

Strassenbauer und Strassenbauerin

IZT
Volker Handke
v.handke@izt.de
Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin
Webseite: www.pa-bbne.de
Telefon: 030-308088-19

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
1.1 BBNE und BNE - Ziele der Projektagentur PA-BBNE	2
1.2 Die Materialien der Projektagentur	3
1.3 Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung	4
1.3.1 Die Standardberufsbildposition “Umweltschutz und Nachhaltigkeit”	4
1.3.2 Die Berufsbildpositionen der Ausbildungsordnung und die Lernfelder	5
1.3.3 Modulare Rahmenaufgaben	6
1.3.4 Zielkonflikte und Widersprüche	6
1.3.5 Hinweis für handwerkliche, kaufmännische und Industrieberufe	7
2. Glossar	8
3. Literatur	8
4. Tabelle 1 - Die Standardberufsbildposition “Umweltschutz und Nachhaltigkeit”	10
5. Tabelle 2: Berufsbildpositionen und Lernfelder mit Bezug zur Nachhaltigkeit	13
6. Unterrichts- und Ausbildungsmodule	21
6.1 Klimawirksamkeit eingesetzter Energieträger im Betrieb	21
Aufgabenstellung:	22
6.2 Energie- und Klimaanalyse Baufahrzeuge und mobile Maschinen.	24
Aufgabenstellung:	24
6.3 Analyse der Baumaterialien und Abfallstoffe	24
Aufgabenstellung:	25
7. Zielkonflikte und Widersprüche	26
7.1 Die Effizienzfalle und Widersprüche	27
7.2 Beispielhafte Zielkonflikte	28

1. Einleitung

1.1 BBNE und BNE – Ziele der Projektagentur PA-BBNE

Das Ziel der „Projektagentur Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung“ (PA-BBNE) ist die Entwicklung von Materialien, die die um Nachhaltigkeit erweiterte neue Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ mit Leben füllen soll. Mit „Leben zu füllen“ deshalb, weil „Nachhaltigkeit“ ein Ziel ist und wir uns den Weg suchen müssen. Wir wissen beispielsweise, dass die Energieversorgung künftig klimaneutral sein muss. Mit welchen Technologien wir dies erreichen wollen und wie unsere moderne Gesellschaft und Ökonomie diese integriert, wie diese mit Naturschutz und Sichtweisen der Gesellschaft auszugestalten sind, ist noch offen.

Um sich mit diesen Fragen zu beschäftigen, entwickelt die PA-BBNE Materialien, die von unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden:

1. Zum einen widmen wir uns der beruflichen Ausbildung, denn die nachhaltige Entwicklung der nächsten Jahrzehnte wird durch die jungen Generationen bestimmt werden. Die duale berufliche Ausbildung orientiert sich spezifisch für jedes Berufsbild an den Ausbildungsordnungen (betrieblicher Teil der Ausbildung) und den Rahmenlehrplänen (schulischer Teil der Ausbildung). Hierzu haben wir dieses Impulspapier erstellt, das die Bezüge zur wissenschaftlichen Nachhaltigkeitsdiskussion praxisnah aufzeigt.
2. Zum anderen orientieren wir uns an der Agenda 2030. Die Agenda 2030 wurde im Jahr 2015 von der Weltgemeinschaft beschlossen und ist ein Fahrplan in die Zukunft (Bundesregierung o.J.). Sie umfasst die sogenannten 17 Sustainable Development Goals (SDGs), die jeweils spezifische Herausforderungen der Nachhaltigkeit benennen (vgl. Destatis 2022). Hierzu haben wir ein Hintergrundmaterial (HGM) im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE, vgl. BMBF o.J.) erstellt, das spezifisch für unterschiedliche Berufe ist.

1.2 Die Materialien der Projektagentur

Die neue Standardberufsbildposition gibt aber nur den Rahmen vor. Selbst in novellierten Ausbildungsordnungen in Berufen mit großer Relevanz für wichtige Themen der Nachhaltigkeit wie z.B. dem Klimaschutz werden wichtige Fähigkeiten, Kenntnissen und Fertigkeiten in den berufsprofilgebenden Berufsbildpositionen nicht genannt – obwohl die Berufe deutliche Beiträge zum Klimaschutz leisten könnten. Deshalb haben wir uns das Ziel gesetzt, Auszubildenden und Lehrkräften Hinweise im Impulspapier zusammenzustellen im Sinne einer Operationalisierung der Nachhaltigkeit für die unterschiedlichen Berufsbilder. Zur Vertiefung der stichwortartigen Operationalisierung wird jedes Impulspapier ergänzt durch eine umfassende Beschreibung derjenigen Themen, die für die berufliche Bildung wichtig sind. Dieses

sogenannte Hintergrundmaterial orientiert sich im Sinne von BNE an den 17 SDGs, ist faktenorientiert und wurde nach wissenschaftlichen Kriterien erstellt. Ergänzt werden das Impulspapier und das Hintergrundmaterial durch einen Satz von Folien, die sich den Zielkonflikten widmen, da „*Nachhaltigkeit das Ziel ist, für das wir den Weg gemeinsam suchen müssen*“. Und dieser Weg ist nicht immer gleich für alle Branchen, Betriebe und beruflichen Handlungen, da unterschiedliche Rahmenbedingungen in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökonomie, Ökologie und Soziales – gelten können. Wir haben deshalb die folgenden Materialien entwickelt:

1. BBNE-Impulspapier (IP): Betrachtung der Schnittstellen von Ausbildungsordnung, Rahmenlehrplan und den Herausforderungen der Nachhaltigkeit in Anlehnung an die SDGs der Agenda 2030. Das Impulspapier ist spezifisch für einen Ausbildungsberuf erstellt, fasst aber teilweise spezifische Ausbildungsgänge zusammen (z.B. den Fachmann und die Fachfrau zusammen mit der Fachkraft sowie die verschiedenen Fachrichtungen);
2. BBBNE-Hintergrundmaterial (HGM): Betrachtung der SDGs unter einer wissenschaftlichen Perspektive der Nachhaltigkeit im Hinblick auf das Tätigkeitsprofil eines Ausbildungsberufes bzw. auf eine Gruppe von Ausbildungsberufen, die ein ähnliches Tätigkeitsprofil aufweisen;
1. BBNE-Foliensammlung (FS) und Handreichung (HR): Folien mit wichtigen Zielkonflikten – dargestellt mit Hilfe von Grafiken, Bildern und Smart Arts für das jeweilige Berufsbild, die Anlass zur Diskussion der spezifischen Herausforderungen der Nachhaltigkeit bieten. Das Material liegt auch als Handreichung (HR) mit der Folie und Notizen vor.

1.3 Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung

1.3.1 Die Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“

Seit August 2021 müssen auf Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) bei einer Modernisierung von Ausbildungsordnungen die 4 neuen Positionen "Umweltschutz und Nachhaltigkeit", Digitalisierte Arbeitswelt", Organisation des Ausbildungsbetriebs, Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht" sowie "Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit" aufgenommen werden (BiBB 2021). Insbesondere die letzten beiden Positionen unterscheiden sich deutlich von den alten Standardberufsbildpositionen.

Diese Positionen begründet das BIBB wie folgt (BIBB o.J.a): "Unabhängig vom anerkannten Ausbildungsberuf lassen sich Ausbildungsinhalte identifizieren, die einen grundlegenden Charakter besitzen und somit für jede qualifizierte Fachkraft ein unverzichtbares Fundament kompetenten Handelns darstellen" (ebd.).

Die Standardberufsbildpositionen sind allerdings allgemein gehalten, damit sie für alle Berufsbilder gelten (vgl. BMBF 2022). Eine konkrete Operationalisierung erfolgt

üblicherweise durch Arbeitshilfen, die für alle Berufsausbildungen, die modernisiert werden, erstellt werden. Die Materialien der PA-BBNE ergänzen diese Arbeitshilfen mit einem Fokus auf Nachhaltigkeit und geben entsprechende Anregungen (vgl. BIBB o.J.b). Das Impulspapier zeigt vor allem in tabellarischen Übersichten, welche Themen der Nachhaltigkeit an die Ausbildungsberufe anschlussfähig sind.

Die neue Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ ist zentral für eine BBNE, sie umfasst die folgenden Positionen (BMBF 2022).

- a) *“Möglichkeiten zur Vermeidung betriebsbedingter Belastungen für Umwelt und Gesellschaft im eigenen Aufgabenbereich erkennen und zu deren Weiterentwicklung beitragen*
- b) *bei Arbeitsprozessen und im Hinblick auf Produkte, Waren oder Dienstleistungen Materialien und Energie unter wirtschaftlichen, umweltverträglichen und sozialen Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit nutzen*
- c) *für den Ausbildungsbetrieb geltende Regelungen des Umweltschutzes einhalten*
- d) *Abfälle vermeiden sowie Stoffe und Materialien einer umweltschonenden Wiederverwertung oder Entsorgung zuführen*
- e) *Vorschläge für nachhaltiges Handeln für den eigenen Arbeitsbereich entwickeln*
- f) *unter Einhaltung betrieblicher Regelungen im Sinne einer ökonomischen, ökologischen und sozial nachhaltigen Entwicklung zusammenarbeiten und adressatengerecht kommunizieren”*

Die Schnittstellen zwischen der neuen Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ werden in

- [Tabelle 1 - Die Standardberufsbildposition “Umweltschutz und Nachhaltigkeit”](#)

fortlaufend aufgezeigt. Mit Ausnahme der Position c) werden in der Tabelle alle Positionen behandelt. Die Position c) wird nicht behandelt, da diese vor allem ordnungsrechtliche Maßnahmen betrifft, die zwingend zu beachten sind. Maßnahmen zur Nachhaltigkeit hingegen sind meist freiwillige Maßnahmen und können, müssen aber nicht durch das Ordnungsrecht geregelt bzw. umgesetzt werden. In der Tabelle werden die folgenden Bezüge hergestellt:

- Spalte A: Positionen der Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“;
- Spalte B: Vorschläge für Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten, die im Sinne der nachhaltigen Entwicklung wichtig sind;
- Spalte C: Bezüge zur Nachhaltigkeit;
- Spalte D: Mögliche Aufgabenstellungen für die Ausbildung im Sinne der Position 3e „Vorschläge für nachhaltiges Handeln entwickeln“;
- Spalte E: Zuordnung zu einem oder mehreren SDGs (Verweis auf das Hintergrundmaterial).

1.3.2 Die Berufsbildpositionen der Ausbildungsordnung und die Lernfelder

Nachhaltigkeit sollte integrativ vermittelt werden, sie sollte auch in den berufsprofilgebenden Berufsbildpositionen verankert werden (BIBB o.J.):

- *“Die berufsübergreifenden Inhalte sind von den Ausbilderinnen und Ausbildern während der gesamten Ausbildung integrativ, das heißt im Zusammenspiel mit den berufsspezifischen Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten, zu vermitteln.”*

Aus diesem Grund haben wir die jeweiligen Berufsbildpositionen sowie die Lernfelder des gültigen Rahmenlehrplanes gleichfalls betrachtet in

- [Tabelle 2: Berufsbildpositionen und Lernfelder mit Bezug zur Nachhaltigkeit](#)

Die Betrachtung ist beispielhaft, es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Folgende tabellarische Darstellung wurde gewählt:

- Spalte A: Berufsbildposition und Lernfeld(er)
- Spalte B: Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten gemäß Ausbildungsordnung (AO) sowie Lernfelder des Rahmenlehrplans (RLP, kursive Zitierung). Explizite Formulierungen des RLP zu Themen der Nachhaltigkeit werden als Zitat wiedergegeben;
- Spalte C: Beispielhafte Bezüge zur Nachhaltigkeit;
- Spalte D: Referenz auf die jeweilige Position der Standardberufsbildposition (siehe Tabelle 1, Spalte A).

1.3.3 Modulare Rahmenaufgaben

Zur Verbesserung der Anschaulichkeit der integrativen Förderung nachhaltigkeitsorientierter Kompetenzen werden in diesem Impulspapier exemplarische Aufgabenstellungen für die betriebliche oder berufsschulische Unterrichtung vorgeschlagen:

- Als erstes erfolgt eine Betrachtung der Klima- und Umweltwirkung des Straßenverkehrs aufgrund der atmosphärischen Emissionen des straßengebundenen Personen- und Gütertransports. Die Auszubildenden sollen dabei sowohl einen grundsätzlichen Einblick in die Klimawirksamkeit der Straßennutzung erhalten als auch in die Lage versetzt werden, die betriebseigene Mobilität hinsichtlich deren Freisetzung von Treibhausgasen und anderer Luftschadstoffe beurteilen zu können.
- Im Weiteren erfolgt eine Übersicht der im Baugewerbe typischerweise eingesetzten Energieträger und deren spezifischer Klimawirkungen. Mit Hilfe dieser Informationen sollen die Art und die Menge der auf der Baustelle eingesetzten Energieträger erfasst und die damit verbundenen THG-Emissionen berechnet werden. Schließlich sollen die Auszubildende in die Lage versetzt

- werden, das Potential zur Reduktion von THG-Emissionen aufgrund eines Wechsels zu fossilfreien Antrieben zu bestimmen.
- Im Anschluss daran sollen die THG-Emissionen aus den auf der Baustelle typischerweise eingesetzten Nutzfahrzeugen und mobilen Maschinen näher in den Blick genommen werden. Dazu sollen die Schülerinnen und Schüler die Art und Menge der eingesetzten Kraftstoffe bestimmen, die damit verbundenen THG-Emissionen berechnen und das spezifische THG-Reduktionspotential abschätzen, das durch den Betrieb von Nutzfahrzeugen und mobilen Maschinen mit klimaneutralen Kraftstoffen erreichbar ist.
 - Abschließend erhalten die Auszubildenden einen Einblick in die besondere abfallwirtschaftliche Problematik und die damit verbundene kreislaufwirtschaftliche Relevanz von Bauabfällen. Dazu sollen die Art und die Menge der auf der Baustelle anfallenden Bau- und Abbruchabfälle sowie deren Verbleib erfasst werden.

1.3.4 Zielkonflikte und Widersprüche

Zielkonflikte und Widersprüche sind bei der Suche nach dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit immanent und für einen Interessenausgleich hilfreich. In dem Kapitel 7. werden beispielhafte Zielkonflikte aufgezeigt. Ergänzend werden in dem hierzu gehörigen Dokument auch einige Folien (pptx bzw. pdf) erstellt, die für Lernprozesse verwendet werden können. Ein Beispiel für einen berufsbildbezogenen Zielkonflikt ist der folgende:

Straßen stellen eine zentrale Infrastruktur für den Transport von Gütern und Personen dar. Insgesamt ist der Transportsektor für fast ein Viertel der weltweiten THG-Emissionen verantwortlich (Axsen et al. 2020). Etwa 72 % davon entfielen auf den Straßenverkehr. Tendenziell ist der Verkehr der einzige Sektor, in dem die Emissionen immer noch wachsen und voraussichtlich weiter zunehmen werden (ISI 2020). Obwohl der europäische CO₂-Gesamtausstoß seit 1990 um 23 % sank, erhöhten sich die CO₂-Emissionen aus dem Straßenverkehr um 29 %. Lag der Anteil des Straßenverkehrs an den EU-weiten CO₂ Emissionen im Jahr 1990 noch bei 15%, so kletterte er auf 26% im Jahr 2019 (Destatis o.J.). Die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen nehmen insgesamt aber auch insbesondere aus dem Straßenverkehr trotz technologischer Fortschritte und zahlreicher internationaler Ziele weiter zu. Zwar tragen bessere Motoren und Abgastechnik sowie die Verwendung neuer Kraftstoffe (wie E10) zur Verringerung des Schadstoffausstoßes bei. Diese Maßnahmen werden jedoch durch das steigende Verkehrsaufkommen sowie die zunehmende Anzahl hochmotorisierter Fahrzeuge mit vergleichsweise hohem Kraftstoffverbrauch mehr als aufgewogen (Destatis o.J.). Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass der Straßenbau mit der Herstellung, Bereitstellung, Wartung und Reparatur von Straßen entscheidende Voraussetzungen für den Straßenverkehr schafft und damit auch die THG-Emissionen aus dem Straßenverkehr maßgeblich bestimmt. Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen

und die Einhaltung der Pariser Klimaziele zu ermöglichen, ist daher die Reduktion der THG-Emissionen aus dem Verkehr und insbesondere aus dem Straßenverkehr ein entscheidender Baustein. Im Rahmen der sogenannten Verkehrswende als Kernbestandteil einer umfassenden gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Transformation in Richtung Nachhaltigkeit, ist der Straßenbau damit eine maßgebliche Stellschraube, denn er bestimmt den motorisierten Individualverkehr, die Möglichkeit den Güterverkehr von der Straße auf die Schien zu verlagern und nicht zuletzt die Attraktivität aktiver Mobilitätsformen wie Rad- und Fußverkehr.

1.3.5 Hinweis für handwerkliche, kaufmännische und Industriebetriebe

Die in den folgenden Tabellen 1 und 2 im didaktischen Impulspapier (IP), im Hintergrundmaterial (HGM) sowie in den Foliensätzen zu den Zielkonflikten (FS) vorgeschlagenen Hinweise zu Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten bzw. Lernfelder, Aufgabenstellungen und Zielkonflikte bilden den in 2022 aktuellen Stand der Entwicklungen in Hinsicht auf technische Verfahren, Dienstleistungen und Produkte in Bezug auf Herausforderungen der Nachhaltigkeit bzw. deren integrative Vermittlung in den verschiedenen Berufen dar. Sie enthalten Anregungen und Hinweise ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Mit Lesen dieses Textes sind Sie als Ausbilder:innen und Berufsschullehrkräfte eingeladen, eigene Anregungen in Bezug auf die dann jeweils aktuellen Entwicklungen in ihren Unterricht einzubringen. Als Anregungen dient diesbezüglich z.B. folgende hier allgemein formulierte Aufgabenstellung (analog zu IP, Tabelle 1), die Sie in Ihren Unterricht aufnehmen können:

Recherchieren Sie (ggf. jeweils alternativ:) Methoden, Verfahren, Materialien, Konstruktionen, Produkte oder Dienstleistungen, die den aktuellen Stand der (technischen) Entwicklung darstellen und die in Hinblick auf die Aspekte der Nachhaltigkeit (ökologisch, sozial-kulturell und/oder ökonomisch) bessere Wirkungen und/oder weniger negative Wirkungen erzielen als die Ihnen bekannten, eingeführten und „bewährten“ Ansätze.

Beschreiben Sie mögliche positive Wirkungen dieser neuen Methoden, Verfahren, Materialien, Konstruktionen, Produkte und/oder Dienstleistungen auf die Nachhaltigkeit in Ihrem Betrieb.

2. Glossar

- AO: Ausbildungsordnung
- BBNE Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung
- BNE Bildung für Nachhaltige Entwicklung

- CEM: Zementarten
- CO₂-Äq.: Kohlendioxid-Äquivalente
- FS: Foliensammlung mit Beispielen für Zielkonflikte
- HGM: Hintergrundmaterial (wissenschaftliches Begleitmaterial)
- IP: Impulspapier (didaktisches Begleitmaterial)
- MIV: Motorisierter Individualverkehr
- RLP: Rahmenlehrplan
- SBBP: Standardberufsbildposition
- SDG: Sustainable Development Goals
- THG: Treibhausgase bzw. CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq)

3. Literatur

- Axsen, J., Plötz, P., & Wolinetz, M. (2020): Crafting strong, integrated policy mixes for deep CO₂ mitigation in road transport. Nature Climate Change.
<https://www.nature.com/articles/s41558-020-0877-y>
- BGBL (1999) Verordnung über die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft. BauWiAusBV 1999. Bundesgesetzblatt Jahrgang 1999 Seite 1102. Online:
https://www.gesetze-im-internet.de/bauwiausbv_1999/BJNR110200999.html
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (o.J.): Nachhaltigkeit in der Ausbildung. Online: www.bibb.de/de/142299.php
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (2021): Vier sind die Zukunft. Online: www.bibb.de/de/pressemitteilung_139814.php
- BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (o.J.a): FAQ zu den modernisierten Standardberufsbildpositionen. Online: <https://www.bibb.de/de/137874.php>
- BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (o.J.b): Ausbildung gestalten. Online: <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/series/list/2>
- BMBF (o.J.): Was ist BNE. Online: <https://www.bne-portal.de/bne/de/einstieg/was-ist-bne/was-ist-bne.html>
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2022): Digitalisierung und Nachhaltigkeit – was müssen alle Auszubildenden lernen? Online: www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/berufliche-bildung/rahmenbedingungen-und-gesetzliche-grundlagen/gestaltung-von-aus-und-fortbildungsordnungen/digitalisierung-und-nachhaltigkeit/digitalisierung-und-nachhaltigkeit
- Bundesregierung (o.J.): Globale Nachhaltigkeitsstrategie – Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt. Online: www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174
- Destatis – Destatis Statistisches Bundesamt (o.J.): Straßenverkehr: EU-weite CO₂-Emissionen seit 1990 um 29 % gestiegen– Pkw verursachen den größten Anteil. Online: https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2_Strassenverkehr.html
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2022): Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele. Online: <http://sdg-indikatoren.de/>

- Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. (Hrsg.) (2022) Petra Kraus: Energieverbrauch im Baugewerbe. Berlin, 17.05.2022. Online: <https://www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/bauwirtschaft-im-zahlenbild/energieverbrauch-im-baugewerbe>
- ISI - Fraunhofer-Institut für System und Innovationsforschung Karlsruhe (Hrsg.)(2020): Patrick Plötz: Im Straßenverkehr sind viel stärkere Politikmaßnahmen zur Senkung der CO₂-Emissionen erforderlich. Online: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/PatrickPloetz/Policy_Brief_PolicyRoadTransport.pdf
- KMK/BMZ Kultusministerkonferenz / Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2015): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung. Online: www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_00-Orientierungsrahmen-Globale-Entwicklung.pdf
- KMK (2021): Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_06_17-Berufsschule-Unterricht-Wirtschafts-Sozialkunde.pdf
- KMK 1999: Rahmenlehrpläne für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 05.02.1999. Online: https://www.kmk.org/themen/berufliche-schulen/duale-berufsausbildung/downloadbereich-rahmenlehrplaene.html?type=150&tx_feddownloads_pi1%5Bdownload%5D=12618&tx_feddownloads_pi1%5Baction%5D=forceDownload&tx_feddownloads_pi1%5Bcontroller%5D=Downloads&cHash=61856de4bb0259479609a5c71df8e432
- Schubert P.; Heer B.; Institut für Bauforschung: Umweltverträgliche Verwertung von Mauerwerk-Baureststoffen, F 497, 1997, Aachen.
- UBA Umweltbundesamt (2022b): Wie viel Energie wird für Bauen benötigt? Bauarbeiten - Verwendung Energie nach Energieträgern 2000 - 2018. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/umweltatlas/bauen-wohnen/wirkungen-bauen/energieverbrauch-bauen/wie-viel-energie-wird-fuer-bauen-benoetigt>

4. Tabelle 1 – Die Standardberufsbildposition “Umweltschutz und Nachhaltigkeit”

Standardberufsbildposition	Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Bezüge zur Nachhaltigkeit	Mögliche Aufgabenstellungen im Rahmen von 3e “Vorschläge für nachhaltiges Handeln entwickeln”	SDG
3a - Umwelt - Baustoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Fossile und nachwachsende Bau- und Bauhilfsstoffen unterscheiden können • Ökobilanz und Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourcenschutz • THG-Emissionen vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmen von Baustoffen mit geringer Umweltwirkung • Die Klimaneutralität biogener Baustoffe erklären • Nachwachsende Baustoffe bevorzugen • Umweltwirkungen von Baustoffen und Bauvorhaben ganzheitlich beurteilen 	SDG 12
3a - Umwelt - Verpackung	<ul style="list-style-type: none"> • Verpackungen und Lieferketten von Bau- und Bauhilfsstoffen beurteilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Abfälle vermeiden • THG-Emissionen vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Vor- und Nachteile von Mehrweg- und Einwegverpackungen vergleichen • Transportwege der Baustoffe ermitteln 	SDG 12
3a - Umwelt - Fläche	<ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen von Straßen auf die Ökologie und das Mobilitätsverhalten kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenschutz • Nachhaltige Infrastrukturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Flächenverbrauch durch den Strassenbau bestimmen • Auswirkungen des Straßenbaus auf die unterschiedlichen Mobilitätsformen und Verkehrsträger hinsichtlich deren Umweltwirkungen vergleichen • Diskutieren wie nachhaltige Mobilitäten wie ÖPNV, e-Mobilität sowie Rad- und Fußverkehr bei der Straßenplanung besser berücksichtigt werden können 	SDG 11
3a- Umwelt - Böden	<ul style="list-style-type: none"> • Folgen von Baumaßnahmen auf die Bodenökologie kennen • Bodenkontaminationen verstehen und Oberbodenschutz kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenschutz 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Funktion humushaltigen Oberbodens für die Bodenökologie erklären • Benennen von Maßnahmen zum Schutz humushaltigen Oberbodens • Benennen von Betriebsmitteln welche Bodenkontaminationen verursachen können 	SDG 11
3a - Gesellschaft, Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeitssiegel für “Persönliche Schutzausrüstung” kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gesundheit und Wohlergehen • Menschenwürdige Arbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Erläutern was nachhaltige Schutzkleidungen ausmachen 	SDG 3
3a - Gesellschaft Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> • Gesundheitsgefahren beim Aufbringen von Schutzschichten und Versiegelungen sowie 	<ul style="list-style-type: none"> • Gesundheit und Wohlergehen • Menschenwürdige Arbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren durch Einatmen von Dämpfen und 	SDG 3

	beim Einbau von Gussasphalt kennen		Aerosolen	
3b - Material - Holz	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltiger Einsatz vom Baustoff Holz • Klimaneutralität biogener Rohstoffe verstehen 	<ul style="list-style-type: none"> • Abfälle vermeiden • Schutz natürlicher Ressourcen • THG-Emissionen vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung von im Ausbildungsbetrieb genutzten Holzmaterialien und deren Herkunftsregionen • Bestimmung von Transportmitteln für die genutzten Holzmaterialien • Benennen von Nachhaltigkeitssiegel für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft und deren Kriterien • Darstellung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren beim Umgang mit chemischen Holzschutzmittel • Zertifizierungssysteme für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft kennen • Gesundheitsgefahren chemischer Holzschutzmittel kennen • Beispiele für die Minimierung von Holzverschnitt und Nutzung von Holzabfällen beschreiben 	SDG 12 SDG 15
3b - Material - Schalung	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Schalungen Techniken und -materialien kennen und bewerten 	<ul style="list-style-type: none"> • Abfälle vermeiden • Ressourcenschutz 	<ul style="list-style-type: none"> • Vor- und Nachteile von Einweg- u. Fertigschalungen beschreiben • Erklären warum Mineralöl- und Lösungsmittelhaltige Trennmittel vermieden werden sollten • Umweltrelevanz von Schalungsölen darstellen 	SDG 12
3b - Material - Stahl	<ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung der Stahlherstellung für den Klimawandel kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Abfälle vermeiden • THG-Emissionen vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Den Energieeinsatz bei der Herstellung von Stahl abschätzen • Beschreiben wie das Stahlrecycling unterstützt werden kann 	SDG 12 SDG 13
3b - Material - Beton (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Klima- und Umweltwirkungen von Zement und Beton kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • THG-Emissionen vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-arme Alternativen zu Portlandzement nutzen • Erklären warum Baustellenbeton ggü. Transportbeton zu bevorzugen ist • Schwermetallgehalte im Zement kennen • Transportaufwand für Transportbeton berechnen • Nachhaltige Alternativen zu Beton benennen 	SDG 12
3b - Material - Beton (2)	<ul style="list-style-type: none"> • Recyclingmöglichkeiten von Beton 	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourcenschutz und Abfallvermeidung 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellen wie Beton recycelt werden kann • Vor- und Nachteile beim Recycling von Frisch- und Festbeton darlegen 	SDG 12
3b- Material - flüssige Betriebsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltrelevanz flüssiger Betriebsmittel kennen und Leckagen vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenschutz 	<ul style="list-style-type: none"> • Flüssige Betriebsmittel benennen die bei Leckagen besondere Umweltschäden verursachen 	SDG 12 SDG 15

3b - Material - Mörtel	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltwirkung und Gesundheitsgefahren von Additiven in Mörtel kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gesundheit und Wohlergehen • Menschenwürdige Arbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Additive im Mörtel benennen die bei Kontakt Gesundheitsschäden verursachen können • Herausfinden wie Gesundheitsschäden durch Mörtel vermieden werden können 	SDG 3
3b - Material - Natursteine	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellungsbedingungen von Natursteinen kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Natursteine nutzen die ein Nachhaltigkeitssiegel besitzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben warum es Nachhaltigkeitssiegel für Natursteine gibt und was damit vermieden werden soll • Bestimmen von Herkunft und Transportwegen der Natursteinen die im Ausbildungsbetrieb eingesetzt werden 	SDG 12
3b - Material - Asphalt	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten des Asphaltrecyclings kennen und nutzen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Abfälle vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Erklären wie sich Asphalt recyceln lässt 	SDG 12
3b - Material - Wasser	<ul style="list-style-type: none"> • Einfluss von Flächenversiegelung und Bodenverdichtung auf den Wasserhaushalt kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Flächenversiegelung und Bodenverdichtungen minimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Erklären wie sich Flächenversiegelung und Bodenverdichtungen auf den Wasserhaushalt auswirken • Straßenbelag nach Gesichtspunkten des Bodenschutzes bewerten 	SDG 6 SDG 15 SDG 12
3b - Energie - Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-arme Antriebe für Nutzfahrzeuge kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • THG-Emissionen vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-arme Antrieben für schwere und leichte Nutzfahrzeuge benennen • Hauptvorteile von E-Antrieb (Effizienz) und grünem Wasserstoff ((vermeidet schwere Batterie) erläutern 	SDG 13
3b - Energie - Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeinsatz von Geräten und Maschinen kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • THG-Emissionen vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeinsatz zum Betrieb von Geräten und Maschinen im Ausbildungsbetrieb bestimmen • Herausfinden, welche Geräte und Maschinen angeboten werden, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden. 	SDG 7
3d - Abfälle - Baurestmassen	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffbasis von Baurestmassen unterscheiden können 	<ul style="list-style-type: none"> • Abfälle vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Klassifizieren von Baurestmassen nach deren Rohstoffbasis • Beschreiben von Maßnahmen mit denen Baurestmassen sortenrein verwertet werden können 	SDG 7
3d - Abfälle - Baurestmassen	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten der Wieder- und Weiterverwendung von mineralischen Baurestmassen kennen und beurteilen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Abfälle vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Ermitteln wie mineralische Baurestmassen als Tragschicht oder Zuschlagstoff eingesetzt werden können 	SDG 7
3f - Nachhaltigkeit kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Der Bevölkerung vor Ort Baumaßnahmen erläutern können • Öffentliche Beteiligungsverfahren kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation und Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsmittel für die betroffene Bevölkerung erstellen • Mögliche Eingaben und Änderungswünsche der betroffenen Bevölkerung entwerfen und ermitteln wie diese angemessen 	SDG 4

			berücksichtigt werden können	
3f - Nachhaltigkeit kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Oben genannten Kenntnisse den jeweiligen Zielgruppen (Geschäftsführung, Kollegen und Kolleginnen, Lieferanten und anderen) mitteilen und erklären können 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation und Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> • Oben genannte Aufgabenstellungen im Betrieb und in der Berufsschule beispielhaft umsetzen • Rollenspiel planen zu Konfliktthemen und mit Kolleg*innen durchführen • Informationsmaterialien über die Baumaßnahmen für die Bevölkerung und für die Medien anfertigen 	SDG 4

5. Tabelle 2: Berufsbildpositionen und Lernfelder mit Bezug zur Nachhaltigkeit

Berufsbildposition Berufsbildposition lt. §17 Nr. 5-16 und §68 Nr. 5-13 BauWiAusbV 1999 / Lernfeld	Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten gemäß Ausbildungsordnung (<i>kursiv: Lernfelder des RLP</i>)	Beispielhafte Bezüge zur Nachhaltigkeit	Standardberufsbildposition
A3I- 5: Auftragsübernahme, Leistungserfassung, Arbeitsplan und Ablaufplan. <i>Lernfelder: 1, 3</i>	5b) Arbeitsschritte, Sicherungsmaßnahmen und Einsatz von Arbeitsmitteln planen c) Bau- und Bauhilfsstoffe festlegen d) Bauhilfsmittel und Werkzeuge festlegens <i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen. Lernfeld 3: Baustoffe auswählen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fossile und nachwachsende Rohstoffbasis von Bau- und Bauhilfsstoffen unterscheiden können • Konzept der Ökobilanz von Baustoffen verstehen und Unterschiede zwischen Materialien anhand einzelner Beispiele erläutern können. • Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen (z.B.: der Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) und deren Kriterien kennen sowie anwenden können 	3a - Umwelt - Baustoffe SDG 12
A3I- 7: Prüfen, Lagern und Auswählen von Bau- und Bauhilfsstoffen. <i>Lernfeld: 3</i>	7a) Bau- und Bauhilfsstoffe sowie Fertigteile, Ein- und Anbauteile durch Inaugenscheinnahme auf Verwendbarkeit prüfen c) Bau- und Bauhilfsstoffe, Fertigteile sowie Ein- und Anbauteile nach Vorgabe abrufen, auf der Baustelle transportieren und lagern <i>Lernfeld 3 : Baustoffe auswählen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederverwendbare Transportverpackungen (z. B. Mehrweggebinde, Nachfüllsysteme) für Bau- und Bauhilfsstoffe kennen und beurteilen können • Lieferketten und Transportweg von Bau- und Bauhilfsstoffen kennen und beurteilen können 	3a - Umwelt - Verpackung SDG 12
A3I - 10: Bearbeiten von Holz und Herstellen von Holzverbindungen. <i>Lernfeld: 5</i>	10a) Holz nach dem Verwendungszweck unterscheiden c) Holz mit Werkzeugen, insbesondere durch Sägen, Stemmen, Hobeln, Raspeln, Schleifen und Bohren, bearbeiten d) Holzverbindungen mit Blatt, Versatz und Zapfen sowie durch Nageln und Schrauben herstellen e) Untergrund für die Abdichtung auf Ebenheit, Trockenheit und Festigkeit prüfen und säubern, Mängel anzeigen f) Holzbauteile vor Feuchtigkeit schützen <i>Lernfeld 5: Unterschiedliche Holzarten kennen, unterscheiden, beurteilen und auswählen können. Gesellschaftliche und ökologische Bedeutung des Waldes kennen. Chemischer und</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Materialauswahl (Holzart) nach ökologischen Kriterien (Anbau/ Herkunft/ Transportaufwand/ Verarbeitung/ Standfestigkeit des Holzes/ Demontierbarkeit/ Wiederverwendbarkeit/ Recyclingfähigkeit) beurteilen und auswählen können • Holz als nachwachsenden Rohstoff von fossilen Rohstoffen unterscheiden und vergleichen können • Die Funktion von Holz als CO₂-Speicher und die Bedeutung für den Treibhauseffekt kennen und erklären können • Bei der Vorfertigung von Elementen und Holzkonstruktionen die Verschnittmengen erfassen und reduzieren können • Wald- und Holz Zertifikate für Holz aus nachhaltiger 	3b - Material - Holz SDG 12

	<p>konstruktiver Holzschutz</p>	<p>Forstwirtschaft kennen: PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes); FSC (Forest Stewardship Council)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Bedeutung des Regenwaldes für den Klimaschutz kennen und Alternativen zur Nutzung von Tropenholz beurteilen können • Vor- und Nachteile einer thermischen Verwertung von Restholz (z.B. Holzvergaserofen im Betrieb zur Beheizung) kennen • Gesundheitsgefährdung durch den Umgang mit chemischen Holzschutzmitteln kennen und vermeiden können 	
<p>A3I - 11: Herstellen von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton. Lernfeld: 4</p>	<p>Schalungen: 11a) Brettschalungen für rechteckige Fundamente, Stützen, Wände, Balken und Aussparungen herstellen, mit Trennmitteln behandeln und betonierfähig aufbauen b) Brettschalungen abbauen, entnageln, reinigen und lagern</p> <p><i>Lernfeld 4: Beton bzgl. Ästhetik, Tragfähigkeit, Haltbarkeit, Reparaturfreundlichkeit und Umweltverträglichkeit mit anderen Baustoffen vergleichen, Betonarten, -gruppen; Zemente, Zuschlag; Brettschalungen; Holz- und Materiallisten, Produktlinienanalyse</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Holzverschalungen so planen und aufbauen können, dass sie verlustfrei abgebaut und wiederverwendet werden können • Ökologische und ökonomische Vor- und Nachteile unterschiedlicher Schalungsmaterialien benennen können • Unterschiedliche Schalungstechniken kennen und beurteilen können (Einweg- u. verlorene Schalungen vermeiden und Fertigschalungen bevorzugen) • Pflanzen- und Mineralöhlhaltige Schalungssole und Betontrennmittel unterscheiden und beurteilen können • Lösungsmittelfreie Trennmittel kennen und anwenden können 	<p>3b - Material - Schalung</p> <p>SDG 12</p>
<p>A3I - 11: Herstellen von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton. Lernfeld: 4</p>	<p>Bewehrungen: 11c) Bewehrungen durch Ablängen, Biegen und Binden von Betonstabstahl herstellen d) Betonstahlmatten zuschneiden e) Bewehrungen mit Abstandshaltern einbauen</p> <p><i>Lernfeld 4: Beton bzgl. Ästhetik, Tragfähigkeit, Haltbarkeit, Reparaturfreundlichkeit und Umweltverträglichkeit mit anderen Baustoffen vergleichen, Betonarten, -gruppen; Zemente, Zuschlag; Brettschalungen; Holz- und Materiallisten, Produktlinienanalyse</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung der Stahlherstellung für den Klimawandel kennen • Stahlrecycling kennen und Stahlabfälle getrennt sammeln 	<p>3b - Material - Stahl</p> <p>SDG 12 SDG 13</p>
<p>A3I - 11: Herstellen von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton. Lernfeld:4</p>	<p>Beton: 11f) Betone nach Rezept herstellen und auf Verarbeitbarkeit prüfen g) Beton von Hand einbringen, verdichten, abziehen und nachbehandeln h) Oberflächen nacharbeiten i) kleine Beton- und Stahlbetonfertigteile transportieren und</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zwischen Baustellen- und Transportbeton unterscheiden sowie jeweils bzgl. transportbedingtem Energieeinsatz beurteilen können • Energieeinsatz für die Herstellung unterschiedlicher Zementarten kennen • CO₂-arme Alternativen zu Portlandzement als mineralisches Bindemittel wie Kompositmaterialien (z.B. Hochofenschlacken, 	<p>3b - Material - Beton</p> <p>SDG 12</p>

	<p>einbauen k) Untergrund für die Abdichtung auf Ebenheit, Trockenheit und Festigkeit prüfen, säubern und Mängel anzeigen</p> <p><i>Lernfeld 4: Beton bzgl. Ästhetik, Tragfähigkeit, Haltbarkeit, Reparaturfreundlichkeit und Umweltverträglichkeit mit anderen Baustoffen vergleichen, Betonarten, -gruppen; Zemente, Zuschlag; Brettschalungen; Holz- und Materiallisten, Produktlinienanalyse</i></p>	<p>Flugaschen) kennen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wissen welche Schwermetalle in welchen Mengen in Zementen enthalten sind und beurteilen können • Nachhaltige Alternativen zu Beton wie Holz oder Naturstein kennen 	
<p>A3I - 14: Herstellen von Verkehrswegen. <i>Lernfeld: 7</i></p>	<p>14a) Verkehrswege abtragen, Stoffe getrennt lagern b) Untergrund verbessern c) ungebundene Tragschichten herstellen d) Planum durch Verdichten unter Beachtung der Höhenlage und Ebenflächigkeit herstellen f) Pflasterdecken und Plattenbeläge aus künstlichen Steinen herstellen g) Profile aus unterschiedlichen Werkstoffen, insbesondere Metalle und Kunststoffe, sägen, feilen, bohren und schleifen</p> <p><i>Lernfeld 7: Planung einer Straßentrasse unter Berücksichtigung der Straßenfunktion und der Umweltgegebenheiten.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen von Straßen auf die Umwelt, z.B. Flächenverbrauch, Zerschneidung von Habitaten, Blockaden von Tierwanderungen kennen und vermeiden können • Auswirkungen von Straßen auf die Auswahl der Verkehrsmittel und das Mobilitätsverhalten kennen und bei der Planung berücksichtigen können 	<p>3a - Umwelt SDG 11</p>
<p>A3II - 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen. A13 - 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen. <i>Lernfelder: 1, 8</i></p>	<p>A3II-6: Geräte und Maschinen: m) Werkzeuge und Kleingeräte auswählen und einsetzen o) Förder- und Transportgeräte bedienen, Lastaufnahme- und Anschlagmittel einsetzen p) Geräte und Maschinen auf Baustellen vor Witterungseinflüssen und Beschädigung schützen sowie vor Diebstahl sichern Umweltschutz: q) Abfall auf der Baustelle sortenrein trennen und für den Abtransport vorbereiten Räumen: r) Baustoffe, Geräte und Maschinen für den Abtransport vorbereiten</p> <p><i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen Lernfeld 8: Baumaschinen zum Lösen, Transport, Einbau und Verdichten des Bodens auswählen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Antriebe von Betriebsfahrzeugen, Maschinen und Geräten unterscheiden können und nachhaltige Alternativen wie Elektroantriebe, Brennstoffzellen, biogene Treibstoffe kennen • Energieeinsatz der Geräte und Maschinen kennen und beurteilen können. • Mit fossilen oder mit erneuerbaren Energieträgern angetriebene Geräte und Maschinen unterscheiden und ihren Einsatz beurteilen können • Alternativen zu Verbrennungsmotoren bei schweren und leichten Nutzfahrzeugen z.B. Brennstoffzellen kennen und beurteilen können 	<p>3b - Energie - Mobilität 3b - Energie - Geräte und Maschinen SDG 7</p>

<p>A13 - 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen.</p> <p><i>Lernfeld: 8</i></p>	<p>A13-6: Geräte und Maschinen: e) Geräte und Maschinen für den Arbeitsablauf auswählen, anfordern, transportieren, lagern und für den Einsatz vorbereiten</p> <p><i>Lernfeld 8: Baumaschinen zum Lösen, Transport, Einbau und Verdichten des Bodens auswählen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das Umweltzeichen "Blauer Engel" für Baumaschinen (DE-UZ 53) und seine Anforderungen kennen 	<p>3b - Energie - Geräte und Maschinen</p> <p>SDG 7</p>
<p>A3II - 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen.</p> <p><i>Lernfeld: 1</i></p>	<p>n) Geräte und Maschinen auf Dichtigkeit prüfen, Verunreinigung des Bodens vermeiden</p> <p><i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltrelevanz flüssiger Betriebsmittel für Geräte und Maschinen wie Treibstoffe, Hydrauliköl, Schmier- und Kühlmittel, u.ä. kennen und Leckagen vermeiden können 	<p>3b- Material - flüssige Betriebsmittel</p> <p>SDG 12</p>
<p>A3II - 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen.</p> <p><i>Lernfeld: 1</i></p>	<p>Umweltschutz: 6q) Abfall auf der Baustelle sortenrein trennen und für den Abtransport vorbereiten</p> <p>Räumen: r) Baustoffe, Geräte und Maschinen für den Abtransport vorbereiten</p> <p><i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baurestmassen sortenrein (mineralisch, metallisch, biogen, kunststoffhaltig) erfassen, lagern und einer Verwendung, Aufarbeitung oder Verwertung zuführen können 	<p>3d - Abfälle - Baurestmassen</p> <p>SDG 12</p>
<p>A3II - 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen.</p> <p><i>Lernfeld: 1</i></p>	<p>6h) Schutzausrüstungen verwenden sowie Maßnahmen zum Schutz von Personen auf Baustellen ergreifen</p> <p><i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung der Arbeitsschutzvorschriften planen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeitssiegel für "Persönliche Schutzausrüstung /PSA" (Schutzkleidung) kennen 	<p>3a - Gesellschaft, Gesundheit</p> <p>SDG 3</p>
<p>A3II - 7: Prüfen, Lagern und Auswählen von Bau- und Bauhilfsstoffen.</p> <p><i>Lernfeld: 3</i></p>	<p>7a) Bau- und Bauhilfsstoffe sowie Fertigteile auswählen b) Bedarf an Bau- und Bauhilfsstoffen sowie an Fertigteilen ermitteln, diese anfordern und bereitstellen c) Bau- und Bauhilfsstoffe sowie Fertigteile auf Vollständigkeit, Beschädigung und Maßhaltigkeit prüfen</p> <p><i>Lernfeld 3: Baustoffe auswählen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltbezogene Zertifizierungssysteme für Bauprodukte, -materialien und -stoffe z.B. Environmental Product Declaration, kennen und anwenden können 	<p>3a - Umwelt</p> <p>SDG 12</p>

<p>A3II - 11: Herstellen von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton. <i>Lernfeld: 6</i></p>	<p>11e) Betonfestigkeitsklassen nach Verwendungszweck unterscheiden f) Bindemittel und Zuschlag auswählen g) Frischbetonprüfung durchführen <i>Lernfeld 6: Zusammensetzung des Betons bestimmen Beton im Hinblick auf Ästhetik, Tragfähigkeit, Haltbarkeit, Reparaturfreundlichkeit und Umweltverträglichkeit mit anderen Baustoffen vergleichen, Betonarten, -gruppen, Zemente, Zuschlag</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Den Einsatz von Zement Baustoffen so planen können, dass nur minimale Restmengen anfallen • Bedeutung der Zementherstellung für den Klimawandel kennen • Die Nachhaltigkeit des Einsatzes von RC Betongranulaten erklären können 	<p>3b - Material - Beton SDG 12</p>
<p>A13 - 12: Herstellen von Decken aus Beton. <i>Lernfeld:13</i></p>	<p>12c) Frischbetonprüfung durchführen d) Frischbeton Decke mit Rüttler verdichten und mit Abziehbohlen abziehen, nachbehandeln und schützen e) Fugen herstellen und Vergußmasse einbringen <i>Lernfeld 13: Materialien für Strassenoberbau aus Beton unterscheiden, beurteilen und auswählen können</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recyclingmöglichkeiten von Frisch- und Festbetone kennen • Einsatz von Recyclingbeton kennen und beurteilen können 	<p>3b - Material - Beton SDG 12</p>
<p>A3 II- 12: Herstellen von Baukörpern aus Steinen. <i>Lernfelder: 3, 6</i></p>	<p>12a) Mörtelgruppe auswählen b) Bindemittel und Zuschlag für Mauerermörtel auswählen <i>Lernfeld 3: Baustoffe und Materialien zum Abdichten kennen und auswählen; Wärmedämmung Beschichtungs-, Bekleidungs- und Belagmaterialien unterscheiden, bewerten und auswählen Lernfeld 6: Beschichtungs-, Bekleidungs- und Belagmaterialien unterscheiden, bewerten und auswählen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulische Bindemittel von Mörtel kennen und beurteilen können • Additive z.B. Chromonate zur Verbesserung der Mörtel Eigenschaften kennen und beurteilen können • Umweltwirkung von Mörteladditiven abschätzen und minimieren können • Gesundheitliche Wirkung bei dermalen Kontakt mit Mörtel z.B. Chromatallergie (Zementkrätze) kennen und bei der Verarbeitung vermeiden können 	<p>3b - Material - Mörtel SDG 12</p>
<p>A3II - 13: Herstellen von Baugruben und Gräben, Verbauen und Wasserhaltung. <i>Lernfeld: 8</i></p>	<p>13a) Bodenarten und Bodenklassen unterscheiden, Böden beurteilen b) Kontaminierungen und Altlasten erkennen, sichern und melden f) Geräte zum Ausheben, Einbauen und Verdichten von Böden einsetzen und warten g) Böden lösen, laden, fördern, lagern, auf Verdichtungsfähigkeit prüfen, einbauen und verdichten i) offene Wasserhaltung für Schichten- und Grundwasser durchführen k) Einbaumaterialien für die Verfüllung auf Eignung und Verwendungsfähigkeit prüfen <i>Lernfeld 8: Bodeneigenschaften und ökologische Bedeutung des Oberbodens berücksichtigen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ökologische Funktion von Böden kennen • Beeinträchtigung der Bodenökologie durch die Baumaßnahmen kennen und beurteilen können • Bodenkontamination durch Bauhilfsstoffe und Bauchemikalien erkennen, beurteilen und vermeiden können. • Die besondere ökologische Funktion humushaltiger Oberböden kennen und beurteilen können • Maßnahmen zum Erhalt humushaltiger Oberböden wie separate Lagerung, Vermeidung von Vermischungen, oberflächennaher Einbau kennen und umsetzen können • Den Einfluß von Bodenverdichtung und Bodenstabilisierung auf die biologische Bodenaktivität kennen und beurteilen können 	<p>3a- Umwelt - Böden SDG 11 SDG 15</p>

<p>A3II - 14: Herstellen von Verkehrswegen.</p> <p>Lernfelder: 8, 12</p>	<p>Unterlage für Decken und Beläge: 14b) Befestigung aufnehmen, Material auf Wiederverwendung prüfen und getrennt lagern d) Bodenverbesserung und Bodenverfestigung durchführen e) Schüttgut auf Beschaffenheit und Verwendungsfähigkeit prüfen, einbauen und verdichten</p> <p><i>Lernfeld 8: Bodenarten und Bodenklassen kennen und unterscheiden können</i> <i>Verfahren zur Bodenverbesserung kennen</i> <i>Lernfeld 12: Materialien für Strassenoberbau unterscheiden, beurteilen und auswählen können; Bitumen, Mineralstoffe und Reststoffverwertung</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten zur Wieder- und Weiterverwendung von mineralischen Baurestmassen als Tragschicht oder Zuschlagstoff kennen und beurteilen können 	<p>3d - Abfälle - Baurestmassen</p> <p>SDG 12</p>
<p>A13 - 5: Auftragsübernahme, Leistungserfassung, Arbeitsplan und Ablaufplan.</p> <p>Lernfeld: 1</p>	<p>5a) Maßnahmen zur Sicherstellung des Arbeitsablaufes ergreifen b) Arbeitsabläufe und Arbeitszusammenhänge erkennen, Möglichkeiten für Verbesserungen vorschlagen und nutzen c) mit den am Bau Beteiligten Abstimmungen treffen, bei Leistungsstörungen Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen d) erhaltenswerte Bausubstanz erkennen und Maßnahmen zum Schutz veranlassen</p> <p><i>Lernfeld 1: Verantwortungsbereiche bei der Bauplanung, -durchführung und -abnahme unterscheiden.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baumaßnahme der Bevölkerung vor Ort erläutern und ihre Bedeutung für die Nachhaltigkeit erklären können • Gesellschaftliche Konflikte vor Ort verfolgen und kommentieren bzw. mit Bürger*innen diskutieren können • Öffentliche Beteiligungsverfahren bei der Errichtung von Bauwerken kennen, anwenden und nachhaltige Aspekte erklären können • Informationsmittel für Bürger, die Fragen zu den Maßnahmen haben, erstellen können und bereithalten, • Verfahren des Betriebs bei Bürgerbeschwerden vor-Ort kennen und den Bürger*innen mitteilen können • Mit Medien / Presse vor Ort umgehen können 	<p>3f - Nachhaltigkeit kommunizieren</p> <p>SDG 4</p>
<p>A13 - 7: Herstellen von Baukörpern aus Steinen.</p> <p>Lernfeld: 3, 6</p>	<p>7) Natursteinmauerwerk herstellen</p> <p><i>Lernfeld 3: Baustoffe sowie Materialien zum Abdichten gegen Bodenfeuchtigkeit kennen und auswählen. Wärmedämmung</i></p> <p><i>Lernfeld 6: Bewerten und Auswählen von Beschichtungs-, Bekleidungs- und Belagmaterialien; Trenn- und Dämmschichten, Dämmstoff</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dämmsysteme auf fossiler und nachwachsender Rohstoffbasis (z.B. Polystyrol und Holzfaserdämmplatten) unterscheiden und bewerten können • Umweltauswirkung fossiler und nachwachsender Dämmstoffe (Rohstoffe/ Transportaufwand/ Verarbeitung/ Montage/ Langlebigkeit/ Demontierbarkeit/ Weiterverwendbarkeit/ Recyclingfähigkeit) unterscheiden und bewerten können 	<p>3b - Material - Dämmstoffe</p> <p>SDG 12</p>
<p>A13 - 8: Herstellen der Entwässerung von</p>	<p>8a) offene und geschlossene Entwässerung und Anschlüsse herstellen</p> <p><i>Lernfeld 9: Auswahl geeigneter Entwässerungssysteme.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einfluss von Flächenversiegelung und Bodenverdichtung auf die Versickerung und das Grundwasser kennen und beurteilen können. 	<p>3b - Material - Wasser</p>

Verkehrsflächen. <i>Lernfeld: 9</i>	<i>Auswahl geeigneter Geräte zur Verdichtung Wasserhaltung, Misch- und Trennsysteme, Entwässerungspläne.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Einfluss von eingeleitetem Wasser auf die Wasserqualität und aquatische Ökosysteme kennen und beurteilen können 	SDG 9
A13- 10: Herstellen von Pflasterdecken und Plattenbelägen. <i>Lernfelder: 10, 12</i>	<p>10a) Pflasterdecken und Plattenbeläge in Mustern für Bögen und bei Neigungswechsel herstellen c) Platten in unterschiedlichen Größen aus künstlichen und natürlichen Materialien verlegen e) Pflasterdecken und Plattenbeläge nach Aufgrabungen unter Berücksichtigung der angrenzenden Beläge wiederherstellen</p> <p><i>Lernfeld 10: Pflastersteine nach Material und Eigenschaften unterscheiden und beurteilen können Lernfeld 12: Natursteine nach deren Entstehung und Eigenschaften vergleichen, beurteilen sowie auswählen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Zertifizierungssysteme für nachhaltig hergestellte Natursteine wie XertifiX oder Fair Stone kennen und nutzen können 	3b - Material - Natursteine SDG 12
A13 - 11: Herstellen von Asphaltdecken. A3II - 14: Herstellen von Verkehrswegen. <i>Lernfelder: 6, 12</i>	<p>A13-11: b) Oberflächenschutzschichten nach unterschiedlichen Verfahren herstellen</p> <p>A3II-14: Asphaltdecken: l) Unterlage vorbereiten m) Verarbeitbarkeit des Materials prüfen n) Deckschicht von Hand und mit Maschinen einbauen und verdichten</p> <p><i>Lernfeld 6: Beschichtungs-, Bekleidungs- und Belagmaterialien unterscheiden, bewerten und auswählen Lernfeld 12: Materialien für Strassenoberbau unterscheiden, beurteilen und auswählen können Bitumen, Mineralstoffe und Reststoffverwertung</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Gesundheitliche Auswirkungen beim Aufbringen von Oberflächenschutzschichten und -versiegelungen (Dämpfe) erklären können Gesundheitliche Gefahren beim Einbau von Gussasphalt durch Einatmen von Dämpfen und Aerosolen kennen und vermeiden können 	3a - Gesellschaft Gesundheit SDG 3
A13 - 11: Herstellen von Asphaltdecken. <i>Lernfeld: 11</i>	<i>Lernfeld 11: Materialien für Strassenoberbau unterscheiden, beurteilen und auswählen können Bitumen, Mineralstoffe und Reststoffverwertung</i>	<ul style="list-style-type: none"> Möglichkeiten des Asphaltrecyclings kennen und nutzen können 	3b - Material - Asphalt SDG 12

6. Unterrichts- und Ausbildungsmodule

Die hier vorgeschlagenen Unterrichts- und Ausbildungsmodule bilden drei Rahmenaufgaben:

- Energie- und Klima Analyse eingesetzter Energieträger im Betrieb
- Energie- und Klimaanalyse der Nutzfahrzeuge und mobilen Maschinen (Baustelle)
- Abfall- und kreislaufwirtschaftliche Analyse von Baustoffen sowie Bau- und Abbruchabfällen.

6.1 Klimawirksamkeit eingesetzter Energieträger im Betrieb

Die Analyse des Ausbildungsbetriebes hinsichtlich seines Beitrags zum Klimawandel zielt darauf ab, anhand der Art und Menge der für die betriebseigene Mobilität eingesetzten Kraftstoffe, diejenigen zentralen Aktivitäten im Betrieb zu kennen, die besonders klimawirksam sind. Dies soll die Auszubildenden befähigen, sowohl entsprechende klimafreundliche Alternativen zu kennen als auch innerbetrieblich möglichst effektiv zu adressieren. Die Klimaanalyse untersucht dazu die folgenden zwei Bereiche im Ausbildungsbetrieb:

- Stationärer Energieeinsatz für die Betriebsprozesse. Hierunter ist der ortsfeste Energieeinsatz in Gebäuden und Büros zu verstehen, wie er für Planungs- und Verwaltungstätigkeiten sowie für die Bauaufsicht benötigt wird. Dabei handelt es sich vorrangig um elektrische Geräte der Information und Kommunikation aber auch der Energieeinsatz für Raumheizung, zur Warmwasserbereitung und für die Beleuchtung
- Mobiler Energieeinsatz für die betriebseigene Mobilität. Darunter fallen mobile Maschinen und Geräte für die Bauausführungen sowie schwere Nutzfahrzeuge für den Transport von Material, Bodenaushub und Baurestmassen, aber auch leichte Nutzfahrzeuge für den Transport von Kleinmaterial, Geräten und nicht zuletzt von Personen.

Aufgabenstellung:

Berechnen Sie anhand der in Ihrem Betrieb eingesetzten Energie den Beitrag zum Klimawandel. Erheben Sie dazu die Art und die Menge der in Ihrem Ausbildungsbetrieb eingesetzten Energieträger und benutzen Sie dann die Emissionsfaktoren aus der folgenden Tabelle. Unterscheiden Sie Energieträger, die stationär eingesetzt werden von denen, die für mobile Emissionsquellen wie Fahrzeuge und Baumaschinen eingesetzt werden.

In der Tabelle sind auch Emissionsfaktoren für erneuerbare Energieträger wie Photovoltaik, Solarthermie oder Biogas zu finden. Schätzen Sie einmal ab, wie viel

CO₂-Äquivalente sich einsparen ließen, wenn im Betrieb ganz oder teilweise erneuerbare Energieträger eingesetzt würden.

Zur Orientierung und Einordnung der Höhe der Emissionsfaktoren sind in der Tabelle auch Emissionsfaktoren für Primärenergieträger wie Stein- und Braunkohle oder Kernkraft aufgeführt die im Bereich der Endenergie eher von geringerer Relevanz sind.

Die Umrechnung von Energieträgern in CO₂-Emissionen hängt von mehreren Faktoren ab. Insbesondere der Heizwert ist maßgeblich. Der wiederum unterscheidet sich hinsichtlich der Qualität, die von der geografischen und geologischen Herkunft des Energieträgers beeinflusst wird.

Die Menge des jeweiligen Energieträgers multipliziert mit dem "Emissionsfaktor gesamt" ergibt die Gesamtmenge an CO₂-Äquivalent. Beispielrechnung: Die Einsparung von 50 l Diesel ergibt eine Einsparung von 158 kg CO₂-Äquivalent.

- Rechnung: 50 Liter Diesel x 3,16 kg/l = 158 kg CO₂-Äquivalent.

Die unmittelbar am Ort der Energieumwandlung (z. B. im Kessel oder Motor) anfallenden Emissionen werden als direkte Emissionen bezeichnet. Bei der Herstellung des Brennstoffes (z. B. Erdölgewinnung und -verarbeitung zu Diesel) fallen aber zusätzlich Emissionen an, die hierbei noch nicht berücksichtigt sind. Für die Betrachtung des gesamten Prozesses sind sie aber ebenfalls relevant. Sie werden als indirekte (oder auch vorgelagerte) Emissionen bezeichnet. Die Gesamtemissionen setzen sich dann aus den direkten und indirekten Emissionen zusammen.

Tabelle: Emissionsfaktoren

Energieträger	Emissionsfaktor CO ₂ -Äquivalent			Einheit
	Direkt	Indirekt	Gesamt	
Strommix Deutschland ¹⁾	-	-	0,402	kg/kWh
Heizöl	2,67	0,42	3,09	kg/l
Erdgas	2,01	0,40	2,41	kg/m ³
Flüssiggas ²⁾	1,60	0,21	1,81	kg/l
Biogas ³⁾	0,11	0,24	0,35	kg/kWh
Diesel	2,63	0,53	3,16	kg/l
Biodiesel ³⁾	0,04	1,50	1,54	kg/l
Benzin	2,33	0,55	2,88	kg/l
Bioethanol ³⁾	0,01	1,25	1,26	kg/l

Holz ⁴⁾	0,02	0,03	0,05	kg/kg
Photovoltaik ⁵⁾	0,00	0,07	0,07	kg/kWh
Solarthermie ⁵⁾	0,00	0,02	0,02	kg/kWh
Wärmepumpe ⁶⁾	0,00	0,18	0,18	kg/kWh
Geothermie ⁵⁾	0,00	0,18	0,18	kg/kWh
Wind onshore ⁵⁾	0,00	0,01	0,01	kg/kWh
Wind offshore ⁵⁾	0,00	0,06	0,06	kg/kWh
Steinkohle ⁷⁾	2,07	0,33	2,40	kg/kg
Braunkohle ⁷⁾	2,92	0,33	3,35	kg/kg
Kernenergie	0,00	0,07	0,07	kg/kWh

¹⁾ Durch den wachsenden Einsatz erneuerbarer Energien sinkt der mittlere Emissionsfaktor des Strommixes zunehmend

²⁾ Beim Einsatz als Treibstoff im Verkehrssektor

³⁾ Die pflanzliche (Weizen, Raps, u.ä.) oder tierische Herkunft (Gülle, Mist, u.ä.) beeinflusst den Emissionsfaktor

⁴⁾ Biogene Energieträger wie z. B. Holz sind zwar CO₂-neutral, weil bei ihrer Verbrennung genauso viel CO₂ freigesetzt wird, wie sie während ihres Wachstums aus der Atmosphäre aufgenommen haben. Dies gilt aber nicht für die Treibhausgase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Deshalb werden im Emissionsfaktor für biogene Energieträger auch die Treibhausgase Methan und Lachgas berücksichtigt.

⁵⁾ Bei Energieerzeugungsanlagen beeinflusst der Wirkungsgrad den Emissionsfaktor

⁶⁾ Bei Wärmepumpen hat das Wärmeträgermedium (Luft, Abluft, Wasser, Abwasser, u.a.) entscheidenden Einfluß auf die Höhe des Emissionsfaktors

Quelle: (LfU 2021- lfu.bayern.de)

Sollten in Ihrem Betrieb Energieträger eingesetzt werden, die in der obigen Tabelle nicht aufgeführt sind, so können Sie einen CO₂-Rechner benutzen, wie sie im Internet zu finden sind. z.B.

- <https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html>
- www.lea-hessen.de/unternehmen/treibhausgasbilanzierung-erstellen

6.2 Energie- und Klimaanalyse Baufahrzeuge und mobile Maschinen.

Gerade im Straßenbau ist der Einsatz von schweren Nutzfahrzeugen wie mehrachsige Sattelschlepper, Pritschen-Lkw, Raupen, Lader, Bagger, u.ä. aber auch von mobilen Maschinen wie Generatoren, Kompressoren, Flutlicht, u.ä. üblich. Am häufigsten werden diese Fahrzeuge und mobilen Maschinen mit Dieselkraftstoff betrieben. Die folgende Auflistung zeigt die im Baugewerbe eingesetzten Energieträger und ihre relative Häufigkeit in Prozent (UBA 2022b, Hauptverband der Deutschen Bauindustrie 2022):

Anteil von Energieträgern auf der Baustelle

Kraftstoffe	Anteil
Dieselmotorkraftstoff	49,2 %
Sonstige Mineralölprodukte	26,8 %
Gase	7,1 %
Heizöl Leicht	4,8 %
Ottomotorkraftstoffe	2,4 %
Elektrischer Strom u.a. Energieträger	7,2 %
Erneuerbare Energien	2,6 %

Aufgabenstellung:

1. Wählen Sie mehrere typische Tage auf der Baustelle aus. Wählen Sie Tage, die typisch für einen jeweiligen Bauabschnitt sind, z. B. Einrichtung der Baustelle, Herstellung von Planum und Böschung, Einbringen der Trag- und der Deckschichten, Abdeckung mit Oberboden, Räumen der Baustelle und Abtransport von Restmassen und Abfällen.
2. Schätzen Sie die Art und die Mengen an Energieträgern, die an den ausgewählten Tagen zum Transport von Materialien und Baustoffen, aber auch von Personen eingesetzt werden.
3. Notieren Sie Ihre Schätzungen und berechnen Sie die Mengen an unterschiedlichen Energieträgern, die während der gesamten Zeit der Bautätigkeit auf der Baustelle zum Einsatz kommen.

6.3 Analyse der Baumaterialien und Abfallstoffe

Bau- und Abbruchabfälle sind laut Kreislaufwirtschaftsgesetz (§3, 6a) Abfälle, die bei Bau- und Abbruch Tätigkeiten entstehen. Die folgende Auflistung zeigt die unterschiedlichen Arten von Bau- und Abbruchabfällen und ihren jeweiligen Gewichtsanteil in Prozent:

- Boden, Steine und Baggergut (57%)
- Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik (27%)
- Bitumengemische, Kohlenteer und teerhaltige Produkte (9%)
- Übrige Bau- und Abbruchabfälle (7%)

Bau- und Abbruchabfälle machen ca. 55% des gesamten nationalen Abfallaufkommens aus. Diese mengenmäßige Dominanz macht bereits die hohe Relevanz dieser Abfälle deutlich. Sie bestehen zwar überwiegend aus mineralischem und inertem Material, doch gleichwohl ist es nicht nur die Menge, sondern es sind auch die Inhaltsstoffe von Bau- und Abbruchabfällen, die sie als Abfallart so relevant machen. Neben den klassischen mineralischen Baustoffen wie Stein, Sand, Beton, Fliesen und Glas sind es inzwischen zudem auch zunehmend metallische Baumaterialien wie Stahl, Zink und Kupfer aber auch mineralöl basierte Kunststoffe in Rahmen, Belägen, Schäumen und

Dichtungsmassen oder mit bauchemischen Zusatzstoffen versetzte Mischmaterialien, welche die besondere kreislaufwirtschaftliche Relevanz von Bau- und Abbruchabfällen ausmachen. Zudem sind gerade mineralische Baurestmassen zur Wiederverwendung sowie zum Recycling besonders gut geeignet.

Der Straßenbau ist in besonderem Maße durch den Aushub, die Bewegung und das Einbringen von Boden und weiteren mineralischen Materialien geprägt. Einiges davon wird als Abfall abtransportiert, anderes als Bestandteil des Baukörpers eingebaut. Die folgende Aufgabe soll die Auszubildende für die besondere Materialintensität des Straßenbaus sensibilisieren und sie in die Lage versetzen die verschiedenen Materialien, Baustoffe und Bauabfälle zu unterscheiden, ihre Möglichkeiten zur Wiederverwendung und zum Recycling kennenzulernen und Alternativen zu erdölbasierten Baustoffen zu entdecken:

Aufgabenstellung:

1. Wählen Sie mehrere typische Tage auf der Baustelle aus. Wählen Sie Tage, die typisch für einen jeweiligen Bauabschnitt sind, z. B. Einrichtung der Baustelle, Herstellung von Planum und Böschung, Einbringen der Trag- und der Deckschichten, Abdeckung mit Oberboden, Räumen der Baustelle und Abtransport von Restmassen und Abfällen.
2. Notieren Sie die Mengen von allen Materialien, Baustoffen und Abfällen, die an den ausgewählten Tagen angeliefert oder abtransportiert werden.
3. Ordnen Sie den notierten Materialien, Baustoffen und Abfällen ihre stofflichen Eigenschaften zu. Unterscheiden Sie dabei zwischen mineralischen und metallischen Stoffen sowie solchen, die aus fossilen Rohstoffen wie Erdöl hergestellt wurden. Erkundigen Sie sich und notieren Sie, wo die abtransportierten Materialien und Abfälle hingebraucht werden und was mit ihnen geschieht.
4. Schätzen Sie die verschiedenen Mengen an Materialien, Baustoffen und Abfällen, die während des jeweiligen Bauabschnitts angeliefert oder abtransportiert wurden. Multiplizieren Sie dazu die notierten Tagesergebnisse aus Nr. 2 mit der Anzahl der Tage, die der jeweilige Bauabschnitt dauert, den Sie in Nr. 1 ausgewählt haben. Schätzen Sie dann die Gesamtmengen an Materialien, Baustoffen und Abfällen, die während der gesamten Bautätigkeit an- oder abtransportiert wurden. Addieren Sie dazu die vorherigen Ergebnisse für alle Bauabschnitte.
5. Identifizieren Sie anhand Ihrer Ergebnisse aus Nr. 4 diejenigen drei mineralischen Materialien die am meisten abtransportiert wurden und recherchieren Sie für die identifizierten Materialien Möglichkeiten der Wiederverwendung sowie des Recyclings
6. Wiederholen Sie Nr. 5. für ein Material, das aus Erdöl hergestellt wurde, und recherchieren Sie Möglichkeiten es zu recyceln sowie es durch ein Material aus nachwachsenden Rohstoffen zu ersetzen.

7. Zielkonflikte und Widersprüche

Beim Ansteuern von Nachhaltigkeit sind Zielkonflikte und Widersprüche nichts Ungewöhnliches. Dies gilt auch für die Bauwirtschaft, die in einem sehr großen Markt mit vielen Konkurrenten ihre Kundschaft suchen und bedienen muss. Bedingt durch die Marktverhältnisse ist die Bauwirtschaft, wie andere Wirtschaftsbereiche auch, auf Effizienz ausgerichtet. Daraus ergibt sich auch für die Bauwirtschaft der klassische Zielkonflikt zwischen Ökonomie und Ökologie. Ökologische und umweltschonende Baumaßnahmen sind häufig teurer als "herkömmliche", da letztere alle technischen, biologischen und chemischen Verfahren zur Effizienzsteigerung nutzen. Demgegenüber sind Baumaßnahmen, die sich an der Nachhaltigkeit orientieren, oftmals mit einem erhöhten Aufwand verbunden. Dazu lassen sich Maßnahmen zur getrennten Erfassung und Lagerung von Baurestmassen, Schutzmaßnahmen zur Erhaltung des humushaltigen Oberbodens, das Recycling von Beton und Asphalt oder die Nutzung von schadstoffarmen Bauhilfsstoffen zählen. Zudem sind die auf dem Markt verfügbaren Produkte wie CO₂-arme Maschinen, Geräte oder Nutzfahrzeuge häufig teurer als herkömmliche Produkte, die schon länger und in größerer Stückzahl hergestellt werden. Der erhöhte Aufwand und die höheren Kosten bedingen jedoch auch einen höheren Preis für die angebotene Bauleistung. Gerade im Straßenbau, der im besonderen Maße von öffentlichen Auftraggebern abhängig ist, die wiederum durch das Vergaberecht maßgeblich zu einer sparsamen Bewirtschaftung öffentlicher Finanzmittel gezwungen sind, steht eine teurerer aber nachhaltigere Bauausführung im Widerspruch zum Sparsamkeitsgebot öffentlicher Ausgaben. Bauausführende Unternehmen, die im Straßenbau tätig sind, versuchen dies durch mehr "Effizienz" zu kompensieren, aber diese "Effizienz" führt nicht unbedingt zu mehr "Nachhaltigkeit", wie im Folgenden erläutert wird.

7.1 Die Effizienzfalle und Widersprüche

Effizienz beschreibt unter anderem Wirtschaftlichkeit, ausgedrückt als das Verhältnis von Aufwand zum Nutzen. Wenn bei gleichem Nutzen so wenig wie möglich von einer notwendigen Ressource verwendet wird, so gilt dies als effizient. So könnte man meinen, dass Effizienzsteigerungen im Unternehmensalltag folglich auch zu einem nachhaltigen Wirtschaften führen. Weniger Abfall oder Energieaufwand bedeutet gleichzeitig weniger Umweltbelastung und längere Verfügbarkeit von endlichen Ressourcen – oder? Nicht unbedingt!

Das Missverständnis hinter dieser Annahme soll anhand eines Beispiels aufgedeckt werden. Seit 1990 hat sich der deutsche Luftverkehr mehr als verdreifacht. Mit Hilfe technischer Innovationen, besserer Raumnutzung und weiterer Maßnahmen konnte der durchschnittliche Kerosinverbrauch pro Person seitdem um 42 Prozent gesenkt werden – eine gute Entwicklung auf den ersten Blick. Auf den zweiten Blick ist jedoch auch zu erkennen, dass das Verkehrsaufkommen im gleichen Zeitraum stark zugenommen hat.

Daraus folgt, dass trotz starker Effizienzsteigerungen absolut betrachtet immer mehr Kerosin verbraucht wird – nämlich 85 Prozent mehr seit 1990.

Wissenschaftler sprechen daher auch von einer „Effizienzfalle“. Denn obwohl sich mit Effizienzsteigerung eine relative Umweltentlastung erzeugen lässt, bleibt die Herausforderung des absoluten Produktionswachstums weiterhin bestehen. So ist das effiziente Handeln aus der ökonomischen Perspektive zwar zielführend, aus der ökologischen Perspektive jedoch fraglich. Es lässt sich schlussfolgern, dass Effizienzstreben und Nachhaltigkeitsorientierung zwei eigenständige Rationalitäten darstellen, die von Unternehmen beide gleichermaßen beachtet werden sollten, um zukunftsfähig zu wirtschaften. Eine langfristig erfolgreiche Unternehmensführung würde demnach aus den zur Verfügung stehenden Ressourcen unter Erhalt der Ressourcenbasis möglichst viele ökonomische Werte erschaffen, um somit intergenerational und intragenerational gerecht zu wirtschaften. Somit sollte sich ein zukunftsorientiertes berufliches Handeln sowohl den Herausforderungen der eher kurzfristigen Effizienzrationalität als auch der langfristigen Nachhaltigkeitsrationalität stellen und beide Perspektiven verknüpfen.

Im Rahmen des beruflichen Handelns entstehen jedoch Widersprüche zwischen der Effizienzrationalität („Funktionalität“, „ökonomische Effizienz“ und „Gesetzeskonformität“) und der Nachhaltigkeitsrationalität („ökologische Effizienz“, „Substanzerhaltung“ und „Verantwortung“). Ein zukunftsfähiges berufliches Handeln zeichnet sich dadurch aus, mit diesen Widersprüchen umgehen zu können.

Doch stellt sich nun die Frage, was der Umgang mit Widersprüchen für den Berufsalltag bedeutet. In diesem Zusammenhang kann von so genannten „Trade-offs“ – auch „Zielkonflikte“ oder „Kompromisse“ – gesprochen werden. Grundsätzlich geht es darum, den möglichen Widerspruch zwischen einer Idealvorstellung und dem Berufsalltag zu verstehen und eine begründete Handlungsentscheidung zu treffen. Dabei werden Entscheidungsträger häufig in Dilemma-Situationen versetzt. Im beruflichen Handeln geht es oftmals um eine Entscheidung zwischen knappen Ressourcen, wie Geld, Zeit oder Personal, für die es gilt, Lösungen zu finden.

Im Folgenden werden einige Zielkonflikte aufgezeigt.

7.2 Beispielhafte Zielkonflikte

Folgende Zielkonflikte sind in der Bauwirtschaft häufig zu finden, die im Rahmen eines Unterrichts- oder Ausbildungsgesprächs diskutiert werden können:

- Eine an der Nachhaltigkeit ausgerichtete Baumaßnahme nutzt Bau- und Bauhilfsstoffe, Geräte, Maschinen und Fahrzeuge mit verringerter Umweltbelastung. Derartige Produkte sind jedoch in der Regel teurer als konventionelle. Für öffentliche Auftraggeber, wie sie im Straßenbau überwiegen, sind diese Mehrkosten ein großes Hemmnis bei der Auftragsvergabe und bedürfen

einer besonderen, wohl begründeten Rechtfertigung. Zudem besteht bei der öffentlichen Vergabe von Bauaufträgen das Risiko, dass unterlegene Unternehmen die Auftragsvergabe mit Hinweis auf ihr kostengünstigeres Angebot gerichtlich anfechten.

- Ein weiterer Widerspruch besteht darin, dass nachhaltigere Technologien wie z.B. Fahrzeuge und Maschinen, die mit erneuerbaren Energien oder nachwachsenden Treibstoffen angetrieben werden, aber auch Bau- und Bauhilfsstoffe oder Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen verschwenderischer genutzt werden. Selbst umweltbewusste Personen sind eher geneigt Produkte und Dienstleistungen mit verringerter Umweltwirkung pro Nutzeneinheit intensiver zu nutzen ohne zu bedenken, dass die Vorteile einer erhöhten Ökoeffizienz bei einer Nutzungsintensivierung kompensiert oder sogar überkompensiert werden kann. Die Effizienzgewinne werden so durch eine Nutzungsintensivierung aufgezehrt.
- Als zentrale Infrastruktur sind Strassen maßgeblich für das Mobilitätsverhalten der Verkehrsteilnehmer. So induzieren gut ausgebaute Autostraßen mehr Autoverkehr. In ähnlicher Weise lassen sich mit gut ausgebauten Rad- und Fußwegen der Rad- und Fußverkehr fördern. Beim Straßenbau steht jedoch meist der möglichst effiziente Transport von Gütern und Personen mit einem günstigen Nutzen-Kosten-Verhältnis im Vordergrund. Weitere Funktionen wie die raumordnerische Bedeutung, die städtebauliche Bewertung sowie Umweltrisiken rücken dann in den Hintergrund. Ein Beispiel für Zielkonflikte mit übergeordneten Funktionen von Straßen findet sich in der Stadt-Umland Verflechtung. Denn Städte sind in mehrfacher Hinsicht mit ihrem Umland verflochten. Dazu zählen die stadtreionalen Freiräume und Grünzüge mit ihren vielfältigen Funktionen für Mensch und Natur. Sie unterstützen den natürlichen Wasserhaushalt, die Klimaanpassung und den natürlichen Klimaschutz und bieten Lebensräume für Pflanzen und Tiere. Gleichzeitig sind sie wertvolle Räume für die Erholung, Bewegung und das Naturerleben der Menschen. Nicht zuletzt werden suburbane Freiräume oft land- und forstwirtschaftlich genutzt. Mit den Nutzungen der Freiräume besteht auch eine Verflechtung mit der Mobilität, wodurch Zielkonflikte entstehen. Stadtreionale Freiräume und nachhaltige Mobilitätsformen im Stadt-Umland-Verkehr stehen daher in Wechselbeziehung zueinander und sind deshalb im Zusammenhang zu betrachten. Werden Freiräume sowie Rad- und Fußwegenetze in der Stadtregion zusammen geplant, kann das Mobilitätsverhalten im Pendler- und Freizeitverkehr nachhaltiger werden. Eine solche gemeinsame Planung und auch ein gemeinsames Marketing können den Anteil der nachhaltigen Mobilität erhöhen, die Lebensqualität verbessern und helfen, Zielkonflikte mit dem Schutz von Natur und Landschaft zu vermeiden.
- Ein Zielkonflikt lässt sich beim Asphaltrecycling feststellen. Im Kern handelt es sich um einen Konflikt zwischen lokaler Emissionserhöhung einerseits und

Verringerung der Umweltbelastung insgesamt, andererseits. Der Einsatz von Ausbauasphalt in der Herstellung von Asphaltmischungen führt zu erhöhter Freisetzung von Luftschadstoffen im direkten Umfeld der Asphaltmischanlage. Gleichzeitig ist das Recycling von Asphaltressourcen ökonomisch geboten und besitzt gegenüber dem ausschließlichen Einsatz von primären Zuschlagstoffen deutliche ökologische Vorteile, denn es entlastet Deponiekapazitäten und schont die Ölvorräte. Zudem wird durch den Einsatz von Asphaltgranulaten der Verbrauch primärer Ressourcen wie Splitt und Brechsand vermindert. Allerdings führt der erhöhte Energieeinsatz zu erhöhten Emissionen von energiebedingten Luftschadstoffen sowie zu Geruchsemissionen im direkten Umfeld der Asphaltmischanlage.

- Ein weiterer Zielkonflikt ist der zwischen ökologischer Verbesserung und technischer Anforderung. Wie bei jeder Nachhaltigkeitsinnovation sind neben der erreichbaren Umweltverbesserung, die technische Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit entscheidende Voraussetzungen für die Verbreitung der Innovation. Dabei ist zu bedenken, dass es sich um dynamische Voraussetzungen handelt. So durchläuft die technische Entwicklung unterschiedliche Stufen von der Funktionsprüfung, über den Labor- und Pilotmaßstab bis hin zur Serienproduktion. Es wird dann von „Technologie-Reifegrad“ auf englisch: „Technology Readiness Level“ (TRL) gesprochen, der den Entwicklungsstand von neuen Technologien auf einer Skala von TRL 1: „Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips“ bis zu TRL 9: „Qualifiziertes System mit Nachweis des erfolgreichen Einsatzes“, bewertet (EU-Kommission 2014). Ebenfalls dynamisch ist die Voraussetzung der Wirtschaftlichkeit, die unmittelbar von Kosten- und Preissignalen sowie anderen Marktbedingungen abhängt und sich z.B. bei starken Schwankungen innerhalb kurzer Zeit ändern kann. Dies betrifft insbesondere das Recycling. So stellt sich dort die Frage, inwieweit das rezyklierte Material – auch Rezyklat oder sekundärer Rohstoff – genannt, die gleiche technische Funktion erfüllt wie das Primärmaterial also die Frischware. Allerdings ist die technische Funktion nicht immer eindeutig und umfassend festgelegt. So hat z.B. Recyclingpapier einen geringeren Weißwert, ist also meist etwas grauer, allerdings erfüllt es trotz dessen die Hauptfunktionen von Papier nämlich beschriften, bedrucken und kopieren. Im Übrigen wird damit auch die ästhetische und somit kulturelle Dimension von Nachhaltigkeitsinnovationen und ihre Verbreitung sichtbar.
- Sollen Baustoffe recycelt werden, sind die technischen Anforderungen oftmals mit Sicherheitsanforderungen verknüpft. Es stellt sich dann die Frage inwieweit das Rezyklat und die daraus hergestellten Bauteile im selben Maße sicherheitsrelevante Funktionen wie z.B. Druck- und Zugfestigkeit, Beständigkeit gegenüber Alterung, Verschleiß oder sonstige Umwelteinflüsse erfüllen. Dabei lassen sich zwei Strategien verfolgen. Zum einen ist die sortenreine Erfassung des zu rezyklierten Materials entscheidend. Denn je geringer die Sortenreinheit, umso

schwieriger und aufwendiger ist es, die Funktionalitäten des Primärmaterials zu erreichen. Zum anderen lassen sich die Anwendungen für das Rezyklat beschränken auf Einsatzgebiete mit geringeren Sicherheitsanforderungen z.B.: als Frostschutz-, Ausgleichs- oder Tragschicht oder zur Verfüllung von Gruben und Gräben. Hinzu kommt, dass der Baubereich durch eine sehr hohe Dichte an technischen und rechtlichen Regelungen geprägt ist, die zudem länderspezifische, regionale oder gar kommunale Unterschiede aufweisen.

- Daraus lässt sich bereits ein Zielkonflikt zwischen technisch möglich und rechtlich zulässig erkennen. Dies betrifft insbesondere den Einsatz von mineralischen Rezyklaten, wie sie im Baubereich typisch sind. So sind z.B. die Anforderungen und die Anwendungen von rezyklierten Gesteinskörnungen in Beton, in spezifischen Normen (DIN 4226-101) und technischen Richtlinien (DAfStb 09/2010) dezidiert festgelegt. Dies betrifft auch den Einsatz von Rezyklat Material in Oberbaukonstruktion für den Straßen- und Wegebau oder für sonstige Verkehrsflächen. So ist der Einsatz von Asphaltgranulat aus Ausbauasphalt in den unterschiedlichen Trag- und Deckschichten je nach Belastungsklasse der Straßen limitiert (RStO 2012). Während der Einsatz in ungebundenen Tragschichten problemlos möglich ist, gilt es bei Deckschichten spezifische Anforderungen an maximale Zuschlagsmenge, Gesteinskörnung und Einbauverfahren zu beachten (RuVA-StB01 2004).

Die Projektagentur Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (PA-BBNE) des Partnernetzwerkes Berufliche Bildung am IZT erstellt für eine Vielzahl von Ausbildungsberufen umfangreiche Materialien, um die neue Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ konkret auszugestalten. Dabei werden in den Hintergrundmaterialien die 17 Sustainable Goals (SDG) der Agenda 2030 und ihre Unterziele aus einer wissenschaftlichen Perspektive der Nachhaltigkeit im Hinblick auf das jeweilige Berufsbild betrachtet. In den sogenannten Impulspapieren werden ausgehend von den Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrplänen die Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ sowie die jeweiligen Berufsbildpositionen beleuchtet und die Möglichkeiten der integrativen Vermittlung der Nachhaltigkeitsthemen aufgezeigt. Darüber hinaus werden wichtige Zielkonflikte sowie die spezifischen Herausforderungen der Nachhaltigkeit mittels Grafiken zur Diskussion gestellt. <https://www.pa-bbne.de>

Das IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH ist eine unabhängige Forschungseinrichtung in Berlin und adressiert seit mehr als 40 Jahren die großen gesellschaftlichen Herausforderungen mit Blick auf die notwendige tiefgreifende Transformation der Gesellschaft. Es ist der Nachhaltigkeit und der Gestaltbarkeit von Zukünften verpflichtet. Als gemeinwohlorientierte inter- und transdisziplinäre Forschungseinrichtung integriert das IZT die wissenschaftlichen Möglichkeiten der Zukunftsforschung, gesellschafts- und naturwissenschaftliche Expertise sowie Praxiswissen. Gesellschaftlich relevante Themen werden frühzeitig erkannt, in den wissenschaftlichen und öffentlichen Diskurs eingebracht und in strategische Forschungsprojekte umgesetzt sowie auch in Bildungsangebote für Allgemeinbildung, berufliche Aus- und Weiterbildung sowie Hochschulbildung übersetzt. <https://www.izt.de>

Impressum

Herausgeber

IZT - Institut für Zukunftsstudien und
Technologiebewertung gemeinnützige GmbH

Schopenhauerstr. 26, 14129 Berlin
www.izt.de

Projektleitung

Dr. Michael Scharp
Forschungsleiter Bildung und Digitale Medien am IZT

m.scharp@izt.de | T 030 80 30 88-14

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JO2204 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Lizenzhinweis



Diese Texte unterliegen der Creative Commons Lizenz „Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-NC)“