

*Didaktisches Begleitmaterial – Impulspapier (IP)*

# Asphaltbauer und Asphaltbauerin

IZT

Volker Handke  
v.handke@izt.de

Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin

Webseite: [www.pa-bbne.de](http://www.pa-bbne.de)

Telefon: 030-308088-19

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Institut für  
Zukunftsstudien und  
Technologiebewertung



Projektagentur  
Berufliche Bildung  
für nachhaltige Entwicklung  
des Partnernetzwerkes Berufliche Bildung am IZT



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>2</b>
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	7
1.3.5 Hinweis für handwerkliche, kaufmännische und Industriebetriebe	7
<b>2. Glossar</b>	<b>8</b>
<b>3. Literatur</b>	<b>8</b>
<b>4. Tabelle 1 - Die Standardberufsbildposition "Umweltschutz und Nachhaltigkeit"</b>	<b>9</b>
<b>5. Tabelle 2: Berufsbildpositionen und Lernfelder mit Bezug zur Nachhaltigkeit</b>	<b>13</b>
<b>6. Unterrichts- und Ausbildungsmodule</b>	<b>21</b>
6.1 Klimawirksamkeit der im Ausbildungsbetrieb eingesetzten Energieträger	21
Aufgabenstellung:	22
6.2 Energie- und Klimaanalyse Baufahrzeuge und mobile Maschinen.	24
Aufgabenstellung:	24
6.3 Analyse der Baumaterialien und Abfallstoffe	25
Aufgabenstellung:	25
<b>7. Zielkonflikte und Widersprüche</b>	<b>26</b>
7.1 Die Effizienzfalle und Widersprüche	27
7.2 Beispielhafte Zielkonflikte	28

## 1. Einleitung

### 1.1 BBNE und BNE - Ziele der Projektagentur PA-BBNE

(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

klimateutral 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). 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;
3. 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 wird in diesem Impulspapier eine exemplarische Aufgabenstellung für die betriebliche oder berufsschulische Unterrichtung vorgeschlagen:

- Als erstes erfolgt eine Betrachtung der Klima- und Umweltwirkung des Asphaltbaus im Straßen- und Wegebau aufgrund der atmosphärischen Emissionen des straßengebundenen Personen- und Gütertransports. Die Auszubildenden sollen dabei sowohl einen grundsätzlichen Einblick in die Klimawirksamkeit der Nutzung asphaltierter Straßen 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 und sind dadurch maßgeblich für das Mobilitätsverhalten verantwortlich. 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 CO<sub>2</sub>-Gesamtausstoß seit 1990 um 23 % sank, erhöhten sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr um 29 %. Lag der Anteil des Straßenverkehrs an den EU-weiten CO<sub>2</sub> Emissionen im Jahr 1990 noch bei 15%, so kletterte er auf 26% im Jahr 2019 (Destatis o.J.). Die verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-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. Er bestimmt den motorisierten Individualverkehr, die Möglichkeit, den Güterverkehr von der Straße auf die Schiene 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



- CO<sub>2</sub>-Äq Kohlendioxid-Äquivalente
- FS Foliensammlung mit Beispielen für Zielkonflikte
- HGM Hintergrundmaterial (wissenschaftliches Begleitmaterial)
- IP Impulspapier (didaktisches Begleitmaterial)
- RLP Rahmenlehrplan
- SBBP Standardberufsbildposition
- SDG Sustainable Development Goals
- THG Treibhausgase bzw. CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>-Äq)

### 3. Literatur

- Axsen, J., Plötz, P., & Wolinetz, M. (2020): Crafting strong, integrated policy mixes for deep CO<sub>2</sub> mitigation in road transport. Nature Climate Change. <https://www.nature.com/articles/s41558-020-0877-y>
- BGBGl (1984): Verordnung über die Berufsausbildung zum Asphaltbauer (Asphaltbauer-Ausbildungsverordnung - AsphAusbV); "Asphaltbauer-Ausbildungsverordnung vom 19. März 1984 (BGBl. I S. 457). Online: [AsphAusbV.pdf \(gesetze-im-internet.de\)](#)
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (o.J.): Nachhaltigkeit in der Ausbildung. Online: [www.bibb.de/de/142299.php](http://www.bibb.de/de/142299.php)
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung(1984): Verordnung über die Berufsausbildung zum Asphaltbauer (Asphaltbauer-Ausbildungsverordnung - AsphAusbV) vom 19.03.1984 Online: [www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index\\_berufesuche.php/regulation/4823201.pdf](http://www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index_berufesuche.php/regulation/4823201.pdf)
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (2021): Vier sind die Zukunft. Online: [www.bibb.de/de/pressemitteilung\\_139814.php](http://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 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](http://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/berufliche-bildung/rahmenbedingungen-und-gesetzliche-grundlagen/gestaltung-von-aus-und-fortbildungsordnungen/digitalisierung-und-nachhaltigkeit/digitalisierung-und-nachhaltigkeit)
- BMBF (o.J.): Was ist BNE. Online: <https://www.bne-portal.de/bne/de/einstieg/was-ist-bne/was-ist-bne.html>
- Bundesregierung (o.J.): Globale Nachhaltigkeitsstrategie - Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt. Online: [www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-vers-taendlich-erklaert-232174](http://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-vers-taendlich-erklaert-232174)
- Destatis Statistisches Bundesamt (2022): Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele. Online: <http://sdg-indikatoren.de/>
- Destatis - Destatis Statistisches Bundesamt (o.J.): Straßenverkehr: EU-weite CO<sub>2</sub>-Emissionen seit 1990 um 29 % gestiegen- Pkw verursachen den größten Anteil. Online: [https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2\\_Strassenverkehr.html](https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2_Strassenverkehr.html)
- Engagement Global (2022): Ziele für Nachhaltige Entwicklung. Online: <https://17ziele.de/info/was-sind-die-17-ziele.html>; sowie die Downloads unter: <https://17ziele.de/downloads.html>

- KMK (1984): Rahmenlehrpläne für den Ausbildungsberuf Asphaltbauer. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 010.02.1984. Online: [www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Asphaltbauer84-02-10.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Asphaltbauer84-02-10.pdf)

## 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 – Gesellschaft Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachhaltigkeitssiegel für “Persönliche Schutzausrüstung” kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheit und Wohlergehen</li> <li>Menschenwürdige Arbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erläutern was nachhaltige Schutzkleidungen ausmachen</li> <li>Gesundheitsrisiken beim Einbau von Gussasphalt und Dichtungssystemen benennen und angemessene Schutzvorkehrungen beschreiben</li> </ul>	SDG 3
3a – Gesellschaft Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheitsgefahren beim Aufbringen von Schutzschichten und Versiegelungen sowie beim Einbau von Gussasphalt kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheit und Wohlergehen</li> <li>Menschenwürdige Arbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren durch Einatmen von Dämpfen und Aerosolen</li> </ul>	SDG 3
3a – Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anforderungen an nachhaltige Baustellen kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lärm vermeiden</li> <li>Emissionen von Luftschadstoffen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anforderungen an Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen benennen und priorisieren</li> </ul>	SDG 12
3a – Umwelt – Baustoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fossile und nachwachsende Baustoffe unterscheiden können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressourcenschutz</li> <li>THG-Emissionen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmen von Baustoffen mit geringer Umweltwirkung</li> <li>Die Klimaneutralität biogener Baustoffe erklären</li> <li>Bevorzugung nachwachsender Baustoffe begründen</li> <li>Umweltwirkungen von Baustoffen und Bauvorhaben ganzheitlich beurteilen</li> </ul>	SDG 11
3a – Umwelt – Böden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Folgen von Baumaßnahmen auf die Bodenökologie kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bodenschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Funktion humushaltigen Oberbodens für die Bodenökologie erklären</li> <li>Benennen von Maßnahmen zum Schutz humushaltigen Oberbodens</li> <li>Benennen von Betriebsmitteln welche Bodenkontaminationen verursachen können</li> </ul>	SDG 11
3b – Material – Asphalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Möglichkeiten des Asphaltrecyclings kennen und nutzen können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abfälle vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erklären wie sich Asphalt recyceln lässt</li> </ul>	SDG 12

3b - Energie - Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energieeinsatz im Betrieb bestimmen und die damit verbundenen Emissionen berechnen können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strombezug über einen Ökostromanbieter</li> <li>Klimaschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die im Betrieb eingesetzten Energieträger tabellarisch auflisten</li> <li>Berechnung der im Betrieb genutzten Energiemengen</li> <li>Berechnung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Ausbildungsbetriebs</li> <li>Abschätzung der Mehrkosten für einen Ökostrom-Vertrag</li> </ul>	SDG 7
3b - Energie - Geräte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energieeinsatz von Geräten und Maschinen kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>THG-Emissionen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energieeinsatz zum Betrieb von Geräten und Maschinen im Ausbildungsbetrieb bestimmen</li> <li>Herausfinden, welche Geräte und Maschinen angeboten werden, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden</li> </ul>	SDG 7
3b - Energie - Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>-arme Antriebe für Nutzfahrzeuge kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>THG-Emissionen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>-armen Antrieben für schwere und leichte Nutzfahrzeuge benennen</li> </ul>	SDG 13
3b - Material - Wasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss von Flächenversiegelung und Bodenverdichtung auf den Wasserhaushalt kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächenversiegelung und Bodenverdichtungen minimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erklären wie sich Flächenversiegelung und Bodenverdichtungen auf den Wasserhaushalt auswirken</li> <li>Hauptvorteile von E-Antrieb (Effizienz) und grünem Wasserstoff ((vermeidet schwere Batterie) erläutern</li> </ul>	SDG 6
3b - Material - Beton (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energieeinsatz der Zement- und Betonherstellung kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>THG-Emissionen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erklären warum Baustellenbeton ggü. Transportbeton zu bevorzugen ist</li> <li>Nachhaltige Alternativen zu Beton benennen</li> </ul>	SDG 12
3b - Material - Beton (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recyclingmöglichkeiten von Beton kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressourcenschutz und Abfallvermeidung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellen wie Beton recycelt werden kann</li> <li>Vor- und Nachteile beim Recycling von Frisch- und Festbeton darlegen</li> <li>Vorteile von Baustellenbeton ggü. Transportbeton benennen</li> </ul>	SDG 12
3b - Material - Zement (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schadstoffgehalte von Zement kennen</li> </ul>	Gesundheit und Wohlergehen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schwermetalle benennen die in Zement enthalten sein können und welche Schäden sie an der menschlichen Gesundheit und in Ökosystemen verursachen können</li> </ul>	SDG 12
3b - Material - Zement (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>-arme Alternative zu Portlandzement kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>THG-Emissionen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>-arme Alternativen zu Portlandzement als mineralisches Bindemittel benennen</li> </ul>	SDG 12
3b - Material - Mörtel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltwirkung und Gesundheitsgefahren von Additiven in Mörtel kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheit und Wohlergehen</li> <li>Menschenwürdige Arbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Additive im Mörtel benennen die bei Kontakt Gesundheitsschäden verursachen können</li> <li>Herausfinden wie Gesundheitsschäden durch Mörtel vermieden werden können</li> </ul>	SDG 3

3b - Material - Stahl	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Stahlherstellung für den Klimawandel kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfälle vermeiden</li> <li>• THG-Emissionen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Energieeinsatz bei der Herstellung von Stahl abschätzen</li> <li>• Beschreiben wie das Stahlrecycling unterstützt werden kann</li> </ul>	SDG 12
3b - Material - Dämmstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fossile und nachwachsende Dämmmaterialien unterscheiden können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ressourcenschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vor- und Nachteile von nachwachsenden und fossilen Dämmmaterialien vergleichen</li> </ul>	SDG 12
3b - Material - Schalung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiedliche Schalungs Techniken und -materialien kennen und deren Umweltrelevanz beurteilen können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfälle vermeiden</li> <li>• Ressourcenschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vor- und Nachteile von Einweg- u. Fertigschalungen beschreiben</li> <li>• Erklären warum Mineralöl- und Lösungsmittelhaltige Trennmittel vermieden werden sollten</li> <li>• Lösemittelfreie Trennmittel benennen</li> </ul>	SDG 12
3b - Material - Holz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltiger Einsatz vom Baustoff Holz</li> <li>• Klimaneutralität biogener Rohstoffe verstehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfälle vermeiden</li> <li>• Schutz natürlicher Ressourcen</li> <li>• THG-Emissionen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der im Ausbildungsbetrieb genutzten Holzmaterialien und deren Herkunftsregionen</li> <li>• Bestimmung von Transportmitteln für die genutzten Holzmaterialien</li> <li>• Benennen von Nachhaltigkeitssiegel für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft und deren Kriterien</li> <li>• Darstellung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren beim Umgang mit chemischen Holzschutzmitteln</li> <li>• Beispiele für die Minimierung von Holzverschnitt und Nutzung von Holzabfällen beschreiben</li> </ul>	SDG 12
3d - Abfälle - Baurestmassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichkeiten der Wieder- und Weiterverwendung von mineralischen Baurestmassen kennen und beurteilen können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfälle vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermitteln wie mineralische Baurestmassen als Tragschicht oder Zuschlagstoff eingesetzt werden können</li> <li>• Baurestmassen sortenrein (mineralisch, metallisch, biogen, kunststoffhaltig) erfassen, lagern und einer Verwendung, Aufarbeitung oder Verwertung zuführen können</li> <li>• Möglichkeiten zur Wieder- und Weiterverwendung von mineralischen Baurestmassen als Tragschicht oder Zuschlag- stoff kennen und beurteilen können</li> </ul>	SDG 7
3f - Nachhaltigkeit kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Bevölkerung vor Ort Baumaßnahmen erläutern können und öffentliche Beteiligungsverfahren kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikation und Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsmittel für die betroffene Bevölkerung erstellen</li> <li>• Mögliche Eingaben und Änderungswünsche der betroffenen Bevölkerung entwerfen und ermitteln wie diese angemessen berücksichtigt werden können</li> </ul>	SDG 4
3f - Nachhaltigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oben genannten Kenntnisse den jeweiligen Zielgruppen (Geschäftsführung,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochwertige Bildung für Nachhaltigkeit im Sinne der</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oben genannte Aufgabenstellungen im Betrieb und in der Berufsschule beispielhaft umsetzen</li> </ul>	SDG 4

kommunizieren	Auftraggebern, Kollegen und Kolleginnen, Lieferanten und anderen) mitteilen und erklären können	Positionen 3a, 3b und 3d • Kundenwünsche im Sinne der Nachhaltigkeit erfüllen können		
---------------	---	---	--	--



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

Berufsbildposition lt. §5 Nr. 1-20 AsphAusbV) / Lernfeld (Lerngebiet)	Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten gemäß Ausbildungsordnung ( <i>kursiv: Lernfelder des RLP</i> )	Beispielhafte Bezüge zur Nachhaltigkeit	Standardberufsbildposition
<p>A1- Nr. 1: Arbeitsschutz, Unfallverhütung, Umweltschutz und rationelle Energieverwendung.</p> <p><i>Lernfeld: 7</i></p>	<p>1h) die im Ausbildungsbetrieb verwendeten Energiearten nennen und Möglichkeiten rationeller Energieverwendung im beruflich</p> <p><i>Lernfeld 7: Energiearten nennen und rationelle Energieverwendung begründen; Funktionen elektrischer Betriebsmittel und Anlagen beschreiben</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffizienz für die Betriebsstätte (Licht, Raumwärme) und für die Betriebsprozesse (Strom, Wärme) kennen und beurteilen können</li> <li>• Maßnahmen zur Energieeinsparung im Ausbildungsbetrieb kennen und vorschlagen können</li> <li>• betrieblichen Einsatz von erneuerbarer Wärme und Strom erklären können</li> <li>• Möglichkeiten der betrieblichen Eigenerzeugung von erneuerbarer Wärme und Strom kennen</li> <li>• Energieeffizienz für die Betriebsstätte (Licht, Raumwärme) und für die Betriebsprozesse (Strom, Wärme) kennen und beurteilen können</li> <li>• Maßnahmen zur Energieeinsparung im Ausbildungsbetrieb kennen und vorschlagen können</li> </ul>	<p>3b Energie - erzeugung und Nutzung</p> <p>SDG 7 SDG 13</p>
<p>A1- Nr. 2: Organisation der Arbeitsstätte</p> <p>A1- Nr.4: Einrichten von Baustellen, Durchführen von Vermessungsarbeiten</p> <p><i>Lernfelder: 4, 10, 15</i></p>	<p>2a) Organisation der Arbeitsstätte beschreiben 2b) Arbeitsabläufe im Betrieb und auf der Baustelle beschreiben 4a) zweckmäßige Planung und Durchführung von Bauvorhaben beschreiben 4b) Baustellen einrichten und sichern</p> <p><i>Lernfeld 4: Einblick in die organisatorischen Grundlagen der Bautätigkeit</i> <i>Lernfeld 10: Baustoffbedarf berechnen</i> <i>Lernfeld 15: Baustoffbedarf für Gussasphalt und Asphaltmastix berechnen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen (z.B.: der Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) und deren Kriterien kennen sowie anwenden können</li> </ul>	<p>3a - Umwelt -</p> <p>SDG 12</p>
<p>A1- Nr.4: Einrichten von Baustellen,</p>	<p>4a) zweckmäßige Planung und Durchführung von</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baumaßnahme der Bevölkerung vor Ort erläutern und ihre</li> </ul>	<p>3f - Nachhaltigkeit</p>

<p>Durchführen von Vermessungsarbeiten</p> <p><i>Lernfeld: 4</i></p>	<p>Bauvorhaben beschreiben 4b) Baustellen einrichten und sichern</p> <p><i>Lernfeld 4: Einblick in die organisatorischen Grundlagen der Bautätigkeit</i></p>	<p>Bedeutung für die Nachhaltigkeit erklären können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gesellschaftliche Konflikte vor Ort verfolgen und kommentieren bzw. mit Bürger*innen diskutieren können</li> <li>Öffentliche Beteiligungsverfahren bei der Errichtung von Bauwerken kennen, anwenden und nachhaltige Aspekte erklären können</li> <li>Informationsmittel für Bürger, die Fragen zu den Maßnahmen haben, erstellen können und bereithalten,</li> <li>Verfahren des Betriebs bei Bürgerbeschwerden vor-Ort kennen und den Bürger*innen mitteilen können</li> <li>mit Medien / Presse vor Ort umgehen können</li> </ul>	<p>kommunizieren</p> <p>SDG 4</p>
<p>A1- Nr.3: Lesen und Anfertigen von Skizzen und Zeichnungen.</p> <p>A1- Nr.4: Einrichten von Baustellen, Durchführen von Vermessungsarbeiten</p> <p><i>Lernfelder: 4, 10, 15</i></p>	<p>3c) Zeichnungen, Materialbedarfslisten und Verlegepläne lesen e) Aufmaß erstellen</p> <p>4a) zweckmäßige Planung und Durchführung von Bauvorhaben beschreiben 4b) Baustellen einrichten und sicher</p> <p><i>Lernfeld 4: Einblick in die organisatorischen Grundlagen der Bautätigkeit</i> <i>Lernfeld 10: Baustoffbedarf berechnen</i> <i>Lernfeld 15: Baustoffbedarf für Gussasphalt und Asphaltmastix berechnen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fossile und nachwachsende Rohstoffbasis von Bau- und Bauhilfsstoffen unterscheiden können</li> <li>Konzept der Ökobilanz von Baustoffen verstehen und Unterschiede zwischen Materialien anhand einzelner Beispiele erläutern können.</li> <li>Lieferketten und Transportweg von Bau- und Bauhilfsstoffen kennen und beurteilen können</li> <li>Umweltbezogene Zertifizierungssysteme für Bauprodukte, -materialien und -stoffe z.B. Environmental Product Declaration, kennen und anwenden können</li> <li>Wiederverwendbare Transportverpackungen (z. B. Mehrweggebinde, Nachfüllsysteme) für Bau- und Bauhilfsstoffe kennen und beurteilen können</li> <li>Umweltrelevanz flüssiger Betriebsmittel für Geräte und Maschinen wie Treibstoffe, Hydrauliköl, Schmier- und Kühlmittel, u.ä. kennen und Leckagen vermeiden können</li> </ul>	<p>3a - Umwelt - Baustoffe</p> <p>SDG 12</p>
<p>A1- Nr.5: Grundfertigkeiten im Tief- und Straßenbau.</p> <p><i>Lernfelder: 4, 18</i></p>	<p>5a) Gräben einmessen und das Gefälle der Sohle festlegen b) Gräben ausheben, verbauen und aussteifen c) Drainage- und Entwässerungsleitungen verlegen d) Mutterboden abheben und andecken sowie Bodenmassen einbringen und verdichten f) Beläge, Einfassungen u. Pflasterungen aus künstlichen und natürlichen Steinen sowie Platten herstellen</p> <p><i>Lernfeld 4: Überblick über die Bodenarten und ihre technischen Eigenschaften; Überblick über künstliche und natürliche Bausteine; Überblick über die Herstellung von Mauerwerk, Fliesen- und Plattenbeläge sowie von Dachdeckungen und Wandverkleidungen</i> <i>Lernfeld 18: Entstehung des Oberflächen- und Sickerwasser erklären</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beeinträchtigung der Bodenökologie durch die Baumaßnahmen kennen und beurteilen können</li> <li>Bodenkontamination durch Bauhilfsstoffe und Bauchemikalien erkennen, beurteilen und vermeiden können.</li> <li>die ökologische Funktion humushaltiger Oberböden kennen</li> <li>Maßnahmen zum Erhalt humushaltiger Oberböden wie separate Lagerung, Vermeidung von Vermischungen, oberflächennaher Einbau kennen und umsetzen können</li> <li>den Einfluß von Bodenverdichtung und Bodenstabilisierung auf die biologische Bodenaktivität kennen und beurteilen können</li> </ul>	<p>3a- Umwelt - Böden</p> <p>SDG 11</p>

<p>A1 - Nr 5: Grundfertigkeiten im Tief- und Straßenbau A1 - 13: Abdichten gegen Sicker- und Oberflächenwasser</p> <p>Lernfeld: 10</p>	<p>5c) Drainage- und Entwässerungsleitungen verlegen</p> <p>13a) Untergrund auf Eignung, Höhenlage und Gefälle prüfen und für die Abdichtung vorbereiten 13b) Abdichtungsmaterialien den Beanspruchungen entsprechend auswählen und einbauen</p> <p><i>Lernfeld 10: Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit, Oberflächenwasser und Sickerwasser</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss von Flächenversiegelung und Bodenverdichtung auf die Versickerung und das Grundwasser kennen und beurteilen können.</li> <li>• Einfluss der Qualität von eingeleitetem Oberflächenwasser auf die Wasserqualität und aquatische Ökosysteme kennen und beurteilen können</li> </ul>	<p>3b - Material - Wasser</p> <p>SDG 6</p>
<p>A1- Nr.6: Grundfertigkeiten im Steinbau, in der Herstellung von Putz und Estrich und im Verlegen von Fliesen.</p> <p>Lernfelder: 4, 10, 18</p>	<p>6a) Werkzeuge für den Stein- und Plattenbau benennen und den entsprechenden Tätigkeiten zuordnen b) einfache Bauteile mit künstlichen und natürlichen Steinen sowie aus Bauplatten herstellen c) waagerechte u. senkrechte Abdichtungen durchführen f) die wichtigsten Putzarten unterscheiden g) Mauer- und Putzmörtel herstellen</p> <p><i>Lernfeld 4: Natürliche und künstliche sowie gebrochene und ungebrochene Zuschläge und Mineralstoffe, Arten von Natursteine, Eigenschaften, Einteilung und Entstehung; Überblick über die Mörtelarten</i> <i>Lernfeld 10: Anforderungen an Mineralstoffe ... begründen</i> <i>Lernfeld 18: Baustoffe für Abdichtungen nennen und unterscheiden; Entstehung und Wirkung des Oberflächen- und Sickerwassers erklären, Herstellung von Abdichtungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zertifizierungssysteme für nachhaltig hergestellte Natursteine wie XertifiX oder Fair Stone kennen und deren Kriterien (z.B. Keine Kinder- und Zwangsarbeit, IAO-Kernarbeitsnormen) nutzen können</li> <li>• Hydraulische Bindemittel von Mörtel kennen und beurteilen können</li> <li>• Additive z.B. Chromonate zur Verbesserung der Mörtel Eigenschaften kennen und beurteilen können</li> <li>• Umweltwirkung von Mörteladditiven abschätzen und minimieren können</li> <li>• Gesundheitliche Wirkung bei Hautkontakt mit Mörtel z.B. Chromatallergie (Zementkrätze) kennen und bei der Verarbeitung vermeiden können</li> </ul>	<p>3b - Material - Mineralstoffe und Mörtel</p> <p>SDG 12</p>
<p>A1- Nr.7: Grundfertigkeiten im Stahlbetonbau.</p> <p>Lernfelder: 4, 11</p>	<p>7d) Beton nach vorgegebenen Mischungsverhältnissen von Hand und mit Maschine herstellen</p> <p><i>Lernfeld 4: Beton und Mörtel. Einblick in die Herstellung der Bindemittel; Überblick über die Bindemittel und ihre Eigenschaften; Kenntnisse der natürlichen und künstlichen Zuschläge, Mörtel und Betonarten; Überblick über Betonstähle</i></p> <p><i>Lernfeld 11: Betonarten erklären, Zusammensetzung des Betons erläutern, Eigenschaften des Betons beschreiben</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischen Baustellen- und Transportbeton unterscheiden sowie jeweils bzgl. transportbedingtem Energieeinsatz beurteilen können</li> <li>• Energieeinsatz für die Herstellung unterschiedlicher Zementarten kennen</li> <li>• CO<sub>2</sub>-arme Alternativen zu Portlandzement als mineralisches Bindemittel wie Kompositmaterialien (z.B. Hochofenschlacken, Flugaschen) kennen</li> <li>• Wissen, welche Schwermetalle in welchen Mengen in Zementen enthalten sind und diese beurteilen können</li> <li>• Nachhaltige Alternativen zu Beton wie Holz oder Naturstein kennen</li> <li>• Recyclingmöglichkeiten von Frisch- und Festbetone kennen</li> <li>• Einsatz von Recyclingbeton kennen und beurteilen können</li> </ul>	<p>3b - Material - Beton</p> <p>SDG 12</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Einsatz von Zement Baustoffen so planen können, dass nur minimale Restmengen anfallen</li> <li>• Bedeutung der Zementherstellung für den Klimawandel kennen</li> <li>• Die Nachhaltigkeit des Einsatzes von RC Betongranulaten erklären können</li> </ul>	
<p>A1- Nr.7: Grundfertigkeiten im Stahlbetonbau.</p> <p>Lernfelder: 5</p>	<p>7a) Material und Werkzeuge für den Schalungsbau benennen</p> <p>b) einfache Formen für Betonfertigteile herstellen</p> <p>c) Schalung für einfache Betonbauteile herstellen</p> <p>e) Beton in Schalungen und Formen einbringen, verdichten und nachbehandeln</p> <p><i>Lernfeld 5: Schalungs- und Bewehrungszeichnungen für Stahlbetonbauteile</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzverschalungen so planen und aufbauen können, dass sie verlustfrei wieder abgebaut und wiederverwendet werden können</li> <li>• Ökologische und ökonomische Vor- und Nachteile unterschiedlicher Schalungsmaterialien benennen können</li> <li>• Unterschiedliche Schalungstechniken kennen und beurteilen können (Einweg- u. verlorene Schalungen vermeiden und Fertigschalungen bevorzugen)</li> <li>• Pflanzen- und Mineralöhlhaltige Schalungsöle und Betontrennmittel unterscheiden und beurteilen können</li> <li>• Lösungsmittelfreie Trennmittel kennen und anwenden können</li> </ul>	<p>3b - Material - Schalung</p> <p>SDG 12</p>
<p>A1- Nr.8: Grundfertigkeiten im Holzbau, in der Erstellung von Gerüsten und Leichtwänden.</p> <p>Lernfelder: 3, 4</p>	<p>8a) Holzarten entsprechend ihrer Verwendung auswählen</p> <p>e) Holzverbindungen aus Vollholz nach Zeichnung herstellen</p> <p>l) einfache Werkstücke aus dem Bereich der Zimmerei, insbesondere Lattentür und Bock, anfertigen</p> <p>m) die wichtigsten transportablen und stationären Holzbearbeitungsmaschinen sowie ihre Eigenschaften und Verwendung nennen</p> <p><i>Lernfeld 3: Kenntnisse der Zusammensetzung des Holzes</i></p> <p><i>Lernfeld 4: Überblick über Schnitt- und Güteklassen von Vollholz, über Arten und Verwendung von Holzwerkstoffen; Kenntnis des Wachstums und Zellaufbaus des Holzes, der wichtigsten Laub- und Nadelhölzer sowie der wichtigsten Holzschutzmittel</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialauswahl (Holzart) nach ökologischen Kriterien (Anbau/ Herkunft/Transportaufwand/ Verarbeitung/ Standfestigkeit des Holzes/ Demontierbarkeit/ Weiterverwendbarkeit/ Recyclingfähigkeit) unterscheiden, beurteilen und auswählen können</li> <li>• Holz als nachwachsenden Rohstoff von fossilen Rohstoffen unterscheiden und vergleichen können</li> <li>• Die Funktion von Holz als CO<sub>2</sub>-Speicher und die Bedeutung für den Treibhauseffekt kennen und erklären können</li> <li>• Wald- und Holz Zertifikate für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft kennen: PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes); FSC (Forest Stewardship Council)</li> <li>• Die ökologische Bedeutung des Regenwaldes für den Klimawandel kennen und Alternativen zur Nutzung von Tropenholz beurteilen können</li> <li>• Bei der Vorfertigung von Elementen und Holzkonstruktionen die Verschnittmengen erfassen und reduzieren können</li> <li>• Vor- und Nachteile einer thermischen Verwertung von Restholz (z.B. Holzvergaserofen im Betrieb zur Beheizung) abwägen können</li> <li>• Zwischen stofflicher und energetischer Holznutzung unterscheiden und Zielkonflikte z.B. Tank vs. Teller beurteilen können</li> <li>• Gesundheitsgefährdung durch den Umgang mit chemischen Holzschutzmitteln kennen und vermeiden können</li> </ul>	<p>3b - Material - Holz</p> <p>SDG 12</p>

<p>A1 - 9: Arbeiten mit Kunststoffen.</p> <p>A1- Nr. 20: Auftragen von Kunststoffbeschichtungen</p> <p>Lernfelder: 3, 4, 15</p>	<p>9a) Eigenschaften der Kunststoffgruppen im Bauwesen nennen und die sich daraus ergebende Eignung für bestimmte Verwendungsbereiche ableiten 9b) Kunststoffrohre, -platten, -profile und -folien kleben, schweißen und verarbeiten</p> <p>20a) Arten und Zweck von Kunststoffbeschichtungen beschreiben 20b) Kunststoffe für Beschichtungen vorbereiten und verarbeiten</p> <p><i>Lernfeld 3: Überblick über die Entstehung und Eigenschaften der wichtigsten Kunststoffe, Kohlenstoffverbindungen und das C-Atom als Grundlage der organischen Chemie</i> <i>Lernfeld 4: Kenntnis der verarbeitungstechnischen Merkmale von Kunststoffen</i> <i>Lernfeld 15: Anforderungen an Kunststoffe aufzählen und beurteilen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralöl als fossile Rohstoffbasis von Kunststoffen kennen und beurteilen können</li> <li>• Kunststoffsorten unterscheiden können</li> <li>• Kunststoffe sortenrein getrennt erfassen und lagern können</li> <li>• Recyclingmöglichkeiten von Kunststoffen kennen</li> </ul>	<p>3b - Material - Kunststoffe</p> <p>SDG 12</p>
<p>A1- Nr.7: Grundfertigkeiten im Stahlbetonbau.</p> <p>Lernfelder: 4, 11</p> <p>A1- Nr. 10: Bearbeiten von Metallen.</p> <p>Lernfeld: 4</p>	<p>7g) Stabstähle und Betonstahlmatten unterscheiden und bezeichnen h) Betonstahl schneiden und nach Zeichnung biegen i) einfache Bewehrungskörbe flechten k) Stähle verlegen und Bewehrungskörbe in die Schalung einbringen</p> <p>10a) wichtige Stähle und NE-Metalle nennen und ihre charakteristischen Eigenschaften beschreiben e) oberflächenveredelte und korrosionsgeschützte Metalle auswählen und verarbeiten</p> <p><i>Lernfeld 4: Überblick über Stahl- und Gußeisen Erzeugnisse sowie NE-Baumetalle</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieaufwand Stahlherstellung kennen</li> <li>• Bedeutung der Stahlherstellung für den Klimawandel kennen</li> <li>• Stahlrecycling kennen und Stahlabfälle getrennt sammeln</li> <li>• Unterschiedliche Stahlschrotte unterscheiden sowie Stahlabfälle getrennt erfassen und sammeln können</li> <li>• Möglichkeiten, Grenzen und Störstoffe des Stahlrecyclings kennen</li> </ul>	<p>3b - Material - Stahl</p> <p>SDG 12</p>
<p>A1- Nr.11: Instandhalten von Werkzeugen, Einrichten und Warten von Geräten und Maschinen.</p>	<p>11) Werkzeuge und Geräte instand halten b) Maschinen zum Aufbereiten, Transportieren, Verlegen und Behandeln von Asphalt warten, einrichten und bedienen d) Störungen an Maschinen und Geräten feststellen und geeignete Maßnahmen zu ihrer Behebung veranlassen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneuerbare Energieversorgung von Werkzeugen, Geräten und Maschinen kennen und anwenden können</li> <li>• Das Umweltzeichen "Blauer Engel" für Baumaschinen (DE-UZ 53) und seine Anforderungen kennen</li> <li>• Antriebe von Betriebsfahrzeugen, Maschinen und Geräten unterscheiden können und nachhaltige Alternativen wie Elektroantriebe, Brennstoffzellen, biogene Treibstoffe kennen</li> </ul>	<p>3b - Energie - Geräte und Maschinen</p> <p>SDG 7</p>

<p>A1- Nr. 1: Arbeitsschutz, Unfallverhütung, Umweltschutz und rationelle Energieverwendung.</p> <p>Lernfelder: 7, 10</p>	<p>Lernfeld 7: Werkzeuge und Geräte des Asphaltbaus nennen; Funktion elektrischer Betriebsmittel und Anlagen beschreiben, Energiearten nennen und rationelle Energieverwendung begründen, Funktion elektrischer Betriebsmittel und Anlagen beschreiben</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeinsatz der Geräte und Maschinen kennen und beurteilen können.</li> <li>• Mit fossilen oder mit erneuerbaren Energieträgern angetriebene Geräte und Maschinen unterscheiden und ihren Einsatz beurteilen können</li> <li>• Alternativen zu Verbrennungsmotoren bei schweren und leichten Nutzfahrzeugen z.B. Brennstoffzellen kennen und beurteilen können</li> </ul>	
<p>A1- Nr. 1: Arbeitsschutz, Unfallverhütung, Umweltschutz und rationelle Energieverwendung.</p> <p>A1- Nr. 12: Abdichten gegen Bodenfeuchtigkeit</p> <p>A1 - Nr. 13: Abdichten gegen Sicker- und Oberflächenwasser.</p> <p>A1- Nr. 16: Einbauen von Gussasphalt und Asphaltmastix.</p> <p>A1- Nr. 19: Herstellen und Schließen von Fugen.</p> <p>Lernfelder: 20</p> <p>Lernfelder: 6, 9, 17, 18, 20</p>	<p>1a) Allgemeine Arbeitsschutzvorschriften nennen  b) berufsbezogene Vorschriften und Merkblätter der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung nennen  c) persönliche Schutzausrüstung zur Vermeidung von Verletzungen und Berufskrankheiten anwenden  d) unfallverursachendes Verhalten sowie berufstypische Unfallquellen und -situationen beschreiben  12a) Abdichtungsstoffe nach Eigenschaften und Verwendung beschreiben  13b) Abdichtungsstoffe den Beanspruchungen entsprechend auswählen und einbauen  16d) Wasserdichte Asphaltbeläge aus Asphaltmastix und Gußasphalt einbauen  19a) Arten und Zweck konstruktionsbedingter Fugen beschreiben  19b) Baustoffe für Fugendichtungen nennen  19c) Fugen mit dauerplastischen und dauerelastischen Massen schließen</p> <p>Lernfeld 6: Aufbau und Teile einfacher Arbeits- und Schutzgerüste beschreiben  Lernfeld 9: Bitumengebundene Baustoffe und ihre Verwendung beschreiben  Lernfeld 17: Baustoffe für Abdichtungen (gegen Bodenfeuchte) nennen und unterscheiden.  Lernfeld 18: Herstellung von Abdichtungen beschreiben; Baustoffe für Abdichtungen nennen und unterscheiden,  Lernfeld 20: Arten und Aufgaben von Fugen unterscheiden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeitssiegel für "Persönliche Schutzausrüstung /PSA" (Schutzkleidung) kennen</li> <li>• Gesundheits- und umweltgefährdende Abdichtungssysteme erkennen und unterscheiden können</li> <li>• Gesundheitliche Auswirkungen beim Aufbringen von Oberflächenschutzschichten und -versiegelungen (Dämpfe) erklären können</li> <li>• Gesundheitliche Gefahren beim Einbau von Gussasphalt durch Einatmen von Dämpfen und Aerosolen kennen und vermeiden können</li> <li>• Gesundheits- und umweltgefährdende Fugendichtungen erkennen und unterscheiden können</li> </ul>	<p>3a - Gesellschaft Gesundheit</p> <p>SDG 3 SDG 15</p>
<p>A1- Nr. 15: Aufbereiten von Gussasphalt und Asphaltmastix.</p>	<p>15a) Eigenschaften, Lieferformen, Lagerung und Verarbeitung von Bitumen beschreiben</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf zur Herstellung von Asphalt kennen</li> <li>• Erneuerbare Heizstoffe kennen und auswählen können</li> </ul>	<p>3b - Material - Asphalt</p>



<p>Lernfelder: 7, 8, 9, 12, 13</p>	<p>b) Kornzusammensetzung und Verwendung von Mineralstoffen beschreiben  c) Eigenschaften der Gussasphalt- und Asphaltmastixmischungen beschreiben  e) Verwendung verschiedener Heizstoffe unter Berücksichtigung der entsprechenden Schutzmaßnahmen beschreiben  f) Temperatur des Mischguts beim Transport und Einbau prüfen und überwachen</p> <p><i>Lernfeld 7: Wirkungsweise und Betrieb von Bitumen-Schmelzöfen und Gußasphalt-Mischanlagen und -Mischgeräten beschreiben.</i>  <i>Lernfeld 8: Erstellung und Einteilung von Bitumen beschreiben, Eigenschaften von Bitumen erklären, Einteilung bitumenhaltiger Bindemittel erläutern.</i>  <i>Lernfeld 9: Bitumengebundene Baustoffe und ihre Verwendung beschreiben</i>  <i>Lernfeld 12: Zusammensetzung und Eigenschaften von Gussasphalt und Asphaltmastix erläutern und Temperaturen angeben</i>  <i>Lernfeld 13: Herstellung, Transport und Einbau des Mischgutes beschreiben</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieaufwand zur Herstellung und zum Einbau von Gussasphalt kennen</li> <li>• Einsparpotential von Heizenergie durch die Verwendung von Kaltasphalt kennen und beurteilen können</li> <li>• Möglichkeiten des Asphaltrecyclings kennen und nutzen können</li> <li>• Gussasphalt energiesparend aufbereiten können</li> <li>• Bitumen-Schmelzöfen und Gußasphalt-Mischanlagen energieeffizient betreiben können</li> </ul>	<p>SDG 12 SDG 13</p>
<p>A1- Nr.8: Grundfertigkeiten im Holzbau</p> <p>A1- Nr. 18: Durchführen von Wärme- und Schalldämmmaßnahmen in Verbindung mit Gussasphalt</p> <p>Lernfeld: 14</p>	<p>8k) Dämmstoffe gegen Wärme, Kälte und Schall unterscheiden und verarbeiten</p> <p>18a) Zweck von Wärme- und Schalldämm Maßnahmen erläutern  18b) Baustoffe für Wärme- und Schalldämm Maßnahmen nennen  18c) Wärme- und Schalldämmstoffe für schwimmende Gussasphaltestriche verlegen</p> <p><i>Lernfeld 14: Wärmedämmwirkung von Baustoffen erklären und beurteilen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dämmsysteme auf fossiler und nachwachsender Rohstoffbasis (z.B. Polystyrol und Holzfaserdämmplatten) unterscheiden und bewerten können</li> <li>• Umweltauswirkung fossiler und nachwachsender Dämmstoffe (Rohstoffe/ Transportaufwand/ Verarbeitung/ Montage/ Langlebigkeit/ Demontierbarkeit/ Weiterverwendbarkeit/ Recyclingfähigkeit) unterscheiden und bewerten können</li> </ul>	<p>3b - Material - Dämmstoffe</p> <p>SDG 12</p>

## 6. Unterrichts- und Ausbildungsmodule

Die hier vorgeschlagenen Unterrichts- und Ausbildungsmodule bilden drei Rahmenaufgaben:

- Energie- und Klimaaanalyse der im Ausbildungsbetrieb eingesetzten Energieträger
- Energie- und Klimaaanalyse der Nutzfahrzeuge und mobilen Maschinen die auf der Baustelle zum Einsatz kommen
- Abfall- und kreislaufwirtschaftliche Analyse der auf der Baustelle eingesetzten Baustoffe und anfallenden Bau- und Abbruchabfälle

### 6.1 Klimawirksamkeit der im Ausbildungsbetrieb eingesetzten Energieträger

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 Klimaaanalyse 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 ab, wie viel

CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Beispielrechnung: Die Einsparung von 50 l Diesel ergibt eine Einsparung von 158 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent.

- Rechnung: 50 Liter Diesel × 3,16 kg/l = 158 kg CO<sub>2</sub>-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 <sub>2</sub> -Äquivalent			Einheit
	Direkt	Indirekt	Gesamt	
Strommix Deutschland <sup>1)</sup>	-	-	0,402	kg/kWh
Heizöl	2,67	0,42	3,09	kg/l
Erdgas	2,01	0,40	2,41	kg/m <sup>3</sup>
Flüssiggas <sup>2)</sup>	1,60	0,21	1,81	kg/l
Biogas <sup>3)</sup>	0,11	0,24	0,35	kg/kWh
Diesel	2,63	0,53	3,16	kg/l
Biodiesel <sup>3)</sup>	0,04	1,50	1,54	kg/l
Benzin	2,33	0,55	2,88	kg/l
Bioethanol <sup>3)</sup>	0,01	1,25	1,26	kg/l
Holz <sup>4)</sup>	0,02	0,03	0,05	kg/kg

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

<sup>1)</sup> Durch den wachsenden Einsatz erneuerbarer Energien sinkt der mittlere Emissionsfaktor des Strommixes zunehmend

<sup>2)</sup> Beim Einsatz als Treibstoff im Verkehrssektor

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

<sup>4)</sup> Biogene Energieträger wie z. B. Holz sind zwar CO<sub>2</sub>-neutral, weil bei ihrer Verbrennung genauso viel CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, wie sie während ihres Wachstums aus der Atmosphäre aufgenommen haben. Dies gilt aber nicht für die Treibhausgase Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O). Deshalb werden im Emissionsfaktor für biogene Energieträger auch die Treibhausgase Methan und Lachgas berücksichtigt.

<sup>5)</sup> Bei Energieerzeugungsanlagen beeinflusst der Wirkungsgrad den Emissionsfaktoreine

<sup>6)</sup> 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 CO<sub>2</sub>-Rechner benutzen, wie sie im Internet zu finden sind. z.B.

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

## 6.2 Energie- und Klimanalyse 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
-------------	--------

Diesekraftstoff	49,2 %
Sonstige Mineralölprodukte	26,8 %
Gase	7,1 %
Heizöl Leicht	4,8 %
Ottokraftstoffe	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 inerten 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 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, 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 CO<sub>2</sub>-arme Maschinen, Geräte oder Nutzfahrzeuge häufig teurer als herkömmliche Produkte, die schon länger und in größerer Stückzahl hergestellt wurden. 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 teurere 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. Wenn 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 im Asphaltbau 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 Asphaltbau 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 asphaltierte Strassen maßgeblich für das Mobilitätsverhalten der Verkehrsteilnehmer verantwortlich. 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 weiterer Zielkonflikt lässt sich mit Blick auf das Asphaltrecycling feststellen. So verschlechtert sich die Emissionssituation und damit die Luftqualität am Standort von Asphaltmischanlagen, wenn Ausbauasphalt (RAP: engl. Reclaimed Asphalt Pavement) in Form von Asphaltgranulat eingesetzt wird. Insbesondere kommt es zu erhöhten Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) sowie zu erhöhten

Geruchsemissionen. Im Umweltbereich kann sich daher ein Konflikt ergeben zwischen dem Ziel, Materialkreisläufe zu schließen und andererseits die Belastung der Luft durch organische Kohlenstoffe am Produktionsstandort zu reduzieren. Wenn allerdings der gesamte Lebenslauf von Asphalt in den Blick genommen wird, zeigt sich, dass die anlagenspezifischen Luftemissionen im gesamten Lebenszyklus von untergeordneter Bedeutung sind und die ökologische Gesamtbilanz von Recycling-Asphalt positiv ist. Den stärksten ökologischen Einfluss hat vielmehr das Bindemittel Bitumen, gefolgt von den Umweltbelastungen, die durch Herstellung und Transport der Kiessande (Splitt und Brechsand) verursacht werden. Obwohl bei der Produktion von Recycling-Asphalt am Werksstandort mehr Schadstoffe an die Luft abgegeben werden, sprechen die Ökobilanzen insgesamt deutlich für das Recycling. Bei der Produktion von Asphalt aus frischen Rohstoffen wäre die Umweltbelastung dreimal höher als beim Asphalt, der zu 60 % aus Sekundärrohstoffen aus dem Straßenbau besteht.

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](http://www.izt.de)

### Projektleitung

Dr. Michael Scharp  
Forschungsleiter Bildung und Digitale Medien am IZT

[m.scharp@izt.de](mailto: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)“