



Green Skills

**Erarbeitung eines prototypischen Katalogs für Green Skills
im Fachrichtungsbereich Bautechnik der
österreichischen Höheren Technischen Lehranstalten**

Durchgeführt von:

Technische Universität Graz
FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

Endgültige Fassung vom 28.06.2024

Verfasser:innen:

Mag. (FH) Mag.rer.nat. Dr.mont. FH-Hon.Prof. Ernst Kreuzer MSc

Dipl.-Ing. Dr.techn. Helmuth Kreiner

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Wallner-Novak

Corina Pacher B.A. MA MA

Dipl.-Ing. David Gierlinger BSc

Inhalt

1	Ausgangssituation und Zielbeschreibung	1
2	Grundlagen	4
2.1	Begriffsdefinitionen	4
2.1.1	Green Jobs	4
2.1.2	Green Skills	4
2.2	Anwendung internationaler und nationaler Rahmendokumente.....	5
2.2.1	SDGs.....	5
2.2.2	Green Comp	6
2.2.3	Level(s).....	11
2.2.4	Green-Skills Gap Report, Greenovet	14
2.2.5	ReBUSk.....	16
2.3	Taxonomie in der Lehre	23
3	Themengebiete und Kompetenzen	29
3.1	Allgemeine Themengebiete und Kompetenzen	29
3.2	Berufsspezifische Themengebiete	30
3.2.1	Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit im Gebäudesektor	30
3.2.2	Sanierung und Dekarbonisierung des Bestandes.....	33
3.2.3	Energieeffizienz und erneuerbare Energien	34
4	Mapping mit den aktuellen Lehrplänen	35
4.1	Kompetenz-Matrix.....	36
5	Empfehlungen für relevanten Lehrstoff	39
5.1	Allgemeine Kompetenzen.....	42
5.1.1	Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit.....	42
5.1.2	Digitale Kompetenzen & MINT	43
5.1.3	Intrapersonelle Kompetenzen.....	44
5.1.4	Interpersonelle Kompetenzen.....	44
5.1.5	Visionen für eine nachhaltige Zukunft.....	45
5.2	Ressourceneffizienz	48
5.2.1	Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung (LCSA).....	48
5.2.2	Umweltproduktdeklaration	49
5.2.3	Materialien	49
5.2.4	Rückbau und Zerlegbarkeit	50
5.3	Sanierung	52

5.3.1	Bestandsaufnahme	52
5.3.2	Maßnahmen für die konstruktive, technische und thermische Sanierung	52
5.3.3	Nachverdichtung	53
5.3.4	Wartungsmaßnahmen.....	53
5.3.5	Monitoring, Sensorik, Smart Building	53
5.4	Energieeffizienz, Energienutzung und Energieresilienz.....	56
5.4.1	Energieausweiserstellung.....	56
5.4.2	Energieeffizientes und resilientes Entwerfen und Planen	57
5.4.3	Grundlagen der Energieversorgung und nachhaltige Energiesysteme für Hochbauten.....	58
5.4.4	Anpassungsfähige Gebäude.....	58
5.5	Infrastrukturbau	61
5.5.1	Baustoffe und Baumaterialien	61
5.5.2	Wartung und Sanierung	62
5.5.3	Technische Infrastruktur/Anlagen	63
6	Fazit und Ausblick	66
	Referenzen.....	68

1 Ausgangssituation und Zielbeschreibung

Die Integration von "green skills" in die Lehrpläne bautechnischer Ausbildungen steht gegenwärtig im Zentrum einer kontinuierlich wachsenden Diskussion über die Zukunft der Bautechnik und des nachhaltigen Bauens. Spielt sie doch eine entscheidende Rolle im Kontext der globalen Bemühungen zur CO₂-Reduktion und dem Ziel der Klimaneutralität. Der Bausektor steht im Mittelpunkt dieser Herausforderung, da er einen erheblichen Anteil am globalen CO₂-Ausstoß hat und gleichzeitig enorme Potenziale für eine nachhaltige Reduktion birgt.

Die Bedeutung dieser Integration liegt aber nicht nur in der Anpassung an aktuelle Umweltaforderungen, sondern auch in der Vorbereitung der nächsten Generation von Bautechniker:innen auf eine Branche, die von Innovation, Effizienz und Umweltbewusstsein geprägt ist.

Auf Sekundarstufe 2 spielen die HTL's eine entscheidende Rolle in der Ausbildung zukünftiger Fachkräfte im Baubereich. Die Vermittlung von "green skills" auf diesem Bildungsniveau ist essenziell, da sie die Grundlage für ein Bewusstsein und Verständnis für nachhaltiges Bauen legt. Durch die Integration solcher Kompetenzen wird nicht nur die Fachkompetenz der Absolvent:innen gestärkt, sondern auch ihr Beitrag zur Entwicklung umweltfreundlicher Bauprozesse und -technologien gefördert.

Eine besondere Herausforderung des Bausektors besteht darin, dass sich die Bautechnik ständig weiterentwickelt, wobei Nachhaltigkeit und ökologische Aspekte zunehmend an Bedeutung gewinnen. Es ist daher unerlässlich, dass Lehrpläne und Ausbildungsinhalte an diese dynamische Entwicklung angepasst werden, um sicherzustellen, dass Absolvent:innen mit einem umfassenden Verständnis für nachhaltiges Bauen und innovativen Technologien auf den Arbeitsmarkt treten.

Der gegenständliche Endbericht der Studie "Green Skills" - Erarbeitung eines prototypischen Katalogs für Green Skills im Fachrichtungsbereich Bautechnik der österreichischen Höheren Technischen Lehranstalten gliedert sich in mehrere Kapitel, um so eine umfassende und strukturierte Darstellung dieser Thematik bzw. eine strukturierte Bearbeitung der Aufgabenstellung zu gewährleisten.

Zu Beginn des Berichts wird in Kapitel 1 die Ausgangssituation erläutert und die Zielbeschreibung der Studie dargelegt. Die vorliegende Studie adressiert die Notwendigkeit, den Lehrplan auf Sekundarstufe 2 (HTL's) um das Thema der Green Skills zu erweitern bzw. insgesamt zu überarbeiten. Ziel ist es daher, einen wegweisenden prototypischen Katalog für "green skills" im Bautechnikbereich zu erarbeiten, der nicht nur die aktuellen Anforderungen reflektiert, sondern auch zukünftige Trends berücksichtigt. Durch eine

ganzheitliche Betrachtung sollen relevante Themengebiete, Bildungs- und Lehraufgaben sowie Lehrstoffe im Kontext des nachhaltigen Bauens umfassend erfasst werden.

Kapitel 2 widmet sich den Grundlagen. In diesem Abschnitt werden zunächst zentrale Begriffe wie Green Jobs und Green Skills definiert. Im weiteren Verlauf wird die Anwendung internationaler und nationaler Rahmendokumente wie SDGs, Green Comp, Level(s), der Green-Skills Gap Report (Erasmus+ Projekt Greenovet) und die nationale Aus- und Weiterbildungsroadmap 2030 für den Gebäudesektor (ReBUSk) thematisiert. Abschließend wird die Taxonomie in der Lehre beleuchtet, um die Systematik der Lehrinhalte darzustellen.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit den Themengebieten und Kompetenzen. Es gliedert sich in allgemeine Themengebiete und Kompetenzen sowie berufsspezifische Themengebiete. Zu den berufsspezifischen Themengebieten zählen Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit im Gebäudesektor, Sanierung und Dekarbonisierung des Bestandes sowie Energieeffizienz und erneuerbare Energien.

Im vierten Kapitel erfolgt das Mapping mit den aktuellen Lehrplänen. Hier wird eine Kompetenz-Matrix vorgestellt, die die identifizierten Green Skills mit den bestehenden Lehrplänen abgleicht und die Lücken sowie Synergien aufzeigt.

Kapitel 5 enthält Empfehlungen für den relevanten Lehrstoff. Dieser Abschnitt ist in mehrere Unterkategorien gegliedert: allgemeine Kompetenzen, Ressourceneffizienz, Sanierung, Energieeffizienz, Energienutzung und Energieresilienz sowie Infrastrukturbau. Jede dieser Unterkategorien wird detailliert ausgearbeitet, um die notwendigen Lehrinhalte und Schlüsselqualifikationen zu beschreiben.

Der Projektumfang der gegenständlichen Studie ist breit angelegt und umfasst mehrere iterative Phasen. Beginnend mit einer umfassenden Recherche und Identifikation relevanter Green Skills wird im Anschluss eine sorgfältige Abstimmung in Form eines Abgleichs und Vergleichs der identifizierten Green Skills mit dem Lehrplan und den Inhalten der derzeit gültigen HTL für Bautechnik vorgenommen. Die beispielhafte Formulierung von Bildungs- und Lehraufgaben mit der Ableitung der Schlüsselqualifikationen auf Grundlage der identifizierten Themengebiete, um den Absolvent:innen ein umfassendes Verständnis von nachhaltigem Bauen zu vermitteln, sowie die Entwicklung detaillierter Lehrstoffe, die die identifizierten Green Skills abdecken und den Lehrplan der HTL für Bautechnik erweitern, sind ebenfalls zentraler Inhalt dieser Studie. Hierbei sollen nicht nur Lücken geschlossen, sondern auch Synergien zwischen bestehenden Lehrinhalten und neu zu integrierenden Green Skills geschaffen werden.

Ein studienbegleitender Workshop sowie die Zwischenpräsentation der Ergebnisse vor dem Auftraggeber ermöglichten nicht nur einen intensiven Austausch mit Stakeholdern aus der Praxis und Lehre, sondern dienten auch als Plattform zur Validierung und zur weiteren Feinabstimmung der erarbeiteten Inhalte und Empfehlungen. Insgesamt strebt diese Studie nicht nur danach, die Basis dafür zu legen, die Lehre in Bautechnik-HTLs zu erweitern und zukunftsorientiert auszurichten, sondern auch ein wegweisendes Rahmenwerk für die Ausbildung zukünftiger Bautechniker:innen zu schaffen. Zukünftige HTL-Abgänger:innen der Bautechnik sollen nicht nur technisch kompetent sein, sondern auch über die Sensibilität und das Verständnis verfügen, nachhaltige Prinzipien in ihrem beruflichen Wirken zu integrieren und somit aktiv zur Gestaltung einer umweltfreundlicheren Bauindustrie beizutragen.

Kapitel 6 fasst die Studienergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und mögliche Erweiterungen auf andere Fachrichtungen. Hier wird das Potenzial der Studie betont, als wegweisendes Rahmenwerk für die Ausbildung zukünftiger Bautechniker:innen zu dienen und eine Grundlage für die Integration von Green Skills in weiteren technischen Fachrichtungen zu schaffen. Grundsätzlich kann das Design dieser Studie auch eine erste Hilfestellung sein, weitere Fachrichtungen von HTL's (z.B. Maschinenbau, Informatik) in Richtung Green Skills zu transformieren.

Dieser strukturelle Aufbau des Berichts gewährleistet eine umfassende Erfassung und Darstellung der notwendigen Green Skills im Bautechnikbereich und stellt sicher, dass alle relevanten Aspekte der nachhaltigen Bauausbildung berücksichtigt werden.

2 Grundlagen

2.1 Begriffsdefinitionen

2.1.1 Green Jobs

Laut Definition der Europäischen Union sind Green Jobs Arbeitsplätze im Bereich der Herstellung von Produkten, Technologien und im Bereich der Dienstleistungen, die Umweltschäden vermeiden und natürliche Ressourcen erhalten. Diese Arbeitsplätze findet man in unterschiedlichen Sparten wie zum Beispiel erneuerbare Energien, nachhaltiges Bauen und Sanieren sowie Wasser- und Abwassermanagement.

2.1.2 Green Skills

Green Skills sind die Kenntnisse, Fähigkeiten, Werte und Einstellungen, die erforderlich sind, um in einer nachhaltigen und ressourceneffizienten Gesellschaft zu leben, sie zu entwickeln und zu unterstützen (OeAD-GmbH, 2023).

Green Skills sind ein Set an Wissen, Fähigkeiten, Kompetenzen und Werten, die benötigt werden, um eine nachhaltige und umweltbewusste Wirtschaft und Gesellschaft aktiv zu entwickeln und aufrechtzuerhalten. Green Skills umfassen technisches Wissen, Fachkenntnisse und Fähigkeiten, die eine effektive Nutzung von grünen Technologien und Prozessen in professionellen Umgebungen ermöglichen. Sie sind eng mit der Zukunft der Arbeit und der Notwendigkeit eines grünen Übergangs verbunden, der neue grüne Arbeitsplätze schaffen und dazu beitragen kann, die dringende Klimaherausforderung zu bewältigen. Green Skills sind unerlässlich für die Förderung der Nachhaltigkeit, die Umweltverträglichkeit von Wirtschaftstätigkeiten und die Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung.

In der Literatur findet man unterschiedliche Definitionsversuche für green skills und deren Jobs. Obwohl diese aktuell (auch) im Diskurs hinsichtlich der twin (green and/or digital) transition omnipräsent ist, hat sich kein allgemeingültiges Rahmenwerk grüner Fähigkeiten bzw. Ansatz durchgesetzt. Kwauk und Casey (Kwauk & Casey, 2021) haben basierend auf den unterschiedlichen Dimensionen und Definitionsansätzen eine Almagation der unterschiedlichen Perspektiven vorgenommen und fassen green skills als dreidimensionales Konstrukt, welches auch für die weiteren Ausführungen dieses Projektes Anwendung finden sollen. Green skills umfassen demnach zum einen die **technisch ausgerichteten Fähigkeiten**, um sowohl für sich als auch für andere und die Umwelt Sorge zu tragen. Zum anderen ein mehr generischer Ansatz der „green life skills“

als **transversale Fähigkeiten für berufliches wie privates Leben** für einen „grüneren“ sowie nachhaltigeren Lebensstil. Als dritte Dimension fassen die Autor:innen die Fähigkeit zur aktiven **Gestaltung und Teilhabe an grüner Transformation**. Zusammenfassend können green skills gefasst werden als „the specific, generic, and transformative capacities needed to contribute to a socially-, economically-, and environmentally-just human society that cares for the human and non-human world and reduces the impact of human activity on others. Specific capacities include those needed to thrive in green jobs (e.g., skills from caring to coding). Generic capacities include cross-cutting “life skills” or “socioemotional skills” that contribute to greener ways of thinking, being, and doing (e.g., problem-solving, critical thinking, teamwork, coping with uncertainty, and empathy). Transformative capacities include those needed to disrupt and change both the individual behaviors and structural factors that exacerbate the climate crisis (e.g., “the ability to recognize and redress unequal relations of power” (Kwauk & Casey, 2021)¹.

2.2 Anwendung internationaler und nationaler Rahmendokumente

Zur Identifikation der Green-Skills für die Höheren Technischen Lehranstalten für Bautechnik wurden internationale, europäische und nationale Rahmendokumente und wissenschaftliche Publikationen angewendet.

2.2.1 SDGs

Die siebzehn Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) wurden am 25. September 2015 auf dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung von der Generalversammlung der Vereinten Nationen verabschiedet. Die Formulierung der Ziele umfasst 169 Unterziele und stellt damit eine umfassende

¹ Zusammenfassend können green skills gefasst werden, als „die spezifischen, allgemeinen und transformativen Fähigkeiten, die erforderlich sind, um zu einer sozial, wirtschaftlich und ökologisch gerechten menschlichen Gesellschaft beizutragen, die sich um die menschliche und nicht-menschliche Welt kümmert und die Auswirkungen menschlichen Handelns auf andere reduziert. Zu den spezifischen Fähigkeiten gehören diejenigen, die für eine erfolgreiche Tätigkeit in grünen Berufen erforderlich sind (z. B. Fähigkeiten von der Pflege bis zur Programmierung). Zu den allgemeinen Fähigkeiten gehören bereichsübergreifende "Lebenskompetenzen" oder "sozio-emotionale Fähigkeiten", die zu einer grüneren Art des Denkens, Seins und Handelns beitragen (z. B. Problemlösung, kritisches Denken, Teamarbeit, Umgang mit Unsicherheit und Empathie). Zu den transformativen Fähigkeiten gehören diejenigen, die erforderlich sind, um sowohl die individuellen Verhaltensweisen als auch die strukturellen Faktoren, die die Klimakrise verschärfen, zu unterbrechen und zu verändern (z. B. die Fähigkeit, ungleiche Machtverhältnisse zu erkennen und zu beseitigen)“ (übersetzt aus Kwauk and Casey (2021)).

Vision für eine nachhaltige Zukunft und Entwicklung dar. Die Kenntnis der Ziele und die Auseinandersetzung mit einigen der Unterziele sollten in den Green-Skills enthalten sein.

Die Verfasser:innen haben für das Bauwesen die in Abbildung 1 dargestellten Ziele und Unterziele identifiziert.

1. Ziele:

- a. Nachhaltiges Bauen stellt die Gesundheit und das Wohlbefinden in den Mittelpunkt (Ziel 3)
- b. Emissionsreduktion für Energie (Ziel 7)
- c. Resiliente Quartiere, inklusive Stadtentwicklung (Ziel 11)
- d. Klimaneutrale Gebäude (Ziel 13)

2. Subziele:

- a. Verbesserung der Ressourceneffizienz und Abkopplung des Wirtschaftswachstums der Umweltzerstörung (Subziel 8.4)
- b. Entwicklung einer resilienten und nachhaltigen Infrastruktur (Subziel 9.1)
- c. Verringerung der negativen Pro-Kopf-Umweltauswirkungen der Städte (Subziel 11.6)
- d. Erhöhung der Ressourceneffizienz und Abschwächung des Klimawandels (Subziel 11.B)
- e. Effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen erreichen (Subziel 12.2)

Über die oben durchgeführte Zuordnung der Handlungsfelder hinausgehend, hat die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) vierzehn der siebzehn Ziele identifiziert, für die das nachhaltige Bauen einen Beitrag leisten kann (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 24.11.23).

2.2.2 Green Comp

Obwohl Nachhaltigkeits- und Umweltthemen aktuell in der Gesellschaft in aller Munde sind, existiert bis dato noch keine einheitliche Definition zum Begriff der Green Skills. Im Allgemeinen beziehen sich diese auf Fähigkeiten und Kompetenzen, die im Zusammenhang mit Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen stehen. Diese Fähigkeiten sind besonders relevant in Bereichen, die auf eine umweltfreundliche und nachhaltige Entwicklung abzielen. Die Notwendigkeit für Green Skills ist in einer Welt, die sich verstärkt um Umweltschutz und nachhaltiges Wirtschaften bemüht, immer wichtiger geworden. Diese Fähigkeiten sind in vielen Berufsfeldern gefragt, von Ingenieurwesen über Wissenschaft und Technologie bis hin zu Geschäftsmanagement. Die Integration von Green Skills in die Arbeitswelt ist entscheidend, um eine nachhaltigere und umweltfreundlichere Gesellschaft zu schaffen.

Mit der Veröffentlichung des GreenComp (Europäische Kommission, 2022), dem Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit, hat die Europäische Kommission einen wesentlichen Beitrag geleistet im Definitionsdiskurs und kann begriffen werden als politische Maßnahme im Rahmen des europäischen Green Deals. Der GreenComp identifiziert eine Vielzahl von Nachhaltigkeitskompetenzen. Diese sollen in Bildungsprogramme integriert werden, um Lernende dabei zu unterstützen, Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen zu entwickeln, die ein umweltbewusstes, verantwortungsbewusstes und gesundheitsorientiertes Denken, Planen und Handeln fördern. Somit dient der GreenComp als Orientierungshilfe für Lehrende wie Lernende.

Der GreenComp umfasst insgesamt 12 Kompetenzen unterteilt in vier Kompetenzbereiche, wie nachstehende Grafik verdeutlicht.

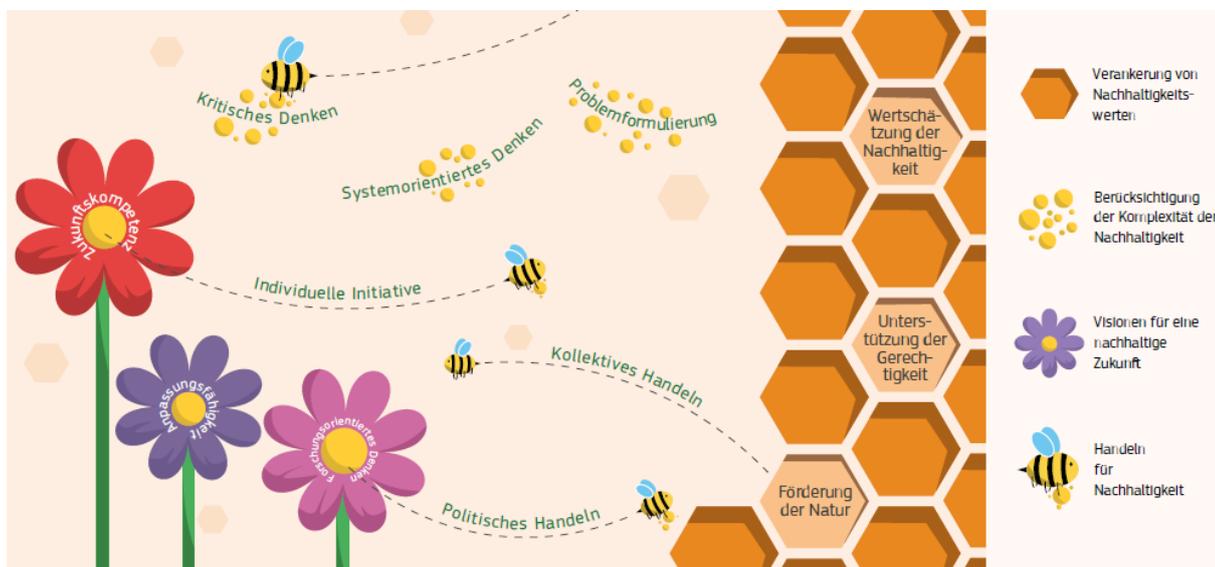


Abbildung 2 Darstellung GreenComp Kompetenzen (Europäische Kommission, 2022)

Bienen symbolisieren die Kompetenzen im Bereich "Handeln für Nachhaltigkeit", einschließlich politischem Handeln, kollektivem Handeln und individueller Initiative. Als Individuen und als Kollektiv agieren Bienen entscheidend für das Funktionieren des Bienenvolks. Blüten repräsentieren die Kompetenzen im Bereich "Visionen für eine nachhaltige Zukunft" mit Fähigkeiten wie Zukunftskompetenz, Anpassungsfähigkeit und forschungsorientiertem Denken. Der Bienenstock steht für die Kompetenzen im Bereich "Verankerung von Nachhaltigkeitswerten", darunter die Wertschätzung der Nachhaltigkeit, die Unterstützung der Gerechtigkeit und die Förderung der Natur. Pollen und Nektar symbolisieren die Kompetenzen im Bereich "Berücksichtigung der

Komplexität der Nachhaltigkeit", mit Fähigkeiten wie systemorientiertem Denken, kritischem Denken und Problemformulierung. Die Wechselwirkung zwischen Pollen, Bienen und Blüten gewährleistet das Überleben von Pflanzen und Bienen durch gegenseitige Abhängigkeit (Europäische Kommission, 2022).

Nachstehende Tabelle fasst die insgesamt 12 Kompetenzen in den vier Kompetenzbereichen komprimiert zusammen.

Tabelle 1 GreenComp Kompetenzen (Europäische Kommission, 2022)

Verankerung von Nachhaltigkeitswerten	Der Bereich ermutigt zur Reflexion über persönliche Werte und Weltansichten in Bezug auf Nachhaltigkeit. Er betont Gleichheit, Gerechtigkeit für aktuelle und zukünftige Generationen und die Integration des Menschen in die Natur. Sozioökologische Probleme sind komplex, erfordern systemorientiertes Denken und beruhen teilweise auf normativen Annahmen. Wissen wird oft als wertfrei betrachtet, doch unsere Werte beeinflussen unser Verständnis. Nachhaltigkeitskompetenzen wie systemorientiertes Denken sind wichtig, um nicht-nachhaltiges Handeln zu vermeiden. Transformatives Lernen, das kognitive, psychomotorische und affektive Aspekte einschließt, fördert die Handlungsfähigkeit der Lernenden für eine nachhaltigere Zukunft.
Wertschätzung der Nachhaltigkeit	Die Wertschätzung der Nachhaltigkeit fördert die Reflexion über Werte und Perspektiven zu Nachhaltigkeit. Lernende können ihre Werte formulieren und Nachhaltigkeit als gemeinsames Ziel betrachten.
Unterstützung der Gerechtigkeit	Die Unterstützung der Gerechtigkeit fördert Gleichheit zwischen Generationen und Umweltgerechtigkeit, betont die Verbindung von Gesundheit und Umweltqualität.
Förderung der Natur	Die Förderung der Natur entwickelt Empathie für den Planeten, erfordert Wissen über Naturphänomene und fördert positive Verbindungen für Nachhaltigkeit.
Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit	Lernende werden in systemorientiertem und kritischem Denken geschult. Dies beinhaltet die Bewertung von Informationen, die Infragestellung von Mangel an Nachhaltigkeit und die Formulierung von Herausforderungen als Nachhaltigkeitsprobleme. Angesichts der verstärkten Komplexität durch technologischen Wandel, Digitalisierung und Globalisierung ist dies entscheidend für die Bewältigung sozioökologischer Probleme. Die ökologischen Herausforderungen sind mit wirtschaftlichen Aktivitäten und gesellschaftlichen Lebensstilen verbunden. Durch das Lernen für ökologische Nachhaltigkeit entwickeln die Lernenden ein besseres Verständnis für Verbindungen zwischen spezifischen Themen und ökologischem Wandel. Der Zugang zu einer sicheren und nachhaltigen Umwelt wird als Menschenrecht anerkannt, aber Minderheitengruppen und einkommensschwache Familien sind häufig einer verschmutzten Umwelt ausgesetzt, was ihre Gesundheit beeinträchtigt. Das Erkennen von Zusammenhängen zwischen Umweltfragen und Einkommensungleichheit unterstützt die korrekte Formulierung und angepasste Maßnahmen zur Bewältigung von Nachhaltigkeitsproblemen.
Systemorientiertes Denken	Systemorientiertes Denken ist entscheidend für das Verständnis komplexer Nachhaltigkeitsprobleme, ermöglicht die Analyse von Zusammenhängen und fördert umfassende Lösungsansätze.
Kritisches Denken	Kritisches Denken ist entscheidend, um Unsicherheit, Komplexität und Wandel zu bewältigen, fördert Bewertungsfähigkeiten und ermöglicht Perspektivenerweiterung.
Problemformulierung	Problemformulierung identifiziert und strukturiert Nachhaltigkeitsprobleme, hilft bei der Definition von Lösungen und trägt zur Richtungsbestimmung im Problemlösungsprozess bei.
Visionen für eine nachhaltige Zukunft	Der Kompetenzbereich ermöglicht es Lernenden, alternative Zukunftsszenarien zu visualisieren und Anpassungsfähigkeit zu entwickeln. Dies erfordert die Bewältigung von Unsicherheiten und Kompromissen in der Nachhaltigkeit. Durch kreative und interdisziplinäre

	Ansätze können Lernende zu einer Kreislaufgesellschaft beitragen. Das Lernen für ökologische Nachhaltigkeit fördert eine flexible Denkweise, betont die Offenheit der Zukunft und ermutigt zu kollektiver Gestaltung. Kreativität, Vorstellungskraft und emotionales Bewusstsein unterstützen das Entwickeln alternativer Zukunftsszenarien. Die Analyse der Gegenwart in einem komplexen Systemkontext ermöglicht fundierte Pläne und Entscheidungen für einen widerstandsfähigen Planeten. Lernende sollten eine Vielzahl möglicher Zukunftsergebnisse berücksichtigen, Unsicherheiten akzeptieren und aktiv die Richtung einer bevorzugten Zukunft beeinflussen.
Zukunftskompetenz	Die Zukunftskompetenz ermöglicht Lernenden, alternative Zukunftsszenarien zu verstehen und bevorzugte nachhaltige Zukunftsvisionen zu entwickeln und umzusetzen.
Anpassungsfähigkeit	Anpassungsfähigkeit befähigt Lernende, flexibel auf Veränderungen zu reagieren und Kompromisse in nachhaltigen Entscheidungen einzugehen.
Forschungsorientiertes Denken	Forschungsorientiertes Denken fördert Kreativität, um alternative Zukunftsszenarien zu visualisieren und eine Kreislaufwirtschaft zu schaffen.
Handeln für Nachhaltigkeit	Handeln für Nachhaltigkeit motiviert Lernende, individuell und kollektiv Maßnahmen für eine nachhaltige Zukunft zu ergreifen. Globale Herausforderungen erfordern kulturellen, sozialen und Verhaltenswandel. Ein nachhaltiger Planet erfordert kollektive Anstrengungen auf lokaler und globaler Ebene. Nachhaltigkeit basiert nicht nur auf Technologie, sondern auch auf kulturellen Veränderungen und institutionellen Reformen. Jeder Einzelne kann durch Entscheidungen in Bereichen wie Mobilität und Energieanbieter positive Auswirkungen auf die Umwelt haben. Langfristige und konsistente Veränderungen sind entscheidend, und Zusammenarbeit auf allen Ebenen ist erforderlich, um die SDGs und globale Nachhaltigkeit zu erreichen. Das Lernen für ökologische Nachhaltigkeit befähigt Menschen, umweltbewusstes Handeln zu planen, umzusetzen und zu fördern.
Politisches Handeln	Politisches Handeln bewirkt kollektive Veränderungen, erfordert Analysen, Mobilisierung für Nachhaltigkeit und betrifft Gesetze, Normen und Innovationen.
Kollektives Handeln	Kollektives Handeln erfordert Zusammenarbeit für Nachhaltigkeit, beeinflusst demokratische Prozesse auf globaler Ebene.
Individuelle Initiative	Individuelle Initiative basiert auf Handlungsmöglichkeiten, Selbstwirksamkeit und der Bereitschaft zur Veränderung.

2.2.3 Level(s)

Level(s) ist ein gemeinsames Rahmenwerk der EU-Kommission zur Bewertung und Berichterstattung über die Nachhaltigkeit von Gebäuden. Das Rahmenwerk kann für Büro- und Wohnbauten angewendet werden. Dabei beschränkt sich Level(s) nicht nur auf die Gebäudenutzung, sondern verfolgt einen lebenszyklusorientierten Ansatz und kann so in allen Gebäudeaspekten Unterstützung für Verbesserung bieten. Level(s) schafft auch eine gemeinsame Sprache in der Kommunikation von Nachhaltigkeit und kann von Bauherr:innen, Planer:innen, Investor:innen und politischen Entscheidungsträger:innen angewendet werden. Das Rahmenwerk stützt sich dabei auf sechs Makroziele, welche in weitere 16 Indikatoren unterteilt werden. So können die Auswirkungen von Kohlenstoff, Materialien, Wasser, Gesundheit, Komfort und Klimawandel während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes betrachtet werden (Dodd, Donatello, & Cordella, 2021).

1. Makroziel 1: Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen im Lebenszyklus eines Gebäudes
 - a. Definition: Minimierung der gesamten Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus eines Gebäudes¹ – von der Wiege bis zur Bahre („Cradle to Grave“) – mit Schwerpunkt auf den mit dem Energieeinsatz in der Nutzungsphase und dem Verbrauch grauer Energie verbundenen Emissionen.
 - b. Umfang und Schwerpunkt: Maßnahmen auf Gebäudeebene mit folgenden Schwerpunkten:
 - i. Fast null Energieverbrauch während der Nutzungsphase durch den Einsatz kostengünstiger und emissionsarmer bzw. emissionsfreier Energietechnologien und -infrastruktur.
 - ii. Durch graue Energie verursachte Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden, einschließlich der Emissionen im Zusammenhang mit der Herstellung der Bauprodukte, der Wartung, Reparatur, Anpassung, Renovierung und dem Ende der Lebensdauer.

Bei der Bewertung der Gebäudeleistung ist besonderes Augenmerk auf mögliche Trade-offs zwischen grauen Emissionen und Emissionen in der Nutzungsphase (betriebliche Emissionen) zu legen, um die Minimierung der gesamten Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus hinweg zu ermöglichen.

2. Makroziel 2: Ressourceneffiziente Stoffkreisläufe

- a. Definition: Optimierung der Gebäudeplanung, -technik und -form, um effiziente und zirkuläre Stoffströme zu fördern, den langfristigen Materialnutzen zu erhöhen und signifikante Umweltauswirkungen zu reduzieren.
- b. Umfang und Schwerpunkt: Maßnahmen auf Gebäudeebene mit einem Schwerpunkt auf Materialeffizienz und Kreislauffähigkeit. Dazu gehören Maßnahmen über den gesamten Lebenszyklus in Bezug auf:
 - i. Gebäudeplanung
 - ii. Bautechnik und Baumanagement
 - iii. Bauproduktherstellung
 - iv. Austauschzyklen und Anpassungsfähigkeit gegenüber Veränderungen
 - v. Rückbaupotenzial

Das übergeordnete Ziel besteht in der Optimierung des Materialeinsatzes, der Verringerung von Abfällen und der Berücksichtigung des Kreislaufprinzips bei der Planung und Materialwahl.

3. Makroziel 3: Effiziente Nutzung der Wasserressourcen

- a. Definition: Effiziente Nutzung der Wasserressourcen, v. a. in Gebieten mit festgestellter langfristiger oder prognostizierter Wasserknappheit.
- b. Umfang und Schwerpunkt: Maßnahmen auf Gebäudeebene, v. a. für Gebäude in Gebieten mit dauernder oder saisonaler Wasserknappheit. Dabei könnten Effizienzmaßnahmen zur Minimierung des Wasserverbrauchs sowie versorgungsseitige Maßnahmen wie die Wiederverwendung von Grauwasser und die Sammlung von Regenwasser kombiniert werden, um alternative Quellen zu nutzen.

4. Makroziel 4: Gesunde und behagliche Räume

- a. Definition: Gestaltung von Gebäuden, die komfortabel und attraktiv sind, ein produktives Leben und Arbeiten ermöglichen und die menschliche Gesundheit schützen.
- b. Umfang und Schwerpunkt: Maßnahmen auf Gebäudeebene in Bezug auf kritische Aspekte der Innenraumqualität, die Einfluss auf die Gesundheit, den Komfort und die Produktivität der Nutzer haben, von denen die ersten vier wie folgt festgelegt wurden:
 - i. die Qualität der Innenraumluft in Bezug auf bestimmte Parameter und Schadstoffe
 - ii. der Grad des thermischen Komforts während eines durchschnittlichen Jahres

- iii. die Qualität des künstlichen und natürlichen Lichts und der damit verbundene Sehkomfort
- iv. die Fähigkeit der Bausubstanz, die Nutzer vor inneren und äußeren Lärmquellen zu schützen

5. Makroziel 5: Anpassung an den Klimawandel und Klimaresilienz

- a. Definition: Zukunftssichere Gebäudeleistung im Hinblick auf prognostizierte künftige Klimaänderungen, um die Nutzergesundheit zu schützen und den Nutzerkomfort zu gewährleisten und langfristige Risiken für Immobilienwerte und Investitionen zu minimieren.
- b. Umfang und Schwerpunkt: Maßnahmen auf Gebäudeebene zur Anpassung an den Klimawandel und zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber den folgenden Risiken:
 - i. verstärkte Überhitzung im Sommer und unzureichende Erwärmung im Winter, was für Unbehagen sorgen und die Gesundheit beeinträchtigen könnte
 - ii. zunehmendes Risiko von extremen Wetterereignissen, die die Sicherheit und Integrität von Gebäudekomponenten beeinträchtigen könnten
 - iii. erhöhtes Risiko von Hochwasserereignissen, die die Kanalisation überlasten und Bauwerke und Materialien beschädigen könnten

6. Makroziel 6: Optimierung der Lebenszykluskosten und des Werts

- a. Definition: Optimierung der Lebenszykluskosten und des Werts von Gebäuden, um dem Potenzial für eine langfristige Leistungsverbesserung Rechnung zu tragen, unter Berücksichtigung von Erwerb, Betrieb, Instandhaltung, Renovierung, Entsorgung und Ende der Lebensdauer.
- b. Umfang und Schwerpunkt: Maßnahmen und Entscheidungen auf Gebäudeebene, die auf einer langfristigen Betrachtung der gesamten Lebenszykluskosten und des Marktwerts nachhaltigerer Gebäude basieren, einschließlich:
 - i. Senkung der Lebenszykluskosten und Schaffung produktiverer und komfortablerer Räume zum Leben und Arbeiten
 - ii. positive Beeinflussung von Marktwertgutachten und Risikobewertungen von Immobilien

2.2.4 Green-Skills Gap Report, Greenovet

Das GREENOVET-Projekt ([Greenovet Projektwebsite](#))² zielt darauf ab, die ökologische, soziale und wirtschaftliche Entwicklung in Europa durch grüne und nachhaltige Innovationen zu fördern, die durch die Exzellenz der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET) unterstützt werden. Die strategische Forschungskomponente ist von entscheidender Bedeutung für die Aktivierung des Bildungsökosystems und die Etablierung eines tragfähigen regionalen Modells eines Center of Vocational Excellence (CoVE). Das NCDIEL in Skopje, Nordmazedonien, leitet diese Initiative, mit regionaler Führung durch Universitäten in der Steiermark, Vaasa und Leiria. Zu den Zielen im Rahmen der Skills-gap Reporterstellung gehören die Mobilisierung der wichtigsten Stakeholder:innen, die Bewertung von Qualifikationsdefiziten im Einklang mit intelligenten Spezialisierungsstrategien (S3) und die Analyse des aktuellen Stands der Voraussetzungen wie Stakeholder:innen, rechtlicher Rahmen und Infrastruktur von CoVE-Gastgebern und berufsbildenden Schulen.

Dieser Bericht konzentriert sich speziell auf die Aktivitäten, die unternommen wurden, um die Qualifikationslücke in der Steiermark in Bezug auf die regionale Strategie für intelligente Spezialisierung zu messen. Diese Lücke stellt eine Herausforderung für Personen dar, die eine Beschäftigung suchen, und für Arbeitgeber:innen, die auf der Suche nach angemessen ausgebildeten Arbeitskräften sind. Die Analyse konzentriert sich auf grüne Innovation und sucht nach Beiträgen sowohl von Arbeitgeber:innen als auch von Berufsbildungsanbieter:innen, um zu einer grüneren, besseren und nachhaltigeren beruflichen Zukunft beizutragen. Zur Ermittlung des Qualifikationsdefizits wurden regionale Workshops mit verschiedenen Interessengruppen organisiert, Interviews mit Vertreter:innen von S3-Branchenprioritäten und Bildungseinrichtungen geführt und 90 Interessengruppen und Akteure in der Region befragt.

Im Rahmen der Umfrage bewerteten die Befragten die technischen Berufe in der Region Steiermark auf einer Skala von 0 (nicht erforderlich) bis 6 (sehr erforderlich) und stuften sie auf der Grundlage gewichteter Durchschnittswerte ein. Das Diagramm veranschaulicht die am meisten, bis am wenigsten benötigten technische Berufe und gibt den Anteil der Antworten an, den jede Option erhielt. Die drei wichtigsten technischen Berufe für grüne Innovation in der Region sind "Front-End- und Back-End-Entwickler:innen mit Fachkenntnissen in der Abfallwirtschaft", gefolgt von "Energiemanager:innen" und "Nachhaltigkeitsexpert:innen für komplexe Zusammenhänge". Umgekehrt sind die am wenigsten relevanten Berufe "Lebensmitteltechniker:innen", "Ingenieur:innen für die Entwicklung neuer landwirtschaftlicher Arten

² Die nachstehenden Inhalte sind eine Zusammenfassung des im Rahmen des GREENOVET Projektes durchgeführten skills gap Reports.

(Gemüse und Obst) in der Lebensmittelindustrie" und "Interdisziplinäre Praktiker:innen für gesunde Ernährung und Tourismus". Ein weiteres Schaubild zeigt fünfzehn technische Berufe zusammen mit den von den Befragten bevorzugten Ansätzen, um sie durch das Center of Vocational Excellence (CoVE) anzugehen, farblich kodiert, um die Präferenzen anzuzeigen, wobei dunkelgrün die höchsten und dunkelrot die niedrigsten Werte sind.

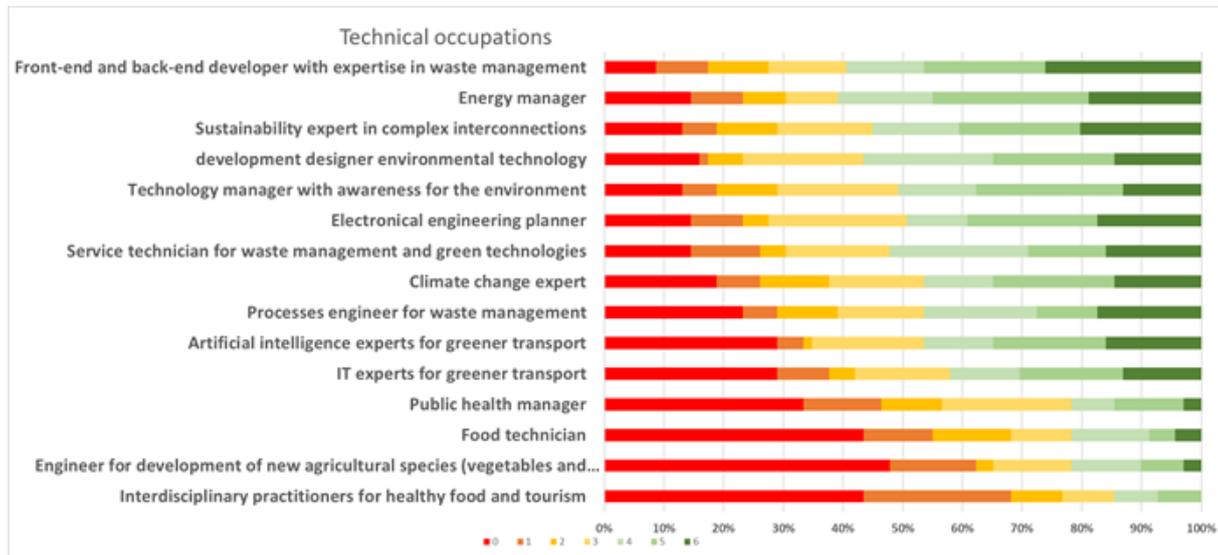


Abbildung 4 Wichtigkeit der technischen Berufe für grüne Innovation

Die überfachlichen Kompetenzen wurden ähnlich wie die technischen Berufe bewertet, und das Diagramm in Abbildung 4 veranschaulicht die wichtigsten überfachlichen Kompetenzen nach Meinung der Befragten in der Steiermark. Die Kompetenzen sind von den am meisten benötigten bis zu den am wenigsten benötigten für die Förderung grüner Innovationen geordnet. Trotz der vorherrschenden grünen Farbe im Diagramm, die darauf hinweist, dass alle überfachlichen Kompetenzen als relevant angesehen werden, wurden einige in der Rangfolge als wichtiger eingestuft als andere. Die am höchsten bewertete übergreifende Fähigkeit ist "Digitale Kompetenz", gefolgt von "Planung und Management" und "Vision". Im Gegensatz dazu sind die am niedrigsten bewerteten übergreifenden Fähigkeiten "Kritisches Denken", "Kreativität" und "Ethisches und nachhaltiges Denken".

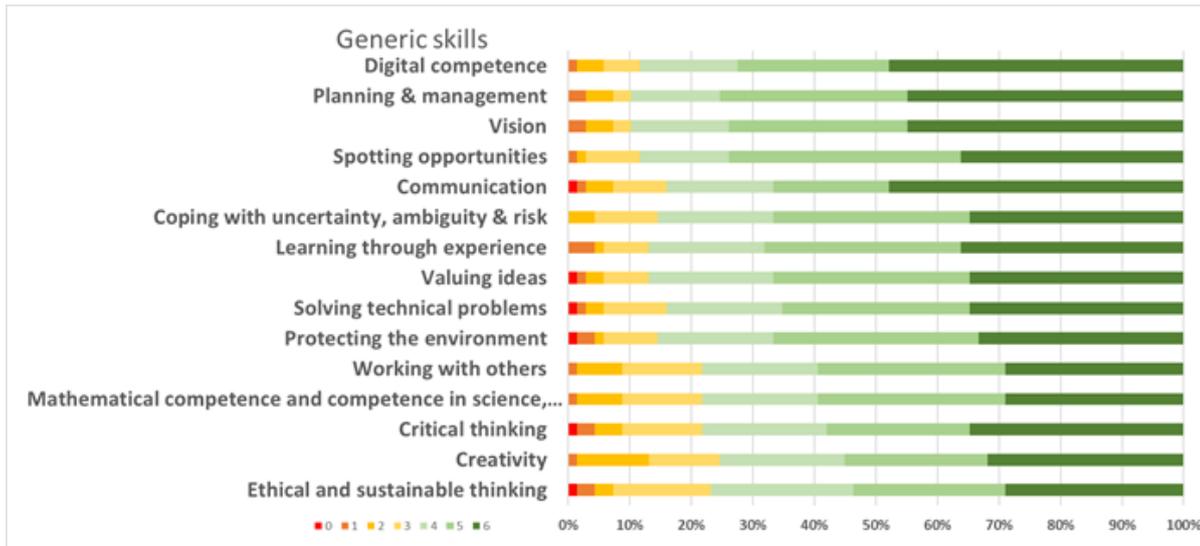


Abbildung 5 Wichtigkeit der allgemeinen Kompetenzen für grüne Innovation

2.2.5 ReBUSk

Das Projekt “Reboot BUILD UP Skills Austria (ReBUSk)” greift das Thema der notwendigen Qualifizierung im Gebäudesektor zur Gewährleistung einer klimaneutralen Zukunft weiter auf. Während bislang die notwendige Qualifikation handwerklicher Fachkräfte im Vordergrund stand, richtet sich im Projekt “ReBUSk” der erweiterte Fokus auf alle beruflichen Bereiche der Aus- und Weiterbildung, die an der Planung und Realisierung von Neubauten und Sanierungen beteiligt sind. Das Ziel ist es, einen nationalen Aus- und Weiterbildungsfahrplan für den Gebäudesektor bis 2030 zu entwickeln, welcher sowohl mit den europäischen Klimaschutzzielen bis 2050 als auch den nationalen Klimaschutzzielen bis 2040 einhergeht. Durch diesen neuen Aus- und Weiterbildungsfahrplan soll sichergestellt werden, dass 2030 in Österreich alle notwendigen Kompetenzen für den klimaneutralen Bau zur Verfügung stehen.

Eine umfassende Status-Quo-Analyse, welche im Rahmen des Projektes durchgeführt wurde, gibt Aufschluss darüber, dass in Österreich aktuell in vielen Branchen ein Fachkräftemangel besteht und dies insbesondere in der Baubranche. 2022 wurde der Fachkräftebedarf österreichweit für alle Branchen auf rund 272.000 Personen geschätzt. Zu den besonders betroffenen Berufsgruppen gehören Handwerksberufe allgemein, aber auch Berufe im Bereich Elektronik / Elektrotechnik, sowie Installations- und Gebäudetechnik. Ende Oktober 2022 waren österreichweit im Bau 8.595 sofort verfügbare offene Stellen beim AMS gemeldet. Engpässe an qualifizierten Fachkräften werden u.a. bei der Planung und Ausführung von Photovoltaikanlagen gesehen. Eine massive zusätzliche Verschärfung des bereits bestehenden Fachkräftemangels ist aber vor allem auch durch die Erhöhung der Sanierungsrate im energiepolitisch erforderlichen Ausmaß zu erwarten. Dabei kann es abhängig von Entwicklungen im Neubausektor und anderen Sparten der Bauwirtschaft zu

Verlagerungen der Wirtschaftstätigkeit von Unternehmen kommen. Für diesen Bereich wird daher sowohl in der Aus- als auch in der Weiterbildung für alle NQR-Levels ein besonders hoher Qualifizierungsbedarf gesehen. Die Kompetenz-Vermittlung zur Durchführung von umfassenden Gebäudesanierungen sowie zur Dekarbonisierung der Energieversorgung im Gebäudebestand ist in den meisten Bildungssektoren bisher jedoch nur teilweise verankert. Auch Fähigkeiten und Kompetenzen im Zusammenhang mit der Steigerung von Kreislauffähigkeit und Ressourceneffizienz werden bisher noch zu wenig abgebildet. Die Vermittlung von Kompetenzen zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudesektor, sowie zur Betrachtung und Optimierung von Treibhausgasemissionen durch die Bewertung des Treibhauspotenzials ist über alle Bildungssektoren insgesamt bereits gut in Lehrplänen und Curricula verankert oder durch bestehende Weiterbildungsangebote abgedeckt. Entwicklungspotential besteht hier jedoch durch einen stärkeren Fokus auf den Gebäudelebenszyklus und lebenszyklische Betrachtungen. Ein wichtiger Ansatzpunkt im Zusammenhang mit qualifizierten Fachkräften für das Erreichen der Energie- und Klimaziele im Gebäudesektor wird bei der Aus- und Weiterbildungsbeteiligung und dem gezielten Adressieren verschiedener Zielgruppen mit Aus- und Weiterbildungsangeboten gesehen (Ipser et al., 2023).

Diese identifizierten Lücken im Gebäudesektor mittels entsprechender Strategien und Maßnahmen zu schließen, ist zentrales Anliegen der nationalen Aus- und Weiterbildungsroadmap. Die an die Status-Quo-Analyse anschließende Methodologie der SWOT-Analyse verhalf dabei, Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des Gebäudesektors zu identifizieren, miteinander in Verbindungen zu setzen und zu kategorisieren, sodass in Summe 53 Strategien zu nachstehenden 7 Themenbereichen abgeleitet werden konnten:

- Strategien zu Aus- und Weiterbildungsangeboten
- Strategien zur Abbildung relevanter Kompetenzen in der Aus- und Weiterbildung
- Strategien zur Aus- und Weiterbildungsbeteiligung
- Strategien zu Rahmenbedingungen der Lehr- und Lernarrangements
- Strategien zur Bewusstseinsbildung
- Strategien zu Arbeitsmarkt, Branchenspezifika und Branchenkultur
- Strategien zu arbeitsmarktpolitischen Instrumenten

Im Rahmen einer Online-Stakeholder-Befragung im August 2023 wurden die erarbeiteten Strategien nach Wichtigkeit eingeteilt. Die Ergebnisse der Stakeholder:innen-Befragung bildeten die Grundlage für die Auswahl spezifischer Strategien als Basis für die Entwicklung konkreter Maßnahmen.

Zur Entwicklung erster Maßnahmen im Detail wurde am 17.10.2023 unter dem Titel „Von Visionen zu Handlungen: Entwicklung konkreter Maßnahmen für die nationale Aus- und Weiterbildungsroadmap im Gebäudesektor bis 2030“ ein ReBUSk-Workshop im Rahmen eines Partnerevents der Renowave Impact Days

in der Grazer Seifenfabrik durchgeführt. Mitglieder von Bildungs-, Berufs-, Forschungs- und gemeinnützigen Organisationen sowie Fachleute aus dem Architekturbereich nahmen an diesem Workshop teil und erarbeiteten Maßnahmen zu den im Rahmen der Online-Stakeholder-Umfrage hoch bewerteten Strategien „Förderung der Weiterbildungsbeteiligung im Gebäudesektor“, „Verbesserung der Schnittstelle zwischen Planung und Ausführung“, „Ansprache neuer Zielgruppen mit Aus- und Weiterbildungsangeboten“ und „Verbesserung der Attraktivität von Lehrausbildungen und handwerklichen Berufen“.

Unter Einbeziehung dieser Workshopergebnisse wird im Konsortium folglich an der Entwicklung der vorläufigen nationalen Aus- und Weiterbildungsroadmap gearbeitet. Mittels bilateraler Gespräche und einem Abschlussevent zu Beginn des Jahres 2024 werden relevante Stakeholder in diesen Prozess sowie bis hin zur Finalisierung der Roadmap mit eingebunden.

Zur Erfassung, inwiefern das bestehende Aus- und Weiterbildungssystem aktuell relevante Kompetenzen im Gebäudesektor berücksichtigt, wurde im Rahmen der Status-Quo-Analyse eine Kompetenzanalyse durchgeführt. Hier wurden Lehrlingsausbildungen, berufsbildenden mittlere und höhere Schulen, Kollegs und Aufbaulehrgänge, Meister-, Werkmeister- und Bauhandwerkerschulen, die tertiäre Bildung, die wissenschaftliche Weiterbildung im Rahmen von Universitäten und die Weiterbildung im Rahmen von staatlichen, öffentlich-rechtlichen Einrichtungen, Interessensgemeinschaften sowie kommerziellen Organisationen näher beleuchtet.

In Bezug auf die methodische Vorgehensweise der Kompetenzanalyse wurden in einem ersten Schritt konkrete Bildungsangebote aus dem jeweiligen Bildungssektor ausgewählt, welche einen unmittelbaren Gebäudebezug aufwiesen. In einem weiteren Schritt wurden relevante Kompetenzen und zugehörige Schlagwörter definiert. Auf der Metaebene können hier Kompetenzen zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudesektor, Kompetenzen zur Steigerung der Sanierungsrate und Dekarbonisierung des Gebäudebestandes und Kompetenzen zur Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit im Gebäudesektor festgehalten werden (Detailauflistung siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 Definierte Kompetenzbereiche des Projektes ReBUSk (Ipser et al., 2023).

<p>(1) Kompetenzen zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudesektor, sowie zur Etablierung von Null-Emissions-Gebäuden</p>	<p>a) Kompetenzen für die Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden</p>	<p>b) Kompetenzen für neue und bestehende Niedrigstenergiegebäude (nZEBs) und für die Überbrückung der Lücke zu Null-Emissions-Gebäuden (ZEBs)</p>	<p>c) Qualifikationen für die Integration erneuerbarer Energien und effizienter Heiz- und Kühltechnologien, insbesondere für die Einführung von Wärmepumpen</p>	<p>d) Digitale Fähigkeiten zur Unterstützung einer besseren Energieeffizienz von Gebäuden, insbesondere durch eine verstärkte Nutzung von Building Information Modeling (BIM)</p>	<p>e) Fähigkeiten zur Verbesserung der „Intelligenz“ von Gebäuden im Hinblick auf eine bessere Gesamtenergieeffizienz (auf der Grundlage des "Smart Readiness Indicator"), insbesondere in Bezug auf Sensoren, Gebäudesteuerung und Gebäudemanagementsysteme</p>
<p>(2) Kompetenzen zur Steigerung der Sanierungsrate und Dekarbonisierung des Gebäudebestands</p>	<p>a) Kompetenzen für die Durchführung von umfassenden Gebäudesanierungen, auch durch modulare und industrialisierte Lösungen</p>	<p>b) Qualifikationen für Installateur*innen, die Heiz- und Kühlsysteme im Rahmen von Renovierungsprojekten optimieren oder erneuern</p>	<p>c) Kompetenzen für die energetische Modernisierung historischer (denkmalgeschützter) Gebäude</p>		

**(3) Kompetenzen
zur Steigerung der
Ressourceneffizienz
und
Kreislauffähigkeit
im Gebäudesektor**

a) Kompetenzen zur Betrachtung und Optimierung von Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden (durch Bewertung des Treibhauspotenzials)

b) Qualifikationen im Zusammenhang mit kreislauffähiger Bauweise und Ressourceneffizienz

c) Kompetenzen zur Nutzung des Level(s)-Rahmenwerks

Besagte Auswahl und Definition bildete die Grundlage dafür, um im Anschluss ausgewählte Ausbildungsordnungen, Lehrpläne, Curricula beziehungsweise Organisationswebsites und Kurs-Datenbanken nach den vorab definierten Kompetenzen beziehungsweise Schlagwörtern zu durchsuchen und Schlüsse auf vermittelte Kompetenzen ziehen zu können. Aufgrund der mitunter unterschiedlichen Darstellung von Ausbildungsinhalten weist diese Methodik eine gewisse Begrenzung des Informationsgehaltes auf beziehungsweise beruhen die Herstellungen von inhaltlichen Bezügen auf Annahmen des Projektteams.

Über alle Kompetenzanalysen der einzelnen Aus- und Weiterbildungssektoren hinweg, zeichnete sich das Bild ab, dass das bestehende Aus- und Weiterbildungssystem ein breites Kompetenzspektrum mit Bezug zu den analysierten Themenbereichen beinhaltet. Kompetenzen zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudesektor erwiesen sich durchwegs als am besten abgedeckt, während Kompetenzen mit Bezug zur Steigerung der Sanierungsrate und Dekarbonisierung des Gebäudebestandes, sowie Kompetenzen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit im Gebäudesektor vergleichsweise seltener in Lehrplänen verankert oder in Kursbeschreibungen enthalten sind. In diesen Kompetenzbereichen kann daher auf allen Ebenen ein gewisser Entwicklungsbedarf festgestellt werden. In diesem Zusammenhang sind insbesondere Kompetenzen im Zusammenhang mit Level(s)-Rahmenwerk hervorzuheben, welche in den Lehrlingsausbildungen, den berufsbildenden mittleren und höheren Schulen sowie den Kollegs und Aufbaulehrgängen gar nicht oder nur in Form einzelner Teilkompetenzen identifiziert wurden. Im tertiären Bildungssektor werden die analysierten Themenbereiche in Studienrichtungen mit Bezug auf den Betrieb und die Bewirtschaftung von Immobilien noch kaum adressiert. Als positiv anzuführen sind die Lehrberufe Hochbauspezialist:in und Installations- und Gebäudetechnik:in, berufsbildende höhere Schulen in den Bereichen Bau- und Gebäudetechnik sowie Bauhandwerkschulen für Berufstätige im Bereich Bauwesen, durch welche ein weiter Bereich der untersuchten Kompetenzen abgedeckt wird. Zudem existieren im universitären Aus- und Weiterbildungsbereich facheinschlägige Bildungsangebote, die bereits in ihren Angebotstiteln auf relevante Kompetenzen verweisen (Ipser et al., 2023).

Die Ergebnisse dieser Kompetenzanalyse erwiesen sich unter anderem als wichtige Grundlage für die an die Status-Quo-Analyse anschließende Methodologie der SWOT-Analyse, in welcher Stärken und Schwächen (Einflussfaktoren innerhalb des betrachteten Systems) sowie Chancen und Risiken (externe Einflussfaktoren und Entwicklungen im Umfeld des betrachteten Systems) des Gebäudesektors definiert, kategorisiert und in Beziehung zueinander gesetzt wurden. Auf diese Weise konnten 53 Strategien zu folgenden sieben Themenbereichen erarbeitet werden:

- Strategien zu Aus- und Weiterbildungsangeboten
- Strategien zur Abbildung relevanter Kompetenzen in der Aus- und Weiterbildung
- Strategien zur Aus- und Weiterbildungsbeteiligung
- Strategien zu Rahmenbedingungen der Lehr- und Lernarrangements
- Strategien zur Bewusstseinsbildung
- Strategien zu Arbeitsmarkt, Branchenspezifika und Branchenkultur
- Strategien zu arbeitsmarktpolitischen Instrumenten (Ipser et al., 2023)

Für die weitere Ausdifferenzierung der nationalen Aus- und Weiterbildungsroadmap im Gebäudesektor bis 2030 wurde am 17.10.2023 ein Expert:innen-Workshop durchgeführt. Vertreter:innen aus den Bereichen Bildung und Forschung, gemeinnützige Organisationen, Wirtschaftsorganisationen, Fachverbände sowie Fachleute aus dem Bau- und Architekturbereich nahmen an diesem Workshop teil, der in Zusammenarbeit mit „Renowave“ (Innovationslabor für klimaneutrale Gebäude- und Quartierssanierungen in Österreich) durchgeführt wurde. Dabei wurden Maßnahmen zu den in der Online-Stakeholder:innen-Umfrage als wichtig eingestuften Strategien „Adressierung neuer Zielgruppen mit Bildungsangeboten“, „Förderung der Teilnahme an Weiterbildungsangeboten“, „Verbesserung der Schnittstelle zwischen Planung und Ausführung“ und „Verbesserung der Attraktivität von Lehrausbildungen und handwerklichen Berufen“ erarbeitet.

Die gewonnenen Ergebnisse bildeten die inhaltliche Grundlage für die Entwicklungsarbeit des Konsortiums bei der Erstellung der vorläufigen nationalen Aus- und Weiterbildungsroadmap. In weiterführenden bilateralen Gesprächen wurden die Stakeholder:innen in den Finalisierungsprozess eingebunden. Hierbei wurde deutlich, dass für viele der erarbeiteten Maßnahmen innerhalb der Roadmap bereits punktuell Initiativen existieren. Diese dienen als wichtige Anknüpfungspunkte für die Umsetzung der Maßnahmen und werden als bedeutsame Orientierungspunkte betrachtet.

Durch die Einbindung bedeutender Akteur:innen aus dem Wissensdreieck Bildung, Wirtschaft und Politik erfolgte eine kontinuierliche Priorisierung und Konkretisierung dieser Strategien. Schließlich kristallisierten sich fünf zentrale strategische Handlungsfelder heraus, für die im weiteren Verlauf detaillierte Maßnahmen entwickelt wurden, welche in der Weiterbildungsroadmap 2030 detailliert beschrieben sind³:

1. Adressierung neuer Zielgruppen mit Bildungsangeboten
2. Verankerung klimarelevanter Kompetenzen in Aus- und Weiterbildung

³ Die ReBUSk Weiterbildungsroadmap 2030 ist unter folgendem Link kostenlos zugänglich: [ReBUSk Weiterbildungsroadmap](#)

3. Förderung der Teilnahme an Weiterbildungsangeboten
4. Verbesserung der Schnittstelle zwischen Planung und Ausführung
5. Attraktivierung von Lehrausbildungen und handwerklichen Berufen

2.3 Taxonomie in der Lehre

Die Aufgabe der Lehrenden besteht darin, eine geeignete Lernumgebung für die Lernenden zu schaffen, damit diese ihre individuelle Lernaktivität gestalten und somit den Lernprozess initiieren können. Zur weiteren Ausformulierung kann die Theorie des „constructive alignment“ von Biggs (Biggs & Tang, 2011) Anwendung finden. Hierzu müssen folgende Rahmenbedingungen zuvor erfüllt werden:

- Beschreibung der erwarteten Lernergebnisse.
- Auswahl von adäquaten Lehr-/Lernaktivitäten, als Unterstützung zur Erreichung der Lernergebnisse.
- Mittels des Lehrprozesses sollten die Lernenden in diese Lernaktivitäten mit einbezogen werden.
- Einsatz von Methoden, welche den Studierenden ermöglichen, ihre Lernergebnisse zu demonstrieren. Rückmeldung seitens der ReferentInnen, um das Lernen der TeilnehmerInnen zu optimieren.
- Auswertung und Beurteilung über das Ausmaß der Lernzielerreichung (Zürcher, 2012).

Im Rahmen dieser Weiterentwicklung sollte zunächst im ersten Schritt ein Bezug zum Qualifikationsrahmen und das jeweilige Niveau des NQR hergestellt werden, um die Lernergebnisse transparent und vergleichbar darstellen zu können. Im Anschluss sollen die Lernergebnisse aus Teilnehmer:innensicht sinnvoll, verständlich als auch bewertbar formuliert werden. Ziel hierbei ist, auf eine „einfache, klare und verständliche Sprache zu achten, die auf Repräsentation von Lernen abzielt, da Lernprozesse nicht direkt beobachtbar sind“ (Lassnig & Vogtenhuber, 2007).

Die Bedeutung der Lernergebnisorientierung wird nachstehend für Lernende, Lehrende und Bildungsinstitutionen dargestellt (Zürcher, 2012).

Für Lernende bedeutet die Lernergebnisorientierung, dass

- die Lernenden im Zentrum des Lernens stehen.
- sie befähigt werden, über ihr Wissen und Können zu sprechen.
- die erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten anerkannt werden.

Für Lehrende bedeutet die Lernergebnisorientierung, dass

- sie bei der Auswahl geeigneter Lehrmethoden sowie bei Auswertung, Reflexion und Beurteilung des Lehr-Lern-Prozesses unterstützt werden.
- sie sich stärker auf die angestrebten Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen konzentrieren.

Für Bildungsinstitutionen bedeutet die Lernergebnisorientierung, dass

- Lehren und Lernen stärker in den Mittelpunkt rücken.
- das erworbene Wissen der Lernenden ausführlich dokumentiert und für die weitere Entwicklung relevant ist.
- Somit zur Erstellung von Richtlinien und Standards zur Qualitätsentwicklung und -sicherung beitragen können.
- Die etablierten Standards zum einen die Transparenz als auch die Vergleichbarkeit der Qualifikationen erhöhen.

Wie bereits erwähnt, sollten die Lernergebnisse von Lehrenden und/oder dem gesamten Lehrkörper formuliert werden. Moon (Moon, 2004) verweist hinsichtlich der Formulierung von Lernergebnissen zum einen auf die Verwendung von Verben, um das Wissen und Können von Lernenden nach Beendigung der Weiterbildungsmaßnahme beschreiben zu können (zum Beispiel Teilnehmer:innen können „bewerten“, „planen“, „anwenden“, „erklären“ ...). Diese Beschreibung muss sowohl den Wissensbezug wie auch die Anwendung der jeweiligen Lehrinhalte umfassen (zum Beispiel „Phasen eines Prozesses erklären können“, „räumliche Gegebenheiten in Skizzen darstellen können“ ...). Des Weiteren werden im Rahmen der Formulierung von Lernergebnissen Kriterien für die Nachweisbarkeit des Könnens festgelegt (zum Beispiel „einen allgemeinen Überblick über die technische Entwicklung geben können“ ...).

Nach Kennedy et al. (Kennedy, Hyland, & Ryan, 2007) sollte folgende Vorgehensweise zur Formulierung von Lernergebnissen Anwendung finden:

- „Beginne jedes Lernergebnis mit einem aktiven Verb, anschließend mit dem Objekt, auf das sich das Verb bezieht, sowie dem Kontext.
- Verwende nur ein Verb pro Lernergebnis.
- Vermeide ungenaue und sich eher auf Lernziele als auf Lernergebnisse beziehende Begriffe wie „wissen“, „verstehen“, „lernen“, „sich bewusst sein“ usw.
- Vermeide komplizierte Sätze. Wenn erforderlich, verwende mehr als einen Satz zur Klarstellung.

- Prüfe, ob die Lernergebnisse des Moduls mit den allgemeinen Ergebnissen des Programms übereinstimmen.
- Prüfe, ob die Lernergebnisse beobachtbar/messbar sind und einem Assessment unterzogen werden können.
- Denke beim Niederschreiben der Lernergebnisse an die Zeit, innerhalb der die Lernergebnisse erreicht werden müssen, sowie an die dafür erforderlichen Ressourcen.
- Denke beim Niederschreiben der Lernergebnisse an das Assessment und wie festgestellt werden soll, ob der/die Lernende die Lernergebnisse auch erreicht hat. (Zu allgemeine Lernergebnisse sind schwer zu überprüfen, während zu genaue Lernergebnisse eine unhandliche Liste ergeben.)
- Frage vor der Endfassung der Lernergebnisse Kolleg:innen und frühere Studierende, ob die Lernergebnisse für sie Sinn machen“.

Lernergebnisse sollen auch für Außenstehende verständlich formuliert werden. Dementsprechend ist die Wahl der eingesetzten Verben ausschlaggebend, um das Ergebnis des Lernweges als Kompetenzentwicklung formulieren zu können (Krause, 2012). Hierfür hat sich die Bloom'sche Taxonomie (Anderson & Kratwohl, 2001) mit einer aufeinander aufbauenden Struktur an Lernebenen und einer Auswahl an (deutschen wie englischen) Verben bewährt. Vermieden werden sollten Verben wie „begreifen“, „bewusst sein“, oder auch „verstehen“.

1. Create: **Produce new or original work**
 - a. Design, assemble, construct, conjecture, develop, formulate, author, investigate
2. Evaluate: **Justify a stand or decision**
 - a. Appraise, argue, defend, judge, select, support, value, critique, weigh
3. Analyze: **Draw connections among ideas**
 - a. Differentiate, organize, relate, compare, contrast, distinguish, examine, experiment, question, test
4. Apply: **Use information in new situations**
 - a. Execute, implement, solve, use, demonstrate, interpret, operate, schedule, sketch
5. Understand: **Explain ideas or concepts**
 - a. Classify, describe, discuss, explain, identify, locate, recognize, report, select, translate
6. Remember: **Recall facts and basic concepts**
 - a. Define, duplicate, list, memorize, repeat, state

Liste von aktiven und gut überprüfbaren Verben (Taxonomie von Bloom)

1. Wissen: Informationen möglichst wortgenau erinnern und wiedergeben können
 - a. Auflisten, aufzählen, aufzeichnen, benennen, beschreiben, bezeichnen, definieren, erinnern, erkennen, feststellen, herausfinden, identifizieren, präsentieren, sammeln, skizzieren, wiedergeben, wiederholen, zeigen, zitieren, ordnen definieren
2. Verstehen: Informationen sinnerhaltend umformen und in eigenen Worten wiedergeben sowie zusammenfassen können.
 - a. Assoziieren, ausdrücken, auseinanderhalten, auswählen, ausweiten, berichten, beschreiben, dekodieren, differenzieren, diskutieren, erkennen, erklären, gegenüberstellen, generalisieren, hinweisen, interpretieren, klären, konstruieren, klassifizieren, lokalisieren, lösen, schätzen, übersetzen, umwandeln, vorhersagen
3. Anwenden: Abstraktionen (Regeln, Methoden, etc.) in konkreten Situationen wiedergeben Situationen
 - a. Anwenden, ausprobieren, auswählen, bedienen, berechnen, beschäftigen, beurteilen, beziehen, demonstrieren, entdecken, entwickeln, erlassen, gebrauchen, interpretieren, konstruieren, lösen, manipulieren, planen, organisieren, produzieren, prüfen, skizzieren, transferieren, voraussagen, wählen, zeigen
4. Analysiere: Ideen, Problemstellungen in ihre Elemente zerlegen und vergleichen können
 - a. Ableiten, analysieren, arrangieren, ausführen, berechnen, bestimmen, beurteilen, beziehen, debattieren, differenzieren, ermitteln, experimentieren, folgern, herausstellen, identifizieren, illustrieren, kategorisieren, klassifizieren, kritisieren, prüfen, untersuchen, vergleichen
5. Synthetisieren: Einzelne Elemente zu einer Ganzheit formen
 - a. Anhäufen, argumentieren, arrangieren, neu arrangieren, aufbauen, ausdenken, beziehen, einrichten, entwickeln, erfinden, erklären, formulieren, generalisieren, generieren, hervorbringen, integrieren, kategorisieren, kombinieren, konstruieren, kreieren, machen, managen, modifizieren, organisieren, planen, rekonstruieren, reorganisieren, sammeln, transferieren, überarbeiten, vorarbeiten, vorschlagen, zusammenfassen, zusammenfügen, übertragen
6. Beurteilen: Ein bewertendes Urteil abgeben können
 - a. Argumentieren, benoten, beurteilen, bewerten, beziehen, einschätzen, empfehlen, entscheiden, evaluieren, interpretieren, kontrastieren, kritisieren, messen, rechtfertigen, schließen, überarbeiten, überzeugen, unterscheiden, unterstützen, validieren, vergleichen, versichern, verteidigen, Wert bemessen

Liste von Verben zu Bloom's Taxonomie und der digitalen Planung (Heick, 2021)

1. Remembering:
 - a. Copying, Defining, Finding, Locating, Quoting, Listening, Googling,, Repeating, Retrieving
Outlining, Highlighting, Memorizing, Networking, Searching, Identifying, Selecting,
Tabulating, Duplicating, Matching, Bookmarking, Bullet-pointing
2. Understanding:
 - a. Annotating, Tweeting, Associating, Tagging, Summarizing, Relating, Categorizing
Paraphrasing, Predicting, Comparing, Contrasting, Commenting, Journaling, Interpreting,
Grouping, Inferring, Estimating, Extending, Gathering, Exemplifying, Expressing
3. Applying:
 - a. Acting out, Articulate, Reenact, Loading, Choosing, Determining, Displaying, Judging,
Executing, Examining, Implementing, Sketching, Experimenting, Hacking, Interviewing,
Painting, Preparing Playing, Integrating, Presenting, Charting
4. Analyzing:
 - a. Calculating, Categorizing, Breaking Down, Correlating, Deconstructing, Linking, Mashing,
Mind-Mapping, Organizing, Appraising, Advertising, Dividing, Deducing, Distinguishing,
Illustrating, Questioning, Structuring, Integrating, Attributing, Estimating, Explaining
5. Evaluating:
 - a. Arguing, Validating, Testing, Scoring, Assessing, Criticizing, Commenting, Debating,
Defending Detecting, Experimenting, Grading, Hypothesizing, Measuring, Moderating,
Posting, Predicting, Rating, Reflecting, Reviewing, Editorializing
6. Creating:
 - a. Blogging, Building, Animating, Adapting, Collaborating, Composing, Directing, Devising,
Podcasting, Wiki Building, Writing, Filming, Programming, Simulating, Role Playing, Solving,
Mixing, Facilitating, Managing, Negotiating, Leading

Als Weiterentwicklung der Bloom’schen Taxonomie kann die Anderson- und Krathwohl-Taxonomie (Anderson, 2001) als Rahmen, um Lernziele zu entwerfen und Unterrichtsaktivitäten zu planen, herangezogen werden. Die kognitiven Prozesse beim Lernen werden in sechs Ebenen unterteilt. Neben der Dimension dieser sechs geistigen Aktivitäten und Arbeitsschritte wird eine zweite Wissensdimension eingeführt, die in vier Stufen unterteilt ist. Mit diesen in Abbildung 9 dargestellten zwei Dimensionen lassen sich in der Taxonomie der Lernziele Arbeitsweisen, Kompetenzziele und Wissenstiefen formulieren und Ergebnisse bewerten.

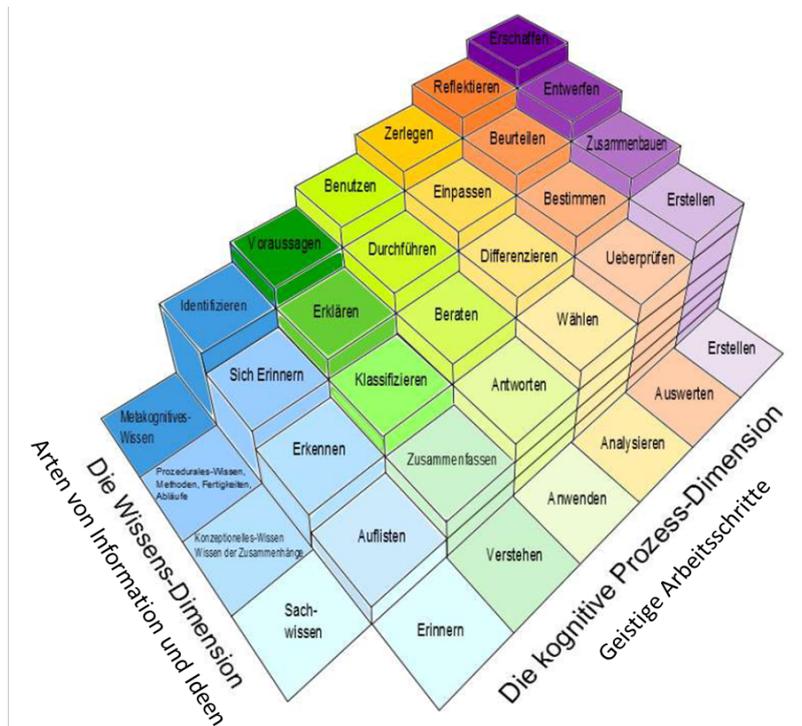


Abbildung 9 Felder der Lerntaxonomie nach Anderson und Krathwohl in der Übersetzung von (Staub, 2017)

Im Zentrum der Lernergebnisorientierung steht neben der jeweiligen Ausformulierung auch die Beschreibung und Kategorisierung von Lernergebnissen. Hinsichtlich der Kategorisierung hat sich die Taxonomie ESCO – European Skills, Competencies and Occupations Taxonomie bewährt. Diese Kategorisierung wurde im Jahre 2010 von der Europäischen Kommission eingeführt und permanent weiterentwickelt, um die Qualifizierungssysteme, wie den EQR (Europäischer Qualifikationsrahmen), der NQR (Nationaler Qualifikationsrahmen) und weitere Systeme, aufeinander abstimmen zu können (Zürcher, 2012). Der Nationale Qualifikationsrahmen ermöglicht die Einordnung von formalen, non-formalen und informellen Qualifikationen auf insgesamt acht Niveaustufen und kann zur Strategie des lebenslangen Lernens beitragen. Durch den Fokus auf die Lernergebnisse soll die nachhaltige Weiterentwicklung des Qualifikationssystems gefördert werden.

3 Themengebiete und Kompetenzen

Green-Skills umfassen Kenntnisse, Fähigkeiten, Werte und Einstellungen, die zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft beitragen. Dafür sind einerseits allgemeine grundlegende Skills erforderlich und andererseits darauf aufbauend fachspezifische Skills auszubilden. Die Themen sind daher in diese beiden Bereiche gegliedert.

3.1 Allgemeine Themengebiete und Kompetenzen

Für die Entwicklung von Green-Skills ist es wichtig, dass Schüler ein **Bewusstsein** für Umweltauswirkungen entwickeln, evidenzbasierte Grundlagen verstehen und wissenschaftliches Denken festigen. Hierzu gehört auch die Auseinandersetzung mit Begriffen aus der Nachhaltigkeitsdiskussion, wie beispielsweise dem *Rebound-Effekt*, *Carbon Capture and Storage (CSS)* oder *Environmental, Social and Governance (ESG)*. Klimaveränderungen sind faktenbasiert anhand von IPCC-Berichten zu klären und deren konkrete Auswirkungen auf die Lebenswelt zu erkennen. Gleichzeitig sollten die Schüler mit den aktuellen Rahmendokumenten, Leitthemen und rechtlichen Festlegungen im Bereich der Nachhaltigkeit vertraut sein und deren Anwendungsfälle verstehen.

Um **kritisches Denken** zu fördern, werden Schüler:innen ermutigt, verschiedene Perspektiven zu betrachten und Zusammenhänge zu erkennen. Die Bewertung von Informationsquellen ist dabei zentral, um fundierte Meinungen zu bilden. In Bezug auf **Selbstreflexion** werden die Schüler:innen ermuntert, darüber nachzudenken, wie ihre Fähigkeiten und Engagement zu positiven Veränderungen beitragen können. Eine unterstützende Lernumgebung trägt dazu bei, das Vertrauen der Schüler in ihre Fähigkeit, positiven Einfluss zu nehmen, zu stärken und somit Empowerment zu ermöglichen.

Projektorientiertes Lernen ermöglicht es den Schüler:innen, konkret an Aspekten von Polykrisen zu arbeiten, indem sie Projekte entwickeln und implementieren.

Die Schaffung einer **Gemeinschaft** innerhalb der Klasse, in der sich Schüler:innen gegenseitig unterstützen und voneinander lernen, stärkt nicht nur die Selbstwirksamkeit, sondern fördert auch das Verständnis für die kollektive Verantwortung in Bezug auf Polykrisen.

Zentrale Kompetenzen zu Thema 1. Allgemeine Skills

- Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit
(Kritisches Denken, Systemdenken, Problemformulierung)

- Digitale Kompetenzen und Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT)
- Intrapersonelle Kompetenzen
(Selbstreflexion, Kreativität, Lernen durch Erfahrung)
- Interpersonelle Kompetenzen
(Kommunikation, Arbeiten mit Anderen, Ideen wertschätzen)
- Visionen für eine Nachhaltige Zukunft
(Anpassungsfähigkeit, Umgang mit Unsicherheiten)

3.2 Berufsspezifische Themengebiete

Die Themengebiete wurden aus Bedarfserhebungen und Umfeldanalysen (wie ReBUSk) identifiziert, nach interner Diskussion bewertet und nach der aktuellen Sicht der Wissenschaft ausgewählt.

3.2.1 Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit im Gebäudesektor

Die Errichtung und die Nutzung von Gebäuden sind ausschlaggebende Faktoren für die Vermeidung des Klimawandels. Im Jahr 2022 waren 34% des globalen Energieverbrauchs und 47% der energie- und prozessbezogenen Emissionen auf Gebäude zurückzuführen (UN Environment and International Energy Agency, 2022). Der operative Anteil des Energieverbrauchs und Emissionsausstoßes von Gebäuden war lange Zeit der primäre Fokus von Optimierungen bei Gebäuden. Die ganzheitliche Betrachtung von Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zeigt, dass der operative Anteil abnimmt und zukünftig die grauen Umweltauswirkung den dominierenden Anteil darstellen werden (Passer, Kreiner, & Röck, 2017). Um sich diesen Herausforderungen zur Minimierung von Emissionen im Gebäudebereich, bzw. generell im Bauwesen, zu stellen, werden neue Fähigkeiten und Kompetenzen von allen Bauschaffenden gefordert. Die folgenden beiden Punkte werden dabei als besonders wesentlich erachtet.

Betrachtung der Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus

Als wesentliche Kernkompetenz im Bereich der Ressourceneffizienz bzw. der Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden wird der Umgang mit dem Werkzeug Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment – LCA) verstanden. Dabei wird ein Gebäude oder Bauprodukt in einzelne Lebenszyklusphasen unterteilt und die jeweiligen Energie-, Stoff- und Emissionsströme betrachtet. In einer Wirkungsabschätzung werden die Auswirkungen aller Ströme Indikatoren hinsichtlich Klimawandel, Ozonabbau, Versauerung, etc. zugewiesen. Die Grundlage dazu bilden die welt-, bzw. EU-weit gültigen Normen ISO 14040/44, EN 15804 und EN 15978.

Wobei neben der Gesamtbewertung von Gebäuden auch ein Verständnis zur Bewertung von Bauprodukten durch Umweltproduktdeklarationen (engl.: Environmental product declaration – EPD) erforderlich ist. Daran geknüpft ist auch ein Verständnis von System- und Anwendungsgrenzen erforderlich.

Durch die Implementierung des Werkzeugs LCA in frühen Leistungsphasen (Vorentwurf & Entwurf) können beispielsweise die Klimaauswirkungen von Gebäuden ermittelt werden und geeignete Entwurfs- oder Konstruktionsmaßnahmen gewählt werden, um diese zu minimieren. Der hohe Freiheitsgrad im (Vor-) Entwurf eines Projektes ermöglicht dementsprechend hohes Potential zur frühzeitigen Schaffung eines nachhaltigen Gebäudes.

Diese angeführte Kompetenz ist auch als eigenständiges Makroziel im Rahmenwerk Level(s) festgelegt. Der Indikator 1.2 beschreibt den Lebenszyklus der globalen Erwärmung. In diesem Indikator werden alle konstruktionsbedingten grauen Emissionen, sowie die direkten oder indirekt entstehenden Emissionen durch die Gebäudenutzung erfasst und bewertet (Europäische Kommission, 2021).

Themenbereich: Ressourcenverbrauch und Umweltleistung

- Makroziel 1: Treibhausgasemissionen während des Lebenszyklus eines Gebäudes
 - Indikator 1.1 Energieleistung in der Nutzungsphase (kWh/M²/Jahr)
 - Indikator 1.2: Lebenszyklus der globalen Erwärmung (CO₂-Äquivalent(m²/Jahr))
- Makroziel 2: Ressourcenschonende und kreislaufwirtschaftliche Materiallebenszyklen
 - Indikator 2.1 Leistungsverzeichnis, Materialien und Nutzungsdauer
 - Indikator 2.2 Bau- und Abbruchabfälle
 - Indikator 2.3 Gestaltung zwecks Anpassbarkeit und Erneuerung
 - Indikator 2.4 Entwurf für Rückbau
- Makroziel 3: Effiziente Nutzung von Wasserressourcen
 - Indikator 3.1 Nutzungsphase Wasserverbrauch (m³/Bewohner/Jahr)

Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft

In der österreichischen Strategie für Kreislaufwirtschaft wird die Bauwirtschaft als wichtiger Sektor identifiziert, da dem Bereich "Gebäude und Bauwesen" ein erheblicher Ressourcenverbrauch zugewiesen werden kann (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022). Wie bereits im vorherigen Punkt erwähnt, ist auch im Hinblick auf die Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft der Entwicklungsphase eine besondere Rolle zuzuschreiben. Für einen sorgsamen Umgang mit Ressourcen ist ein umfangreiches Grundwissen über Materialien und deren Herkunft, Herstellung, Verarbeitung, ggf. Entsorgung und die daraus resultierenden Umweltauswirkungen erforderlich. Darauf aufbauend können Kompetenzen zu materialgerechtem Entwerfen und Konstruieren vermittelt werden, welche auch den Rückbau und die Zerlegbarkeit von Strukturen umfassen. In Kombination bilden diese Kompetenzen die Grundlage, um den Ressourceneinsatz zu minimieren, die Bau- und Abbruchabfälle zu reduzieren und durch materialgerechte Konstruktionen Rückbau und Zerlegbarkeit zu fördern bzw. zu vereinfachen.

Das Level(s) Makroziel 2 befasst sich mit eben diesen ressourcenschonenden und kreislaufwirtschaftlichen Materiallebenszyklen und weist zugehörig folgende vier Indikatoren aus:

- 2.1 Leistungsverzeichnis, Materialien und Nutzungsdauer
- 2.2 Bau- und Abbruchabfälle
- 2.3 Gestaltung zwecks Anpassbarkeit und Erneuerung
- 2.4 Entwurf für Rückbau

Die Indikatoren können dabei auch als aufbauend verstanden werden, so beeinflusst der Indikator 2.1 (Leistungsverzeichnis, Materialien und Nutzungsdauer) beispielsweise den Indikator 2.2 (Bau- und Abbruchabfälle). Daran geknüpft wird aber auch der Indikator 1.2 (Lebenszyklus der globalen Erwärmung) beeinflusst (Europäische Kommission, 2021).

Themenbereich: Ressourcenverbrauch und Umweltleistung

- Makroziel 1: Treibhausgasemissionen während des Lebenszyklus eines Gebäudes
 - Indikator 1.1 Energieleistung in der Nutzungsphase (kWh/m²/Jahr)
 - Indikator 1.2 Lebenszyklus der globalen Erwärmung (CO₂-Äquivalent/m²/Jahr)
- Makroziel 2: Ressourcenschonende und kreislaufwirtschaftliche Materiallebenszyklen
 - Indikator 2.1 Leistungsverzeichnis, Materialien und Nutzungsdauer
 - Indikator 2.2 Bau- und Abbruchabfälle
 - Indikator 2.3 Gestaltung zwecks Anpassbarkeit und Erneuerung
 - Indikator 2.4 Entwurf für Rückbau
- Makroziel 3: Effiziente Nutzung von Wasserressourcen
 - Indikator 3.1 Nutzungsphase Wasserverbrauch (m³/Bewohner/Jahr)

Zentrale Kompetenzen zu Thema 2. Ressourceneffizienz

- Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment – LCA)
- Umweltproduktdeklarationen (EPD's)
- Materialien (Herkunft, Herstellung, Verarbeitung, ggf. Entsorgung und Umweltauswirkung)
- Rückbau- und Zerlegbarkeit von Konstruktionen

3.2.2 Sanierung und Dekarbonisierung des Bestandes

Bauen im Bestand und die Modernisierung von Gebäuden macht gegenwärtig wesentlich mehr als die Hälfte des Gesamtbauvolumens unserer Gesellschaft aus - mit steigender Tendenz (Gornig, Michelsen, & Révész, 2021). Die steigende Nachfrage nach Fachleuten für Bauerhaltung, Sanierung und Revitalisierung spiegelt die Notwendigkeit wider, vorhandene Bausubstanz effektiv zu nutzen. Technisch und wirtschaftlich richtig umgesetzte Revitalisierungsmaßnahmen stellen einen wesentlichen Beitrag zur Nachhaltigkeit dar und machen zugleich Gebäude für wieder am Markt wettbewerbsfähig. Technisch und wirtschaftlich durchdachte Revitalisierungsmaßnahmen tragen nicht nur zur Nachhaltigkeit bei, sondern machen Gebäude auch wieder wettbewerbsfähig auf dem Markt. Auf europäischer und nationaler Ebene wird das ökologische Potenzial der Bauwerksmodernisierung erkannt. Einerseits wird das Potenzial zur Emissionsminderung durch thermische Sanierung auf etwa 1,2 Tonnen CO₂ pro Einwohner:in geschätzt (Aigner et al., 2023). Andererseits bietet die nachhaltige Nutzung von Baustoffen durch die systematische Verlängerung der Gebäudenutzungsdauer ein erhebliches Einsparpotenzial: Die Abfallvermeidung und Emissionsreduktion liegen bei 70% bis 90% im Vergleich zu Abriss und Neubau. Zu den Green Skills in diesem Bereich zählen Bestandsaufnahmen, Know-

How zur Modernisierung historischer Bauten und zur thermischen Sanierung, Entwicklungen im Bereich der seriellen Sanierung und Maßnahmen zur Nachverdichtung.

Die Wartung von Bauteilen und die damit verbundene Verlängerung des Lebenszyklus von Bauteilen ist eine wirksame und einfach umzusetzende Maßnahme. Die im Bauwesen übliche intervallbasierte geplante Wartung kann durch Gebäudewartungsbücher unterstützt werden. Häufig wird Wartung in Form von Reparatur oder Tausch erst bei Ausfall durchgeführt. Für eine nachhaltige Entwicklung sind Anwendungen zur vorausschauenden Wartung für das Bauwesen zu suchen. Mittels Sensorik können proaktive Strategien zur fristgerechten Instandhaltung von Gebäuden und deren Teile entwickelt werden. Dies ermöglicht kostengünstige und effiziente Wartung durch die Integration von Sensoren.

Zentrale Kompetenzen zu Thema 3. Sanierung

- Bestandsaufnahme
- Maßnahmen für die thermische Sanierung
- Nachverdichtung
- Wartungsmaßnahmen
- Monitoring, Sensorik, Smart Building

3.2.3 Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Gemäß der Energy Performance of Buildings Directive der Europäischen Union (Europäische Kommission, 2010) ist ein Zero-Emission-Gebäude (ZEB) definiert als ein Gebäude mit sehr hoher Energieleistung, bei dem der nahezu null oder sehr geringe Energiebedarf zu einem sehr großen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt wird, einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die vor Ort oder in der Nähe erzeugt wird. Dafür sind Green-Skills zur Lebenszyklusanalyse notwendig, um den Lebenszyklus eines Gebäudes von der Planung bis zum Rückbau zu analysieren und zu optimieren. Außerdem sind Green-Skills im Bereich der Baumaterialien erforderlich, um umweltfreundliche Materialien zu verwenden, die helfen, die Umweltauswirkungen der Gebäude reduzieren.

BIM for Green bezieht sich auf die Verwendung von Building Information Modeling (BIM) in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsplanung von Gebäuden (Bernstein, 2023). Das digitale Gebäudemodell kann für die Simulation des Energieverbrauchs (Energieausweis, dynamischer U-Wert), die Umweltbewertung bei der Errichtung (graue Energie) und die Materialverfolgung für den Abbruch (z.B. Madaster.at) genutzt werden.

Schüler sollten sich die zugehörigen Möglichkeiten der Anwendungen im Bereich der Nachhaltigkeit am digitalen Gebäudemodell kennen.

Gemäß Europäische Kommission, 2020 bezieht sich die Smart Readiness von Gebäuden auf die Fähigkeit von Gebäuden, intelligente Technologien und Systeme zu nutzen, um Energieeffizienz, Komfort und Nachhaltigkeit zu verbessern. Smart Readiness ist dem Bereich der technischen Gebäudeausrüstung zuzuordnen. Der Smart Readiness Indicator (SRI) ist ein EU-weites Bewertungssystem, das die Smart Readiness von Gebäuden bewertet. Er stellt einen Schritt in Richtung einer nachhaltigeren und intelligenteren Gebäudeinfrastruktur dar. Für Personen im Bauwesen sind hier vor allem Begriffe aus dem Themenfeld und die Schnittstellen für das Bauwesen wichtig, weshalb ein zugehöriges Domänen-Know-How zu entwickeln ist.

ein zugehöriges Domänen-Know-How zu entwickeln ist.

Zentrale Kompetenzen zu Thema 4. Energieeffizienz

- Energieausweiserstellung
- Energieeffizientes Entwerfen und Planen
- Grundlagen der Energieversorgung und nachhaltige Energiesysteme für Hochbauten
(Energiemix, Solarenergie, Wärmepumpen, Wasserstofftechnologie etc.)
- Anpassungsfähige Gebäude
(durch Automatisierung)

4 Mapping mit den aktuellen Lehrplänen

Grundlage für das Mapping bildet die Beschreibung der Lehrpläne im Bundesgesetzblatt, 2015.

Das Mapping der Green-Skills mit den aktuellen Lehrplänen wird in der Übersicht in Tabelle 3 als Matrix dargestellt. Der Aufbau des Lehrplanes bildet den vertikal angeordneten Zeilenkopf und die im vorigen Abschnitt identifizierten Kompetenzen für die Green Skills den horizontal angeordneten Spaltenkopf.

Die Verankerung der Einzelnen Kompetenzen im Lehrplan kann durch farbige Markierungen dargestellt werden. In der aktuellen Fassung werden die Felder exemplarisch zugeordnet. Die detaillierte Zuweisung folgt in der Nachbearbeitung des Berichts in der zweiten Fassung.

Ausgehend von der Übersichtsmatrix werden die einzelnen Zuweisungen in den folgenden Unterabschnitten erarbeitet und detailliert beschrieben.

4.1 Kompetenz-Matrix

	Wochenstunden	1. Allgemeine Green Skills				2. Ressourceneffizienz			3. Sanierung und Decarbonisierung des Bestands				4. Energieeffizienz und erneuerbare Energien					
		Komplexität der Nachhaltigkeit	Digitale Kompetenz, MINT	Intrapersonelle Kompetenzen	Interpersonelle Kompetenzen	Visionen für eine Nachhaltige Zukunft	Lebenszyklusanalyse	Umweltproduktdeklarationen	Materialien	Rückbau und Zerlegbarkeit	Bestandsaufnahme	Thermische Sanierung	Nachverdichtung	Wartungsmaßnahmen	Monitoring, Seensoring, Smart Building	Energieausweis	Energieeffizientes Entwerfen und Planen	Nachhaltige Energiesysteme
A. Allgemeinbildende Pflichtgegenstände																		
1. Religion	10																	
2. Deutsch	11																	
3. Englisch	10																	
4. Geografie, Geschichte und Politische Bildung	8																	
5. Bewegung und Sport	8																	
6. Angewandte Mathematik	11		E															
7. Naturwissenschaften	10	N																
8. Angewandte Informatik	4		E															
Summe	72																	
B. Fachtheorie und Fachpraxis																		
1. Baukonstruktion	15 - 19						E	E		E				E	LP			
2. Tragwerke	16 - 19																	

3. Baubetrieb und Baumanagement	13 - 19																			
4. Darstellung und Gestaltung	12 - 16	LP																		
5. Infrastruktur	9 - 16																			
6. Bauplanung und Projekt	11 - 15									E										
7. Baupraxis und Produktionstechnik	19 - 19										E									
8. Schwerpunkt	6 - 8																			
1. Hochbautechnologie (1.8)					LP				E										E	E
2. Ingenieurbau (2.8)										E										
3. Bauprojektentwicklung (3.8)																				
4. Ingenieurholzbau (4.8)																				
5. Umwelttechnologie (5.8)																			LP	E
Summe	111																			
C. Verbindliche Übung																				
Soziale und personale Kompetenz	2		N	E	E															

Im Lehrplan abgedeckt

LP

Erweiterung bestehenden Inhalts im Lehrplan

E

Neuer Inhalt im Lehrplan

N

Tabelle 3 Verankerung der green skills Kompetenzen im aktuellen Lehrplan der HTL für Bautechnik

5 Empfehlungen für relevanten Lehrstoff

Der Inhalt dieses Abschnittes wird auf Grundlage der Diskussion im Workshop mit Lehrenden der HTL erarbeitet. Die Treffen des Autor:innenenteams untereinander und mit den Auftraggeber:innen sind im Zeitstrahl in Abbildung 12 dargestellt.

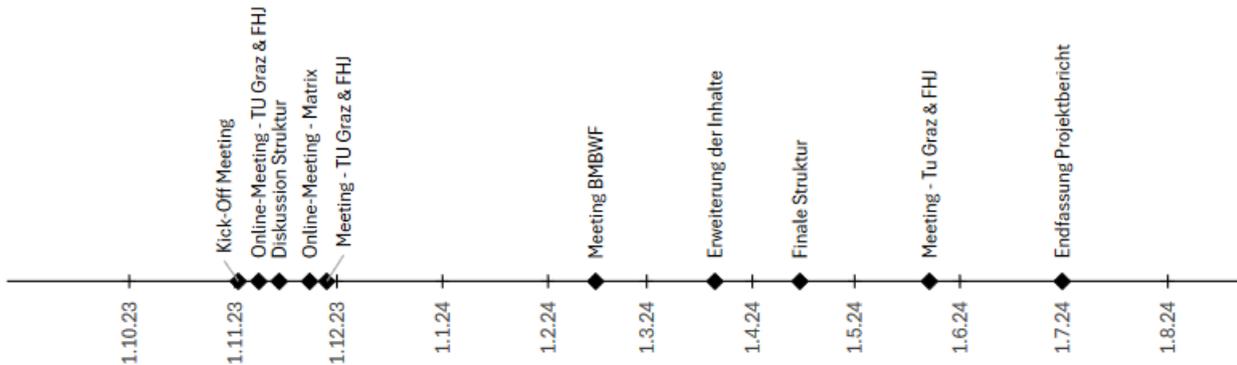


Abbildung 12 Zeitstrahl der Projektmeetings

Die sich aus der Literaturrecherche und dem Abstimmungstermin mit der AG Bautechnik abgeleiteten fünf Themenblöcken sollen in den folgenden Unterkapiteln näher beschrieben werden und die mögliche Verortung im Lehrplan ist in Tabelle 4 grafisch dargestellt. Die thematische Aufarbeitung der Themenblöcke wurde anhand der aktuellen Struktur des Lehrplans sowie der Zielsetzung dieses Projektberichtes angepasst. Zum einen werden die jeweiligen Themenbereiche in Lehrstoff und Lehraufgaben eingeteilt und beschrieben. Andererseits werden in einem folgenden Schritt die green skills abgeleitet und wiederum in Anlehnung in die jeweiligen Themenbereiche eingeteilt.

	Wochenstunden	1. Allgemeine Green Skills				2. Ressourceneffizienz			3. Sanierung und Decarbonisierung des Bestands				4. Energieeffizienz, Energienutzung u. Energieresilienz				5. Infrastrukturbau							
		Komplexität der Nachhaltigkeit	Digitale Kompetenz, MINT	Intrapersonelle Kompetenzen	Interpersonelle Kompetenzen	Visionen für eine Nachhaltige Zukunft	Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung (LCSA)	Umweltproduktdeklarationen	Materialien	Rückbau und Zerlegbarkeit	Bestandsaufnahme	Maßnahmen für die konstruktive, technische und thermische Sanierung	Nachverdichtung	Wartungsmaßnahmen	Monitoring, Seonsoring, Smart Building	Energieausweis	Energieeffizientes Entwerfen und Planen	Nachhaltige Energiesysteme	Anpassungsfähige Gebäude	Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung (LCSA)	Baustoffe und Baumaterialien	Dekarbonisierung	Wartung und Sanierung	Technische Infrastruktur/ Anlagen
A. Allgemeinbildende Pflichtgegenstände																								
1. Religion	10	E																						
2. Deutsch	11	E																						
3. Englisch	10	E																						
4. Geografie, Geschichte und Politische Bildung	8	E																						
5. Bewegung und Sport	8																							
6. Angewandte Mathematik	11		E																					
7. Naturwissenschaften	10	N					E																	
8. Angewandte Informatik	4		E																					
Summe	72																							
B. Fachtheorie und Fachpraxis																								
1. Baukonstruktion	15 - 19						E	E		E		E	LP		LP									
2. Tragwerke	16 - 19	N						N										N				N		

5.1 Allgemeine Kompetenzen

Die Entwicklung von Green-Skills bei Schüler:innen erfordert das Bewusstsein für Umweltauswirkungen, das Verständnis evidenzbasierter Grundlagen und die Stärkung wissenschaftlichen Denkens. Dazu gehört auch die Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeitsbegriffen wie dem Rebound-Effekt, Carbon Capture and Storage (CSS) und Environmental, Social and Governance (ESG). Klimaveränderungen sollen faktenbasiert durch IPCC-Berichte erklärt und deren Auswirkungen auf die Lebenswelt erkannt werden. Schüler:innen müssen mit aktuellen Rahmenwerken, Leitthemen und rechtlichen Festlegungen der Nachhaltigkeit vertraut sein und deren Anwendung verstehen.

Um kritisches Denken zu fördern, sollen Schüler:innen verschiedene Perspektiven betrachten und Zusammenhänge erkennen. Die Bewertung von Informationsquellen ist zentral, um fundierte Meinungen zu bilden. Zudem sollen Schüler:innen reflektieren, wie ihre Fähigkeiten und ihr Engagement positive Veränderungen bewirken können. Eine unterstützende Lernumgebung stärkt das Vertrauen der Schüler:innen in ihre Fähigkeit, positiven Einfluss zu nehmen und ermöglicht Empowerment.

Projektorientiertes Lernen ermöglicht Schüler:innen, konkret an Aspekten von Polykrisen zu arbeiten, indem sie Projekte entwickeln und umsetzen. Eine Gemeinschaft innerhalb der Klasse, in der sich Schüler:innen gegenseitig unterstützen und voneinander lernen, stärkt die Selbstwirksamkeit und fördert das Verständnis für kollektive Verantwortung bei Polykrisen.

5.1.1 Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit

Schüler:innen werden im systemorientierten und kritischen Denken geschult, was die Bewertung von Informationen, die Infragestellung mangelnder Nachhaltigkeit und die Formulierung von Herausforderungen als Nachhaltigkeitsprobleme umfasst. Dies ist entscheidend zur Bewältigung sozioökologischer Probleme angesichts technologischen Wandels, Digitalisierung und Globalisierung. Ökologische Herausforderungen sind eng mit wirtschaftlichen Aktivitäten und gesellschaftlichen Lebensstilen verknüpft. Durch das Lernen für ökologische Nachhaltigkeit entwickeln Lernende ein besseres Verständnis für die Verbindungen zwischen spezifischen Themen und ökologischem Wandel. Der Zugang zu einer sicheren und nachhaltigen Umwelt wird als Menschenrecht anerkannt, jedoch sind Minderheitengruppen und einkommensschwache Familien oft einer verschmutzten Umwelt ausgesetzt, was ihre Gesundheit beeinträchtigt. Das Erkennen der Zusammenhänge zwischen Umweltfragen und Einkommensungleichheit unterstützt die Formulierung und Anpassung von Maßnahmen zur Bewältigung von Nachhaltigkeitsproblemen.

Zu den green skills zählen hierbei:

- Managementfähigkeiten
- Problemlösefähigkeit
- Entscheidungsfähigkeit
- Fähigkeit zum Denken in Systemen
- Normative Fähigkeiten (was wird unter "guter nachhaltiger Praxis" in der Bautechnik verstanden)
- Kritisches Denken

5.1.2 Digitale Kompetenzen & MINT

Die Notwendigkeit der (Weiter-)Entwicklung digitaler Kompetenzen ist aufgrund der aktuellen rasanten Entwicklung der Künstlichen Intelligenz (KI) evident. Dabei wurden unter anderem die Definitionen des europäischen DigComp-Rahmens angewendet, wonach digitale Kompetenz den verantwortungsvollen, kritischen und kreativen Umgang mit IKT für berufliche, private und soziale Zwecke umfasst. Diese Kompetenz wird in fünf Bereiche unterteilt: i) Informations- und Datenkompetenz, ii) Kommunikation und Zusammenarbeit, iii) Erstellung digitaler Inhalte, iv) Sicherheit und v) Problemlösung. Galarce-Miranda et al., 2022 definieren dies auch als die Fähigkeit, IKT und digitale Medien ethisch und verantwortungsbewusst zu nutzen, um Aufgaben, Probleme, Informationen und Inhalte zu verarbeiten und auszutauschen. Hernandez-de-Menendez et al., 2020 subsumieren digitale Analyse und Diagnose, additive Fertigungskompetenzen sowie Programmier-/Kodierungsfähigkeiten unter digitale Kompetenzen. Für Woschank & Pacher, 2022 bestehen digitale Kompetenzen aus übergreifenden Fähigkeiten, die in allen Bereichen des beruflichen und privaten Lebens unerlässlich sind. Neben diesen überfachlichen Kompetenzen bedarf es im Besonderen im Hinblick auf die Bautechnik der Fokussierung auf MINT-Fächer - Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik.

Zu den green skills zählen hierbei:

- Analytische Fähigkeiten
- Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Daten und Systemen (Data Management)
- Fähigkeiten zum Netzwerken und Zusammenarbeiten im digitalen Raum
- Fähigkeiten zur Datensicherheit (Cybersecurity)

5.1.3 Intrapersonelle Kompetenzen

Intrapersonelle Kompetenzen umfassen Selbstbewertung, Werthaltungen, Motivation und das Erkennen eigener Talente. Schüler:innen müssen sich ihrer Kompetenzen bewusst sein und diese kontinuierlich unter ständiger Reflexion neu bewerten. Intrapersonelle Kompetenz beinhaltet eine ethische Haltung, Toleranz, Engagement, Verantwortungsbewusstsein, authentisches Auftreten, Rollenbewusstsein sowie professionelles Zeit-, Arbeits- und Selbstmanagement.

Folgende Unteraspekte der intrapersonellen Kompetenz sollen (weiter-)entwickelt werden: i) Zeitmanagement, ii) Organisationsfähigkeiten, iii) Motivationsfähigkeiten und iv) emotionale Intelligenz. Gonzalez Almaguer et al., 2020 fügen dieser Kompetenzart zusätzlich Selbstkenntnis, Selbstkontrolle, kognitive Fähigkeiten und Selbstmotivation hinzu. Hernandez-de-Menendez et al., 2020 erweitert diese Liste um Verantwortung, lebenslanges Lernen, Selbstbeurteilung, Selbstbewusstsein und Selbstlenkung.

Zu den green skills zählen hierbei:

- Reflexionsfähigkeit
- Lernfähigkeit
- Selbstmanagement
- Emotionale Intelligenz
- Motivation
- Empathie

5.1.4 Interpersonelle Kompetenzen

Interpersonelle Kompetenzen, oder soziale Kompetenzen, sind die Fähigkeiten, andere Menschen zu verstehen, mit ihnen zu kooperieren und verantwortungsvoll zu handeln. Wichtige Fähigkeiten bei der Zusammenarbeit mit anderen Menschen sind Konflikt- und Kommunikationsfähigkeiten, Teamarbeit sowie Verhandlungs- und Führungsfähigkeiten. Wesentliche Bestandteile der interpersonalen Kompetenz im Bausektor (und darüber hinaus) sind Respekt, Akzeptanz, Wertschätzung sowie professionelles Handeln in und mit Gruppen. Interpersonelle Kompetenz spielt in allen Bereichen der Interaktion—Sprache, Kommunikation und Teamarbeit—eine wesentliche Rolle. Hernandez-de-Menendez et al., 2020 betont zudem, dass Empathie und ethisches Denken zentrale Unterdimensionen der interpersonalen Kompetenz darstellen. Darüber hinaus müssen ansprechende Präsentationsmethoden in den Berufsalltag integriert

werden, um die Voraussetzungen für erfolgreiche Verhandlungen und eine gute Arbeitsatmosphäre zu schaffen.

Zu den green skills zählen hierbei:

- Kommunikationsfähigkeit
- Verhandlungsfähigkeit
- Konfliktfähigkeit
- Kooperationsfähigkeit/Teamwork
- Inter-/Multidisziplinarität
- Interkulturalität

5.1.5 Visionen für eine nachhaltige Zukunft

Der Kompetenzbereich ermöglicht es Schüler:innen, alternative Zukunftsszenarien zu visualisieren und Anpassungsfähigkeit zu entwickeln, indem sie Unsicherheiten und Kompromisse in der Nachhaltigkeit bewältigen. Kreative und interdisziplinäre Ansätze tragen zur Kreislaufgesellschaft bei, fördern eine flexible Denkweise und betonen die Offenheit der Zukunft. Kreativität, Vorstellungskraft und emotionales Bewusstsein sind wichtig für die Entwicklung alternativer Szenarien. Eine komplexe Systemanalyse der Gegenwart ermöglicht fundierte Entscheidungen für einen widerstandsfähigen Planeten. Schüler:innen sollten verschiedene Zukunftsszenarien berücksichtigen, Unsicherheiten akzeptieren und aktiv eine bevorzugte Zukunft beeinflussen.

Zu den green skills zählen hierbei:

- Anpassungsfähigkeit und Resilienz
- Innovationsfähigkeit
- Vorausschauendes Denken
- Kreativität
- Offenheit für neue Ansätze/Technologien
- Lebenslanges Lernen

Im Rahmen des letzten Abstimmungsmeeting wurde vereinbart, dass die allgemeinen Kompetenzen rund um die Nachhaltigkeit nicht näher bzw. weiterbearbeitet werden, da diese in einem weiteren Bericht ausführlicher bearbeitet werden. Zur Vollständigkeit des Berichts, sind diese in der Kompetenzmatrix dargestellt und diffundieren vor allem in die Allgemeinbildenden Pflichtgegenstände (A) sowie in die Fachpraxis und Fachtheorie (B) in die Fächer Darstellung und Gestaltung, Bauplanung und Projekt und Ingenieurbau.

Lehrstoff und Lehraufgaben Thema 1: Allgemeine Green Skills

1. Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit

a. Lehrstoff:

- i. Einführung in Grundprinzipien der Nachhaltigkeit & Bedeutung für die Bautechnik
- ii. Schulung im kritischen Denken und Systemdenken, zur Analyse komplexer Zusammenhänge
- iii. Problemlösung und-formulierung im Kontext von Nachhaltigkeit & Bautechnik

b. Green Skills:

- i. Managementfähigkeiten
- ii. Problemlösefähigkeit
- iii. Entscheidungsfähigkeit
- iv. Fähigkeit zum Denken in Systemen
- v. Normative Fähigkeiten (was wird unter "guter nachhaltiger Praxis" in der Bautechnik verstanden)
- vi. Kritisches Denken

2. Digitale Kompetenzen & MINT

a. Lehrstoff:

- i. Grundlagen der digitalen Werkzeuge & Technologien in der Bautechnik
- ii. MINT Konzepte, die auf bautechnische Probleme angewendet werden können
- iii. Integration von MINT Fächern in bautechnische Projekte

b. Green Skills:

- i. Analytische Fähigkeiten
- ii. Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Daten und Systemen (Data Management)
- iii. Fähigkeiten zum Netzwerken und Zusammenarbeiten im digitalen Raum
- iv. Fähigkeiten zur Datensicherheit (Cybersecurity)

3. Intrapersonelle Kompetenzen

a. Lehrstoff:

- i. Förderung der Selbstreflexion & Selbstbewusstseinsentwicklung
- ii. Übungen zur Förderung der Kreativität und des Lernens durch Erfahrung (learning by doing)

b. Green Skills:

- i. Reflexionsfähigkeit
- ii. Lernfähigkeit
- iii. Selbstmanagement
- iv. Emotionale Intelligenz
- v. Motivation
- vi. Empathie

4. Interpersonelle Kompetenzen

a. Lehrstoff:

- i. Kommunikationstrainings für effektive Zusammenarbeit
- ii. Förderung der Wertschätzung von Ideen anderer und Integration verschiedener Perspektiven
- iii. (Mit-)Arbeit in multidisziplinären Teams

b. Green Skills:

- i. Kommunikationsfähigkeit
- ii. Verhandlungsfähigkeit
- iii. Konfliktfähigkeit
- iv. Kooperationsfähigkeit / Teamwork
- v. Inter-/Multidisziplinarität
- vi. Interkulturalität

5. Vision für eine nachhaltige Zukunft:

a. Lehrstoff:

- i. Globale Herausforderungen und Zukunftstrends
- ii. Entwicklung von langfristigen Visionen und innovativen Lösungen für nachhaltiges Bauen

b. Green Skills:

- i. Anpassungsfähigkeit und Resilienz
- ii. Innovationsfähigkeit
- iii. Vorausschauendes Denken
- iv. Kreativität
- v. Offenheit für neue Ansätze / Technologien
- vi. Lebenslanges Lernen

5.2 Ressourceneffizienz

Kapitel 5.1 beleuchtet die allgemeinen Kompetenzen, die im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung im Bauwesen erforderlich sind. Diese Kompetenzen umfassen die Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit, digitale Kompetenzen, intrapersonelle und interpersonelle Fähigkeiten sowie die Fähigkeit, Visionen für eine nachhaltige Zukunft zu entwickeln. Im Zusammenhang mit diesen allgemeinen Kompetenzen ist die Ressourceneffizienz von zentraler Bedeutung, da sie den nachhaltigen Umgang mit Baumaterialien und Ressourcen im gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes fördert.

5.2.1 Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung (LCSA)

Die lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung (engl. Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA) ist ein wesentliches Instrument zur Bewertung der Umweltauswirkungen von Bauprojekten über deren gesamten Lebenszyklus hinweg. LCSA integriert die Lebenszyklusanalyse (engl. life cycle assessment, LCA), die Lebenszykluskostenanalyse (engl. life cycle costing, LCC) und die soziale Lebenszyklusanalyse (SLCA), um eine umfassende Bewertung der Nachhaltigkeit zu ermöglichen.

Exemplarisch für die weiteren Kompetenzbereiche werden nachstehend die Lernergebnisse beschrieben. Die Kompetenztiefe gemäß der Taxonomie ist von der tatsächlichen Umsetzung im Lehrplan abhängig und erst bei Erstellung des Lehrplans sinnvoll festzulegen. Die weiteren Lernergebnisse sind in Stichworten ohne detaillierte Festlegung des Kompetenzniveaus in den Tabellen angegeben.

- Kenntnisse der Konzepte für die Lebenszyklusbewertung LCA und der zugehörigen Projektphasen nach zugrundeliegenden nationalen und europäischen Normen. Die Schüler*innen können die wesentlichen zugrundeliegenden Normen nennen und verstehen die Unterteilung der Lebenszyklusbewertung in Projektphasen. Sie können Lebenszyklusbewertungen für die Lebenszyklusbewertung LCA Konzepte Phasen gemäß der zugrundeliegenden Normen zu kennen, wiederzugeben und anzuwenden.
- Kenntnis über Methoden zur Bewertung von Materialien, Prozessen und Technologien hinsichtlich ihrer Ressourceneffizienz und Umweltverträglichkeit: Die Schüler*innen sind in der Lage, Methoden zur Bewertung von Materialien, Prozessen und Technologien hinsichtlich ihrer Ressourceneffizienz und Umweltverträglichkeit wiederzugeben.

- Durchführung von Lebenszyklusanalysen für eine funktionelle Einheit aus einem Bauprojekt, um die Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus zu berechnen: Die Schüler*innen sind in der Lage, exemplarisch Lebenszyklusanalysen für eine funktionelle Einheit aus einem Bauprojekt anzuwenden, um die Umweltauswirkungen in unterschiedlichen Lebenszyklusphasen zu berechnen
- Vergleich von LCA-Ergebnissen für eine funktionelle Einheit aus einem Bauprojekt: Die Schüler*innen sind in der Lage, einen Vergleich von LCA-Ergebnissen für eine funktionelle Einheit aus einem Bauprojekt zu ziehen

5.2.2 Umweltproduktdeklaration

Umweltproduktdeklarationen (EPDs) sind standardisierte Dokumente, die transparente und vergleichbare Informationen über die Umweltauswirkungen von Bauprodukten bereitstellen. Sie basieren auf den Ergebnissen der Lebenszyklusanalyse (LCA) und decken verschiedene Umweltindikatoren ab, wie z.B. den CO₂-Fußabdruck, den Energieverbrauch und die potenziellen Auswirkungen auf die Ökosysteme. EPDs spielen eine entscheidende Rolle bei der Auswahl umweltfreundlicher Materialien und der nachhaltigen Planung von Bauprojekten. Sie ermöglichen es Architekten, Ingenieuren und Bauherren, die Umweltauswirkungen verschiedener Materialien zu vergleichen und informierte Entscheidungen zu treffen, die zur Reduzierung der Gesamtumweltauswirkungen eines Gebäudes beitragen. Die Nutzung von EPDs fördert somit die Transparenz und unterstützt die Bemühungen um nachhaltiges Bauen.

5.2.3 Materialien

Die Auswahl der richtigen Materialien ist ein wesentlicher Aspekt der Ressourceneffizienz im Bauwesen. Nachhaltige Materialien zeichnen sich durch ihre geringe Umweltbelastung, ihre Langlebigkeit und ihre Fähigkeit zur Wiederverwertung aus. Dazu gehören Materialien, die aus erneuerbaren Ressourcen stammen, recycelte Inhalte enthalten oder so konzipiert sind, dass sie am Ende ihrer Lebensdauer leicht wiederverwendet oder recycelt werden können.

Ein tiefgehendes Verständnis der Eigenschaften und der Umweltauswirkungen verschiedener Baustoffe ist für die Planung und Errichtung ressourceneffizienter und nachhaltiger Gebäude wesentlich. Nachhaltige Materialien sind eine grundlegende Voraussetzung für die Kreislaufwirtschaft und tragen zur Schaffung gesunder und nachhaltiger Lebensräume bei. Konventionelle Baustoffe können weiterentwickelt werden, um den Energieverbrauch für die Produktion, die materielle Zusammensetzung und ihrer Wiederverwendbarkeit zu verbessern. Neue Baustoffe können als Ersatz konventioneller Baustoffe dienen. Die Verwendung der LCA-

Nomenklatur ermöglicht dabei eine einheitliche und transparente Bewertung der Umweltauswirkungen der Materialien über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg.

5.2.4 Rückbau und Zerlegbarkeit

Der Rückbau und die Zerlegbarkeit von Bauwerken sind zentrale Aspekte der Ressourceneffizienz und der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen. Rückbaufreundliche Konstruktionen ermöglichen es, Gebäude am Ende ihrer Lebensdauer effizient zu demontieren und die Materialien für neue Bauprojekte wiederzuverwenden, was den Bedarf an neuen Rohstoffen reduziert und Bauabfälle minimiert.

Rückbaufreundliche Konstruktionen sind nicht nur theoretische Ansätze, sondern wurden sowohl baugeschichtlich als auch in aktuellen innovativen Bauprojekten erfolgreich umgesetzt. Diese Projekte zeigen, dass durch einfach demontierbare Verbindungen und die Planung modularer, flexibler Strukturen erhebliche Verbesserungen in der Ressourceneffizienz erzielt werden können. Die Berücksichtigung von Rückbauaspekten bereits in der Planungsphase eines Gebäudes trägt erheblich zur Ressourceneffizienz und zur Reduktion der Umweltauswirkungen bei. Dies fördert die Nachhaltigkeit im Bauwesen und unterstützt die Ziele der Kreislaufwirtschaft.

Lehrstoff und Lehraufgaben Thema 2: Ressourceneffizienz

1. Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung (LCSA)

a. Lehrstoff:

- i. Kontextualisierung LCA (Ökobilanzierung) + Bauen/SDGs
- ii. Begrifflichkeit, Einführung in die Konzepte und Phasen der LCA (Ökobilanz)
- iii. Methoden zur Datenerhebung und -auswertung in einer LCA (Ökobilanz)
- iv. Anwendung von LCA auf verschiedene Bauprodukte und -prozesse
- v. Interpretation von LCA Ergebnissen und deren Bedeutung für Bauplanung/ -ausführung
- vi. Datenbanken und Tools - Indikatoren/Datengrundlage

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse der LCA Konzepte, Phasen gemäß zugrundeliegenden Normen
- ii. Kenntnis über Methoden zur Bewertung von Materialien, Prozessen und Technologien hinsichtlich ihrer Ressourceneffizienz und Umweltverträglichkeit
- iii. Durchführung von LCSA für eine funktionelle Einheit aus einem Bauprojekt, um Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus zu berechnen

- iv. Vergleich von LCA-Ergebnissen für eine funktionelle Einheit aus einem Bauprojekt

2. Umweltproduktdeklaration

a. Lehrstoff:

- i. Definition & Zweck von EPDs
- ii. Aufbau und Struktur einer EPD
- iii. Interpretation von EPD-Daten und -informationen
- iv. Vergleich von EPDs verschiedener Bauprodukte
- v. Lesen und verstehen der Datengrundlagen z.B. EPDs

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über einschlägige Datenbanken und EPDs
- ii. Kenntnisse über Zweck und Bedeutung von Umweltproduktdeklarationen
- iii. Anwendung von EPDs verschiedener Baustoffe und Produkte
- iv. Verwendung von Umweltproduktdeklarationen, um die Umweltauswirkungen verschiedener Baustoffe und Produkte zu verstehen und zu vergleichen

3. Materialien

a. Lehrstoff:

- i. Eigenschaften und Herstellung versch. Baustoffe und deren Umweltauswirkungen
- ii. Bewertung von Materialien hinsichtlich ihrer Umweltauswirkung und Nachhaltigkeit
- iii. Alternativen zu konventionellen Baustoffen ohne nennenswerte Umweltbelastung
- iv. LCA Nomenklatur

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über Herkunft, Herstellung, Rohstoff, Verarbeitung und Entsorgung von Baustoffen
- ii. Kenntnisse über nachhaltige innovative Baustoffe und deren Umweltbelastung
- iii. Fähigkeit zur Materialienbewertung und deren Umweltauswirkungen
- iv. Kenntnisse über Produktionsprozessen und Lieferketten im Baubereich

4. Rückbau und Zerlegbarkeit

a. Lehrstoff:

- i. Prinzipien des rückbaufreundlichen der Planung & Konstruktion
- ii. Planungsstrategien für erleichterte Entsorgung und Wiederverwendung von Baumaterialien
- iii. Berücksichtigung von Rückbauaspekten in bautechnischen Planungsprozessen
- iv. Rückbaufreundliche Gebäudekonzepte und deren Umsetzung in der Praxis
- v. Innovative nachhaltige Bauprojekte
- vi. Umweltwirkung/Abfallwirtschaft

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über die Prinzipien der rückbaubaren Planung und Konstruktion
- ii. Fähigkeit zur Anwendung von Planungsstrategien zur optimierten Entsorgung
- iii. Kenntnisse zur Bewertung der Rückbau- und Demontagefähigkeit von Bauwerken

5.3 Sanierung

Diese allgemeinen Kompetenzen aus Kapitel 5.1 sind die Grundlage für spezifische Maßnahmen im Bereich der Ressourceneffizienz und Sanierung, die in diesem Kapitel behandelt werden.

5.3.1 Bestandsaufnahme

Eine gründliche Bestandsaufnahme ist der erste Schritt im Sanierungsprozess und entscheidend für den Erfolg der nachfolgenden Maßnahmen. Sie umfasst die detaillierte Erfassung des aktuellen Zustands eines Gebäudes, einschließlich der baulichen, technischen und energetischen Aspekte. Dabei werden vorhandene Baumaterialien, Konstruktionselemente und technische Installationen auf ihre Funktionstüchtigkeit und Effizienz hin überprüft. Drauf aufbauend können gezielte Sanierungsmaßnahmen geplant werden, um vorhandene Strukturen weiter zu nutzen und zu verbessern. Dadurch werden Ressourcen geschont und Kosten optimiert.

5.3.2 Maßnahmen für die konstruktive, technische und thermische Sanierung

Die Sanierung von Gebäuden umfasst eine Vielzahl von Maßnahmen, die darauf abzielen, die strukturelle Integrität, die technische Ausstattung und die thermische Effizienz zu verbessern. Konstruktive Sanierungsmaßnahmen beinhalten Verstärkungen oder Erneuerungen tragender Elemente, um die Tragsicherheit des Gebäudes zu gewährleisten. Technische Sanierungen beziehen sich auf die

Modernisierung von Elektro- und Sanitärinstallationen sowie Heizungs- und Lüftungssystemen. Thermische Sanierungen konzentrieren sich auf die Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen wie die Dämmung von Außenwänden, Dach und Keller sowie den Austausch ineffizienter Fenster und Türen unter Einhaltung aller bauphysikalischen Anforderungen.

5.3.3 Nachverdichtung

Nachverdichtung bezeichnet die effizientere Nutzung von bereits bebauten Flächen, um zusätzlichen Wohn- oder Nutzraum zu schaffen. Dies kann durch die Aufstockung bestehender Gebäude, den Ausbau von Dachgeschossen oder die Nutzung bisher ungenutzter Flächen erfolgen. Nachverdichtung trägt zur Ressourceneffizienz bei, indem sie den Flächenverbrauch minimiert und bestehende Infrastrukturen besser ausnutzt. Ein zentraler Aspekt dabei ist die Entwicklung von Nachverdichtungskonzepten für realistische Szenarien, die auf die spezifischen Gegebenheiten und Anforderungen eines Projekts zugeschnitten sind.

Die Untersuchung von Fallstudien erfolgreicher Nachverdichtungsprojekte bietet wertvolle Erkenntnisse und Best-Practice-Beispiele, die bei der Planung und Umsetzung neuer Projekte berücksichtigt werden können. Diese Fallstudien zeigen, wie bestehende Strukturen effizient genutzt und erweitert werden können, um zusätzlichen Raum zu schaffen, ohne den ökologischen Fußabdruck nennenswert zu vergrößern. Durch die Integration moderner Bau- und Energiestandards in Nachverdichtungsprojekte wird zudem die Energieeffizienz erhöht und die Umweltbelastung reduziert.

5.3.4 Wartungsmaßnahmen

Regelmäßige Wartungsmaßnahmen sind essenziell, um die Lebensdauer von Gebäuden zu verlängern und deren Funktionalität zu erhalten. Diese Maßnahmen umfassen die Inspektion und Instandhaltung von Bauteilen und technischen Anlagen, um Schäden frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Eine Wartungsstrategie hilft dabei, unvorhergesehene Ausfälle zu vermeiden und die Betriebskosten zu senken. Wartungsmaßnahmen tragen nicht nur zur Werterhaltung von Gebäuden bei, sondern fördern auch die Nachhaltigkeit, indem sie den Bedarf an größeren, ressourcenintensiveren Sanierungen verringern und die Nutzungsdauer erhöhen.

5.3.5 Monitoring, Sensorik, Smart Building

Moderne Technologien im Bereich Monitoring und Sensorik ermöglichen eine kontinuierliche Überwachung des Gebäudezustands und der Betriebseffizienz. Smart Building-Systeme integrieren verschiedene Sensoren

und Steuerungstechnologien, um den Energieverbrauch zu optimieren, die Innenraumqualität zu verbessern und die Wartung zu automatisieren. Diese Systeme können beispielsweise die Heiz- und Kühlsysteme basierend auf der tatsächlichen Nutzung regulieren, Leckagen frühzeitig erkennen oder den Energieverbrauch in Echtzeit analysieren. Durch die Implementierung solcher Technologien wird die Ressourceneffizienz erheblich gesteigert, und die Betriebskosten werden langfristig gesenkt.

Lehrstoff und Lehraufgaben Thema 3: Sanierung

1. Bestandsaufnahme

a. Lehrstoff:

- i. Einführung in die Methoden und Techniken zur Bestandsaufnahme von Gebäuden
- ii. Erläuterung der Bedeutung der Bestandsaufnahme für die Sanierungsplanung und Nachnutzung
- iii. Praktische Übungen zur Durchführung einer Bestandsaufnahme unter Berücksichtigung bautechnischer und energetischer Aspekte

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über die Methoden und Techniken zur Gebäudebestandsaufnahme
- ii. Fähigkeit zur Durchführung einer Bestandsaufnahme unter Berücksichtigung bautechnischer und energetischer Aspekte
- iii. Fähigkeit zur Bewertung des Zustands von Gebäuden/Infrastrukturen hinsichtlich Energieeffizienz, Nachhaltigkeit/Sanierungsbedarf

2. Maßnahmen für die konstruktive, technische und thermische Sanierung

a. Lehrstoff:

- i. Vorstellung verschiedener Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Effizienz von Gebäuden
- ii. Vertiefung in die Details und Anwendungsbereiche von Dämmung, Fenstertausch, Heizungsmodernisierung und anderen Sanierungsmaßnahmen
- iii. Diskussion über die ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über die Maßnahmen zu Verbesserung der energetischen Gebäudeeffizienz
- ii. Fähigkeit zur Bewertung von Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Energieeinsparpotenziale und Umweltauswirkungen.

3. Nachverdichtung

a. Lehrstoff:

- i. Erklärung der Konzepte und Planungsprinzipien der Nachverdichtung
- ii. Untersuchung von Fallstudien erfolgreicher Nachverdichtungsprojekte
- iii. Entwicklung von Nachverdichtungskonzepten für realistische Szenarien

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über die Konzeption und Planung von Nachverdichtungsprojekten unter Berücksichtigung von Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit.
- ii. Fähigkeit zur Planung und Umsetzung von Nachverdichtungsprojekten unter Berücksichtigung von ökologischen, sozialen und ökonomischen Faktoren.

4. Wartungsmaßnahmen

a. Lehrstoff:

- i. Identifizierung typischer Wartungsmaßnahmen für verschiedene Bauteile und Gebäudesysteme / Nachhaltigkeit im Facility Management
- ii. Schulung in der Durchführung und Planung von Wartungsarbeiten
- iii. Diskussion über die Bedeutung regelmäßiger Wartungsmaßnahmen für die langfristige Gebäudeherstellung

b. Green Skills:

- i. Fähigkeit zur Identifizierung und Priorisierung von Wartungsbedarf und -maßnahmen für bestehende Gebäude und Infrastrukturen.
- ii. Kenntnisse in der Planung und Durchführung von präventiven Instandhaltungsmaßnahmen zur Erhaltung der Funktionalität und Energieeffizienz von Gebäuden.

5. Monitoring, Sensorik, Smart Building

a. Lehrstoff:

- i. Erklärung der Funktionsweise von Monitoring- und Sensorik-Systemen
- ii. Diskussion über die Potentiale und Risiken von Smart-Building-Lösungen
- iii. Praktische Übungen zur Programmierung und Nutzung von Smart-Building-Systemen

b. Green Skills:

- i. Kenntnis von Monitoring- und Sensorsystemen zur Erfassung und Analyse von Energieverbrauch und -effizienz in Gebäuden.
- ii. Fähigkeit zur Integration von Smart-Building-Technologien zur Optimierung des Energieverbrauchs und zur Steigerung der Nachhaltigkeit bestehender Gebäude.
- iii. Fähigkeit zur Programmierung und Nutzung von Smart-Building-Systemen

5.4 Energieeffizienz, Energienutzung und Energieresilienz

Die aktuelle Energy Performance of Buildings Directive⁴ (EPBD) sieht sehr ambitionierte Ziele im Hinblick auf die Energieeffizienz sowohl für neu zu errichtende Gebäude als auch für Gebäudesanierungen vor. Bis 2050 sollten alle Gebäude in der EU „Nullemissionsgebäude“ sein. Unter einem „Nullemissionsgebäude“ ist demnach ein Gebäude zu verstehen, welches nach Anhang I der Verordnung eine bestimmte Gesamtenergieeffizienz aufweist indem gem. Artikel 11:

- **keine** Energie oder eine **sehr geringe Energiemenge** benötigt,
- **keine CO₂-Emissionen** aus fossilen Brennstoffen **am Standort** verursacht und
- **keine** oder eine **sehr geringe Menge an betriebsbedingten Treibhausgasemissionen** verursacht.

Mit der Novellierung der EPBD im April 2024 ist in der Verordnung nun ein konkreter Zeitplan festgelegt welcher, neben dem Einführen von länderspezifischen Grenzwerten für THG-Emissionen, auch deren nunmehr lebenszyklusbasierte Berechnung geregelt ist. Neben den betriebsbedingten Emissionen gewinnen gem. IPCC-Assessment Report (Lee et al.) auch die sogenannten „grauen Emissionen“ (engl. embodied emissions) sowohl qualitativ als auch quantitativ an Bedeutung. Im Bauwesen bedarf es daher einer tiefgreifenden Transformation und damit auch neuer Green Skills um den Herausforderungen hinreichend nachkommen zu können.

5.4.1 Energieausweiserstellung

Die Kenntnis über die Gesamtenergieperformance von Gebäuden ist entscheidend, um sowohl die im Zuge des Lebenszyklus von Gebäuden auftretenden Energiebedarfe zu erfassen, interpretieren und ggfls. optimieren zu können. Der Energieausweis resp. dessen Daten bieten auch vielfach die Basis im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden. Die Kenntnisse über die Funktionsweise und Anwendungsmöglichkeiten dieser Methode ist daher ein wichtiger Faktor im Hinblick auf die Erreichung der Klimaziele.

Der relevante Lehrstoff beinhaltet hier die Einführung in die Methoden und Standards zur Berechnung von Energieausweisen sowie einer Erläuterung der Bedeutung von Energieausweisen für die energetische Bewertung von Gebäuden. Praktische Übungen zur Durchführung von Energieausweisberechnungen unter

⁴ Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings

Verwendung von aktuell verfügbaren Softwaretools sowie die Möglichkeit zur Bilanzierung der ökologischen Wirkungen eines Gebäudes mit Hilfe dieser Softwaretools ergänzen den Lehrstoff.

Nachstehende Green Skills sollen damit vermittelt werden:

- Kenntnisse über Methoden und Standards zur Energieausweisberechnung
- Fähigkeit zur Energieausweisberechnung und zur Erstellung von Energieausweisen
- Interpretation über die Softwaretools zur Energieausweisberechnung

5.4.2 Energieeffizientes und resilientes Entwerfen und Planen

Die gestiegenen Anforderungen hinsichtlich einer lebenszyklusweiten Bilanzierung der Treibhausgasemissionen von Gebäuden (siehe EPBD sowie der Vorschlag betreffend die Überarbeitung der Construction Product Regulation⁵) erfordert gerade auch im Planungsprozess ein Umdenken. Neben der Optimierung resp. Reduktion der betriebsbedingten Emissionen durch z. B. energieeffiziente Gebäudehüllen und gebäudetechnische Anlagen ist nun auch die Bewertung der Umweltleistung der Konstruktion und damit die Optimierung resp. Reduktion der grauen Emissionen von Bauprodukten von Bedeutung. Weiters sollen Faktoren wie Extremwetterereignisse (Hitze, Hagel, Starkregen, Blackout, etc..) verstärkt in der Planung mitgedacht werden und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Entwurf bewertet werden.

Der relevante Lehrstoff beinhaltet hier die Vorstellung von Gestaltungsprinzipien und Planungsstrategien für energieeffiziente und resiliente Gebäude sowie die Diskussion über passive Solarnutzung, effiziente Gebäudehüllen, erneuerbare Energien (Heizen und Kühlen) und technologische Lösungen zur Energieeinsparung (Suffizienzstrategie). Das Lehrangebot wird durch eine Projektarbeit zur Entwicklung von energieeffizienten und resilienten Gebäudeentwürfen mit Berücksichtigung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten abgerundet.

Nachstehende Green Skills sollen damit vermittelt werden:

- Kenntnisse über Gestaltungs- und Planungsstrategien für energieeffiziente und resiliente Gebäude
- Fähigkeit zur Entwicklung energieeffizienter und resilienter Gebäudeentwürfe
- Fähigkeit zur Integration von energieeffizienten und resilienten Prinzipien in Bauprojekte von der Planungsphase bis zur Umsetzung

⁵ Europäische Kommission (27.6.24)

5.4.3 Grundlagen der Energieversorgung und nachhaltige Energiesysteme für Hochbauten

Gemäß dem aktuellen Global Status Report for Buildings and Construction sind Gebäude für rd. 37% der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. Ein großer Teil ist dabei u. a. auf die Emissionen aus der Energiebereitstellung zurückzuführen. Die Kenntnis der Schüler:innen über nachhaltige Energieversorgungssysteme sowie nachhaltige Energiesysteme ist ein entscheidender Faktor im Hinblick auf die Erreichung der Dekarbonisierungsziele.

Der Lehrstoff beinhaltet neben der Vermittlung von Wissen über verschiedene Energieträger und nachhaltige Energiesysteme eine Vertiefung in den Themen wie Energiemix, Solarenergie, Wärmepumpen, Wasserstofftechnologie und deren Anwendung in der Bautechnik. Um den praktischen Bezug vermitteln zu können, sollen Exkursionen zu Gebäuden mit nachhaltigen Energiesystemen zur praktischen Anschauung und Analyse dienen.

Nachstehende Green Skills sollen damit vermittelt werden:

- Kenntnisse über versch. Energiequellen und -technologien, einschließlich Energien wie Solarenergie und Windkraft
- Verständnis für nachhaltige Energiesysteme und deren Integration in Hochbauten zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und der Umweltbelastung
- Fähigkeit zur Anwendung unterschiedlicher nachhaltiger Energiesysteme in der Praxis

5.4.4 Anpassungsfähige Gebäude

Die Nutzung von Gebäuden ist über den Lebenszyklus eines Gebäudes für den Großteil des Energieverbrauchs (Nutzenergie) verantwortlich. Zudem sind Gebäude im Lebenszyklus zahlreichen Nutzungsänderungen ausgesetzt. Um ein Gebäude auf diese Nutzungsänderungen vorbereiten zu können, muss es auf der einen Seite (leicht) anpassbar im Hinblick auf allfällige Änderungen an der Gebäudestruktur resp. im Ausbau (d.h. kreislauffähig - siehe auch das Thema „Ressourceneffizienz“) sein und auf der anderen Seite anpassbar im Hinblick auf nutzungsspezifische Änderungen betreffend die Gebäudetechnik. Weiters soll durch anpassungsfähige Gebäude auch eine einfache Adaptierbarkeit infolge technischer Erneuerung ermöglicht werden, um auf diese Weise die Optimierungspotenziale in der energieintensiven Nutzungsphase von Gebäuden hinreichend ausschöpfen zu können.

Der Lehrstoff beinhaltet neben der Vermittlung von Kenntnissen über Automatisierungstechnologien für Gebäude zur Optimierung des Energieverbrauchs und zur Verbesserung des Raumkomforts auch die

Schulung in der Programmierung und Steuerung von automatisierten Systemen zur Verbesserung der Energieeffizienz. Die Analyse von Fallbeispielen zur erfolgreichen Implementierung von Gebäudeautomatisierung und deren Auswirkungen auf den Energieverbrauch stellt den Bezug zur praktischen Anwendung her.

Nachstehende Green Skills sollen damit vermittelt werden:

- Kenntnisse über Automatisierungstechnologien für Gebäude zur Optimierung des Energieverbrauchs und zur Verbesserung des Raumkomforts
- Fähigkeit zur Analyse von Gebäudeautomatisierungen
- Fähigkeit intelligente Gebäudemanagementsysteme zu integrieren, um die Energieeffizienz zu steigern und den Ressourcenverbrauch zu reduzieren

Lehrstoff und Lehraufgaben Thema 4: Energieeffizienz, Energienutzung und Energieresilienz

1. Energieausweiserstellung

a. Lehrstoff:

- i. Einführung in die Methoden und Standards zur Berechnung von Energieausweisen
- ii. Erläuterung der Bedeutung von Energieausweise für die energetische Bewertung von Gebäuden
- iii. Praktische Übungen zur Durchführung von Energieausweisberechnungen unter Verwendung von Softwaretools

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über Methoden und Standards zur Energieausweisberechnung
- ii. Fähigkeit zur Energieausweisberechnung und zur Erstellung von Energieausweisen
- iii. Interpretation über die Softwaretools zur Energieausweisberechnung
- iv. Fähigkeit zur Bewertung des Energieverbrauchs und der -effizienz von Gebäuden und Infrastrukturen

2. Energieeffizientes und resilientes Entwerfen und Planen

a. Lehrstoff:

- i. Vorstellung von Gestaltungsprinzipien und Planungsstrategien für energieeffiziente und resiliente Gebäude
- ii. Diskussion über passive Solarnutzung, effiziente Gebäudehüllen, erneuerbare Energien und technologische Lösungen zur Energieeinsparung
- iii. Projektarbeit zur Entwicklung von energieeffizienten Gebäudeentwürfen mit Berücksichtigung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über Gestaltungs- und Planungsstrategien für energieeffiziente und resiliente Gebäude
- ii. Fähigkeit zur Entwicklung energieeffizienter und resilienter Gebäudeentwürfe
- iii. Fähigkeit zur Integration von energieeffizienten Prinzipien in Bauprojekte von der Planungsphase bis zur Umsetzung
- iv. Fähigkeit zur Bewertung und Optimierung von Gebäudekonzepten hinsichtlich ihrer Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Resilienz

3. Grundlagen der Energieversorgung und nachhaltige Energiesysteme für Hochbauten

a. Lehrstoff:

- i. Vermittlung von Wissen über verschiedene Energieträger und nachhaltige Energiesysteme
- ii. Vertiefung in Themen wie Energiemix, Solarenergie, Wärmepumpen, Wasserstofftechnologie und deren Anwendung in der Bautechnik
- iii. Exkursionen zu Gebäuden mit nachhaltigen Energiesystemen zur praktischen Anschauung und Analyse

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über versch. Energiequellen und -technologien, einschließlich Energien wie Solarenergie und Windkraft
- ii. Verständnis für nachhaltige Energiesysteme und deren Integration in Hochbauten zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und der Umweltbelastung.
- iii. Fähigkeit zur Anwendung unterschiedlicher nachhaltiger Energiesysteme in der Praxis

4. Anpassungsfähige Gebäude

a. Lehrstoff:

- i. Einführung in die Automatisierungstechnologien für Gebäude wie intelligente Gebäudetechnik und Gebäudeleittechnik
- ii. Schulung in der Programmierung und Steuerung von automatisierten Systemen zur Verbesserung der Energieeffizienz
- iii. Analyse von Fallbeispielen zur erfolgreichen Implementierung von Gebäudeautomatisierung und deren Auswirkungen auf den Energieverbrauch

b. Green Skills:

- i. Kenntnisse über Automatisierungstechnologien für Gebäude zur Optimierung des Energieverbrauchs und zur Verbesserung des Raumkomforts
- ii. Fähigkeit zur Analyse von Gebäudeautomatisierungen
- iii. Fähigkeit intelligente Gebäudemanagementsysteme zu integrieren, um die Energieeffizienz zu steigern und den Ressourcenverbrauch zu reduzieren

5.5 Infrastrukturbau

Die Berücksichtigung der Treibhausgasemissionen im Zuge der Planung, Umsetzung des Abbruchs/Rückbau von Infrastrukturbauwerken gewinnt zunehmend an Bedeutung. Mittels der Methode der lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung (LCSA) sollen künftig die ökologischen, ökonomischen und sozialen Wirkungen von Infrastrukturbauwerken erfasst werden. Im Hinblick auf die Erreichung der Green Skills ist hier vor allem die Methode der Ökobilanzierung von Bedeutung, mit welcher die lebenszyklusweiten Emissionen von Infrastrukturbauwerken erfasst und im Zuge der Planung optimiert/reduziert werden können. Durch den, im Vergleich zum Hochbau, geräteintensiven Infrastrukturbau ist die Kenntnis über alternative Baumethoden, Bauverfahren und den Einsatz von emissionsarmen Baugeräten von besonderer Bedeutung. Neben einer nachhaltigen Wartung und Sanierung von Infrastrukturbauwerken ist auch die Resilienz dieser Bauwerke gegenüber aktuellen Krisen (wie der Klimakrise, Energiekrise) und damit die Kenntnis über die verschiedenen Einflussfaktoren und möglichen Anpassungsmaßnahmen wichtig.

5.5.1 Baustoffe und Baumaterialien

Infrastrukturbauprojekte (wie Tunnel- oder Brückenbauprojekte) sind neben dem hohen Einsatz von Baustoffen und Baumaterialien mit einem intensiven Geräteeinsatz (z.B. für den Abbruch und Transport von Materialien) verbunden. Die CO₂-Einsparung im Bauprozess kann durch die Anwendung von alternativen, CO₂-sparenden Baumethoden und Bauverfahren sowie den Einsatz von Recyclingmaterialien und die Anwendung von neuen Baustoffen und Materialien erfolgen. Neben den betriebsbedingten Emissionen gewinnen die grauen Treibhausgasemissionen der Baumaterialien nicht zuletzt aufgrund der langen Lebensdauern von Infrastrukturbauwerken zunehmend an Bedeutung.

Der Lehrstoff beinhaltet neben der Vermittlung der Vermittlung allgemeiner Methoden zur Dekarbonisierung von Bauprozessen auch die Schulung über CO₂-reduzierte Baumaterialien wie neue Betone, Spritzbetone, Recyclingbetone, die Kenntnis über die Wiederverwendung von Betonabbruchmaterial sowie Anwendungsmöglichkeiten CO₂-armer Baugeräte.

Nachstehende Green Skills sollen damit vermittelt werden:

- Fähigkeit, verschiedene Methoden und Verfahren zur Dekarbonisierung des Bauprozesses zu verstehen und anzuwenden, um die CO₂-Emissionen zu reduzieren

- Einschätzung des ökologischen Einflusses des Bauverfahrens sowie das Beschreiben von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung von Baugeräten
- Kenntnis von Konzepten für die CO₂-arme Baustelle, energie- und CO₂-optimierte Bauverfahren und Baugeräte sowie die Nutzung erneuerbarer Energien im Infrastrukturbau
- Kenntnis zu grundlegenden Eigenschaften von CO₂-reduzierten Baumaterialien wie Betonen, Spritzbetonen, Recyclingbetone
- Kenntnis von Anwendungsfällen in der Wiederverwendung von Betonabbruchmaterial

5.5.2 Wartung und Sanierung

Eine nachhaltige Sanierung und Wartung von Infrastrukturbauwerken ist aufgrund der langen Lebensdauern wie Tunnelbaubauwerken von entscheidender Bedeutung zur Erreichung der globalen Dekarbonisierungsziele. Mittels Bauverfahren wie der integralen Brückenbauweise, grabungsfreien Technologien oder der Anwendung der Prinzipien des zirkulären Bauens können die lebenszyklusweiten CO₂-Emissionen von Infrastrukturbauweisen bereits im Zuge der Planungsphase entsprechend optimiert und reduziert werden.

Der Lehrstoff beinhaltet neben nachhaltigen Wartungs- und Sanierungsmethoden im Tunnel- und Brückenbau (z.B. integrale Brückenbauweise) die Vermittlung von neuen, alternativen Technologien (wie der grabungsfreien/grabungsfreien Technologien im Leitungs- und Tiefbau) zur CO₂-Optimierung, die Vermittlung der Prinzipien des zirkulären/kreislaufgerechten Bauens sowie die für die Planungsphase möglichen integrierbaren Smart Construction Technologien (IoT, KI) z.B. für die Überwachung von Tunnel- und Brückenbauwerken sowie für die Optimierung von Sanierungs- und Wartungsprozessen.

Nachstehende Green Skills sollen damit vermittelt werden:

- Kompetenz in der Planung und Durchführung nachhaltiger Wartungs- und Sanierungsmaßnahmen im Tunnel-/Brückenbau, z.B. integrale Brückenbauweise
- Kenntnis von neuen/alternativen Technologien wie der grabungsfreien und -losen Technologien im Leitungs- und Tiefbau
- Anwendung von Prinzipien des zirkulären Bauens, inkl. der Wiederverwendung/Recyclings von Baumaterialien

5.5.3 Technische Infrastruktur/Anlagen

Infolge der Klima- und Energiekrise ist die Planung und Ausführung von widerstandsfähigen Infrastrukturbauten entscheidend um die (ökologischen) Aufwendungen während des Lebenszyklus möglichst gering zu halten. Dies betrifft z.B. die Berücksichtigung von künftigen klimatischen Verhältnissen (Extremwetterereignisse) bereits im Zuge der Planung, um mögliche Auswirkungen der Folgen des Klimawandels auf die Infrastruktur abzufedern. Weiters ist dazu auch eine integrative Betrachtung der blauen (natürliche und künstliche Wasserressourcen und -systeme), der grünen (natürliche und menschengemachte Grünflächen und Vegetation) sowie der braunen (versiegelte Flächen) Infrastruktur von Bedeutung. Das Wissen über die Möglichkeiten und Grenzen einer klimawandelangepassten Planung der technischen Infrastruktur ist eine wichtige Voraussetzung, um eine nachhaltige und sozial verträgliche Nutzung unserer Infrastrukturbauwerke zu ermöglichen.

Der Lehrstoff beinhaltet neben einer Einführung in das Thema der resilienten Infrastrukturen auch den Bezug zur integrierten Planung und Umsetzung sowie die Auswirkung auf die blaue, grüne und braune Infrastruktur. Weiters soll anhand von praktischen Beispielen die Planung um Umsetzung von klimawandelangepassten Infrastrukturbauwerken vorgestellt werden.

Nachstehende Green Skills sollen damit vermittelt werden:

- Fähigkeit, resiliente Infrastrukturen zu planen und umzusetzen, die Schutz vor Extremwetterereignissen bieten
- Bewertung und Implementierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit techn. Infrastrukturen
- Kenntnisse über die Integration von blauen, grünen und braunen Infrastrukturen für die städtische Umweltqualität/Klimaanpassung

Thema 5 Infrastrukturbau

1. Lebenszyklusbasierte Nachhaltigkeitsbewertung (LCSA)

a. Lehrstoff

- i. Kontextualisierung LCA (Ökobilanzierung) + Bauen/SDGs
- ii. Begrifflichkeit, Einführung in die Konzepte und Phasen der LCA (Ökobilanz)
- iii. Methoden zur Datenerhebung und -auswertung in einer LCA (Ökobilanz)
- iv. Anwendung von LCA auf verschiedene Bauprodukte und -prozesse
- v. Interpretation von LCA-Ergebnissen und deren Bedeutung für die Bauplanung und -ausführung
- vi. Datenbanken und Tools - Indikatoren/Datengrundlage

b. Green Skills:

- i. Verständnis der grundlegenden Konzepte und Phasen der LCA und deren Bedeutung im Kontext des Infrastrukturbaus und der nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) zu erläutern
- ii. Kompetenz in der Erhebung, Auswertung und Interpretation von Daten für die LCA spezifisch im Infrastrukturbau
- iii. Interpretation der LCSA-Ergebnisse und deren Bedeutung für Planung und Betrieb von Infrastrukturprojekten

2. Baustoffe und Baumaterialien / Bauprozess

a. Lehrstoff:

- i. Methoden zur Dekarbonisierung von Bauprozessen
- ii. Neue Betone (Spritz-, Recycling-, CO₂ reduzierte Betone
- iii. Wiederverwendung von Betonabbruch bzw. Aushub-/Ausbruchmaterial)
- iv. CO₂ arme Baustelle, Bauverfahren, Baumethoden und Baugeräte

b. Green Skills:

- i. Fähigkeit, verschiedene Methoden und Verfahren zur Dekarbonisierung des Bauprozesses zu verstehen und anzuwenden, um die CO₂-Emissionen zu reduzieren
- ii. Einschätzung des ökologischen Einflusses des Bauverfahrens sowie das Beschreiben von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung von Baugeräten
- iii. Kenntnis von Konzepten für die CO₂-arme Baustelle, energie- und CO₂-optimierte Bauverfahren und Baugeräte sowie die Nutzung erneuerbarer Energien im Infrastrukturbau
- iv. Kenntnis zu grundlegenden Eigenschaften von CO₂-reduzierten Baumaterialien wie Betonen, Spritzbetonen, Recyclingbetone/Asphalt
- v. Kenntnis von Anwendungsfällen in der Wiederverwendung von Betonabbruchmaterial

3. **Wartung und Sanierung**

a. **Lehrstoff:**

- i. Nachhaltige Wartung und Sanierung im Tunnel- und Brückenbau (z.B. integrale Brückenbauweise)
- ii. Grabungsfreie/grabungslose Technologien im Leitungs- und Tiefbau
- iii. Zirkuläres/kreislaufgerechtes Bauen
- iv. Smart Construction Technologien (KI/IoT) für den zur Überwachung von Tunnel/Brückenbauwerken und Optimierung von Sanierungs- und Wartungsprozessen.

b. **Green Skills:**

- i. Kompetenz in der Planung und Durchführung nachhaltiger Wartungs- und Sanierungsmaßnahmen im Tunnel-/Brückenbau, z.B. integrale Brückenbauweise
- ii. Kenntnis von grabungsfreien und grabungslosen Technologien im Leitungs- und Tiefbau
- iii. Anwendung von Prinzipien des zirkulären Bauens, inkl. der Wiederverwendung/Recyclings von Baumaterialien

4. **Technische Infrastruktur/Anlagen**

a. **Lehrstoff:**

- i. Resiliente Infrastrukturen (Schutz vor Extremwetterereignissen)
- ii. Blau, Grün, Braune Infrastruktur
- iii. Klimaangepasste Planung der technischen Infrastruktur

b. **Green Skills:**

- i. Fähigkeit, resiliente Infrastrukturen zu planen und umzusetzen, die Schutz vor Extremwetterereignissen bieten
- ii. Bewertung und Implementierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit techn. Infrastrukturen
- iii. Entwicklung und Umsetzung von Klimaanpassungsstrategien für techn. Infrastrukturen
- iv. Kenntnisse über die Integration von blau, grün, braunen Infrastrukturen für die städtische Umweltqualität/Klimaanpassung

6 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Studie beleuchtet die Notwendigkeit, den Lehrplan der Bautechnik der Sekundarstufe 2 (HTLs) um Green Skills möglichst zeitnah im Rahmen der bevorstehenden Lehrplanänderung zu erweitern und zu überarbeiten. Ziel dieser Studie war es, einen prototypischen Katalog zu entwickeln, der nicht nur den aktuellen Anforderungen gerecht wird, sondern auch zukünftige Trends im nachhaltigen Bauen berücksichtigt.

Die Methodik der Studie umfasste mehrere iterative Phasen: Beginnend mit einer umfassenden Recherche und Identifikation relevanter Green Skills, gefolgt von einem Abgleich und Vergleich dieser Skills mit dem bestehenden Lehrplan der HTLs. Durch die Formulierung spezifischer Bildungs- und Lehraufgaben und die Entwicklung detaillierter Lehrstoffe soll den zukünftigen Absolvent:innen einer Bautechnik HTL ein umfassendes Verständnis von nachhaltigem Bauen vermittelt werden. Begleitende Workshops und ein strukturierter Austausch mit Stakeholder:innen und Vertreter:innen von HTL's dienten der Validierung der erarbeiteten Inhalte. Die Ergebnisse der Studie umfassen die Definition und Relevanz von Green Skills im Bautechnikbereich sowie die Anwendung internationaler und nationaler Rahmenwerke wie den SDGs, Green Comp und Level(s). Eine Kompetenz-Matrix wurde erstellt, um Lücken und Synergien zwischen bestehenden Lehrinhalten und den neu integrierten Green Skills aufzuzeigen. Diese Ergebnisse bilden die Grundlage für eine umfassende Anpassung des Lehrplans.

Die Studie empfiehlt eine umfassende Anpassung und Erweiterung des Lehrplans in den fünf Themenfeldern: allgemeine Green Skills, Ressourceneffizienz, Sanierung, Energieeffizienz-Energienutzung und Energieresilienz sowie Infrastrukturbau, um die identifizierten Green Skills zu integrieren. Dazu gehören spezifische Lehrinhalte und Schlüsselqualifikationen, die notwendig sind, um zukünftige Bautechniker:innen auf die Herausforderungen einer nachhaltigen Bauindustrie vorzubereiten. Konkreter und spezifischer Lehrstoff und Lehraufgaben werden in den 5 Themenfelder in insgesamt 22 Kompetenzbereichen vorgeschlagen. In Summe sind diesen Kompetenzbereichen 84 Green Skills zugewiesen.

Die Baubranche steht vor zahlreichen Veränderungen und Trends im Bereich des nachhaltigen Bauens. Dazu gehört die zunehmende Bedeutung von lebenslangem Lernen und kontinuierlicher Weiterbildung. Ein besonderer Fokus wird zukünftig auch auf die Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) zu richten sein. KI wird, wie auch in anderen Branchen zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten im Bausektor bieten, wie Automatisierung, prädiktive Analysen und smartes Gebäudemanagement. Auch diese sehr dynamischen und teilweise nicht vorhersehbaren Entwicklungen werden eine kontinuierliche Anpassung des

Lehrplans erfordern, um zukünftige Bautechniker:innen auch auf eine digitalisierte und automatisierte Bauindustrie vorzubereiten.

Im zukünftigen Lehrplan müssen daher auch KI-bezogene Inhalte und digitale Kompetenzen als Querschnittskompetenzen integriert werden. Dies erfordert eine Förderung von interdisziplinärem Wissen und Zusammenarbeit zwischen Bauwesen, Informatik und Ingenieurwissenschaften, um den Anforderungen der modernen Bauindustrie gerecht zu werden.

Das in dieser Studie entwickelte Modell zur Integration von Green Skills ist nicht nur auf den Bautechnikbereich beschränkt. Es kann und sollte auch auf andere technische Fachrichtungen wie Maschinenbau und Informatik übertragen werden. Grundsätzlich wird von Seiten der Verfasser:innen die Integration von Green Skills in weiteren technischen Bereichen ebenfalls als wichtig erachtet. Dementsprechend sollte bei der zukünftigen Lehrplanentwicklung bzw. -gestaltung die Förderung des Austauschs und der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Disziplinen in einer zunehmend interdisziplinären Arbeitswelt aktiv unterstützt und forciert werden.

Zusammenfassend zeigt diese Studie die zentrale Bedeutung der Integration von Green Skills in den Lehrplan der HTLs auf. Sie legt die Basis für eine strukturierte Transformation der Bautechnikausbildung und bietet ein praktisches Rahmenwerk für die Ausbildung zukünftiger Bautechniker:innen. Diese sollen nicht nur technisch kompetent sein, sondern auch die Sensibilität und das Verständnis für nachhaltige Prinzipien entwickeln und in ihrem beruflichen Wirken anwenden.

Die Studie ruft aber auch zu weiterem Engagement und Zusammenarbeit zwischen den Bildungseinrichtungen und Qualifizierungslevels, der Baupraxis und Politik auf, um nachhaltige Baupraktiken und eine zukunftsorientierte Ausbildung zu fördern. Zukünftige HTL-Abgänger:innen sollen aktiv zur Gestaltung einer umweltfreundlicheren Bauindustrie beitragen können, was letztlich zur nachhaltigen Transformation der gesamten Branche führt.

Referenzen

- Aigner, E., Görg, C., Krisch, A., Madner, V., Muhar, A., & Novy, A. (2023). Technische Zusammenfassung. APCC SR Strukturen für ein klimafreundliches Leben. Retrieved from https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-662-66497-1_3?pdf=chapter%20toc
- Anderson, L. W. (Ed.) (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives (Complete ed.). New York, Munich: Longman.
- Anderson, L. W. (Ed.) (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives (Complete ed.). New York, Munich: Longman.
- Bernstein, P. G. (2023). GreenBuilding Information Modeling. Retrieved from <https://www.greenbuildingsolutions.org/blog/greenbuilding-information-modeling/>
- Biggs, J. B., & Tang, C. S. (2011). Teaching for quality learning at university: What the student does (4th ed.). SRHE and Open University Press Imprint. Maidenhead: McGraw-Hill/Society for Research into Higher Education/Open University Press.
- Bundesgesetzblatt (2015): BGBl. II Nr. 262/2015.
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2022). Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft: Die österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie.
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (24.11.23). Nachhaltigkeitsansatz der DGNB: Mehr als Grün: Was alles zum Prinzip des nachhaltigen Bauens gehört. Retrieved from <https://www.dgnb.de/de/nachhaltiges-bauen/nachhaltigkeitsansatz-der-dgnb>
- Dodd, N., Donatello, S., & Cordella, M. (Eds.) (2021). Level(s) – Ein gemeinsamer EU-Rahmen von Kernindikatoren für die Nachhaltigkeit von Büro- und Wohngebäuden, Benutzerhandbuch 1: Einführung in den gemeinsamen Level(s)-Rahmen (Version 1.1 der Veröffentlichung).
- Europäische Kommission (2010). Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Retrieved from <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/2021-01-01>
- Europäische Kommission (2020). Smart readiness indicator: The Smart readiness indicator (SRI) is a common EU scheme for rating the smart readiness of buildings.

- Europäische Kommission (2021). LEVEL(S): Grundsätze der Kohlenstoffbilanz in die Praxis umsetzen.
- Europäische Kommission (2022). GreenComp.: der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit.
Retrieved from <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128040>
- Europäische Kommission. (27.6.24). Construction Products Regulation (CPR). https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/construction-products-regulation-cpr_en
- Galarce-Miranda, C., Gormaz-Lobos, D. & Köhler, T. (2022).
- Gonzalez Almaguer, C. A., Maya López, M., Acuña López, A., Caballero Montes, E., Zubieta Ramírez, C. & Yarto Wong, M. C. (2020).
- Gornig, M., Michelsen, C., & Révész, H. (2021). Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe: Berechnungen für das Jahr 2020. BBSR-Online-Publikation. Bonn. Retrieved from https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-32-2021-dl.pdf;jsessionid=6460D137E1162161E4C7CD972ECAC8E0.live11314?__blob=publicationFile&v=3
- Heick, T. (2021). What Is Bloom's Taxonomy? A Definition For Teachers. Retrieved from <https://www.teachthought.com/learning/what-is-blooms-taxonomy/>
- Hernandez-de-Menendez, M., Morales-Menendez, R., Escobar, C. A. & McGovern, M. (2020). Competencies for Industry 4.0. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 14(4), 1511–1524. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00716-2>
- Improving the Digital and Pedagogical Competence in Engineering Educational Context. In PAEE/ALE'2023 International Conference on Active Learning in Engineering Education (S. 388–399).
- Ipser, C., Altmann-Mavaddat, N., Bruner-Lienhart, S., Ebner, A., Frick, D., Geissler, S., . . . Trnka, G. (2023). Build UP Skills – Austria: Analysis on the National Status Quo. Education and Training for Achieving the Energy and Climate Targets in the Austrian Building Sector. University for Continuing Education Krems. <https://doi.org/10.48341/3P36-RB65>
- Kennedy, D., Hyland, A., & Ryan, N. (2007). Writing and Using Learning Outcomes: a Practical Guide. Cork: University College Cork, 1–30. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/238495834_Writing_and_Using_Learning_Outcomes_A_Practical_Guide

- Krause, F. (2012). *Kompetenzen. Von der Entwicklung bis zur Überprüfung*. München und Ravensburg: GRIN Verlag.
- Kwauk, C., & Casey, O. (2021). *A new green learning agenda: Approaches to quality education for climate action*. Retrieved from <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2021/01/brookings-green-learning-final.pdf>
- Lassnig, L., & Vogtenhuber, S. (2007). *Status quo Lernergebnisorientierter Qualifikationsbeschreibungen in Österreich*. Retrieved from https://www.bmbwf.gv.at/euint/eubildung_nqr/nqr_analyse_08_15833.pdf?69ai1t
- Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., . . . Péan, C. IPCC, 2023: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Moon, J. (2004). *Linking Levels, Learning Outcomes and Assessment Criteria*. Exeter University. Retrieved from <http://bcbu.oulu.fi/Learoute.pdf>
- OeAD-GmbH (2023). *Green Skills und der NQR: Nationale Koordinierungsstelle für den NQR in Österreich*. Retrieved from <https://www.qualifikationsregister.at/green-skills-und-der-nqr/>
- Passer, A., Kreiner, H., & Röck, M. (2017). *IEA Energie in Gebäuden und Kommunen (EBC) Annex 57: Evaluierung der konstruktionsspezifischen CO₂-Emissionen und der grauen Energie*.
- Staub, T. (1/2017). *Eine Taxonomie für das Lernen, lehren und beurteilen: Eine Revision von Blooms Taxonomie der Lernziele*. Retrieved from <https://lerntool.ch/wp-content/uploads/2017/01/A-Taxonomy-for-Learning.pdf>
- STEM competency-based learning for engineering and design students of the educational model TEC21. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering and Product Design Education* (S. 1–6). <https://doi.org/10.35199/EPDE.2020.25>
- UN Environment and International Energy Agency (2022). *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector: 2022 Global Status Report for Buildings and Construction*.

Woschank, M. & Pacher, C. (2022). Competence-Based Realignment of Engineering Education at Higher Education Institutions: Using the Example of Industrial Logistics Engineering Project “CoR-ILog”. In D. T. Matt, R. Vidoni, E. Rauch & et al. (Hrsg.), *Managing and Implementing the Digital Transformation: Proceedings of the 1st International Symposium on Industrial Engineering and Automation ISIEA 2022* (S. 275–285). Springer International Publishing.

Zürcher, R. (2012). *Lernergebnisorientierung in der Erwachsenenbildung: Begriffe, Konzepte, Fragestellungen*. Wien. Retrieved from https://www.qualifikationsregister.at/wp-content/uploads/2018/11/Lernergebnisorientierung_BegriffeKonzepteFragestellungen_web.pdf

Anhang

Studienangebote zu Sanierung und Revitalisierung

- Sanierung und Revitalisierung - Planen und Entwerfen, Universität für Weiterbildung Krems
3700€, MSc, 4 Semester berufsbegleitend
<https://www.donau-uni.ac.at/de/studium/sanierung-und-revitalisierung.html>
- Building Rehabilitation, Universidade de Coimbra
3 Semester, 90 ECTS
<https://apps.uc.pt/courses/EN/course/6201>
- Methoden und Materialien zur nutzerorientierten Bausanierung, Bauhaus-Universität Weimar
4 Semester, 60 ECTS oder
6 Semester, 90 ECTS
80% online
3055 € pro Semester
für Architekt:innen und Ingenieur:innen
<https://www.uni-weimar.de/professionals/masterstudiengaenge/methoden-materialien-zur-nutzerorientierten-bausanierung/>
- Bauerhaltung - Bauen im Bestand und Bauwerkserhaltung, FH Potsdam
3 bzw. 4 Semester Teilzeit oder
4 bzw. 5 Semester Berufsbegleitend
90 ECTS
<https://www.fh-potsdam.de/studium-weiterbildung/studiengaenge/bauerhaltung-und-bauen-im-bestand-m-eng>
- Applied Building Repair and Conservation, Trinity College Dublin
15 Plätze, 2 Semester Teilzeit, NQF Level 9
<https://www.tcd.ie/courses/postgraduate/courses/applied-building-repair-and-conservation-pgraddip/>