



Handbuch zur Förderung des
Nachhaltigkeitsbewusstseins und
zum Umgang mit VR-/AR-
Technologien für
Industriemechanikerinnen und
Industriemechaniker in Baden-
Württemberg

Praktische ready-to-use Unterrichtskonzepte für Auszubildende –
inklusive Lehr- und Lernmaterialien

Einleitung

Das Mini-Handbuch umfasst zwei Module zu den zentralen Themen »Grundlagen der Nachhaltigkeit« und »Umgang mit VR-/AR-Technologien«. Diese wurden praxisnah mit Unternehmen erprobt, angepasst und basieren auf didaktisch-wissenschaftlichen Konzepten. Neben verständlichen Erläuterungen bietet das Handbuch konkrete Umsetzungsvorschläge sowie einsatzbereite Lehr- und Lernmaterialien.

Obwohl die Module ursprünglich im Ausbildungskontext von Industriemechanikerinnen und Industriemechanikern in Baden-Württemberg erprobt wurden, decken die Inhalte Grundlagenkenntnisse ab und eignen sich hervorragend als Sensibilisierungsformate – auch für andere Zielgruppen und Schulformen. Die Publikation richtet sich an Lehrkräfte an allgemeinbildenden und beruflichen Schulen, aber auch an Auszubildende in Betrieben.

Projektleitung

Adrian Barwasser

Team Digital Engineering

Tel. +49 711 970-2283

E-Mail: adrian.barwasser@iao.fraunhofer.de

Fraunhofer IAO

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

<https://www.iao.fraunhofer.de/>



Gliederung

A. Zielgruppe: Auszubildende zum/zur Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker.....	01
(1) Lernvoraussetzungen.....	01
(2) Bezug zu den Modulen.....	02
B. Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit.....	03
(1) Curriculare Begründung.....	03
(2) Relevanz der Bildungsinhalte.....	03
(3) Kompetenzorientierte Lernziele.....	04
C. Modul II: Umgang mit VR-/AR-Technologien.....	08
(1) Curriculare Begründung.....	08
(2) Relevanz der Bildungsinhalte.....	08
(3) Kompetenzorientierte Lernziele.....	10
D. Methodische Entscheidung.....	12
(1) Handlungsorientierter Unterricht.....	12
(2) Methodik: Fallstudie.....	12
E. Reflexion.....	14
(1) Analyse des Unterrichts.....	14
(2) Reflexionsmodelle.....	14
F. Referenzen.....	16
G. Anhang: Lehr-/Lernmaterialien.....	19
(1) Modul I.....	19
(2) Modul II.....	28

A. Zielgruppe

Auszubildende zur Industriemechanikerin und zum Industriemechaniker

(1) Lernvoraussetzungen der Lerngruppe

Auszubildende zur Industriemechanikerin und zum Industriemechaniker erlernen einen technischen Beruf, der zentrale Aufgaben von der Organisation bis zur Kontrolle in der industriellen Produktion übernimmt. Sie sind dafür zuständig, Maschinen und Produktionsanlagen zu installieren und zu montieren, in Betrieb zu nehmen, zu warten und instand zu setzen [1]. Sie tragen maßgeblich zur Sicherstellung reibungsloser Produktionsabläufe in Unternehmen bei. Dabei arbeiten sie sowohl mit klassischen Werkzeugen als auch heutzutage mit modernen Technologien, etwa in der Steuerungs- und Automatisierungstechnik. Daher sind Präzision und Sorgfalt, aber auch technisches Know-how und handwerkliche Begabung erforderlich [1]. Zudem wird persönliche und strukturelle Reflexion sowie lebensbegleitendes Lernen gefördert [2]. Dafür werden Auszubildende auf ihre Aufgaben und Verantwortlichkeiten im Rahmen ihrer Ausbildung vorbereitet. Ziel ihrer Ausbildung ist es, ein tiefes Verständnis für mechanische Abläufe zu entwickeln, technische Zeichnungen zu lesen und eigenverantwortlich Fertigungsprozesse umzusetzen. Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker sind in nahezu allen Branchen der Industrie gefragte Fachkräfte.

Die Lernvoraussetzungen sowie der aktuelle Lernstand der Lernenden, einschließlich ihres Vorwissens, haben direkten Einfluss auf die Planung, Gestaltung und erfolgreiche Umsetzung des Unterrichts. Hierbei dient die Bedingungsanalyse nach Heimann [3] als Grundlage zur Analyse der Lernvoraussetzungen der Lernenden.

Grundsätzlich lassen sich zwei zentrale Einflussbereiche im Rahmen einer Bedingungsanalyse unterscheiden:

- Individuelle Faktoren der Lernenden (anthropogene Bedingungen): Hierzu zählen kognitive und emotionale Aspekte wie der Entwicklungsstand, vorhandenes Wissen, Leistungsfähigkeit, Konzentrationsspanne, persönliche Stärken und Schwächen sowie soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit, Motivation und Zuverlässigkeit.
- Strukturelle und gesellschaftliche Bedingungen (sozio-kulturelle Bedingungen): Diese betreffen das soziale Umfeld, die familiäre Situation der Lernenden, die Schulorganisation, Regelwerke, technische Ausstattung, den Stundenplan und mögliche Störfaktoren, die das Lernen beeinflussen können.

Da diese Rahmenbedingungen maßgeblich die Unterrichtsgestaltung prägen, ist eine gründliche Analyse dieser Faktoren essenziell für die didaktische Planung. Fachliche Inhalte sowie methodische Ansätze müssen an die jeweilige Lerngruppe und deren spezifisches Umfeld angepasst werden, um einen erfolgreichen Lernprozess zu gewährleisten.

Empfehlung

Wir empfehlen die Einführung der beiden Module für diese Lerngruppe im ersten oder zweiten Ausbildungsjahr. Da es sich um Sensibilisierungs- und Praxisformate handelt, eignen sie sich besonders gut zu Beginn der Ausbildung: Durch ihren allgemeinen, übertragbaren Charakter können sie Neugier und Begeisterung wecken, die in den folgenden Ausbildungsjahren weiter vertieft und ausgebaut werden können.

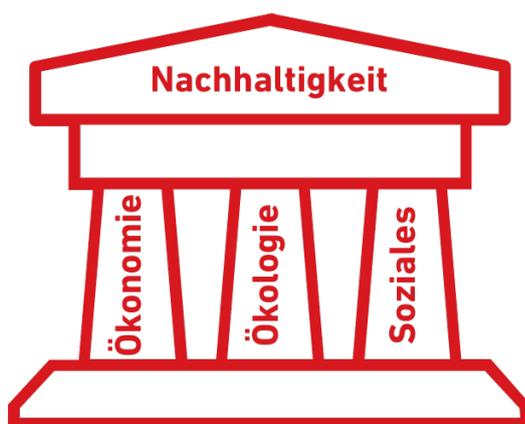
A. Zielgruppe

Auszubildende zur Industriemechanikerin und zum Industriemechaniker

(2) Bezug zu den Modulen

Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Das Thema Nachhaltigkeit ist unter den jüngeren Generationen stark präsent und wird mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits innerhalb von Peergruppen diskutiert. Daher bietet es sich an, die persönlichen Erfahrungen der Auszubildenden aktiv in den Unterricht einzubinden. Viele von ihnen haben bereits erste Berührungspunkte mit Nachhaltigkeit – etwa durch schulischen Unterricht oder durch allgemeine Umweltbildung in Bereichen wie Recycling oder Energieeinsparung. Daher greift das Modul diese Vorerfahrungen auf und fördert darüber hinaus wichtige soziale und methodische Kompetenzen, insbesondere die Fähigkeit zur Reflexion des eigenen Handelns.



Eigene Darstellung

Modul II: Umgang mit VR-/AR-Technologien

Auszubildende kommen mit Virtual, Augmented oder Mixed Reality (VR/AR/MR) im professionellen Kontext meist erstmals im Rahmen von Messen, Exkursionen oder speziellen Bildungsveranstaltungen in Kontakt. Da ihre Ausbildung einen starken technischen Fokus hat, kann davon ausgegangen werden, dass grundsätzlich ein Interesse an innovativen Technologien besteht. Die meisten Auszubildenden werden VR/AR/MR persönlich aus dem Gaming-Kontext kennen (z. B. PokémonGo). Im regulären Unterricht werden VR- und AR-Anwendungen bislang jedoch kaum eingesetzt. Das Modul bietet daher nicht nur die Möglichkeit zur inhaltlichen und praktischen Auseinandersetzung mit diesen Technologien, sondern fördert zugleich wichtige Kompetenzen wie Problemlösefähigkeit und die Fähigkeit zum Perspektivwechsel.



KI-generiertes Bild

Grundlagen der Nachhaltigkeit – Unterrichtskonzept

(1) Curriculare Begründung

Die zunehmenden globalen Herausforderungen im Bereich Umwelt- und Klimaschutz erfordern ein Umdenken in allen Branchen. Auch die Industrie und das Handwerk stehen vor der Aufgabe, nachhaltige Produktionsprozesse zu etablieren. Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker sind an vielen Stellen der industriellen Wertschöpfungskette beteiligt und haben damit erheblichen Einfluss auf Ressourcenschonung, Energieeffizienz und Kreislaufwirtschaft. Die Integration des Lernfeldes Nachhaltigkeit in die Ausbildung von Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker ist daher essenziell, um sie auf die Anforderungen der modernen Arbeitswelt vorzubereiten.

Exemplarische Grobziele für Auszubildende zur Industriemechanikerin und zum Industriemechaniker aus dem Rahmenlehrplan [2, S. 6]:

- »arbeiten und kommunizieren im Rahmen der beruflichen Tätigkeit inner- und außerbetrieblich sowie interdisziplinär mit anderen Personen, auch aus anderen Kulturkreisen. Sie arbeiten **teamorientiert und wenden aktuelle Kommunikationsmittel auch im virtuellen Raum** an«
- »**planen und organisieren Arbeitsabläufe**, kontrollieren und bewerten Arbeitsergebnisse, auch unter Verwendung **digitaler Werkzeuge**. Sie wenden informationstechnische Systeme zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung an«
- »recherchieren und bewerten Informationsquellen und Informationen, auch in digitalen Netzen«
- »berücksichtigen die mit der **Digitalisierung der Arbeit** verbundene Daten- und Informationssicherheit«

(2) Relevanz der Bildungsinhalte für die Ausbildung

»Sustainability Strategies Are Smart Business Strategies«
[4]

Nachhaltigkeit ist längst kein abstrakter Begriff mehr, sondern eine konkrete Herausforderung und zugleich Verantwortung für jede Branche – auch für das industrielle Handwerk und insbesondere für Industriemechaniker/innen. Angesichts globaler Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenknappheit und sozialer Ungleichheit ist es essenziell, dass Fachkräfte bereits während ihrer Ausbildung ein fundiertes Verständnis von nachhaltigem Denken und Handeln entwickeln.

Für Auszubildende bedeutet dies nicht nur Nachhaltigkeitsbewusstsein zu stärken, sondern auch die Nachhaltigkeitskompetenz zu einem echten Wettbewerbsvorteil zu machen. Zum einen erzwingen immer strengere Umweltauflagen und gesetzliche Regularien ein fundiertes Wissen über nachhaltige Praktiken. Fachkräfte müssen in der Lage sein, umweltgerechte Lösungen umzusetzen und gesetzeskonforme Prozesse mitzugestalten. Gleichzeitig profitieren Unternehmen von einer nachhaltigen Ausrichtung auch wirtschaftlich: Ressourcenschonung, Energieeffizienz und eine verlängerte Lebensdauer von Maschinen senken Betriebskosten messbar. Auch der Arbeits- und Gesundheitsschutz wird durch nachhaltige Produktionsweisen verbessert, etwa durch die Reduktion schädlicher Emissionen oder sicherere Arbeitsbedingungen [5,6].

Auch im Kontext öffentlicher Wahrnehmung gewinnt das Thema an Bedeutung: Nachhaltigkeitsorientierte Unternehmen haben bessere Chancen, High Potentials zu rekrutieren. Mitarbeitende identifizieren sich stärker mit einem Unternehmen, das ihnen die Möglichkeit bietet, aktiv zum gesellschaftlichen Wandel beizutragen.

B. Modul I

Grundlagen der Nachhaltigkeit – Unterrichtskonzept

Aber auch den wachsenden Anforderungen der Kundinnen und Kunden können Unternehmen gerecht werden – Menschen orientieren sich bei Kaufentscheidungen zunehmend an ökologischen und sozialen Kriterien [7]. Diese Faktoren tragen in der Folge zu einem nachhaltigen Wettbewerbsvorteil bei, der sich auch finanziell auszahlt.

Für angehende Industriemechaniker und Industriemechanikerinnen heißt das: Wer Nachhaltigkeitskompetenz schon während der Ausbildung entwickelt, positioniert sich optimal für eine Arbeitswelt, in der technische Expertise und gesellschaftliche Verantwortung Hand in Hand gehen.

Bildungsinhalte

Definition von Nachhaltigkeit

17 Sustainable Development Goals der UN

3-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit im privaten & beruflichen Alltag

Tabelle 1: Lerninhalte im Modul I – Grundlagen der Nachhaltigkeit

Um diese Auseinandersetzung praxisnah und verständlich zu gestalten, werden zentrale Grundlagen eingeführt: die Definition von Nachhaltigkeit, die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen sowie das Modell der drei Säulen der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie und Soziales. Diese Inhalte bilden das Fundament, um Nachhaltigkeit nicht nur theoretisch zu begreifen, sondern auch im beruflichen Alltag anwenden zu können.

Die Verbindung dieser theoretischen Grundlagen mit einer Fallstudie schafft einen realitätsnahen Zugang: Auszubildende analysieren einen konkreten Fall aus dem industriellen Kontext

– beispielsweise den Umgang eines Maschinenbauunternehmens mit Ressourceneffizienz, Abfallmanagement oder fairer Lieferkette. Durch die Perspektivübernahme (»Ich als angestellte Person bei... «) setzen sich die Lernenden aktiv mit Problemstellungen auseinander, entwickeln Handlungsmöglichkeiten und reflektieren deren Auswirkungen im Sinne der drei Nachhaltigkeitssäulen.

Diese Vorgehensweise fördert nicht nur fachliche Kompetenzen, sondern auch kritisches Denken, Teamarbeit und Urteilsfähigkeit – Schlüsselqualifikationen für verantwortungsbewusstes Handeln in einer zukunftsfähigen Industrie. Die Themen sind somit nicht nur inhaltlich bedeutsam, sondern auch direkt anschlussfähig an den späteren Berufsalltag der Auszubildenden.

(3) Kompetenzorientierte Lernziele

Kompetenzorientierte Lernziele sind eine zentrale Voraussetzung für modernen Unterricht, da sie den Fokus von reinem Fachwissen auf die Anwendung und den Transfer von Wissen in neue Kontexte verlagern. Während traditionelle Lernziele oft lediglich kognitive Inhalte festlegen, beschreiben kompetenzorientierte Lernziele das Zusammenspiel von Wissen, Fertigkeiten und Haltungen, wodurch nachhaltiges Lernen gefördert wird [8]. Besonders die Praxisnähe spielt dabei eine entscheidende Rolle: Lernende sollen nicht nur Theorien verstehen, sondern diese in realen oder simulierten Situationen anwenden können [9]. Dies führt zu einer stärkeren Handlungsorientierung, die nicht nur für das spätere Berufsleben, sondern auch für den Alltag relevant ist. Darüber hinaus ermöglichen kompetenzorientierte Lernziele eine differenzierte Förderung, indem sie individuelle Lernvoraussetzungen berücksichtigen und Lernenden ermöglichen, in ihrem eigenen Tempo an spezifischen Teilkompetenzen zu arbeiten [10].

B. Modul I

Grundlagen der Nachhaltigkeit – Unterrichtskonzept

Ein weiterer Vorteil ist die Messbarkeit des Lernerfolgs, da Kompetenzbeschreibungen eine präzisere Rückmeldung über den Lernstand geben als rein inhaltsbezogene Zielsetzungen. Dadurch können Lehrkräfte gezielt diagnostizieren, in welchen Bereichen Unterstützung notwendig ist, und Lernprozesse entsprechend anpassen [11]. Zudem steigern kompetenzorientierte Lernziele die Motivation der Lernenden, da sie unmittelbare Anwendungsbezüge herstellen und den Lernenden ermöglichen, ihre eigene Selbstwirksamkeit zu erleben [12]. Die Transparenz darüber, welche Fähigkeiten erworben werden sollen, hilft nicht nur den Lernenden, sondern auch den Lehrkräften, Lernprozesse effektiver zu gestalten und Lernziele klar zu kommunizieren. Insgesamt tragen kompetenzorientierte Lernziele dazu bei, Bildung nachhaltiger, praxisnaher und individueller zu gestalten, was insbesondere in einer zunehmend komplexen und dynamischen Gesellschaft von hoher Bedeutung ist.

Kompetenz basiert auf Wissen, die sich in unterschiedliche Kategorien subsumieren lassen. In diesem Kontext differenzieren wir zwischen den verschiedenen Wissens- und Kompetenzebenen.

Definitionen [13]

- Deklaratives Wissen: Faktenwissen, z. B. das Wissen von Begriffen, Definitionen, Daten oder Regeln («Wissen dass...»)
- Prozedurales Wissen: Wissen darüber, wie man etwas tut – also auf Fähigkeiten, Methoden und Abläufe («Wissen wie...»)
- Konzeptionelles Wissen: Es ist tiefgehendes Verständnis von Beziehungen zwischen Konzepten, also vernetztes Begriffswissen (z. B. Prinzipien, Theorien und Modelle)

- Meta-kognitives Wissen: Wissen über die eigene Kognition, Kompetenz und Lernprozess.

Definitionen [14, S. 20]

- Fachkompetenz: »Unter Fachkompetenz wird die Fähigkeit und Bereitschaft verstanden, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme sachgerecht zu bewältigen. Dies schließt die Einordnung von Wissen, das Erkennen von System- und Prozesszusammenhängen ein«.
- Lern-/Methodenkompetenz: »Unter Methodenkompetenz wird die Fähigkeit und Bereitschaft verstanden, zielgerichtet, planmäßig und selbständig bei der Bearbeitung von Aufgaben und Problemen vorzugehen, dabei den Arbeitsprozess zu strukturieren und Lösungsstrategien selbständig, sachgerecht und situationsangemessen auszuwählen, anzuwenden und zu beurteilen«.
- Selbst-/Personalkompetenz: »Unter personaler Kompetenz wird die Fähigkeit und Bereitschaft verstanden, selbstorganisiert und reflexiv zu handeln, die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in unterschiedlichen Kontexten zu erfassen, zu durchdenken und zu beurteilen und das Leistungsvermögen zu entfalten und weiterzuentwickeln. Im beruflichen Bereich zeigt sich personale Kompetenz u. a. durch Einsatzbereitschaft, selbständiges Arbeiten und die Übernahme von Verantwortung«.

B. Modul I

Grundlagen der Nachhaltigkeit – Unterrichtskonzept

- **Sozialkompetenz:** »Sozialkompetenz bezeichnet die Fähigkeit und Bereitschaft, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, unterschiedliche Interessenlagen, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen und zu verstehen sowie sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen. Sozialkompetenz zeigt sich insbesondere im Kundenkontakt und in der Zusammenarbeit mit Kollegen«.

Diese Wissensformen bilden die Grundlage für die Entwicklung von Kompetenzen, die wiederum in unterschiedlichen Niveaus – von der Reproduktion über die Anwendung bis hin zur Problemlösung und Gestaltung – beschrieben werden können.

Kompetenzorientierte Lernziele sind anwendungsbezogen formuliert und sind in variable Situationen transferierbare Kompetenzen.

Kompetenzorientierte Lernziele

Lernziele	W	K
Teilnehmende können eine Definition des Begriffs Nachhaltigkeit aufstellen.	1	1
Teilnehmende können die Relevanz von Nachhaltigkeit für Ihren eigenen Unternehmenskontext bewerten.	1	1
Teilnehmende können das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit erläutern und deren Interdependenzen beurteilen.	2	1
Teilnehmende können den Begriff Greenwashing erläutern.	1	1
Teilnehmende können Beispiele für Greenwashing-Praktiken darstellen.	2	1
Teilnehmende können Maßnahmen gegen Greenwashing aufzeigen und begründen.	2	1-2
Teilnehmende können die sechs Prinzipien erläutern, die Unternehmen beachten müssen, um gesetzeskonform zu handeln und das auf ihren Unternehmenskontext transferieren.	2	1-2

Wissens- und Kompetenzebenen

Deklaratives Wissen (W1)	Prozedurales Wissen (W2)
Konzeptionelles Wissen (W3)	Meta-kognitives Wissen (W4)

Wissensebenen

Fachkompetenz (K1)	Lern-/Methodenkompetenz (K2)
Selbst-/Personal-kompetenz (K3)	Sozialkompetenz (K4)

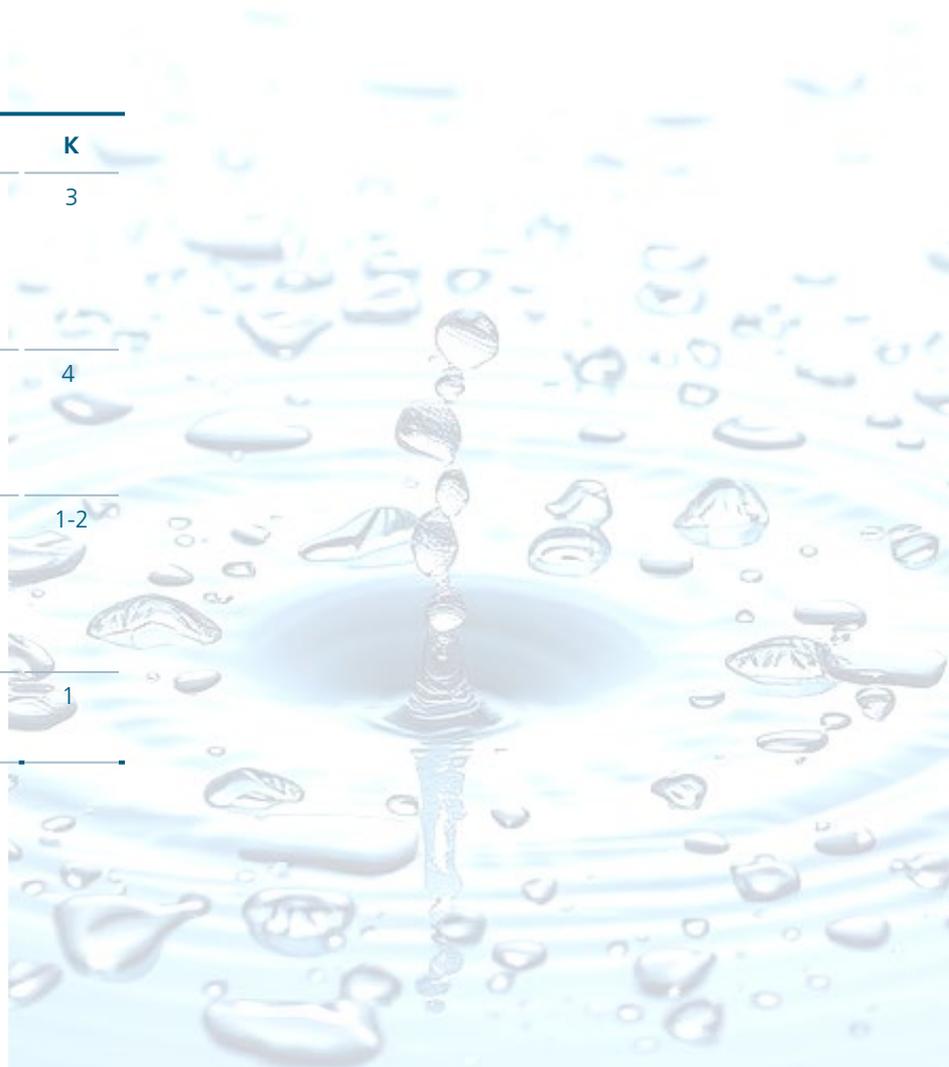
Kompetenzebenen

B. Modul I

Grundlagen der Nachhaltigkeit – Unterrichtskonzept

Kompetenzorientierte Lernziele

Lernziele	W	K
Teilnehmende können anhand der Persona »Moritz« ihre persönliche Begegnung mit dem Thematik Nachhaltigkeit aus ihrem eigenen privaten Alltag beschreiben.	1	3
Teilnehmende können ihre persönliche Berührung mit Nachhaltigkeit mit anderen Teilnehmenden diskutieren und weitere Potenziale entdecken.	1	4
Teilnehmende können das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit mit dem Greenwashing-Konzept verbinden und Methoden des Greenwashing aufdecken.	2	1-2
Teilnehmende können die 17 SDGs der UN wiedergeben und Beispiele nennen.	1	1



KI-generiertes Bild

Umgang mit VR-/AR-Technologien – Unterrichtskonzept

(1) Curriculare Begründung

Die fortschreitende Technologisierung in der Industrie erfordert eine Neuausrichtung in der Ausbildung von Industriemechanikerinnen und Industriemechanikern. Der Einsatz von Virtual Reality, Augmented Reality und Mixed Reality ermöglicht es, komplexe technische Inhalte anschaulich und interaktiv zu vermitteln, sowie praxisnahe Erfahrungen ohne physische Maschinen zu sammeln. Da Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker in vielen Bereichen der industriellen Wertschöpfung tätig sind, ist die Einbindung dieser Technologien in die Ausbildung empfehlenswert, um sie optimal auf die Herausforderungen der digitalen Arbeitswelt und den Anforderungen der Industrie 4.0 vorzubereiten. Dies steigert die Effizienz der Wissensvermittlung und die Qualität der Ausbildung. Durch diese innovative Herangehensweise können Auszubildende nicht nur ihre technischen Fähigkeiten verbessern, sondern auch ihre Kompetenzen in den Bereichen Problemlösung und Teamarbeit stärken. Diese sind in der modernen Industrie zunehmend gefragt.

Exemplarische Grobziele für Auszubildende zur Industriemechanikerin und zum Industriemechaniker aus dem Rahmenlehrplan [2, S. 6-7]

- »wenden technische Regelwerke und Bestimmungen sowie **audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel** zur Beschaffung von Informationen und bei Arbeiten in technischen Systemen an«
- »planen und organisieren Arbeitsabläufe, kontrollieren und bewerten Arbeitsergebnisse, auch unter **Verwendung digitaler Werkzeuge**. Sie wenden **informationstechnische Systeme** zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung an«
- »arbeiten in **vernetzten Fertigungssystemen**«
- »**montieren und demontieren** Maschinen, Geräte, Vorrichtungen und Anlagen«;

- »nehmen Systeme und Anlagen einschließlich der Steuerungs- und Regeleinrichtungen in Betrieb und weisen Kunden ein«
- »führen Instandhaltungsarbeiten auch unter **Verwendung digitaler Diagnosetools** durch und stellen die Betriebsfähigkeit technischer Systeme sicher«
- »beschreiben die Funktionsweise, Produktions- und Organisationsabläufe sowie die Einbindung von **Cyber-Physischen-Systemen**, auch unter Berücksichtigung logistischer Prozessschritte«
- »erstellen technische Dokumentationen, auch unter **Verwendung digitaler Medien**«
- »wenden **aktuelle Methoden** der Qualitätssicherung an«

(2) Relevanz der Bildungsinhalte für die Ausbildung

Im Strategiepapier der Kultusministerkonferenz (KMK) von 2016 wird die zunehmende Bedeutung digitaler Lernumgebungen im Zuge der Digitalisierung und des technologischen Wandels betont. Die Einführung neuer Technologien eröffnet nicht nur didaktisch neue Gestaltungsspielräume, sondern erfordert zugleich eine grundlegende Neuausrichtung von Lehr- und Lernprozessen. Die KMK hält hierzu fest: »Durch die Digitalisierung entwickelt sich eine neue Kulturtechnik – der kompetente Umgang mit digitalen Medien –, die ihrerseits die traditionellen Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen ergänzt und verändert« [15, S. 13].

Die Integration von VR, AR und MR in die Ausbildung bietet eine zukunftsorientierte Möglichkeit, den kompetenten Umgang mit modernen Technologien zu fördern. Sie unterstützt Fachkräfte dabei, sich an technologische Entwicklungen anzupassen, da Kenntnisse in diesen Bereichen zunehmend entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit sind.

C. Modul II

Umgang mit VR-/AR-Technologien – Unterrichtskonzept

Der Einsatz von VR und AR erleichtert das Lernen durch anschauliche Vermittlung komplexer Abläufe, senkt die Fehlerquote und ermöglicht praxisnahe Erfahrungen in einer sicheren Umgebung. Gleichzeitig verbessern entsprechende Kompetenzen die Berufsperspektiven und machen Absolventinnen und Absolventen attraktiver für den Arbeitsmarkt. Darüber hinaus leisten VR, AR und MR einen Beitrag zur Nachhaltigkeit, indem sie Reisen und Materialverbrauch durch digitale Schulungen und Prototypen reduzieren [16]. Daher wird in diesem Modul auch Bezug zum ersten Modul »Grundlagen der Nachhaltigkeit« genommen und eine Möglichkeit aufgezeigt, wie Nachhaltigkeit durch VR-/AR-Technologien erreicht.

Bildungsinhalte

Grundlagen VR/AR/MR

Grundlagen über die HoloLens von Microsoft

Inbetriebnahme von Maschinen über VR

Montageabläufe in der VR-Umgebung

Tabelle 2: Lerninhalte im Modul II – Umgang mit VR-/AR-Technologien

Während viele wissenschaftliche Beiträge den Fokus darauf legen, wie Virtual und Augmented Reality als didaktische Methoden im Unterricht eingesetzt werden können und welche pädagogischen Potenziale sie bieten [17,18], wird nur selten der Schritt davor thematisiert – nämlich eine grundlegende Einführung in die Technologien selbst. Dabei ist es besonders für neu einsteigende Personen sinnvoll, zunächst die Funktionsweise, die Begriffe und die technischen Grundlagen von VR/AR kennenzulernen, bevor diese als didaktische Werkzeuge aktiv im Unterricht genutzt werden. Eine thematische Einführung schafft Verständnis und Akzeptanz und legt damit die Basis für einen reflektierten und zielgerichteten Einsatz der Technologien im Bildungskontext.

Virtual Reality ermöglicht es den Auszubildenden – wie insbesondere im beruflichen Schulkontext auch bereits eingesetzt und erprobt [19-21] - in eine computergenerierte Umgebung einzutauchen. In dieser Umgebung können sie interaktiv lernen, Objekte manipulieren und komplexe technische Abläufe ohne Risiko üben. Diese immersive Erfahrung fördert ein tiefes Verständnis für die Abläufe in der Industrie und bereitet die Lernenden auf reale Arbeitssituationen vor. Augmented Reality erweitert die reale Welt mit digitalen Informationen, die über Smartphones oder spezielle Brillen eingeblendet werden. Diese Technologie erleichtert die Interaktion mit realen Objekten, indem sie zusätzliche Informationen bereitstellt, die bei der Durchführung von Aufgaben hilfreich sind. So können Auszubildende Schritt-für-Schritt-Anleitungen direkt auf das Objekt projiziert bekommen, was die Fehlerquote reduziert und die Effizienz steigert.

Die HoloLens von Microsoft ist ein Beispiel für Mixed Reality, die digitale Inhalte in die physische Welt integriert und die Interaktion zwischen digitalen und realen Elementen fördert. Dies ist besonders vorteilhaft für Wartungen und Schulungen, wo komplexe Informationen anschaulich vermittelt werden können [16]. Die Möglichkeit, digitale Objekte in der realen Umgebung zu platzieren, beeinflusst die Wissensvermittlung und Problemlösung entscheidend.

Hinweis

Im Rahmen der Validierung des Lehrkonzepts wurde die Microsoft HoloLens eingesetzt, da sie im Unternehmen bereits verfügbar war und somit eine ressourcenschonende Umsetzung ermöglichte. Alternativ eignen sich auch andere Technologien wie die Meta Quest, Magic Leap oder AR-fähige mobile Endgeräte, um vergleichbare immersive Lernszenarien zu realisieren.

C. Modul II

Umgang mit VR-/AR-Technologien – Unterrichtskonzept

Ein weiterer zentraler Aspekt ist die Inbetriebnahme von Maschinen über VR. Diese Technologie erlaubt es den Auszubildenden, Maschinen in einer sicheren, virtuellen Umgebung zu bedienen und dabei wichtige Erfahrungen zu sammeln. Dies stärkt das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und beschleunigt die Lernkurve durch das Zulassen von Fehlern [22]. Zusätzlich wird der Fokus auf Montageabläufe in einer VR-Umgebung gelegt. Hier üben die Auszubildenden komplexe Prozesse, was dazu beiträgt, dass sie in der realen Arbeitswelt effizienter und fehlerfreier arbeiten können.

Insgesamt bereiten die Bildungsinhalte die Auszubildenden nicht nur auf technische Herausforderungen vor, sondern fördern auch ihre Problemlösungs- und Teamfähigkeiten. Der Einsatz von VR, AR und MR ist ein Schlüssel zu einer zukunftsfähigen Ausbildung in der Industrie und steigert die Motivation der Lernenden, indem sie aktiv in ihren Lernprozess einbezogen werden.

Definitionen

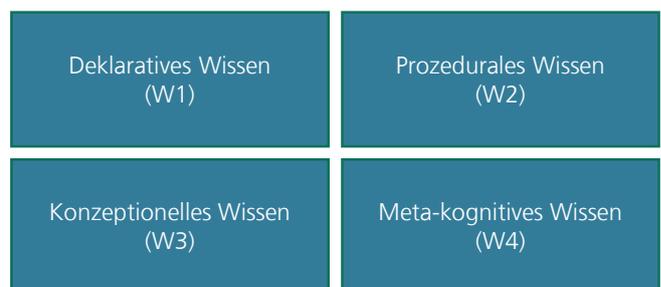
- Bei **Augmented Reality** »handelt es sich um eine Kombination aus realer und virtueller Welt, bei der die reale Welt überwiegt. AR schafft keine neue Welt, sondern erweitert und verbessert die bestehende reale Umgebung und somit wird auch von erweiterter Realität gesprochen« [23, S. 94].
- **Virtual Reality** »wird als gänzlich computer-generierte Welt beschrieben, die von Menschen als Simulation der Realität wahrgenommen bzw. erlebt wird, die möglichst viele Sinnesorgane anspricht und die mithilfe von Eingabegeräten (mit-)gestaltet und auch verändert werden kann« [23, S. 95].

(3) Kompetenzorientierte Lernziele

Auch bei der Konzeption des vorliegenden Moduls findet der kompetenzorientierte Ansatz Anwendung. Da es sich um Einführungsmodule handelt, steht zunächst der Aufbau grundlegenden Wissens im Vordergrund. Entsprechend fokussieren sich die Lernziele auf deklaratives Wissen (Begrifflichkeiten, Konzepte) und prozedurales Wissen (grundlegende Abläufe und Prozesse).

Auf Kompetenzebene werden jedoch alle Dimensionen angesprochen: Fachkompetenz durch das Verstehen und Anwenden der Inhalte, Methodenkompetenz durch den Einsatz geeigneter Werkzeuge und Herangehensweisen, Sozialkompetenz durch kooperative Lernformen sowie Selbstkompetenz durch Reflexion und selbstgesteuertes Lernen. Die Module legen also das Fundament für die weitere Vertiefung in den darauffolgenden Ausbildungsjahren.

Wissens- und Kompetenzebenen



Wissensebenen

C. Modul II

Umgang mit VR-/AR-Technologien – Unterrichtskonzept

Fachkompetenz (K1)	Lern-/Methodenkompetenz (K2)
Selbst-/Personalkompetenz (K3)	Sozialkompetenz (K4)

Kompetenzebenen

Kompetenzorientierte Lernziele

Lernziele	W	K
Teilnehmende können VR und AR erläutern und voneinander abgrenzen.	2	1
Teilnehmende können die Relevanz von VR und AR für Ihren eigenen Unternehmenskontext bewerten.	1	1
Teilnehmende können MR erläutern und Anwendungsbeispiele wiedergeben.	2	1
Teilnehmende können aufzeigen und begründen, wie AR/VR zur Förderung der Nachhaltigkeit in Unternehmen beitragen kann.	2	1-2
Teilnehmende können Microsoft HoloLens einordnen und Anwendungsbeispiele erläutern.	1-2	2

Kompetenzorientierte Lernziele

Lernziele	W	K
Teilnehmende können Vorteile von VR, AR und MR aufzeigen und begründen.	1	1
Teilnehmende können Microsoft HoloLens anwenden und das Anwendungswissen auf andere Hardware übertragen.	2	3
Teilnehmende können anhand der Persona »Emma« ein zukünftiges Szenario eines Arbeitstages mit VR/AR beschreiben.	1	3
Teilnehmende können ihre Ideen zu möglichen Einsatzmöglichkeiten für AR/VR/MR mit anderen Teilnehmenden diskutieren und weitere Potenziale entdecken.	1	4
Teilnehmende können Unterschiede und Gemeinsamkeiten von AR/VR/MR erkennen und erläutern.	1-2	1
Teilnehmende können verschiedene Anwendungsfälle und Einsatzmöglichkeiten für das Unternehmen IMS wiedergeben.	1	1

D.

Methodische Entscheidung

(1) Handlungsorientierter Unterricht

In beiden Modulen liegt ein hoher Fokus auf handlungsorientierten Unterricht vor:

- Didaktische Bezugspunkte sind Situationen, die für die Berufsausübung bedeutsam sind; Lernen vollzieht sich in **vollständigen Handlungen**, möglichst selbst ausgeführt oder zumindest gedanklich nachvollzogen [2, S. 5].
- Handlungen fördern das ganzheitliche Erfassen der **beruflichen Wirklichkeit**, zum Beispiel **technische**, sicherheitstechnische, ökonomische, rechtliche, **ökologische oder soziale Aspekte**.
- Handlungen greifen die Erfahrungen der Lernenden auf und reflektieren sie in Bezug auf ihre gesellschaftlichen Auswirkungen.

Als methodisches Vehikel, um handlungsorientierten Unterricht umzusetzen, wird die Methodik Fallstudie empfohlen. Diese gilt in der Bildungsforschung als ein geeignetes Lehr-/Lern-Arrangement, um berufliche Handlungskompetenz zu fördern [24]. Studien zeigen, dass diese Methodik zu selten zum Einsatz kommt und vorwiegend der Frontalunterricht dominiert [25-27]. Nach den Untersuchungen von Arndt & Pilz [28] geben Lehrpersonen an, mithilfe von Fallstudien die Verknüpfung von Theorie und Praxis zu fördern, die Anwendung von Wissen zu ermöglichen oder auch beispielsweise das Zusammenhangswissen zu erarbeiten.

Definition

Eine Fallstudie im Unterricht ist eine didaktische Methode, bei der ein konkreter, häufig personalisierter Fall – etwa eine reale Person, ein Unternehmen oder eine Organisation – als roter Faden durch die Unterrichtsreihe führt.

(2) Methodik: Fallstudie

Ziel einer Fallstudie ist es, komplexe Sachverhalte aus einer konkreten Perspektive heraus zu analysieren, zu bewerten und fundierte Handlungsoptionen zu entwickeln. Im Zentrum steht ein individueller Fall, der den Lernprozess strukturiert und inhaltlich zusammenhält. Dieser Fall provoziert Diskussionen, Fragen und Problemlösungen, die in Kleingruppen sowie im Plenum mit Unterstützung geeigneter Materialien bearbeitet werden. Die Lernenden nehmen dabei aktiv die Perspektive des konkreten Falls ein und entwerfen verschiedene Handlungsmöglichkeiten, die sie anschließend begründen und gemeinsam bewerten.

Dabei können gleichwertige Lösungen entstehen oder sich überzeugende Gründe für eine bestimmte Entscheidung herauskristallisieren. Am Ende wird der Fortgang des Falls mit der Realität abgeglichen – etwa durch authentisches Material wie ein Gerichtsurteil oder durch die Einbindung von Experten. Dieser Vergleich bildet die Grundlage für eine kritische Auswertung und Reflexion des gesamten Lernprozesses.

Mithilfe der Fallstudie wird ein Bezug zum Lernenden und dem Fall hergestellt. Dabei sollen sich die Lernenden in die Situation des Protagonisten »Moritz« und der Protagonistin »Emma« hineinversetzen und aus seiner/ihrer Perspektive die Fragestellungen beantworten. Dabei wurde die Fallstudie bereits an das Unternehmen angepasst (siehe Lehr-/Lernmaterialien). Dies erhöht den Bezug und schafft ein tiefergehendes Verständnis und Identifikation bei den Lernenden.

D.

Methodische Entscheidung

Empfehlung

In beiden Modulen wurde ein deduktiver Unterrichtsansatz gewählt. Das bedeutet, dass zunächst das Thema eingeführt und ein grundlegendes Verständnis aufgebaut wurde, bevor die Lernenden mit einem Beispiel oder einer konkreten Aufgabenstellung konfrontiert wurden. Diese Vorgehensweise wurde bewusst gewählt, da noch keine Vorerfahrungen mit der Lerngruppe vorlagen. Für Lehrkräfte und Auszubildende, die ihre Lerngruppe bereits gut kennen und regelmäßig unterrichten, kann auch ein induktiver Ansatz sinnvoll sein. Dabei wird das Thema anhand der entwickelten Fallbeispiele eingeführt. Erst im Anschluss erfolgt die Klärung der Fachbegriffe und die systematische Erarbeitung eines Grundverständnisses. Fachliteratur weist darauf hin, dass das induktive Vorgehen zwar höhere Anforderungen an die Unterrichtssteuerung durch die Lehrperson stellt, gleichzeitig jedoch das Vorwissen der Lernenden aktiviert und motivierend wirken kann.

E.

Reflexion

(1) Analyse des Unterrichts

Die Reflexion nach dem Unterricht gilt als wesentlicher Bestandteil professionellen Handelns von Lehrkräften, da sie nicht nur der kontinuierlichen Verbesserung der eigenen Praxis dient, sondern auch ein vertieftes Verständnis darüber ermöglicht, wie Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern verlaufen [29-31]. Sie unterstützt dabei, Erfolge sichtbar zu machen, Herausforderungen zu identifizieren und zukünftige Entscheidungen fundierter zu treffen. In zahlreichen Definitionen wird die persönliche und professionelle Weiterentwicklung als zentrales Ziel benannt – sei es bezogen auf das eigene Denken, Handeln, die Einstellungen oder Überzeugungen [30,32]. Ebenso wird die Optimierung der Lehrtätigkeit, der unterrichtlichen Qualität und der praktischen Umsetzung hervorgehoben [33-36]. Reflexion dient auch der Selbstvergewisserung über die Wirkung des eigenen pädagogischen Handelns [37] sowie der Anpassung von Handlungsplänen, dem Entwickeln argumentativ gestützter Positionen und dem Ableiten von Handlungsansätzen [38,39]. Weitere Zielsetzungen umfassen das kreative Erschließen von Fachwissen, die Entscheidungsfindung bei unstrukturierten Problemen sowie das Bearbeiten komplexer Herausforderungen [40,41]. Insgesamt bildet die Reflexion somit eine unverzichtbare Grundlage für professionelles und wirksames Lehren.

Definition

»Als Reflexion von Unterrichtsinteraktion wird im Folgenden das Nachsinnen über Unterrichtshandeln verstanden. Bei der Reflexion als mentaler Prozess werden Erfahrungen, Probleme oder Einsichten strukturiert oder restrukturiert.« [45, S. 18]

(2) Reflexionsmodelle

ALACT-Modell [42]: Das ALACT-Modell beschreibt Reflexion als einen zyklischen Prozess, der aus fünf Phasen besteht (siehe Abbildung). Nach Abschluss der fünften Phase beginnt der Reflexionszyklus erneut, wodurch eine kontinuierliche Weiterentwicklung des eigenen Handelns gefördert wird. Dieses Modell beruht auf der Theorie des erfahrungsbasierten Lernens und betont daher die enge Verbindung zwischen Reflexion und praktischem Handeln [43].

Schrittmodell [44]: Das Schrittmodell von Hatton und Smith gliedert den Reflexionsprozess in vier aufeinanderfolgende Schritte: Zunächst erfolgt die Beschreibung einer Situation, gefolgt von der Entwicklung von Begründungen für das eigene Handeln. Anschließend werden alternative Handlungsmöglichkeiten formuliert, bevor im letzten Schritt der historische und gesellschaftspolitische Kontext einbezogen wird. Dieses Modell legt besonderen Wert auf die Kontextualisierung und Begründung des eigenen Handelns [43].

E.

Reflexion

Reflexionsstufen [46]: Die Reflexionsstufen nach Kleinknecht und Gröschner bauen auf dem Schrittmodell von Hatton und Smith auf und strukturieren den Reflexionsprozess in drei Stufen: Beschreibung einer erlebten Situation, Begründung und Bewertung des eigenen Handelns, und Entwicklung alternativer Handlungsmöglichkeiten. Im Gegensatz zum Schrittmodell wird der Einbezug des gesellschaftlichen Kontexts hier nicht explizit berücksichtigt [43].

EDAMA-Rahmenmodell [47]: Das EDAMA-Modell versteht Reflexion als einen Prozess kognitiver Strukturierung und besteht aus fünf Phasen: Handlung, Darstellung (Beschreibung der Erfahrung), Analyse (Begründung und Bewertung), Maßnahmenplanung (Entwicklung von Handlungsalternativen) und zukünftige Handlung. Es integriert Elemente aus dem ALACT-Modell, dem Schrittmodell von Hatton und Smith sowie den Reflexionsstufen von Kleinknecht und Gröschner [46]. Zudem berücksichtigt es verschiedene Blickrichtungen und Denkaktivitäten, um ein umfassendes Reflexionsverständnis zu fördern [43].

Reflexionskompetenzmodell [32]: Das Reflexionskompetenzmodell nach von Aufschnaiter et al. [32] beginnt mit der Beobachtung einer Situation, gefolgt von der Deutung dieser Beobachtung und der Identifikation möglicher Ursachen. Im Gegensatz zu anderen Modellen wird hier das Nennen von Handlungsalternativen nicht als zentraler Bestandteil des Reflexionsprozesses betrachtet. Stattdessen liegt der Fokus auf dem Ableiten von Konsequenzen aus der Reflexion (Arendt et al., 2025).

Reflexionskompetenzmodell [48]: Das Reflexionskompetenzmodell von Nowak et al. [48] besteht aus vier Reflexionsstufen mit der Betonung auf die Begründung nach jeder Reflexionsstufe. Die vierte Stufe zielt auf das Abgleichen des Fachwissens mit dem praktischen Handeln durch Reflexion ab. Das Modell strebt an, eine nachhaltige Verbesserung des eigenen Handelns zu erreichen [43].

Übersicht der Modelle [43, S. 18]

ALACT-Modell (Korthagen 1985)	Schrittmodell (Hatton und Smith 1995)	Reflexionsstufen (Kleinknecht und Gröschner 2016)	EDAMA-Rahmenmodell (Aeppli und Lötscher 2016)	Reflexionsmodell (Nowak et al. 2019)	Reflexionskompetenzmodell (von Aufschnaiter et al. 2019a)
Handeln (Action)	–	–	Erleben	–	Beobachtung
Rückblick auf das Handeln (Looking back on the action)	Beschreibung (Descriptive Writing)	Beschreiben	Darstellen	Beschreibung von Unterrichtssituation und Rahmenbedingungen	–
Bewusstsein wichtiger Aspekte (Awareness of essential aspects)	Entwicklung von Begründungen (Descriptive Reflection)	Begründen und Bewerten	Analysieren	Bewertung	Deutung Identifikation von Ursachen
Entwicklung von Alternativen (Creating alternative methods of action)	Abwägen von Deutungen und Formulierung von Alternativen (Dialogic Reflection)	Alternativen entwickeln	Maßnahmen entwickeln, planen	Alternativen	–
	Einbezug des historischen und gesellschaftspolitischen Kontexts (Critical Reflection)	–	–	Konsequenzen	Ableiten von Konsequenzen
Erneutes Handeln (Trial)	–	–	Anwenden	–	–

F.

Referenzen

- (1) **Bundesagentur für Arbeit.** (2024). *Beruf aktuell: Ausgabe 2024/2025*. Zentrale KC BeTA, Kompetenzzentrum Beruf und Transformation der Arbeitswelt (Hrsg.). BW Bildung und Wissen Verlag und Software GmbH.
- (2) **Kultusministerkonferenz.** (2018). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin*. Abgerufen von https://www.kmk.org/themen/berufliche-schulen/duale-berufsausbildung/downloadbereich-rahmenlehrplaene.html?type=150&tx_fedownloads_pi1%5Bdownload%5D=41171...
- (3) **Heimann, M.** (1998). Bedingungsanalyse: Konzepte und Methoden für die Bildungsforschung. In K. W. Schreiber (Hrsg.), *Bildung und Erziehung* (S. 123–145). Verlag.
- (4) **Willard, B.** (2012). *The new sustainability advantage: Seven business case benefits of a triple bottom line*. New Society Publishers.
- (5) **Forbes Business Council.** (2024, 7. Juni). 18 reasons why sustainability can be a strategic business advantage. *Forbes*. <https://www.forbes.com/councils/forbesbusinesscouncil/2024/06/07/18-reasons-why-sustainability-can-be-a-strategic-business-advantage/>
- (6) **Kiron, D., Kruschwitz, N., Reeves, M., Haanaes, K., & Groh, E.** (2012). The benefits of sustainability-driven innovation. In M. Deimler, R. Lesser, D. Rhodes, & J. Sinha (Eds.), *Own the future: 50 ways to win* (S. 1–12). Boston Consulting Group.
- (7) **Cantele, S., & Zardini, A.** (2018). Is sustainability a competitive advantage for small businesses? An empirical analysis of possible mediators in the sustainability–financial performance relationship. *Journal of Cleaner Production*, 182, 166–176.
- (8) **Weinert, F. E.** (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Eds.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45–65). Hogrefe & Huber.
- (9) **Meyer, H.** (2016). *Was ist guter Unterricht?* Cornelsen.
- (10) **Arnold, R., & Schübler, I.** (2019). *Kompetenzentwicklung und Lernkulturen*. Beltz.
- (11) **Helmke, A.** (2017). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität*. Klett.
- (12) **Deci, E. L., & Ryan, R. M.** (2002). *Handbook of self-determination research*. University of Rochester Press.
- (13) **Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R.** (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Addison-Wesley.
- (14) **Hensge, K., Lorig, B., & Schreiber, D.** (2008). Ein Modell zur Gestaltung kompetenzbasierter Ausbildungsordnungen. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP)*, 37(4), 18–21.
- (15) **Kultusministerkonferenz.** (2016). *Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz*. Abgerufen von <https://www.kmk.org/themen/bildung-in-der-digitalen-welt/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html>
- (16) **Egger, J., & Masood, T.** (2020). Augmented reality in support of Industry 4.0 — Implementation challenges and success factors. *Computers in Industry*, 123, 103265.
- (17) **Mystakidis, S., Fragkaki, M., & Filippousis, G.** (2021). Ready Teacher One: Virtual and augmented reality online professional development for K-12 school teachers. *Computers*, 10(10), Article 134.
- (18) **Zhang, H., et al.** (2020). Hotspots and trends of virtual reality, augmented reality and mixed reality in education field. In *Proceedings of the 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (ILRN)* (S. 215–219). <https://doi.org/10.23919/ILRN47897.2020.9155170>

Referenzen

- (19) **Belani, M., & Parnami, A.** (2020). Augmented reality for vocational education training in K-12 classrooms. In *2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)* (S. 317–320). <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct51615.2020.00090>
- (20) **Waldorf, J., & Kahl, A.** (2023). Zielgruppengerechter Arbeitsschutz für Auszubildende? Eine Augmented Reality (AR)-Lernumgebung für die metalltechnische Berufsausbildung. In Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), *Smarte Technologien und Augmented Reality in der Arbeitswelt: Tagungsdokumentation* (S. 32–38).
- (21) **Mack, D., & Schmidt, L.** (2024). Unterstützung einer komplexen Montageaufgabe durch eine Augmented-Reality-Anleitung mit Durchsichtdatenbrille. In *Proceedings of DELFI 2024*. Gesellschaft für Informatik e. V. https://doi.org/10.18420/delfi2024_04
- (22) **Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., et al.** (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments*, *23*(6), 778–798.
- (23) **Tärre, M.** (2022). Arbeiten, Lernen und Lehren zwischen Realität und Virtualität. In M. Tärre (Hrsg.), *VR und AR – Virtual und Augmented Reality im Kontext beruflichen Lernens* (Schwerpunktthema, Heft 147). Roco Druck.
- (24) **Kaiser, F.-J. & Kaminski, H.** (2011): Methodik des Ökonomie-Unterrichts. Grundlagen eines handlungsorientierten Lernkonzepts mit Beispielen. 4. Aufl. Bad Heilbrunn / Obb 2011.
- (25) **Pätzold, G., Klusmeyer, J., Wingels, J., & Lang, M.** (2003). Lehr-Lern-Methoden in der beruflichen Bildung. Oldenburg.
- (26) **Seifried, J., Grill, L., & Wagner, M.** (2006). Unterrichtsmethoden in der kaufmännischen Unterrichtspraxis. *Wirtschaft und Erziehung*, *58*(7), 236–241.
- (27) **Gronowski, C., & Pilz, M.** (2020). Unterrichtsgestaltung – Eine Oberflächen-Strukturanalyse von Unterricht: Status quo und Konsequenzen für die Lehrkräftebildung. *Bildung und Beruf*, *3*(1), 18–23.
- (28) **Arndt, P. & Pilz, M.** (2020). Die Bedeutung von Fallstudien im Unterricht aus Sicht von Lehrkräften. In: *Kölner Zeitschrift für Wirtschaft und Pädagogik*, 35. Jg., H. 68, 35-67.
- (29) **Weber, K. E., Prilop, C. N., & Kleinknecht, M.** (2023). Effects of different video- or text-based reflection stimuli on pre-service teachers' emotions, immersion, cognitive load and knowledge-based reasoning. *Studies in Educational Evaluation*, *77*, 101256.
- (30) **Wulff, P., Westphal, A., Mientus, L., Nowak, A., & Borowski, A.** (2023). Enhancing writing analytics in science education research with machine learning and natural language processing—Formative assessment of science and non-science preservice teachers' written reflections. *Frontiers in Education*, *7*, 1061461.
- (31) **Kulgemeyer, C., Kempin, M., Weißbach, A., Borowski, A., Buschhüter, D., Enkrott, P., Reinhold, P., Riese, J., Schecker, H., Schröder, J., & Vogelsang, C.** (2021). Exploring the impact of pre-service science teachers' reflection skills on the development of professional knowledge during a field experience. *International Journal of Science Education*, *43*(18), 3035–3057.
- (32) **von Aufschnaiter, C., Fraij, A., & Kost, D.** (2019a). Reflexion und Reflexivität in der Lehrerbildung. *HLZ – Herausforderung Lehrerinnenbildung*, *2**, 144–159.
- (33) **Prilop, C. N., Weber, K. E., & Kleinknecht, M.** (2019). How digital reflection and feedback environments contribute to pre-service teachers' beliefs during a teaching practicum. *Studies in Educational Evaluation*, *62*, 158–170.

F.

Referenzen

- (34) **Richter, E., Hußner, I., Huang, Y., Richter, D., & Lazarides, R.** (2022). Video-based reflection in teacher education: Comparing virtual reality and real classroom videos. *Computers and Education*, *190*, 104601.
- (35) **Weber, K. E., Gold, B., Prilop, C. N., & Kleinknecht, M.** (2018). Promoting pre-service teachers' professional vision of classroom management during practical school training: Effects of a structured online- and video-based self-reflection and feedback intervention. *Teaching and Teacher Education*, *76*, 39–49.
- (36) **Vogelsang, C., Kulgemeyer, C., & Riese, J.** (2022). Learning to plan by learning to reflect? Exploring relations between professional knowledge, reflection skills, and planning skills of preservice physics teachers in a one-semester field experience. *Education Sciences*, *12*(7), 479
- (37) **Leonhard, T., & Rihm, T.** (2011). Erhöhung der Reflexionskompetenz durch Begleitveranstaltungen zum Schulpraktikum? Konzeption und Ergebnisse eines Pilotprojekts mit Lehramtsstudierenden. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, *4*(2), 240–270.
- (38) **Hartmann, U., Kindlinger, M., & Trempler, K.** (2021). Integrating information from multiple texts relates to pre-service teachers' epistemic products for reflective teaching practice. *Teaching and Teacher Education*, *97*, 1–12.
- (39) **Molitor, A.-L., Kindlinger, M., Trempler, K., Schellenbach-Zell, J., & Hartmann, U.** (2022). Wie gehen Lehrkräfte bei der Reflexion pädagogischer Situationen mit Literaturquellen um? Vorstellung eines Kodierschemas. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, *15*(1), 137–153.
- (40) **Rominger, C., Reitinger, J., Seyfried, C., Schneckenleitner, E., & Fink, A.** (2017). The reflecting brain: Reflection competence in an educational setting is associated with increased electroencephalogram activity in the alpha band. *Mind, Brain, and Education*, *11*(2), 54–63.
- (41) **Neuber, K., & Weber, K. E.** (2022). Erfassung reflexionsbezogener Dispositionen von angehenden und praktizierenden Lehrkräften: Ein systematisches Review. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, *15*(1), 17–38.
- (42) **Korthagen, F. A. J.** (1985). Reflective teaching and preservice teacher education in the Netherlands. *Journal of Teacher Education*, *36*(5), 11–15.
- (43) **Arendt, K., Stark, L., Friedrich, A., et al.** (2025). Reflexion von Unterricht in der Lehrkräftebildung – Ein Scoping-Review. *Unterrichtswissenschaft*.
- (44) **Hatton, N., & Smith, D.** (1995). Reflection in teacher education: Towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, *11*(1), 33–49.
- (45) **Heinzel, F.** (2022). Reflexion von Unterrichtsinteraktion: Formen, Befunde und Herausforderungen. In E. Gläser, J. Poschmann, P. Büker, & S. Miller (Hrsg.), *Reflexion und Reflexivität im Kontext Grundschule: Perspektiven für Forschung, Lehrer:innenbildung und Praxis* (S. 18–34). Klinkhardt. <https://doi.org/10.25656/01:25547>
- (46) **Kleinknecht, M., & Gröschner, A.** (2016). Fostering preservice teachers' noticing with structured video feedback: Results of an online- and video-based intervention study. *Teaching and Teacher Education*, *59*, 45–56.
- (47) **Aeppli, J., & Lötscher, H.** (2016). EDAMA – Ein Rahmenmodell für Reflexion. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, *34*(1), 78–97. <https://doi.org/10.25656/01:13921>
- (48) **Nowak, A., Kempin, M., Kulgemeyer, C., & Borowski, A.** (2019). Reflexion von Physikunterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe: Jahrestagung in Kiel 2018* (S. 838). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.

Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit



Dauer:
90 Minuten

Motivation – Wieso betrifft mich Nachhaltigkeit?

	Schutz der Umwelt & Artenvielfalt
	Bekämpfung des Klimawandels
	Gesundheit von Menschen und Tieren
	Lebensqualität
	Arbeitsplatzsicherheit
	Langfristige Stabilität des Arbeitgebers

Aufgabe 1:

- Schreibt in kurzen Sätzen/Stichworten auf, was ihr unter dem Begriff „Nachhaltigkeit“ versteht/euch vorstellt.
- Zeit: 5 Minuten Bearbeitung, anschließend 5 Minuten Besprechung

Material für den Unterricht

- Whiteboard/Tafel
- Stifte/Marker
- Moderationskarten/Zettel (ca. DIN A5)
- Magnete/Pins

Definition

»Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden.«

Social Development Goals (SDG's) der UN



- Nachhaltigkeit ist ein globales Anliegen, das alle Länder und Menschen betrifft
- SDG's als Ziele für die ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Entwicklung bis 2030
- Insgesamt 193 Länder weltweit beteiligt

Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Das 3-Säulen-Modell

➤ **Ökonomische Nachhaltigkeit:**

Ökonomische Nachhaltigkeit bedeutet, wirtschaftliche Aktivitäten so zu gestalten, dass sie langfristig finanziell tragfähig sind und gleichzeitig die Ressourcen effizient nutzen, um eine stabile Wirtschaft zu gewährleisten.

➤ **Ökologische Nachhaltigkeit:**

Ökologische Nachhaltigkeit bezieht sich auf den Schutz und die Erhaltung natürlicher Ressourcen und Ökosysteme, um sicherzustellen, dass die Umwelt für zukünftige Generationen intakt bleibt.

➤ **Soziale Nachhaltigkeit:**

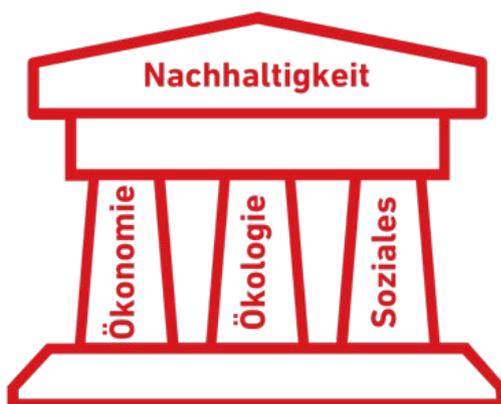
Soziale Nachhaltigkeit umfasst die Förderung von sozialem Zusammenhalt, Gerechtigkeit und Lebensqualität, indem die Grundbedürfnisse aller Menschen erfüllt und soziale Ungleichheiten reduziert werden.

Widersprüche der Nachhaltigkeit

- Nachhaltigkeit kann widersprüchlich sein
- Das Erfüllen/Erreichen einer Säule kann andere Säule verschlechtern, oder das Durchsetzen einer Säule wird von einer anderen verhindert
- Nachhaltigkeit kann nie nur aus einer Dimension betrachtet werden, die Dimensionen sind voneinander abhängig

Beispiel:

Ein Unternehmen ersetzt einen giftigen und kritischen Rohstoff durch einen sicheren und umweltfreundlichen Rohstoff. Da dieser allerdings teurer ist, steigt die ökologische und soziale Nachhaltigkeit, aber die ökonomische sinkt.



Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Greenwashing

Definition

»Greenwashing bezeichnet den Versuch von Organisationen, durch Kommunikation, Marketing und Einzelmaßnahmen ein ‚grünes Image‘ zu erlangen, ohne entsprechende Maßnahmen im operativen Geschäft systematisch verankert zu haben.«

Beispiele:

- **Irreführende Formulierungen:** Begriffe wie umweltfreundlich oder regional sind rechtlich nicht geschützt, genauso wie Naturkosmetik oder Bio-Kosmetik.
- **Leuchtturm-Produkte:** ein einziges Produkt oder eine Dienstleistung, die nachhaltig sein soll. Das Kerngeschäft jedoch bleibt weiterhin umweltschädlich.
- **Werben mit Selbstverständlichkeiten:** Unternehmen werben beispielsweise damit, dass sie keine Plastik-Strohhalme mehr verwenden, obwohl diese gesetzlich bereits verboten sind.
- **Fragwürdige Nachhaltigkeits- und Qualitätssiegel:** Unternehmen erfinden eigene »grüne« Siegel, die nicht durch unabhängige Dritte überprüft werden.
- **Grüne Bildsprache:** Grün erweckt oft Assoziationen mit Nachhaltigkeit und Unternehmen erhoffen sich durch die grüne Bildsprache nachhaltig wahrgenommen zu werden.

Durch Greenwashing werden Verbraucherinnen und Verbraucher getäuscht, die Kaufentscheidung kann beeinflusst werden und auch in der Industrie kann es zu Greenwashing kommen.

Erkennen von Greenwashing

- **Organisation Foodwatch:** vergibt Negativpreise und deckt Greenwashing-Methoden auf
- **NABU Siegel-Check:** eine App, die durch ein Foto ein Siegel erkennen kann und bewertet, wie ökologisch dieses ist
- **Siegelklarheit:** eine App der Bundesregierung

Neben diesen Organisationen und Apps hilft außerdem ein kritisches Hinterfragen von Aussagen in Bezug auf Nachhaltigkeit und Umweltschutz.

Maßnahmen gegen Greenwashing

Innerhalb einer Organisation sollte ein **Bewusstsein** für die eigenen **Auswirkungen** entstehen – beispielsweise sollte sich nicht nur auf nachhaltige Produkte für Kundinnen und Kunden fokussiert werden, sondern auch auf die Nachhaltigkeit der eigenen Organisation. Außerdem helfen die folgenden Maßnahmen, sich als Organisation nachhaltig zu verhalten:

- **Transparenz** durch klare Zahlen und Fakten (eigene Schwächen werden genannt, Ziele und Maßnahmen werden kommuniziert, es wird sich nicht nur auf Leuchtturmprojekte fokussiert)
- **Nachweise** für Nachhaltigkeit bereitstellen (z. B. Nachhaltigkeitsberichte)
- **Vermeidung** von rechtlich nicht geschützten Begriffen (Bio, natürlich, regional) wenn nicht eindeutig belegbar; von vagen Aussagen und missverständlichen Formulierungen; von Werben mit Selbstverständlichkeiten (z. B. keine Verwendung von Einwegplastiktüten)

Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Maßnahmen gegen Greenwashing – Green Claims Code

Impuls

Der Green Claims Code ist ein Gesetz aus dem Vereinigten Königreich zum Schutz von Verbrauchern als Maßnahme gegen Greenwashing.

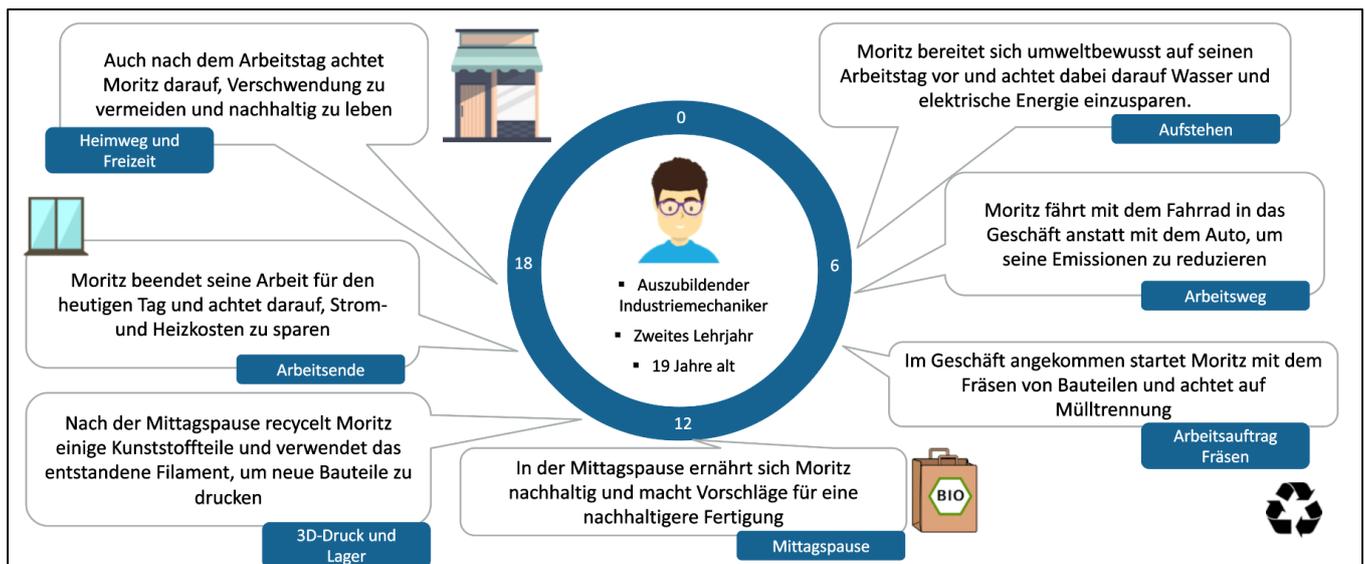
Diese sechs Prinzipien müssen Unternehmen beachten, um gesetzeskonform zu handeln:

- Behauptungen müssen wahrheitsgemäß und genau sein
- Aussagen müssen klar und eindeutig sein
- Behauptungen dürfen keine relevanten Informationen auslassen oder verbergen
- Vergleiche müssen fair und aussagekräftig sein
- Behauptungen müssen den gesamten Produktlebenszyklus berücksichtigen
- Behauptungen müssen begründet werden

Ein ähnliches Gesetz wird derzeit EU-weit geprüft.

Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Fallstudie: Ein Tag Nachhaltigkeit mit Moritz dem Auszubildenden Industriemechaniker



Aufstehen

5:30 Uhr – Aufstehen

Moritz beginnt seinen Tag früh. Sein Wecker klingelt um 5:30 Uhr. Er nutzt eine App auf seinem energieeffizienten Smartphone, welches er über Nacht im Flugmodus hat, um Strom zu sparen. Nach dem Aufstehen nimmt Moritz eine kurze, kalte Dusche, um Wasser und Energie zu sparen. Beim Zähneputzen und Händewaschen achtet er darauf, das Wasser nur bei Bedarf laufen zu lassen.

6:00 Uhr – Frühstück

Moritz bereitet sich ein gesundes Frühstück aus regionalen und biologischen Produkten zu. Das Brot kommt vom lokalen Bäcker, der auf traditionelle und umweltschonende Methoden setzt, und das Gemüse aus dem eigenen Garten oder vom Bauernmarkt. Er vermeidet Plastikverpackungen und kauft möglichst unverpackte Lebensmittel.

Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Fahrt zur Arbeit



6:15 Uhr – Anreise zur Arbeit

Moritz fährt mit dem Fahrrad zur Arbeit, das er sich gebraucht gekauft hat. Sein Arbeitgeber hat eine gute Fahrrad-Infrastruktur mit sicheren Abstellmöglichkeiten und Duschen für Mitarbeitende, die mit dem Fahrrad kommen. An Regentagen nutzt er die öffentlichen Verkehrsmittel und verzichtet bewusst auf ein eigenes Auto.

Arbeit

7:00 Uhr – Arbeitsbeginn

In der Firma beginnt Moritz seinen Tag in der Produktionshalle. Er überprüft die Maschinen und stellt sicher, dass alle Einstellungen energieeffizient sind. Heute arbeitet er an einer CNC-Fräsmaschine.

9:30 Uhr – Nachhaltigkeit im Fertigungsprozess

Moritz ist verantwortlich für die Entsorgung der Metallspäne, die bei der Bearbeitung anfallen. Er sorgt dafür, dass die Späne korrekt getrennt werden. Durch eine genaue Trennung der Materialien trägt er dazu bei, dass wertvolle Rohstoffe recycelt und wiederverwendet werden können.

10:30 Uhr – Proaktive Verbesserungsvorschläge

Moritz hat sich mit seinen Kolleginnen und Kollegen überlegt, wie sie den Energieverbrauch weiter senken können. Er schlägt vor, Bewegungsmelder für die Beleuchtung in selten genutzten Bereichen zu installieren. Sein Vorgesetzter ist begeistert von der Idee und plant, diese umzusetzen.

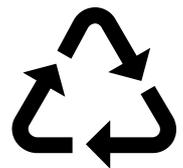
Mittagspause

12:00 Uhr – Mittagspause und Eigeninitiative

In der Mittagspause isst Moritz entweder selbst zubereitete Mahlzeiten oder er besucht die Kantine, die regionale und biologische Speisen anbietet. Den Kaffee nimmt er aus seinem Mehrwegbecher.

Beim Lesen einer Zeitschrift stolpert Moritz über einen Artikel, in welchem über umweltfreundliche Schmiermittel berichtet wird. Diese sind biologisch abbaubar und reduzieren die Umweltbelastung. Ihm fällt ein, dass er heute morgen bei seiner Arbeit an der CNC-Fräse herkömmliche Schmiermittel verwendet hat.

Bevor er es vergisst, nutzt Moritz das digitale schwarze Brett von IMS GEAR, um die Verwendung umweltfreundlicher Schmiermittel als Nachhaltigkeitsmaßnahme vorzuschlagen. Sein Vorschlag kann von anderen Auszubildenden und Mitarbeitenden kommentiert werden. Zusammen mit anderen Vorschlägen, wird seine Idee in einem regelmäßig stattfindenden Treffen der Führungskräfte diskutiert und evaluiert. Sofern der Vorschlag angenommen wird, kann Moritz darauf hoffen, dass seine Eigeninitiative mit einer firmenweiten Mitteilung gewürdigt wird.



Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Abschluss der Arbeit

13:00 Uhr – Nachmittagssession

Nach der Pause geht es zurück an die Arbeit. Moritz soll einige Getriebekomponenten aus Kunststoff drucken. Das dafür notwendige Filament erstellt er selbst, indem er Kunststoffreste aus den vorangegangenen Fehldrucken zu feinem Granulat zerkleinert und in den neuen Extruder einfüllt.

15:00 Uhr – Nachhaltigkeit im Lager

Moritz hilft heute im Lager aus und achtet darauf, dass das Werkstor im Winter stets geschlossen bleibt, um Energie für die Heizung zu sparen. Er schlägt vor, ein automatisches Schließsystem zu installieren, um die Heizkosten zu senken und die Effizienz zu steigern.

15:45 Uhr – Aufräumen

Am Ende seiner Arbeit räumt Moritz alle seine Arbeitsmittel auf und schaltet die Beleuchtung im Schulungsraum, sowie in der Werkstatt ab. Er kontrolliert noch einmal, ob seine Maschinen wirklich ausgeschaltet sind. Zudem achtet er darauf, dass alle Fenster geschlossen sind, um Heizkosten zu sparen.

Rückweg

16:00 Uhr – Feierabend

Nach der Arbeit fährt Moritz wieder mit dem Fahrrad nach Hause. Auf dem Weg macht er einen kurzen Stopp im Bioladen, um frische, unverpackte Lebensmittel für das Abendessen zu kaufen.

Zuhause angekommen, widmet sich Moritz seinen Hobbys. Er geht gerne wandern oder trifft sich mit Freunden. Wenn das Wetter nicht mitspielt, schaut er gerne Serien oder spielt Computer.

Er vermeidet jedoch unnötigen Stromverbrauch, indem er energiesparende Geräte und LED-Leuchten benutzt.

19:00 Uhr – Abendessen

Moritz bereitet ein einfaches, gesundes Abendessen aus regionalen und saisonalen Zutaten zu. Er achtet darauf, keine Lebensmittel zu verschwenden und plant seine Mahlzeiten entsprechend.

20:00 Uhr – Entspannung und Vorbereitung auf den nächsten Tag

Vor dem Schlafengehen achtet Moritz darauf, elektronische Geräte komplett auszuschalten, anstatt sie im Standby-Modus zu lassen. Er liest noch ein wenig und geht dann um 22:00 Uhr ins Bett, um ausreichend Schlaf für den nächsten Tag zu bekommen.



G. Lehr- und /Lernmaterialien

Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Aufgabe 2: Nachhaltigkeit im Alltag

Wie begegnet euch Nachhaltigkeit bei IMS GEAR und im privaten Alltag?

- Aufschreiben auf Moderationskarten/Zettel in Einzelarbeit
- Mindestens 3 Situationen, maximal 5
- Zeit: 10-15 Minuten

Aufgabe 3: Zuordnung von Textausschnitten

➤ Anschließend Zuordnung zu den 3 Dimensionen und Diskussion in der Gruppe auf Pinnwand/Whiteboard

- Zeit: abhängig von Gruppengröße; ca. 1-2 Minuten pro Situation

Ökonomie	Umwelt (Ökologie)	Soziales
Ein Unternehmen unterstützt lokale Vereine und beteiligt sich durch Spenden bei lokalen Vorhaben.	Ein Unternehmen investiert in langfristig sichere Technologien, um wettbewerbsfähig zu bleiben.	Ein Unternehmen bezieht sein Holz für die Produktion nur noch aus nachhaltiger Forstwirtschaft.
Ein Unternehmen bezieht seit 2 Jahren nur Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie PV oder Windkraft.	Das Unternehmen reinvestiert seine Gewinne zu großen Teilen in effizienzsteigernde Technologien & Forschung.	Ein Unternehmen bezahlt seinen Mitarbeitenden angemessene Löhne und sorgt für deren Existenzsicherung.
Ein Unternehmen sorgt sich um die Sicherheit seiner Mitarbeitenden & stellt erweiterte Schutzmaßnahmen in der Produktion bereit.	Ein Unternehmen deklariert seine Produkte mit einem selbst festgelegten Öko-Standard, den das Unternehmen selbst prüft.	Ein Unternehmen verpflichtet sich zur Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung in Bezug auf Umweltauswirkungen & Energie.
Ein Unternehmen senkt seinen Energieverbrauch um 10 % im Vergleich zum Vorjahr.	Ein Unternehmen bildet hochqualifizierte Fachpersonal aus, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben.	Ein Unternehmen stellt seine komplette Fahrzeugflotte auf effizientere Fahrzeuge um.
Ein Unternehmen setzt sich für Artenvielfalt ein & errichtet Insektenhotels an seinem Standort.	Ein Unternehmen gibt bekannt, dass es ab jetzt auf Einweg-Plastiktüten verzichtet.	Ein Unternehmen hat das Ziel, bis 2030 den CO2-Fußabdruck seiner am meisten verkauften Produkte um 20% zu senken gegenüber 2021.
		Ein Unternehmen setzt sich als Ziel, bis 2035 CO2-neutral zu werden.

Modul I: Grundlagen der Nachhaltigkeit

Musterlösung für Aufgabe 3: Zuordnung von Textausschnitten

Ökonomie

Ein Unternehmen investiert in langfristig sichere Technologien, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Das Unternehmen reinvestiert seine Gewinne zu großen Teilen in effizienzsteigernde Technologien & Forschung.

Ein Unternehmen investiert viel Geld in die Sicherung ihres Produktionsstandortes und der dortigen Mitarbeitenden.

Ein Unternehmen bildet hochqualifizierte Fachpersonal aus, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben.

Ein Unternehmen deklariert seine Produkte mit einem selbst festgelegten Öko-Standard, den das Unternehmen selbst prüft.

Umwelt (Ökologie)

Ein Unternehmen senkt seinen Energieverbrauch um 10 % im Vergleich zum Vorjahr.

Ein Unternehmen bezieht seit 2 Jahren nur Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie PV oder Windkraft.

Ein Unternehmen stellt seine komplette Fahrzeugflotte auf effizientere Fahrzeuge um.

Ein Unternehmen bezieht sein Holz für die Produktion nur noch aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

Ein Unternehmen gibt bekannt, dass es ab jetzt auf Einweg-Plastiktüten verzichtet.

Ein Unternehmen hat das Ziel, bis 2030 den CO₂-Fußabdruck seiner am meisten verkauften Produkte um 20% zu senken gegenüber 2021.

Ein Unternehmen setzt sich als Ziel, bis 2035 CO₂-neutral zu werden.

Ein Unternehmen setzt sich für Artenvielfalt ein & errichtet Insektenhotels an seinem Standort.

Ein Unternehmen verpflichtet sich zur Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung in Bezug auf Umweltauswirkungen & Energie.

Soziales

Ein Unternehmen bezahlt seinen Mitarbeitenden angemessene Löhne und sorgt für deren Existenzsicherung.

Ein Unternehmen sorgt sich um die Sicherheit seiner Mitarbeitenden & stellt erweiterte Schutzmaßnahmen in der Produktion bereit.

Ein Unternehmen unterstützt lokale Vereine und beteiligt sich durch Spenden bei lokalen Vorhaben.

Ein Unternehmen sorgt sich um die Gesundheit seiner Mitarbeitenden und bietet deshalb Sportkurse und Vorsorgeuntersuchungen an.

Ein Unternehmen bringt ein besonders nachhaltiges Produkt an den Markt. Der Rest ihrer Produkte enthält jedoch kritische Rohstoffe.

Modul II: Umgang mit VR-/AR-Technologien



Dauer:
120 Minuten

Was ist Virtual Reality (VR)?

- Virtuelle Realität ist eine computergenerierte Umgebung.
- Der/Die Benutzende kann mit dieser Umgebung interagieren: zumeist kann man sich in der virtuellen Umgebung bewegen und umsehen, Objekte greifen, verschieben, drehen oder bearbeiten.
- Dazu werden in der Regel VR-Headsets verwendet.
- VR kann reale oder fiktive Umgebungen simulieren.
- Das Ziel ist, dass der/die Benutzende vollständig in das Erlebnis eintauchen kann.



KI-generiertes Bild



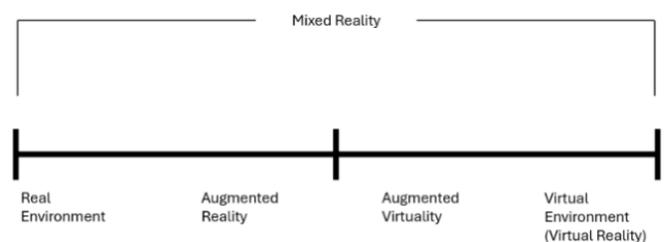
<https://tr-easy.com/de/das-r3dt-virtual-reality-tool-im-cardboard-engineing/> aufgerufen am 26.06.2025

Was ist Augmented Reality (AR)?

- Erweiterte Realität kombiniert die reale Welt mit digitalen Elementen.
- Digitale Informationen werden in die reale Umgebung eingeblendet.
- AR wird oft über Smartphones oder spezielle Brillen genutzt.
- Es ermöglicht die Interaktion mit digitalen Objekten in der realen Welt.
- Ziel ist es, die Wahrnehmung der realen Umgebung zu erweitern und zu verbessern.

Was ist Mixed Reality (MR)?

- Mixed Reality kombiniert Elemente der realen und virtuellen Welt.
- Digitale und physische Objekte koexistieren und interagieren in Echtzeit.
- MR wird oft mit speziellen Headsets wie Microsoft HoloLens genutzt.
- Es ermöglicht sowohl die Platzierung digitaler Objekte in der realen Welt als auch die Interaktion mit diesen.
- Ziel ist es, ein nahtloses Zusammenspiel zwischen realen und virtuellen Elementen zu schaffen.



Eigene Darstellung in Anlehnung an <https://www.interaction-design.org/literature/topics/virtuality-continuum>

G. Lehr- und /Lernmaterialien

Modul II: Umgang mit VR-/AR-Technologien

Mixed Reality (MR) – Einsatzbeispiele

- Wissenstransfer – z. B. Collaborative Training 4.0 von Bosch (Interaktives Training für Werkstattauszubildende)
- Gesundheit – Darstellung von Röntgen, CT- & MRT-Bildern als 3D-Modelle zur verbesserten Darstellung
- Fernwartung – Mercedes-Benz USA: mit Remote Assist können Fahrzeuge aus der Ferne gewartet werden
- Inneneinrichtung – Visualisierung von Raumplanung und Gegenständen, z. B. Küchenquelle, Ikea



<https://www.glamourmagazine.co.uk/article/ikea-place-app-has-internet-clapping-aufgerufen-am-26.06.2025>



<https://www.microsoft.com/de-de/hololens/apps-aufgerufen-am-26.06.2025>

- **Bessere Wartung und Schulung:** Virtuelle Trainingsprogramme können Mitarbeitenden helfen, Maschinen effizienter zu bedienen und zu warten, was die Lebensdauer der Maschinen verlängert und den Energieverbrauch senkt. Unerfahrene Auszubildende und Mitarbeitende haben zudem die Freiheit Fehler zu machen, ohne dass dies negative Folgen mit sich zieht.

Microsoft HoloLens

- HoloLens ist ein eigenständiger holografischer Computer
- Digitale Inhalte (sog. Hologramme) können hierdurch in die reale Welt projiziert werden
- Interaktion erfolgt über Sprache oder Gesten
- Interaktion der HoloLens und der nutzenden Person/Umwelt über Sensorik (Kameras, Mikrofone, Infrarot-Sensoren, Gyroskop, Beschleunigungssensoren)

Nachhaltigkeit durch AR/VR

Augmented Reality und Virtual Reality können produzierenden Unternehmen auf verschiedene Weise beim Thema Nachhaltigkeit helfen:

- **Reduktion von Reisekosten und Emissionen:** Durch virtuelle Meetings und Trainings können Geschäftsreisen reduziert werden, was den CO₂-Ausstoß verringert.
- **Design und Prototyping:** Mit VR können Designer/Designerinnen und Ingenieure/Ingenieurinnen virtuelle Prototypen erstellen und testen, was den Bedarf an physischen Prototypen und somit Material-einsatz reduziert.
- **Effizientere Produktionsplanung:** AR und VR ermöglichen die Simulation und Optimierung von Produktionsprozessen, bevor physische Prototypen hergestellt werden. Dies kann Materialverschwendung reduzieren.



Bild von Pixabay

Modul II: Umgang mit VR-/AR-Technologien

Microsoft HoloLens – Anwendungen

- Reparatur, Diagnose, **Montage**, Schulung, **Instandhaltung**
- AR-basierte Methoden sind oft leistungsfähiger als Anweisungen auf Papier
- Weitere Anwendungsfelder: Medizin, Bildung

Microsoft HoloLens – Anwendungen

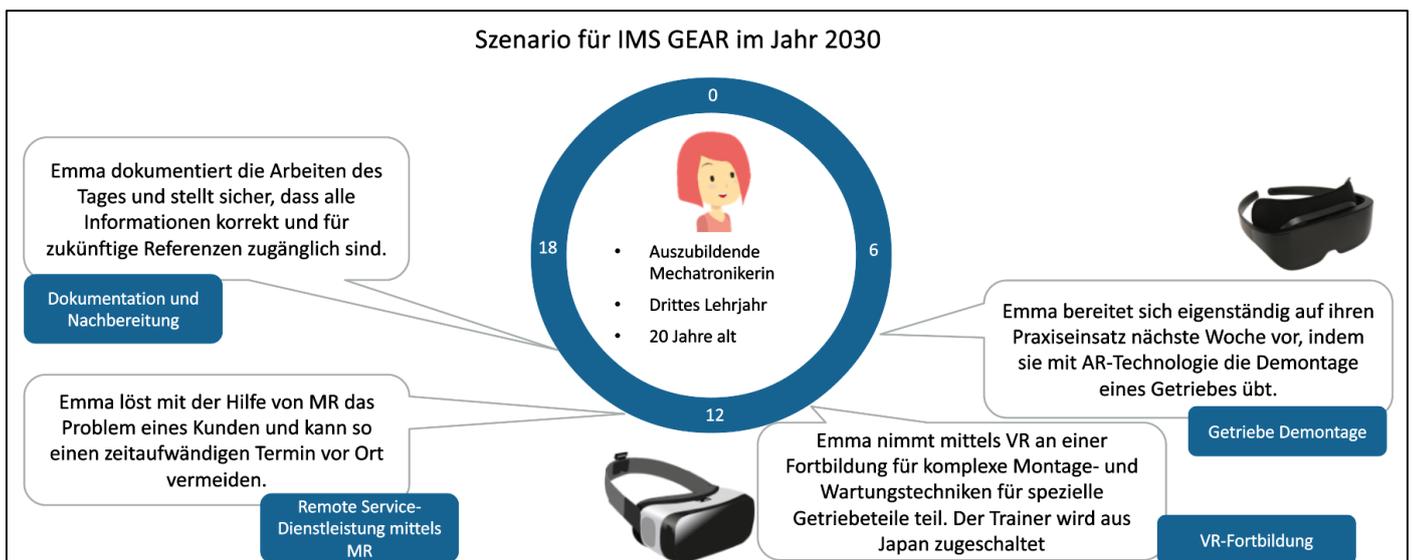
- Modellfabrik
- Informationen können in der echten Welt überlagert angezeigt werden
- Hände und Finger werden erfasst
- Über Gesten kann mit der virtuellen Welt interagiert werden



Bild von Pixabay

Modul II: Umgang mit VR-/AR-Technologien

Zukunftsvision: Ein Tag VR/AR mit Emma als Auszubildende Mechatronikerin



Demontageübung mittels AR

07:00 - 07:30 Uhr: Arbeitsbeginn und Vorbereitung

Emma beginnt ihren Arbeitstag mit einem kurzen Team-Meeting, bei dem die Aufgaben des Tages besprochen werden. Sie überprüft ihren Kalender und sieht, dass heute eine AR-gestützte Demontageübung und eine VR-Fortbildung anstehen.

07:30 - 10:00 Uhr: Demontageübung mit AR

Emma nutzt eine AR-Brille, um eine komplexe Demontage eines Getriebes zu üben. Die AR-Brille projiziert Schritt-für-Schritt-Anweisungen und zeigt interaktive 3D-Modelle der Bauteile direkt auf das Getriebe, an dem sie arbeitet. Dies hilft ihr, die genauen Positionen der Schrauben und Bauteile zu erkennen und mögliche Fehler zu vermeiden.

Wenn sie Fragen hat, kann sie über die AR-Plattform direkt auf Handbücher und Videos zugreifen.

10:00 - 10:15 Uhr: Kaffeepause

Während der Pause tauscht sich Emma mit ihren Kolleginnen und Kollegen über die neuesten Entwicklungen und Erfahrungen im Umgang mit den neuen Technologien aus.

Virtuelle Fortbildung mit VR

10:15 - 12:30 Uhr: Virtuelle Fortbildung mit einem Trainer aus Japan

Emma setzt eine VR-Brille auf und nimmt an einer Schulung mit einem erfahrenen Trainer aus Japan teil. Der Trainer erklärt komplexe Montage- und Wartungstechniken für spezielle Getriebeteile.

G. Lehr- und /Lernmaterialien

Modul II: Umgang mit VR-/AR-Technologien

Durch die VR-Umgebung kann Emma in einer simulierten Werkstattumgebung interaktiv lernen und direkt Fragen stellen, die der Trainer in Echtzeit beantwortet. Die Erfahrung ermöglicht es ihr, die Techniken in einer sicheren, virtuellen Umgebung zu üben.

Ohne VR wäre es für IMS GEAR nicht möglich gewesen, eine solche Schulung anzubieten, da der Experte keine Zeit für eine längere Dienstreise hat.

12:30 - 13:00 Uhr: Mittagspause

Emma nutzt die Mittagspause, um sich zu entspannen und Energie für den Nachmittag zu tanken.

Remote Service-Dienstleistung mittels MR

13:00 - 15:00 Uhr: Remote Service-Dienstleistung mittels MR

Emma erhält einen Anruf von einem Kunden, der ein Problem mit einem Getriebe in seiner Produktionsanlage hat. Sie nutzt eine MR-Brille, um sich virtuell mit dem Kunden zu verbinden. Durch die Brille kann sie das Getriebe des Kunden in Echtzeit sehen und ihm Schritt für Schritt Anweisungen zur Diagnose und Reparatur geben. Dank der MR-Technologie kann Emma dem Kunden auch interaktive 3D-Modelle und Anweisungen übermitteln, was die Kommunikation und Problemlösung erheblich erleichtert.

15:00 - 16:00 Uhr: Dokumentation und Nachbereitung

Emma dokumentiert ihre Arbeiten und Schulungen des Tages in einem digitalen Logbuch. Sie speichert ihre Erkenntnisse und Fortschritte und stellt sicher, dass alle Informationen korrekt und für zukünftige Referenzen zugänglich sind.

16:00 Uhr: Feierabend

Emma beendet ihren Arbeitstag und freut sich darauf, das Gelernte weiter zu vertiefen und ihre Fähigkeiten im Umgang mit den neuen Technologien auszubauen.



Aufgabe 1: Mixed Reality bei IMS

- Welche Einsatzmöglichkeiten für AR/VR/MR gibt es/wären denkbar bei IMS GEAR?
- Offene Diskussion - Zeit: 10-20 Minuten

Optional

Die Lernenden können verschiedene Anwendungsmöglichkeiten der AR-Brille im Kontext von IMS (z. B. Übungen, Schulungen, Trainings, Meetings oder Fernwartungen) erarbeiten.

Dabei kann der Lehrende Impulse geben und die Gruppe unterstützend begleiten. Hinweise zur Durchführung:

- Die erarbeiteten Ergebnisse hängen stark von der Zusammensetzung der Gruppe ab.
- Der Zeitaufwand variiert je nach Gruppengröße.



Impressum

Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau IRB

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Nobelstr. 12
70569 Stuttgart
irb.fraunhofer.de
iao.fraunhofer.de

Kontakt

Adrian Barwasser | Projektleitung & Autor
Digital Engineering | Fraunhofer IAO
Telefon +49 711 970-2283
adrian.barwasser@iao.fraunhofer.de

Dr. Anh Mattick | Autorin
Transformation Innovation Center | Fraunhofer IRB
Telefon +49 711-702990
anh.mattick@irb.fraunhofer.de

Layout and Design:

Fraunhofer IRB, Marketing | Vertrieb | PR

Fraunhofer Publica

<http://dx.doi.org/10.24406/publica-4806>

© Fraunhofer IRB und Fraunhofer IAO, Juni 2025