenswürdig bleiben und anerkannten Qualifikationsstandards entsprechen.

Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Schritte für die Konzeption und Umsetzung von Micro-Credentials zusammen:

Phase	Maßnahme	Beschreibung
0. Vorbereitung	Integrieren Sie die MC-Initiative in die Gesamtstrategie der Einrichtung.	Definieren Sie die MC und legen Sie deren Umfang, Zielgruppe und angestrebte Ergebnisse fest.
	Beziehen Sie Partner aus der Wirtschaft oder Arbeitgebervertreter mit ein.	Gestalten Sie das Programm flexibel und anpassungsfähig an Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt. Validieren Sie die Lerninhalte gemeinsam mit externen Interessengruppen, um die Relevanz für den Arbeitsmarkt sicherzustellen.
1. Entwicklung von	Definieren Sie klare, messbare Lernergebnisse (LOs).	Stellen Sie sicher, dass die LOs überprüfbare Beschreibungen der erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen sind. Erfassen Sie die Bedürfnisse der Industrie und der Arbeitgeber in den Lernergebnisbeschreibungen.
	Beziehen Sie sich auf standardisierte Kompetenztaxonomien.	Verwenden Sie Deskriptoren wie ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations).
	Legen Sie den theoretischen Arbeitsaufwand und die Anrechnung von Leistungspunkten fest.	Verwenden Sie nach Möglichkeit ECTS-Credits, um Transparenz zu gewährleisten und die Integration in Qualifikationsrahmen zu ermöglichen. Legen Sie den Umfang fest, der in der Regel zwischen 1 ECTS und weniger als einem vollständigen Studienabschluss (max. 59 Credits) liegt. Wenn ECTS nicht möglich ist, legen Sie Wert auf Transparenz hinsichtlich Lernumfang, Lernergebnissen und Bewertungsmethoden.
	Passen Sie die Niveaustufen an den Qualifikationsrahmen (QF) an.	Ordnen Sie die Lernerfahrung dem NQF/EQF-Niveau zu (empfohlen werden die Niveaus 5–8).
	Entwerfen Sie eine gültige Bewertung.	Nicht bewertete Nachweise (z. B. Teilnahmebescheinigungen) entsprechen nicht der Standarddefinition der EU. Die Bewertung muss anhand transparenter und klar definierter Kriterien erfolgen.

Phase	Maßnahme	Beschreibung
		Die Bewertung muss mit den beabsichtigten Lernergebnissen übereinstimmen. Verwenden Sie Methoden wie Projekte, Fallstudien, Portfolios oder praktische Simulationen, die authentische Arbeitsmarktsituationen nachbilden. Veröffentlichen Sie Bewertungskriterien und -methoden im Voraus.
2. Zertifizierung nach dem „ “-Standard	Nehmen Sie alle obligatorischen Elemente der EU-Standards in das zertifizierte Dokument auf.	Das zertifizierte Dokument muss folgende Angaben enthalten: Lernenden-ID, Titel, ausstellende Stelle, Land/Region des Ausstellers, Ausstellungsdatum, theoretischer Arbeitsaufwand (nach Möglichkeit in ECTS) und die Art der angewandten Qualitätssicherung.
	Stellen Sie Mikro-Zertifikate als überprüfbare digitale Zertifikate aus.	Digitale Qualifikationsnachweise müssen maschinenlesbar und systemübergreifend kompatibel sein. Die Qualifikationsnachweise sind digital zu signieren, um ihre Echtheit zu gewährleisten.
	Gewährleisten Sie das Eigentumsrecht des Lernenden und die Übertragbarkeit.	Zertifikate müssen Eigentum des Lernenden sein, teilbar und übertragbar sein. Verwenden Sie strukturierte Datenmodelle (z. B. das European Learning Model), um die Überprüfung und Übertragbarkeit zu erleichtern.
	Veröffentlichen Sie das MC-Angebot in barrierefreien Formaten.	Stellen Sie die Barrierefreiheit und eine effektive Verbreitung der Informationen sicher.
3. Anerkennung und Wert	WENN die MC-Dokumentation transparent und vollständig ist, wenden Sie die Standardanerkennungsverfahren an.	MCs entsprechen den Grundsätzen des Lissabonner Anerkennungsübereinkommens (LRC). Dies gilt für MCs von Hochschulen und anderen Einrichtungen, deren Standards transparent sind
	Ist die Dokumentation nicht transparent, wenden Sie das Verfahren zur Anerkennung früherer Lernerfahrungen (RPL) an.	Das RPL-/Validierungsverfahren ist der standardmäßige „Ausweichweg“ für die Anerkennung, wenn MCs keine transparenten Standardelemente aufweisen. Dieser Weg ist in der Regel für MCs erforderlich, die von Anbietern nichtformaler Bildung ausgestellt wurden

Phase	Maßnahme	Beschreibung
	Stellen Sie die Anerkennung für Beschäftigungszwecke sicher.	Arbeiten Sie mit Arbeitgebern zusammen, um die Anerkennung und Akzeptanz sicherzustellen.
4. Qualitätssicherung	Führen Sie Qualitätssicherungsmaßnahmen durch	QA-Verfahren müssen mit den ESG (Standards und Leitlinien für die Qualitätssicherung im EHEA) kompatibel sein

3.3 Nutzung von Hybriden aus FuturEng-Inhalten

Der hybride Ansatz bietet einen strukturierten und dennoch flexiblen Weg zur Integration von FuturEng-Inhalten in die Hochschulbildung, der es den Einrichtungen ermöglicht, schnell auf Veränderungen am Arbeitsmarkt zu reagieren und gleichzeitig die europäischen Qualitätsstandards einzuhalten (ENQA, 2015; ESG, 2015). Dieser Ansatz verbindet das Tempo der technologischen Innovation mit den Zyklen der Lehrplanentwicklung und stellt sicher, dass die Lernenden schrittweise Kompetenzen für Industrie 5.0 aufbauen (Europäische Kommission, 2021; OECD, 2020).

Die hybride Integration steht im Einklang mit aktuellen europäischen Strategien, die Modularisierung, Stapelbarkeit und systemweite Weiterqualifizierung fördern, und stellt sicher, dass neue Lerninhalte ohne groß angelegte Umstrukturierungen der Studiengänge umgesetzt werden können (Europäische Kommission, 2022). Sie ermöglicht es Hochschulen, Innovationen in kleinem Maßstab zu testen und gleichzeitig klare Wege zur Anerkennung, Übertragbarkeit und Anrechnung von Leistungspunkten zu gewährleisten.

3.3.1 Vorbereitung – Strategische Ausrichtung

Vor der Einführung hybrider Komponenten sollten die Einrichtungen:

- die FuturEng-Lernelemente mit bestehenden Lehrplänen und strategischen Prioritäten abgleichen
- interne Stakeholder einbeziehen, um die Zuständigkeiten für die Lehrpläne und die Auswirkungen auf die Arbeitsbelastung zu klären
- Arbeitgeber und Branchenvertreter konsultieren, um die Relevanz zu validieren und, wo möglich, die gemeinsame Gestaltung zu unterstützen (ProToGo–YERUN, 2021)
- die Abstimmung mit nationalen und europäischen Rahmenwerken wie dem EQR, den Transparenzinstrumenten des Bologna-Prozesses und der Green Skills Agenda sicherstellen (Europäische Kommission, 2021b)

Eine strategische Abstimmung stellt sicher, dass hybride Lehrformen die Kohärenz des Studiengangs stärken – anstatt sie zu fragmentieren.

3.3.2 Entwicklung – Einhaltung hybrider Lehrpläne und Strukturen

Die hybride Integration lässt sich in drei strukturelle Kategorien einteilen, die jeweils unterschiedliche Auswirkungen auf die Steuerung haben:

3.3.2.1 A) Geringfügige Änderungen

Kriterien:

- Keine Änderung der Lernergebnisse
- Keine Änderung des Kreditpunktwerts, des Niveaus oder der Rahmenwerk-Anpassung
- Nur geringfügige Verschiebungen in der Durchführungsform (z. B. verstärkte Blended-Elemente)

Verwaltung:
Genehmigung auf Abteilungsebene oder Fakultätsebene (QAA, 2018)

Beispiele:

- Einbeziehung von Fallstudien zu Industrie 5.0 in automatisierungsorientierte Module
- Kurze praktische Übungen zur digitalen Fertigung

3.3.2.2 B) Wesentliche Änderungen

Kriterien:

- Lernergebnisse überarbeitet und den EQF- und ESCO-Deskriptoren zugeordnet
- Änderung des ECTS-Punktwerts oder des Niveaus
- Modultitel aktualisiert, um den neuen Umfang widerzuspiegeln
- Wesentliche Änderung der Durchführungsform (z. B. vollständige Umstellung auf Online-Unterricht)

Governance:

- Validierung des Studiengangs einschließlich Begutachtung durch externe Experten
- Abstimmung auf nationale Qualifikationsrahmen
- Qualitätssicherung bereits ab der Entwurfsphase integriert (EQF-Beratergruppe, 2018)

Typische Form:

- Neu validierte interdisziplinäre Einheiten mit 5 ECTS
- Kombinierbar zu Mikro-Qualifikationen oder Studiengängen (Europäische Kommission, 2020)

3.3.2.3 C) Außerschulische Hybride

Kriterien:

- Kurzformat-Lernangebote außerhalb formaler Programmstrukturen
- Nicht-formale Wege, die zu digitalen Badges oder zur Anerkennung von Vorerfahrungen führen (ETF, 2023)

Zweck:

- Schnelle Erprobung von FuturEng-Themen
- Beteiligung der Industrie durch Hackathons, Design-Sprints und Simulationen (WEF, 2022)

3.3.3 Validierung – Governance und Qualitätssicherung

Hybride Angebote müssen den institutionellen und europäischen Transparenzgrundsätzen entsprechen:

- Lernergebnisse müssen veröffentlicht, messbar und bewertbar sein
- Die Bewertung muss anerkannten Standards und Fairness-Anforderungen entsprechen (EADTU, 2021
- Arbeitsaufwand und Sollstunden müssen unter Verwendung der ECTS-Konventionen klar dokumentiert werden
- Digitale Überprüfung der Leistungen wird empfohlen (microCredX, 2023)

Die Qualitätssicherung umfasst:

• Interne Qualitätssicherung – Überprüfung der Lehrpläne, Lehrbewertungen, Rückmeldungen von Interessengruppen
• Externe Qualitätssicherung – Ausrichtung an den ESG und regelmäßige Audits (ENQA, 2015)

Diese Mechanismen stärken die Glaubwürdigkeit, Anerkennung und Mobilität der Lernenden in ganz Europa.

3.3.4 Durchführung – Anerkennung und Übertragbarkeit

Zum Schutz des Lernfortschritts und der Beschäftigungsfähigkeit:

• Die Anerkennung sollte mit den Grundsätzen des Lissabonner Anerkennungsübereinkommens im Einklang stehen
• Die Dokumentation muss klare Informationen zu Lernergebnissen, Bewertung, Arbeitsaufwand und EQR-Niveau enthalten (CIMEA, 2022)

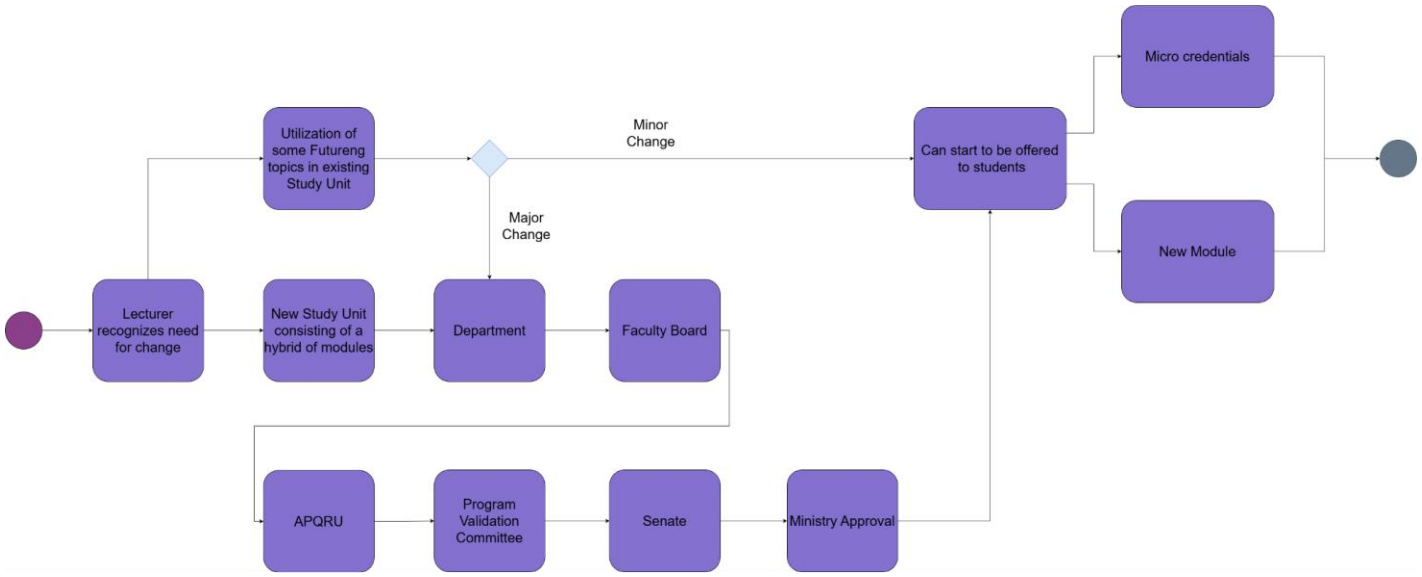
Hybride Lernergebnisse können direkt zu Folgendem beitragen:

• Mikro-Zertifikate
• Anerkennung früherer Lernerfahrungen (RPL)
• ECTS-akkreditierte Module

Die Einbindung der Arbeitgeber in die Bewertung und regelmäßige Überprüfung gewährleistet die fortwährende Relevanz für die Anforderungen des Arbeitsmarktes (OECD, 2023).

Abbildung 4.3.5. Entscheidungsablauf zur Steuerung des Lehrplans für hybride Studiengänge

Dieser Entscheidungsablauf veranschaulicht, wie FuturEng-Inhalte durch geringfügige oder



umfassende Änderungen des Lehrplans in die Hochschulbildung integriert werden können.

Wenn ein Dozent den Bedarf an der Einbindung von FuturEng-Lernergebnissen feststellt, bestimmt der Umfang der Änderung den Weg:

• Geringfügige hybride Änderungen umfassen die Integration von FuturEng-Elementen in bestehende Module. Diese Anpassungen erfordern in der Regel nur die Genehmigung auf Abteilungsebene oder auf Ebene der Fakultät, bevor sie den Studierenden angeboten werden.

• Größere hybride Änderungen erfordern die Erstellung eines neuen Moduls, das mehrere FuturEng-Themen integriert. Dieser Weg muss eine formelle Qualitätssicherung und institutionelle Validierung durchlaufen, einschließlich der Überprüfung durch Gremien wie den Fachbereich, den Fakultätsrat, den Studiengang-Validierungsausschuss und den Senat sowie gegebenenfalls der Genehmigung durch eine nationale Behörde.

Eine erfolgreiche Genehmigung über einen der beiden Wege führt zu einem anerkannten Bildungsangebot – entweder in Form von kreditfähigen Modulen oder stapelbaren Micro-Credentials –, das mit den europäischen Rahmenwerken und Anerkennungsmechanismen im Einklang steht.

3.3.5 Vorteile des hybriden Ansatzes

Interessengruppe	**Vorteil**
Studierende	Flexibler Zugang zu Industrie-5.0-Kompetenzen und Anerkennung durch das Sammeln kleinerer Lernbausteine
Wissenschaftler	Ein strukturierter Mechanismus zur Innovation im Rahmen etablierter Governance-Anforderungen
Industrie	Frühzeitiger Einfluss auf die Talentförderung und Zugang zu Lernenden mit validierten Kompetenzen
Institutionen	Skalierbare Verbesserung von Programmen unter Beibehaltung einer ESG-konformen Qualitätssicherung

Hybride Wege beschleunigen die Zeit bis zur Wirkung und gewährleisten gleichzeitig langfristige Anerkennung, Transparenz und Nachhaltigkeit.

4 Zeitplan

Der ausgewählte Weg wird schrittweise umgesetzt, wobei ein Gleichgewicht zwischen schneller Innovation, strenger Qualitätssicherung und langfristiger Nachhaltigkeit gewährleistet wird.

4.1.1 2025–2026 (Pilotphase)

• Durchführung von kurzen Workshops, Blended-Learning-Aktivitäten und Hackathons, um frühzeitig einen Einblick in die Inhalte von FuturEng zu gewähren

• Einbindung ausgewählter FuturEng-Themen in bestehende Module als geringfügige Änderungen, um schnelle Pilotprojekte ohne größere Umstrukturierung des Lehrplans zu ermöglichen
• Erprobung innovativer Bewertungsansätze wie Fallstudien, Prototypenentwicklung und Reflexionsaufgaben
• Einladung von Branchenexperten zu Gastvorträgen, um einen unmittelbaren Bezug zum Arbeitsleben herzustellen und die Zusammenarbeit mit Arbeitgebern zu stärken

4.1.2 2027 (Ausbauphase)

• Entwicklung der ersten speziellen interdisziplinären 5-ECTS-Module, die mehrere FuturEng-Themen zu kohärenten Kursen verbinden
• Diese Module sowohl als in den Studiengang integrierte Lerneinheiten als auch als eigenständige, auf europäische Qualifikationsrahmen abgestimmte Micro-Credentials anbieten
• Die Beteiligung der Industrie an der Bewertung erhöhen, einschließlich der gemeinsamen Bewertung von Präsentationen, Fallstudien und Projektergebnissen
• Ausbau von Blended-Learning- und Online-Formaten, unterstützt durch institutionelle und nationale Qualitätssicherungsverfahren

4.1.3 Ab 2028 (Skalierung und Konsolidierung)

- Einführung validierter Module in einem breiteren Spektrum von Studiengängen und Einrichtungen, wobei die grenzüberschreitende Übertragbarkeit durch Erasmus+, EQF und ECTS-Anerkennung unterstützt wird
- Einführung von Gastvorträgen und gemeinsam entwickelten Aufgabenstellungen aus der Industrie als Standardelemente hybrider Module
- Einführung einer langfristigen Überwachung unter Verwendung von studiengangsspezifischen Indikatoren wie Studierendenbeteiligung, Akzeptanz von Micro-Credentials, grenzüberschreitender Mobilität der Lernenden und Beschäftigung von Absolventen in Industrie-5.0-Sektoren
- Kontinuierliche Verbesserung durch strukturiertes Feedback von Studierenden, akademischen Teams, Vertretern der Industrie und externen Gutachtern sicherstellen

Dieser stufenweise Fahrplan stellt sicher, dass sich die FuturEng-Hybridstudiengänge von risikoarmen Pilotprojekten zu validierten Modulen und schließlich zu einem nachhaltigen, grenzüberschreitenden Bildungsangebot entwickeln, wobei die Einbindung der Industrie und Innovationen in der Leistungsbewertung stets im Mittelpunkt stehen.

4.1.3.1 Empfohlene Leitlinien für Bildungseinrichtungen

Jahr / Phase	Verantwortlichkeiten der Universität (KPIs variieren je nach gewähltem Studiengang)	Erwartetes Ergebnis
2025–2026 (Pilotphase)	Durchführung einer Mindestanzahl von Pilot-Workshops, Hackathons oder Challenge-Sprints unter Einbindung von FuturEng-Inhalten Aktualisierung von mindestens zwei bestehenden Studieneinheiten mit FuturEng-Themen (geringfügige Änderungen) Sicherstellung, dass mindestens eine außerschulische Aktivität (z. B. eine auf Badges basierende Aktivität) gestartet wird Einladung von Branchenexperten zur Mitwirkung an mindestens einer Vorlesung oder einem Seminar	Studierende erhalten frühzeitig Einblicke in Industrie 5.0 Die Einrichtungen prüfen die Relevanz der Inhalte Erste Verbindung zwischen Industrie und Wissenschaft hergestellt
2027 (Ausbauphase)	Entwicklung und Validierung von mindestens einer neuen Lerneinheit (ca. 5 ECTS), die FuturEng-Inhalte integriert Einführung von mindestens zwei auf EQF/ECTS abgestimmten Mikrozertifikaten Einbindung von Gastreferenten aus der Industrie in die Durchführung oder Mitbewertung von Hybridmodulen Ausweitung der Bewertung über Prüfungen hinaus auf Projekte, Fallstudien oder Prototypen	Erste Welle von Studieneinheiten formell eingebettet Grenzüberschreitend anerkannte Microcredentials Studierende werden anhand angewandter Industrie-5.0-Kompetenzen bewertet

Jahr / Phase	Verantwortlichkeiten der Universität (KPIs variieren je nach gewähltem Studiengang)	Erwartetes Ergebnis
Ab 2028 (Skalierung und Konsolidierung)	Sicherstellung der Einführung von mindestens fünf hybriden Lerneinheiten in allen Studiengängen	Breite institutionelle Einführung von FuturEng
	Angebot von Mikrozertifikaten für externe Lernende und Fachleute über die eingeschriebenen Studierenden hinaus	Öffnung von Weiterbildungswegen für Fachkräfte
	Erleichterung der grenzüberschreitenden Anerkennung von Leistungspunkten und der Mobilität für Studierende, die FuturEng-Hybridmodule absolvieren	Grenzüberschreitende Anerkennung gesichert
	Durchführung von Absolventen-Tracer-Studien zur Überwachung der Ergebnisse in digitalen und grünen Sektoren	Nachweis, dass Absolventen Kompetenzen der Industrie 5.0 anwenden

5 Fazit

Die vorgeschlagenen Wege zeigen, wie FuturEng-Inhalte auf flexible und zugleich solide Weise in die Hochschulbildung integriert werden können. Durch die Unterscheidung zwischen geringfügigen Lehrplanänderungen, die eine schnelle Pilotierung ermöglichen, und größeren Änderungen, die zu validierten Studieneinheiten und Micro-Credentials führen, bietet die Roadmap einen schrittweisen Ansatz, der Innovationen fördert und gleichzeitig akademische Standards wahrt.

Die Hochschulen spielen bei der Umsetzung dieses Weges eine zentrale Rolle. Sie sind dafür verantwortlich, Pilotaktivitäten durchzuführen, bestehende Module zu aktualisieren, neue hybride Kurse zu validieren und sicherzustellen, dass Mikro-Zertifikate grenzüberschreitend anerkannt werden. Diese Verantwortung geht über die Lehre hinaus und erfordert die Einbindung von Qualitätssicherungsteams, externen Gutachtern und nationalen Behörden, um Glaubwürdigkeit und Übertragbarkeit zu gewährleisten.

Die Einbindung der Industrie – durch Gastvorträge, gemeinsam konzipierte Herausforderungen und gemeinsame Bewertungen – stellt sicher, dass die Lernenden nicht nur akademisches Wissen, sondern auch praktische Fähigkeiten erwerben, die auf die tatsächlichen Anforderungen am Arbeitsplatz abgestimmt sind. Diese direkte Verbindung zu Arbeitgebern verbessert die Beschäftigungsfähigkeit der Absolventen und stärkt das Vertrauen in das FuturEng-Rahmenwerk.

Durch die Kombination von Pilotprojekten, validierten Modulen, Mikro-Zertifikaten und außerschulischen Lernangeboten können Bildungseinrichtungen den Lernenden einen klaren Fortschrittspfad bieten: von der ersten Heranführung an Industrie-5.0-Kompetenzen über stapelbare Anerkennungen bis hin zu voll angerechneten Studieneinheiten, die in Studiengänge eingebettet sind. Dies schafft ein nachhaltiges Ökosystem, in dem das Lernen übertragbar, auf die Industrie abgestimmt und kontinuierlich aktualisiert wird, um den sich wandelnden technologischen und gesellschaftlichen Anforderungen Rechnung zu tragen.

Durch diesen Ansatz bereitet FuturEng Europas zukünftige Ingenieure darauf vor, Lösungen zu entwerfen und umzusetzen, die nicht nur technisch fortschrittlich, sondern auch menschenzentriert, umweltbewusst und widerstandsfähig gegenüber zukünftigen Herausforderungen sind.

7 Quellenangaben:

Cedefop (2023) *Microcredentials für lebenslanges Lernen und Beschäftigungsfähigkeit: Ein europäischer Überblick*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. Verfügbar unter: https://www.cedefop.europa.eu/files/5603_en.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

CIMEA (2022) *Micro-Credentials im Hochschulbereich*. Rom: CIMEA. Verfügbar unter: https://www.cimea.it/Upload/Documenti/Micro-credentials%20in%20HE_1.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

EADTU (2021) *Qualitätssicherung für kurze Lernprogramme und Mikrozertifikate im Europäischen Hochschulraum*. Europäische Vereinigung der Fernuniversitäten. Verfügbar unter: https://e-slp.eadtu.eu/images/publications_and_outputs/D51_Recommendations_for_QA_and_accreditation_for__SLPs.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

eCampusOntario (2021) *Mikrozertifikate: Erkenntnisse und Chancen für Kanada*. Verfügbar unter: https://openlibrary-repo.ecampusontario.ca/jspui/bitstream/123456789/1439/1/eCampusOntario039s-Micro-credential-Toolkit-1655731685._print.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

ENQA, ESU, EUA und EURASHE (2015) *Standards und Leitlinien für die Qualitätssicherung im europäischen Hochschulraum (ESG)*. Brüssel: ENQA. Verfügbar unter: https://www.enqa.eu/esg-standards-and-guidelines-for-quality-assurance-in-the-european-higher-education-area (Zugriff: 23. November 2025).

ETF – Europäische Stiftung für Berufsbildung (2023) *Microcredentials: Vertrauen in nicht-traditionelles Lernen aufbauen*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. Verfügbar unter: https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2023-05/Micro-Credential%20Guidelines%20Final%20Delivery.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

EQF-Beratergruppe und Europäische Kommission (2018) *Europäischer Qualifikationsrahmen (EQF)*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union.

Europäische Kommission (2020) *Ein europäischer Ansatz für Mikrozertifikate*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. Verfügbar unter: https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/european-approach-micro-credentials-higher-education-consultation-group-output-final-report.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

Europäische Kommission (2021a) *Industrie 5.0: Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, menschenzentrierten und widerstandsfähigen europäischen Industrie*. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2021b) *Europäische Qualifikationsagenda und der ökologische Wandel*. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2022) *Empfehlung des Rates zu einem europäischen Ansatz für Mikroqualifikationen im Bereich des lebenslangen Lernens und der Beschäftigungsfähigkeit*. *Amtsblatt der Europäischen Union*, C243, S. 1–16. Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu (Zugriff: 23. November 2025).

Europäische Kommission (2025) *Eurydice: Nationale Bildungssysteme*. Verfügbar unter: https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/eurypedia (Zugriff: 23. November 2025).

Technische Universität Kaunas (2025a) *Studienorganisation*. Verfügbar unter: https://en.ktu.edu/studies/#documents (Zugriff: 23. November 2025).

Technische Universität Kaunas (2025b) *Studienqualität und -entwicklung*. Verfügbar unter: https://en.ktu.edu/study-quality/#general-information (Zugriff: 23. November 2025).

microCredX (2023) *Rahmenwerk für die digitale Verifizierung und Interoperabilität von Micro-Credentials*. Erasmus+-Projekt der Europäischen Kommission. Verfügbar unter: https://microcredx.microcredentials.eu/wp-content/uploads/sites/56/2023/11/MicroCredX-Implementation-Framework.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

Nuffic (2022) *Der Aufstieg und die Anerkennung von Micro-Credentials*. Verfügbar unter: https://www.nuffic.nl/sites/default/files/2022-03/The%20rise%20and%20recognition%20of%20micro-credentials.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

OECD (2020) *Digitalisierung und der ökologische Wandel*. Paris: OECD Publishing.

OECD (2021) *Mikro-Zertifizierungen für lebenslanges Lernen und Beschäftigungsfähigkeit: Aufbau von Vertrauen und Anerkennung in den Bildungssystemen*. Paris: OECD Publishing. Verfügbar unter: https://www.oecd.org/en/publications/micro-credentials-for-lifelong-learning-and-employability_9c4b7b68-en.html (Zugriff: 23. November 2025).

OECD (2023) *Skills Outlook 2023: Menschen für die Zukunft der Arbeit befähigen*. Paris: OECD Publishing. Verfügbar unter: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-skills-outlook-2023_27452f29-en.html (Zugriff: 23. November 2025).

ProToGo–YERUN (2021) *Micro-Credentials im Hochschulbereich: Auf dem Weg zu einem gemeinsamen Rahmen für Europa*. Young European Research Universities Network. Verfügbar unter: https://yerun.eu/wp-content/uploads/2024/03/ProcToGo-YERUN-Guidelines-on-Micro-credentials.pdf (Zugriff: 23. November 2025).

QAA (2018) *Rahmenwerke für Hochschulabschlüsse und Studiengangsspezifikationen*. Gloucester: QAA.

Weltwirtschaftsforum (2022): *Digitale und Nachhaltigkeitskompetenzen für die Arbeitskräfte der Zukunft*. Genf: WEF.

FUTURENG

Shaping the Engineers of Tomorrow

Project number: 2023-1-RO01-KA220-HED-000155387

https://www.futureng.projectsgallery.eu

Co-funded by the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

GEORGE EMIL PALADE UNIVERSITY OF MEDICINE, PHARMACY, SCIENCE, AND TECHNOLOGY OF TARGU MURES

ACTA FOUNDATION

EdiTC

FH JOANNEUM University of Applied Sciences

ktu kauno technologijos universitetas 1922

iSQ

mecb Driving Excellence & Innovation