

*Didaktisches Begleitmaterial – Impulspapier (IP)*

# Brunnenbauer und Brunnenbauerin

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

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1 BBNE und BNE - Ziele der Projektagentur PA-BBNE	3
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	6
1.3.3 Modulare Rahmenaufgaben	6
1.3.4 Zielkonflikte und Widersprüche	7
1.3.5 Hinweis für handwerkliche, kaufmännische und Industrieberufe	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>10</b>
<b>5. Tabelle 2: Berufsbildpositionen und Lernfelder mit Bezug zur Nachhaltigkeit</b>	<b>14</b>
<b>6. Unterrichts- und Ausbildungsmodule</b>	<b>22</b>
6.1 Klimawirksamkeit eingesetzter Energieträger im Betrieb	22
Aufgabenstellung:	22
6.2 Energie- und Klimanalyse Baufahrzeuge und mobile Maschinen.	24
Aufgabenstellung:	25
6.3 Analyse der Baumaterialien und Abfallstoffe	25
Aufgabenstellung:	26
6.4 Zugang zu sauberem Trinkwasser und Wasserknappheit	27
Aufgabenstellung.	27
<b>7. Zielkonflikte und Widersprüche</b>	<b>28</b>
7.1 Die Effizienzfalle und Widersprüche	28
7.2 Beispielhafte Zielkonflikte	29

# 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). 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 werden in diesem Impulspapier exemplarische Aufgabenstellungen für die betriebliche oder berufsschulische Unterrichtung vorgeschlagen:

Die hier vorgeschlagenen Unterrichts- und Ausbildungsmodule bilden drei Rahmenaufgaben und eine Zusatzaufgabe:

- Als erstes erfolgt eine Energie- und Klima Analyse der im Betrieb eingesetzten Energieträger. Die Auszubildenden sollen dabei sensibilisiert werden, wie der Energieeinsatz und die dazu benötigten Energieträger zum Klimawandel beitragen. Betrachtet werden dabei sowohl der stationäre Energieeinsatz für die Betriebsprozesse in Gebäuden und Büros, wie er für Planungs- und Verwaltungstätigkeiten benötigt wird. Darüber hinaus aber auch der mobile Energieeinsatz für die betriebseigene Mobilität in Form der mobilen Maschinen und Geräte für die Bauausführungen auf der Baustelle sowie die leichten Nutzfahrzeuge für den Transport von Kleingeräten und Personen. Entscheidend ist dabei die Vermittlung eines Verständnisses darüber, wie mit der Auswahl der

eingesetzten Energieträger die Auswirkung auf den Klimawandel beeinflusst werden kann.

- Im Weiteren erfolgt eine kreislaufwirtschaftliche Analyse der eingesetzten Baumaterialien und anfallenden Abfallstoffe. Dabei sollen die Auszubildenden einen Einblick in die generelle Mengenrelevanz von Bauabfällen für die Abfallwirtschaft erhalten, zwischen fossiler und nachwachsender Rohstoffbasis von Baustoffen zu unterscheiden lernen sowie Möglichkeiten des Recyclings kennenlernen.
- In einer Zusatzaufgabe erfolgt eine Sensibilisierung hinsichtlich der weltweiten Wassersituation. Die Auszubildenden sollen dazu den Wasserverbrauch in verschiedenen Ländern recherchieren und den Zusammenhang zwischen gesellschaftlicher Entwicklung eines Landes und den Zugang seiner Bevölkerung zu sauberem Trinkwasser kennenlernen.

### 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. Im Kapitel 7 werden beispielhafte Zielkonflikte aufgezeigt. Ergänzend werden in dem hierzu gehörigen Dokument auch einige Folien (als pptx bzw. pdf) erstellt, die für Lernprozesse verwendet werden können. Beispiele für berufsbildbezogene Zielkonflikte sind die folgende:

- Im globalen Brunnenbau besteht der bedeutsame Zielkonflikt, dass zur Gewährleistung von sauberem Trinkwasser internationale Unternehmen mit entsprechendem technischen Know-how zum Brunnenbau beauftragt werden. Dabei verbessert sich die geförderte Wasserqualität zwar, jedoch ist der Zugang der lokalen Bevölkerung zu sauberem Trinkwasser nun dadurch eingeschränkt, dass ihre Kaufkraft nicht ausreicht, um das saubere Trinkwasser zu erstehen.
- Sollen Baustoffe recycelt werden, sind die technischen Anforderungen oftmals mit Sicherheitsanforderungen verknüpft. Es stellt sich dann die Frage inwieweit das Recyclat und die daraus hergestellten Bauteile im selben Maße sicherheitsrelevante Funktionen wie z.B. Druck- und Zugfestigkeit, Beständigkeit gegenüber Alterung, Verschleiß oder sonstige Umwelteinflüsse erfüllen
- 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.

### 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

- 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](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](http://www.bibb.de/de/142299.php)
- 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>
- bpb (2017) Bundeszentrale für politische Bildung (2017): Globalisierung – Wasserverbrauch. Bonn, 01.09.2017. Online: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/zahlen-und-fakten/globalisierung/52730/wasserverbrauch/>
- Bundesregierung (o.J.): Globale Nachhaltigkeitsstrategie – Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt. Online: [www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174](http://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174)
- Destatis Statistisches Bundesamt (2022): Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele. Online: <http://sdg-indikatoren.de/>
- 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](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)
- UNESCO- WWAP (2021) UNESCO World Water Assessment Programme (2021) UNESCO-Kommissionen von Deutschland, Österreich, der Schweiz und Luxemburg (Hrsg.): Weltwasserbericht 2021 der Vereinten Nationen Zusammenfassung Wasser bewerten und wertschätzen. Online: [https://www.unesco.de/sites/default/files/2021-03/WWDR2021\\_dt%20Kurzfassung.pdf](https://www.unesco.de/sites/default/files/2021-03/WWDR2021_dt%20Kurzfassung.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 - Umwelt - Baustoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fossile und nachwachsende Bau- und Bauhilfsstoffen unterscheiden können</li> <li>Ökobilanz und Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen kennen</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>Nachwachsende Baustoffe bevorzugen</li> <li>Umweltwirkungen von Baustoffen und Bauvorhaben ganzheitlich beurteilen</li> </ul>	SDG 12
3a - Umwelt - Verpackung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verpackungen und Lieferketten von Bau- und Bauhilfsstoffen beurteilen</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>Vor- und Nachteile von Mehrweg- und Einwegverpackungen vergleichen</li> <li>Transportwege der Baustoffe ermitteln</li> </ul>	SDG 12
3a - Umwelt - Fläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswirkungen des Brunnenbaus Tiefgründungen auf die Ökologie kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bodenschutz</li> <li>Wasserschutz</li> <li>Nachhaltige Infrastrukturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächenverbrauch durch den Tiefbau bestimmen</li> <li>Auswirkungen des Brunnenbaus auf den Wasserhaushalt und die Bodenökologie beurteilen</li> </ul>	SDG 11
3a - Umwelt - Böden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Folgen von Baumaßnahmen auf die Bodenökologie kennen</li> <li>Bodenkontaminationen verstehen und Oberbodenschutz 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
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> </ul>	SDG 3
3a - Gesellschaft Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesundheitsgefahren beim Aufbringen von Schutzschichten und Versiegelungen von Baukörpern 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 - Wasser (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss von Flächenversiegelung und Bodenverdichtung auf den Wasserhaushalt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächenversiegelung und Bodenverdichtungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erklären wie sich Flächenversiegelung und Bodenverdichtungen auf den Wasserhaushalt auswirken</li> </ul>	SDG 6 SDG 15

	kennen	minimieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiedliche Oberflächenbeläge nach Gesichtspunkten des Bodenschutzes bewerten</li> </ul>	SDG 12
3a- Umwelt - Wasser (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung des Zugangs zu sauberem Trinkwasser kennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserarmut verringern</li> <li>• Zugang zu sauberem Trinkwasser erhöhen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläutern welche Bedeutung der Zugang zu sauberen Trinkwasser und die sanitäre Versorgung für die Entwicklung von Gesellschaften hat</li> <li>• Recherchieren wie viele Mensch auf der Welt keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser haben</li> <li>• Informieren Sie sich über die Nutzung von Trinkwasser durch internationale Unternehmen in Afrika z.B. "Pure Life" von Nestle in Südafrika oder Äthiopien</li> <li>• Diskutieren Sie die Folgen der Klimaerwärmung auf die globale Wasserversorgung</li> </ul>	SDG 10 SDG 6
3a- Umwelt - Wasser (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen wie sich die Nutzung von Brunnen verlängern lässt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trinkwasserversorgung verlängern</li> <li>• Wasserverschwendung verringern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherchieren wie viel sauberes Trinkwasser pro Tag in Deutschland verbraucht wird</li> <li>• Benennen wofür in Deutschland sauberes Trinkwasser verbraucht wird</li> <li>• Vergleichen Sie den Wasserverbrauch in Deutschland mit dem in Spanien und dem in Sudan</li> </ul>	SDG 10 SDG 6
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 von im Ausbildungsbetrieb genutzten Holzmaterialien und deren Herkunftsregionen</li> <li>• Bestimmung von Transportmitteln für die genutzten Holzmaterialien</li> <li>• Benennen von Nachhaltigkeitssiegeln für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft und deren Kriterien</li> <li>• Darstellung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren beim Umgang mit chemischen Holzschutzmittel</li> <li>• Zertifizierungssysteme für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft kennen</li> <li>• Gesundheitsgefahren chemischer Holzschutzmittel kennen</li> <li>• Beispiele für die Minimierung von Holzverschnitt und Nutzung von Holzabfällen beschreiben</li> </ul>	SDG 12 SDG 15
3b - Material - Schalung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiedliche Schalungen Techniken und -materialien kennen und bewerten</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</li> </ul>	SDG 12

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Trennmittel vermieden werden sollten</li> <li>Umweltrelevanz von Schalungsölen darstellen</li> </ul>	
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 SDG 13
3b - Material - Beton (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klima- und Umweltwirkungen von Zement und Beton 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 nutzen</li> <li>Erklären warum Baustellenbeton ggü. Transportbeton zu bevorzugen ist</li> <li>Schwermetallgehalte im Zement kennen</li> <li>Transportaufwand für Transportbeton berechnen</li> <li>Nachhaltige Alternativen zu Beton benennen</li> </ul>	SDG 12 SDG 13
3b - Material - Beton (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recyclingmöglichkeiten von Beton</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> </ul>	SDG 12
3b- Material - flüssige Betriebsmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltrelevanz flüssiger Betriebsmittel kennen und Leckagen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bodenschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flüssige Betriebsmittel benennen die bei Leckagen besondere Umweltschäden verursachen</li> </ul>	SDG 12 SDG 15
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 - 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>-arme Antrieben für schwere und leichte Nutzfahrzeuge benennen</li> <li>Hauptvorteile von E-Antrieb (Effizienz) und grünem Wasserstoff (vermeidet schwere Batterie) erläutern</li> </ul>	SDG 13
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 SDG 13
3d - Abfälle - Baurestmassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rohstoffbasis von Baurestmassen unterscheiden können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abfälle vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klassifizieren von Baurestmassen nach deren Rohstoffbasis</li> </ul>	SDG 7

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben von Maßnahmen mit denen Baurestmassen sortenrein verwertet werden können</li> </ul>	
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> </ul>	SDG 7
3f - Nachhaltigkeit kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Bevölkerung vor Ort Baumaßnahmen erläutern können</li> <li>• 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 kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oben genannten Kenntnisse den jeweiligen Zielgruppen (Geschäftsführung, Kollegen und Kolleginnen, Lieferanten und anderen) mitteilen und erklären können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikation und Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oben genannte Aufgabenstellungen im Betrieb und in der Berufsschule beispielhaft umsetzen</li> <li>• Rollenspiel planen zu Konfliktthemen und mit Kolleg*innen durchführen</li> <li>• Informationsmaterialien über die Baumaßnahmen für die Bevölkerung und für die Medien anfertigen</li> </ul>	SDG 4

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

Ausbildungsberufsbild Lt. §17 Nr. 5-15 und §83 Nr. 5-15 BauWiAusbV 1999 / Lernfeld	Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten gemäß Ausbildungsordnung ( <i>kursiv: Lernfelder des RLP</i> )	Beispielhafte Bezüge zur Nachhaltigkeit	Standard- berufsbildposition
<b>Anlage 3 (zu § 18)</b> <b>I. Berufliche Grundbildung - 1. Ausbildungsjahr Tiefbaufacharbeiter</b>			
A3I- 5: Auftragsübernahme, Leistungserfassung, Arbeitsplan und Ablaufplan. <i>Lernfeld: 1</i>	5a) Ziel des Arbeitsauftrages erkennen b) Arbeitsschritte, Sicherungsmaßnahmen und Einsatz von Arbeitsmitteln planen  <i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baumaßnahme der Bevölkerung vor Ort erläutern und ihre Bedeutung für die Nachhaltigkeit erklären können</li> <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>	3f - Nachhaltigkeit kommunizieren  SDG 4
A3I- 5: Auftragsübernahme, Leistungserfassung, Arbeitsplan und Ablaufplan. A17 - 7: Prüfen, Lagern und Auswählen von Bau- und Bauhilfsstoffen.  <i>Lernfelder: 1, 3, 4</i>	5c) Bau- und Bauhilfsstoffe festlegen d) Bauhilfsmittel und Werkzeuge festlegen  7a) Eingangskontrolle für Bau- und Bauhilfsstoffe durchführen  <i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen. Lernfeld 3: Baustoffe auswählen; Baustoffbedarf bestimmen; Mengen und Material ermitteln Lernfeld 4: Produktlinienanalyse</i>	<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>Umweltbezogene Zertifizierungssysteme für Bauprodukte, -materialien und -stoffe z.B. Environmental Product Declaration, kennen und anwenden können</li> </ul>	3a - Umwelt - Baustoffe  SDG 12
A3I- 7: Prüfen, Lagern und Auswählen von Bau- und	7a) Bau- und Bauhilfsstoffe sowie Fertigteile, Ein- und Anbauteile durch Inaugenscheinnahme auf Verwendbarkeit prüfen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederverwendbare Transportverpackungen (z. B. Mehrweggebinde, Nachfüllsysteme) für Bau- und Bauhilfsstoffe kennen und beurteilen können</li> </ul>	3a - Umwelt - Verpackung

<p>Bauhilfsstoffen.</p> <p><i>Lernfelder: 3, 4</i></p>	<p>c) Bau- und Bauhilfsstoffe, Fertigteile sowie Ein- und Anbauteile nach Vorgabe abrufen, auf der Baustelle transportieren und lagern</p> <p><i>Lernfeld 3 : Baustoffe auswählen; Baustoffbedarf bestimmen; Mengen und Material ermitteln</i></p> <p><i>Lernfeld 4: Produktlinienanalyse</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferketten und Transportweg von Bau- und Bauhilfsstoffen kennen und beurteilen können</li> </ul>	<p>SDG 12</p>
<p>A3I - 10: Bearbeiten von Holz und Herstellung von Holzverbindungen.</p> <p><i>Lernfelder: 5</i></p>	<p>10a) Holz nach dem Verwendungszweck unterscheiden</p> <p>c) Holz mit Werkzeugen, insbesondere durch Sägen, Stemmen, Hobeln, Raspeln, Schleifen und Bohren, bearbeiten</p> <p>e) Untergrund für die Abdichtung auf Ebenheit, Trockenheit und Festigkeit prüfen und säubern, Mängel anzeigen</p> <p>f) Holzbauteile vor Feuchtigkeit schützen</p> <p><i>Lernfeld 5: Unterschiedliche Holzarten kennen, unterscheiden, beurteilen und auswählen können; gesellschaftliche und ökologische Bedeutung des Waldes kennen. Chemischer und konstruktiver Holzschutz</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialauswahl (Holzart) nach ökologischen Kriterien (Anbau/ Herkunft/ Transportaufwand/ Verarbeitung/ Standfestigkeit des Holzes/ Demontierbarkeit/ Weiterverwendbarkeit/ Recyclingfähigkeit) beurteilen und auswählen können</li> <li>• Wald- und Holzzertifikate für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft kennen: PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes); FSC (Forest Stewardship Council)</li> <li>• Bei der Vorfertigung von Elementen und Holzkonstruktionen die Verschnittmengen erfassen und reduzieren können</li> <li>• Vor- und Nachteile einer thermische Verwertung von Restholz (z.B. Holzvergaserofen im Betrieb zur Beheizung) kennen und beurteilen können</li> <li>• Gesundheitsgefährdung durch den Umgang mit chemischen Holzschutzmitteln kennen und vermeiden 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>• Die ökologische Bedeutung des Regenwaldes für den Klimawandel kennen und Alternativen zur Nutzung von Tropenholz beurteilen können</li> </ul>	<p>3b - Material - Holz</p> <p>SDG 12</p>
<p>A3I - 11: Herstellen von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton.</p> <p><i>Lernfelder: 4</i></p>	<p><b>Schalungen:</b></p> <p>11a) Brettschalungen für rechteckige Fundamente, Stützen, Wände, Balken und Aussparungen herstellen, mit Trennmitteln behandeln und betonierfähig aufbauen</p> <p>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;</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>

	<i>Zemente, Zuschlag; Brettschalungen; Holz- und Materiallisten; Produktlinienanalyse</i>		
A3I - 11: Herstellen von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton.  <i>Lernfeld: 4</i>	<b>Bewehrungen:</b> c) Bewehrungen durch Ablängen, Biegen und Binden von Betonstahl herstellen d) Betonstahlmatten zuschneiden e) Bewehrungen mit Abstandshaltern einbauen  <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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Stahlherstellung für den Klimawandel kennen</li> <li>• Stahlrecycling kennen und Stahlabfälle getrennt sammeln</li> </ul>	3b - Material - Stahl  SDG 12 SDG 13
A3I - 11: Herstellen von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton.  <i>Lernfeld: 4</i>	<b>Beton:</b> f) Betone nach Rezept herstellen und auf Verarbeitbarkeit prüfen g) Beton von Hand einbringen, verdichten, abziehen und nachbehandeln l) Bauteile aus Beton und Stahlbeton gegen Feuchtigkeit abdichten  <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>	<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 und die Bedeutung der Zementherstellung für den Klimawandel kennen und erklären können</li> <li>• Recyclingmöglichkeiten von Frisch- und Festbetone kennen</li> <li>• Die Nachhaltigkeit des Einsatzes von Recyclingbeton und von RC Betongranulaten erklären können</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 beurteilen können</li> <li>• Nachhaltige Alternativen zu Beton wie Holz oder Naturstein kennen</li> </ul>	3b - Material - Beton  SDG 12
A3I - 12: Herstellen von Baukörpern aus Steinen  <i>Lernfelder: 3</i>	a) Mörtel nach vorgegebenen Mischungsverhältnissen herstellen und auf Verarbeitbarkeit prüfen b) Mauerwerk aus klein- oder mittelformatigen Steinen herstellen  <i>Lernfeld 3: Mauermörtel, Mörtelgruppen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <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 dermalen Kontakt mit Mörtel z.B. Chromatallergie (Zementkrätze) kennen und bei der Verarbeitung vermeiden können</li> </ul>	3b - Material - Mörtel  SDG 12
A3I - 13: Herstellen	13a) Bodenarten und Bodenklassen unterscheiden,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologische Funktion von Böden kennen</li> </ul>	3a- Umwelt -

<p>von Baugruben und Gräben, Verbauen und Wasserhaltung.</p> <p><i>Lernfelder: 2, 7</i></p>	<p>Böden beurteilen  b) Kontaminierungen und Altlasten erkennen, sichern und melden  c) Auswirkungen der Witterungsverhältnisse auf die Bodenbeschaffenheit sowie den Verbau beurteilen und berücksichtigen  f) Böden lösen, laden, fördern, lagern, auf Verdichtungsfähigkeit prüfen, einbauen und verdichten  g) Baugruben und Gräben verbauen  h) geschlossene Wasserhaltungen durchführen und überwachen, insbesondere nach dem Vakuum- und Schwerkraftverfahren  i) Einbaumaterialien für die Verfüllung auf Eignung und Verwendungsfähigkeit prüfen</p> <p><i>Lernfeld 2 Unterscheiden, prüfen und beurteilen von Bodenarten und den Einfluss des Wassers bewerten  Lernfeld 7: Geologische Grundkenntnisse einschließlich der Entstehung von Böden sowie seine mechanischen Eigenschaften. Entnahme von Bodenproben für den Umweltschutz.</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 besondere ökologische Funktion humushaltiger Oberböden kennen und beurteilen können</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>Böden</p> <p>SDG 11</p>
<p>A3I - 14:Herstellen von Verkehrswegen</p> <p><i>Lernfeld: 1, 2</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  e) Einfassungen in Geraden herstellen  f) Pflasterdecken und Plattenbeläge aus künstlichen Steinen herstellen</p> <p><i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen.  Lernfeld 2: : Auswahl geeigneter Tragschichten sowie einen Belag für die Grundstückseinfahrten</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen von Verkehrswegen auf die Umwelt, z.B. Flächenverbrauch, Zerschneidung von Habitaten, Blockaden von Tierwanderungen kennen und vermeiden können</li> <li>• Auswirkungen von Verkehrswegen auf die Auswahl der Verkehrsmittel und das Mobilitätsverhalten kennen und bei der Planung berücksichtigen können</li> </ul>	<p>3a - Umwelt - Fläche</p> <p>SDG 12</p>

Anlage 3 II. Berufliche Fachbildung – 2. Ausbildungsjahr D. Schwerpunkt Brunnenbau- und Spezialtiefbauarbeiten nach §17			
A3II – 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen.  <i>Lernfelder: 1, 2, 13</i>	<b>Geräte und Maschinen:</b> 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  <i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen</i> <i>Lernfeld 2: Geräte für das Ausheben, Einbauen und Verdichten des Bodens auswählen.</i> <i>Lernfeld 13: Spezialtiefbaugeräte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebe von Betriebsfahrzeugen, Maschinen und Geräten unterscheiden können und nachhaltige Alternativen wie Elektroantriebe, Brennstoffzellen, biogene Treibstoffe kennen</li> <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> <li>• Das Umweltzeichen “Blauer Engel” für Baumaschinen (DE-UZ 53) und seine Anforderungen kennen</li> </ul>	3b – Energie – Mobilität  3b – Energie – Geräte und Maschinen  SDG 7
A3II – 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen.  <i>Lernfelder: 1, 2, 13</i>	<b>Geräte und Maschinen:</b> m) Werkzeuge und Kleingeräte auswählen und einsetzen o) Förder- und Transportgeräte bedienen, Lastaufnahme- und Anschlagmittel einsetzen <i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen</i> <i>Lernfeld 2: Geräte für das Ausheben, Einbauen und Verdichten des Bodens auswählen.</i> <i>Lernfeld 13: Spezialtiefbaugeräte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltrelevanz flüssiger Betriebsmittel für Geräte und Maschinen wie Treibstoffe, Hydrauliköl, Schmier- und Kühlmittel, u.ä. kennen und Leckagen vermeiden können</li> </ul>	3b- Material – flüssige Betriebsmittel  SDG 12
A3II – 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen.  <i>Lernfelder: 1</i>	<b>Umweltschutz:</b> q) Abfall auf der Baustelle sortenrein trennen und für den Abtransport vorbereiten  <i>Lernfeld 1: Baustelleneinrichtung unter Beachtung des Umweltschutzes planen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <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>	3d – Abfälle – Baurestmassen  SDG 12
A3II-13: Herstellen von Baugruben und	13a) Bodenarten und Bodenklassen unterscheiden, Böden beurteilen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenkontaminationen und ihre Ursachen kennen und vermeiden können.</li> </ul>	3a- Umwelt – Böden

<p>Gräben, Verbauen und Wasserhaltung</p> <p><i>Lernfeld: 7</i></p>	<p>b) Kontaminierungen und Altlasten erkennen, sichern und melden</p> <p><i>Lernfeld 7: Geologische Grundkenntnisse, Entnahmen von Bodenproben für den Umweltschutz; Kontaminierung, Altlasten</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen von Bodenkontaminationen auf die Boden- und Gewässerökologie kennen und erklären können</li> </ul>	<p>SDG 11</p>
<p>A3II- 15: Einbauen und Anschließen von Ver- und Ent-sorgungssystemen.</p> <p><i>Lernfelder:10, 13</i></p>	<p><b>Einbauen von Rohrleitungen:</b></p> <p>15a) Druckrohrleitungen aus unterschiedlichen Werkstoffen einbauen, ausrichten und nach unterschiedlichen Verfahren verbinden</p> <p>c) Hausanschlüsse für Wasser und Abwasser herstellen</p> <p>f) oberirdische Rohrleitungen zum Ableiten von Grundwasser verlegen und überwachen</p> <p>i) Bohrungen im Trocken- und Spülbohrverfahren herstellen, insbesondere zur Untersuchung des Baugrundes, zur Wassergewinnung und Wassereinleitung, zur Grundwasserabsenkung</p> <p>m) Rohrspülzusatzmittel auswählen, dosieren und die Bohrspülung während des Bohrens kontrollieren</p> <p>q) Bohrungen, insbesondere zu Grundwassermessstellen, ausbauen</p> <p><i>Lernfeld 10: Unterschiedliche Basis- und Anbauteile für Bohrgeräte kennen. Funktion der Geräte Hydraulik erklären</i></p> <p><i>Lernfeld 13: Spezialtiefbaugeräte mit Brunnenbohrgeräten vergleichen</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 eingeleiteten Oberflächenwasser auf die Wasserqualität und aquatische Ökosysteme kennen und beurteilen können</li> <li>• Maßnahmen zur Minderung der Schäden für aquatische Ökosysteme erklären können (Wasserrückhaltebecken, Einleitung in Vorfluter, Überschwemmungs- und Versickerungsflächen, u.a.)</li> <li>• Wassergefährdende Hilfsmittel und nachhaltige Alternativen kennen</li> </ul>	<p>3a - Umwelt - Wasser</p> <p>SDG 9</p>
<p><b>Anlage 16 zu § 84</b></p> <p><b>3. Ausbildungsjahr Brunnenbau</b></p>			
<p>A16 - 5: Auftragsübernahme, Leistungserfassung, Arbeitsplan und Ablaufplan,</p> <p><i>Lernfelder: 1, 2</i></p>	<p>5a) Maßnahmen zur Sicherstellung des Arbeitsablaufes ergreifen</p> <p>b) Arbeitsabläufe und Arbeitszusammenhänge erkennen, Möglichkeiten für Verbesserungen vorschlagen und nutzen</p> <p>c) mit den am Bau Beteiligten Abstimmungen treffen, bei Leistungsstörungen Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen</p> <p>d) erhaltenswerte Bausubstanz erkennen und</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>Maßnahmen zum Schutz veranlassen</p> <p><i>Lernfeld 1: Maßnahmen für die Einrichtung einer Baustelle treffen; Durchführung eines Bauvorhabens unter Beachtung des Umweltschutzes planen</i></p> <p><i>Lernfeld 2: Erschließen und Gründen eines Bauwerks</i></p>		
<p>A16 - 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen</p> <p><i>Lernfeld: 9</i></p>	<p>6f) Gefahrstoffe erkennen, Schutzmaßnahmen ergreifen</p> <p>h) Schutzausrüstungen verwenden sowie Maßnahmen zum Schutz von Personen auf Baustellen ergreifen</p> <p><i>Lernfeld 9: Maßnahmen zur Arbeitssicherheit bei Bohrungen in kontaminierten Bereichen kennen; Sicherheitsregeln, Sicherheitseinrichtungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeitssiegel für "Persönliche Schutzausrüstung /PSA" (Schutzbekleidung) kennen</li> </ul>	<p>3a - Gesellschaft, Gesundheit</p> <p>SDG 3</p>
<p>A16 - 6: Einrichten, Sichern und Räumen von Baustellen</p> <p><i>Lernfeld: 7</i></p>	<p>6d) Lagerung von Gefahrstoffen sicherstellen</p> <p><i>Lernfeld 7: Zweck von Bodenuntersuchungen erkennen, Verfahren für den Baugrundaufschluss beschreiben; Bodenproben für den Umweltschutz entnehmen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenkontaminationen und ihre Ursachen kennen und vermeiden können.</li> <li>• Auswirkungen von Bodenkontaminationen auf die Boden- und Gewässerökologie kennen und erklären können</li> </ul>	<p>3a- Umwelt - Böden</p> <p>SDG 11</p>
<p>A 16 - 13 Installieren von Wasserförderungs- und Wasseraufbereitungsanlagen</p> <p><i>Lernfelder: 18</i></p>	<p>13 b) Wasserförderungsanlagen installieren</p> <p>c) Wasseraufbereitungsanlagen installieren und warten</p> <p><i>Lernfeld 18: Wirkungsweise und Anwendungsgebiete von Pumpen in der Wasserversorgung kennen; Kleinstwasserversorgungsanlagen planen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den begrenzten Zugang zu sauberem Trinkwasser im globalen Süden kennen</li> <li>• Die Bedeutung des Brunnenbaus für den Zugang zu sauberem Trinkwasser kennen</li> <li>• Die Bedeutung des Zugangs zu sauberem Trinkwasser für die Entwicklung von Gesellschaften kennen</li> <li>• Den Einfluss von Brunnenbauwerken auf das Grundwasser und den Wasserhaushalt kennen</li> </ul>	<p>3a - Umwelt - Wasser</p> <p>SDG 9</p> <p>SDG 10</p>
<p>A16-14 Instandhalten und Sanieren von Brunnen</p> <p><i>Lernfeld: 14, 15, 17</i></p>	<p>14a) Brunnen für geophysikalische und optische Untersuchungsverfahren vorbereiten</p> <p>b) Mängel und Ursachen für Leistungsrückgänge feststellen und dokumentieren</p> <p>c) mechanische, hydraulische und chemische Brunnenregenerierungsverfahren durchführen</p> <p>d) Brunnensanierungsverfahren durchführen und dokumentieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bedeutung der Brunnenalterung kennen.</li> <li>• Alternative Materialien (z.B. Glaskugeln) für sandige Schüttkörner im Filterbereich zu Erhöhung der Nutzungszeit des Brunnens kennen und beurteilen können</li> </ul>	<p>3a - Umwelt - Wasser</p> <p>SDG 9</p>

	<p><i>Lernfeld 14: Vor- und Nachteile verschiedener Ausbauarten und Ausbaumaterialien; Einsatz von Schüttgüter planen ; Filterkiese, Tonprodukte, Dämmer, Zementation; Ermittlung geeigneter Filterkörnung</i></p> <p><i>Lernfeld 15: Entsandungsmaßnahmen zum Entwickeln eines Brunnens beschreiben; Energieversorgung, Wasserab- und -einleitung, Wasserspiegelmessungen, Entsandungsberechnung</i></p> <p><i>Lernfeld 14: Vor- und Nachteile verschiedener Ausbauarten und Ausbaumaterialien; Einsatz von Schüttgüter planen ; Filterkiese, Tonprodukte, Dämmer, Zementation; Ermittlung geeigneter Filterkörnung</i></p> <p><i>Lernfeld 17: verschiedenen Arten der Brunnenalterung kennen, Effektivität mechanischer, chemischer und hydraulischer Regenerierverfahren beurteilen</i></p>		
--	--	--	--

## 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, 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 an 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>
- [www.lea-hessen.de/unternehmen/treibhausgasbilanzierung-erstellen](http://www.lea-hessen.de/unternehmen/treibhausgasbilanzierung-erstellen)

## 6.2 Energie- und Klimaanalyse Baufahrzeuge und mobile Maschinen.

Gerade im Brunnenbau ist der Einsatz schwerer Nutzfahrzeuge wie mehrachsige Sattelschlepper, Bohrgeräte, Rammen, Injektionsmaschinen, 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 Dieselmotoren betrieben. Die folgende Auflistung zeigt die im Baugewerbe eingesetzten Energieträger und ihre relative Häufigkeit in Prozent (UBA 2022b, Hauptverband der Deutschen Bauindustrie 2022):

**Tabelle: 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, Bodenaushub, Herstellung von Planum und Böschung, Verfüllen, 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 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 Brunnenbau ist als Tiefbaubereich 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 im Tiefbau 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.

## 6.4 Zugang zu sauberem Trinkwasser und Wasserknappheit

Im Jahr 2020 hatten rund 2,2 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Diese Menschen versorgen sich entweder mit Wasser aus Flüssen oder Wasserlöchern – oder müssen länger als 30 Minuten zu Fuß gehen, um eine saubere Wasserquelle zu erreichen. Hinzu kommt der eingeschränkte Zugang zur sanitären Versorgung. Weltweit verfügen rund 4,2 Milliarden Menschen in ihrem Zuhause nicht über eine Toilette, bei der das Abwasser sicher entsorgt wird. Rund 770 Millionen Menschen weltweit müssen stattdessen ihre Notdurft komplett im Freien verrichten (UNESCO- WWAP 2021)

Zwischen 1930 und 2000 hat sich der weltweite Wasserverbrauch etwa versechsfacht. Ursächlich dafür war die Verdreifachung der Weltbevölkerung aber auch dass sich der durchschnittliche Wasserverbrauch pro Kopf verdoppelt hat. Allein auf Indien entfallen ca. 19% der weltweiten Wasserentnahme, gefolgt von China mit 15% und den USA mit 12%. Besonders kritisch ist es wenn jährliche Frischwasserentnahme über den sich erneuernden Wasserressourcen liegt. In diesen Fällen muß die Wasserversorgung durch Wasseraufbereitung oder über den Grundwasserbestand abgedeckt werden. Typisch Beispiel sind Länder in ariden Klimazonen wie Kuwait, die Vereinigten Arabischen Emiraten und Saudi-Arabien (bpb 2017).

Ob ein Land unter Wasserknappheit leidet, hängt daher nicht nur von den verfügbaren Wasserressourcen in diesem Land ab, sondern auch wie viel Wasser entnommen wird und dies wiederum wird davon beeinflusst, wofür das Wasser genutzt wird. So hat Turkmenistan mit einer jährlichen Entnahmemenge von 5.753m<sup>3</sup> pro Einwohner einen sehr hohen Wasserkonsum, weil in diesem Land viel Baumwolle angebaut wird, die zum Wachsen viel Wasser benötigt. Zum Vergleich: In der Demokratischen Republik Kongo liegt dieser Wert bei 11 m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr und Einwohner (bpb 2017).

### Aufgabenstellung.

1. Recherchieren Sie, wie hoch in verschiedenen Ländern der Wasserverbrauch pro Kopf ist. Fertigen Sie dazu eine Liste mit Ländern und deren Wasserverbrauch pro Kopf an.
2. Identifizieren Sie diejenigen Länder mit sehr hohem Wasserverbrauch pro Kopf und recherchieren Sie, wofür diese Länder Wasser verbrauchen. Unterscheiden Sie dabei zwischen Wasserverbrauch für Industrieprozesse, Landwirtschaft und private Haushalte.
3. Identifizieren Sie anschließend diejenigen Länder mit sehr geringem Wasserverbrauch pro Kopf: Beurteilen Sie den gesellschaftlichen Entwicklungsstand in diesen Ländern hinsichtlich Bruttoinlandprodukt, Gesundheitsversorgung und Bildungsstand.

Tipp: Ein guter Indikator für den gesellschaftlichen Entwicklungsstand in diesen Ländern ist der Index der menschlichen Entwicklung (Human Development Index) der Vereinten Nationen. Siehe dazu (HDR o.J.):

- <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indices/HDI>

## 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 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 werden. Der erhöhte Aufwand und die höheren Kosten bedingen jedoch auch einen höheren Preis für die angebotene Bauleistung. Gerade im Tiefbau, 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 Tiefbau 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 in der Bauindustrie und damit auch im Brunnenbau 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 Brunnenbau häufig sind, 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 Nutzeinheit 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.
- 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 Sekundärmaterial - 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 Recyclat 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 und limitieren damit den Einsatz von Recyclebetone.
- Ein für den Brunnenbau besonderen folgeschwerer Zielkonflikt ergibt sich aus globaler Perspektive. So haben große Teile der Bevölkerung in vielen Ländern des globalen Südens keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser und auch keine angemessene Sanitärversorgung. Verstärkt durch die Folgen der Klimaerwärmung, wie z.B. der Rückgang der Niederschlagsmengen und der sinkende Grundwasserspiegel, ist die Förderung von hochwertigem Trinkwasser durch lokale Brunnen zunehmend eingeschränkt. Dies führt zu bedeutsamen Gesundheitsgefährdungen der lokalen Bevölkerung und dies wiederum zu erheblichen Einschränkungen ihrer Teilhaben an der gesellschaftlichen Entwicklung. Um die Förderung von qualitativ hochwertigem Trinkwasser zu ermöglichen, werden langfristige Förderlizenzen an international tätige Unternehmen vergeben, die über hinreichendes technisches Knowhow sowie ausreichende finanzielle Mittel verfügen, um Brunnenbauwerke zu errichten, die qualitatives hochwertiges Trinkwasser fördern. Allerdings wird dieses Trinkwasser in Flaschen abgefüllt verkauft. Die lokale Bevölkerung verfügt jedoch nicht über die Kaufkraft, um dieses saubere Trinkwasser käuflich zu erwerben. Die verbesserte Qualität des geförderten Wassers und der Zugang der lokalen Bevölkerung zum geförderten sauberen Trinkwasser stellen daher einen

bedeutsamen Zielkonflikt des Brunnenbaus in den Ländern des globalen Südens dar.

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)“