

Anlagenmechanikerin und Anlagenmechaniker

Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V.
Bernhard Schwandt, bernhard.schwandt@ufu.de
Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin
Webseite: www.pa-bbne.de

GEFÖRDEBT VOM



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
1.1 BBNE und BNE - Ziele der Projektagentur PA-BBNE	2
1.2 Die Materialien der Projektagentur	3
1.3 Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung	4
1.3.1 Die Standardberufsbildposition “Umweltschutz und Nachhaltigkeit”	4
1.3.2 Die Berufsbildpositionen der Ausbildungsordnung und die Lernfelder	5
1.3.3 Modulare Rahmenaufgaben	6
1.3.4 Zielkonflikte und Widersprüche	7
1.3.5 Hinweis für handwerkliche, kaufmännische und Industrieberufe	7
2. Glossar	8
3. Literatur	8
4. Tabelle 1 - Die Standardberufsbildposition “Umweltschutz und Nachhaltigkeit”	9
5. Tabelle 2: Berufsbildpositionen und Lernfelder mit Bezug zur Nachhaltigkeit	15
6. Unterrichts- und Ausbildungsmodule	21
6.1 Energie- und Klimaanalyse	21
6.1.1 CO ₂ -Emissionen von unterschiedlichen Anlagen	22
Aufgabenstellung:	22
Annahmen:	22
6.1.2 Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen im Betrieb	24
Aufgabenstellung:	24
6.2 Planung und Beratung zu nachhaltiger Anlagenauswahl	25
6.2.1 Beratung zu nachhaltiger Anlagenauswahl in Gebäuden und Infrastruktur	25
Aufgabenstellung:	25
6.2.2 Planung von nachhaltigen Anlagen in Neubau und Kernsanierung	26
Aufgabenstellung:	26
6.3 Sektorenkopplung	26
6.3.1 Was versteht man unter Sektorenkopplung?	27
6.3.2 Technologien der Sektorenkopplung	27
6.3.3. Bedeutung von Energiespeichern für die Energiewende	29
6.3.4 Die Vorteile der Sektorenkopplung	31
7. Zielkonflikte und Widersprüche	32
7.1 Die Effizienzfalle und Widersprüche	32
7.2 Beispielhafte Zielkonflikte	34

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, es 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/die 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). 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 “Klimaanalyse” typischerweise eingebauter Anlagen für Raumwärme und Warmwasser in Beispiel-Kontexten sowie die Erfassung des Energieverbrauchs im eigenen Betrieb.
 - Ziel der Teilaufgabe ist es, die Auszubildenden zu befähigen, die THG-Emissionen von üblichen Heizungs- und Warmwasserversorgungsanlagen einschätzen zu können. Hierbei werden Szenarien mit unterschiedlichen Energieträgern gegenübergestellt. Dabei ist deutlich erkennbar, welche Rolle eine Verbreitung neuer Techniken der Wärmeerzeugung spielt und wie unterschiedlich insbesondere fossile und erneuerbare Energieträger zum Klimawandel beitragen.
 - Die zweite Teilaufgabe zielt darauf ab, den Energiebedarf sowie die damit verbundenen THG-Emissionen im eigenen Betrieb einschätzen zu können.

Darüber hinaus sollen die Auszubildenden dazu angeregt werden, sich Gedanken über Strategien zur Energieeinsparung im Betrieb zu machen.

- Die zweite Aufgabe soll die Auszubildenden befähigen, Kund*innen bei der nachhaltigen Anlagenauswahl beraten zu können sowie in Bau Planungsprozessen die Bedingungen für möglichst nachhaltige Anlagen früh mit einbringen zu können. Dafür erarbeiten die Auszubildenden eine Übersicht unter welchen Rahmenbedingungen welche Anlagen und Systeme am geeignetsten sind und diskutieren mögliche Beratungsstrategien auf dieser Basis. Im Hinblick auf die Bauplanung erstellen die Auszubildenden eine Liste mit frühzeitig zu klärenden Punkten, bei denen auch die Gewerke, mit denen eine Koordination erforderlich ist, vermerkt sind.
- Die dritte Aufgabe soll dazu dienen, die Bedeutung der Sektorenkopplung als unverzichtbaren Baustein der Energie- und Wärmewende durch die Verknüpfung der Sektoren Strom, Wärme, Gas, Mobilität und Industrie mithilfe von Speichertechnologien zu begreifen. In der Aufgabe werden die wesentlichen Ziele und Maßnahmen, die Technologien und der Nutzen beleuchtet.

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:

Im Hinblick auf die aktuellen politischen Entwicklungen, mit dem Ende der Gaslieferungen aus Russland, dem Ausstieg aus der Kernenergie, dem beschlossenen perspektivischem Aus für Öl- und Gasheizungen und Verbrennungsmotoren ist ein Paradigmenwechsel verbunden, der nahezu alle Bereiche der öffentlichen Versorgung und deren Schnittstellen umfasst.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit für einen technologischen Umbau der Infrastruktur und der Gebäudebewirtschaftung bis hin zu Versorgungssystemen und Verfahren, die mittel- bis langfristig ausschließlich aus erneuerbaren Energien und nachhaltigen Rohstoffen gespeist werden.

In diesem Prozess ergeben sich einige Zielkonflikte wie beispielsweise der Aufbau von Infra-Strukturelementen zur Versorgung mit weniger effizientem Flüssiggas, das z. T. umweltschädlich aus Fracking-Gas gewonnen wird.

Zur Energiewende gehört die stärkere Nutzung von Strom für E-PKW's, Wärmepumpen sowie zur Erzeugung von Wasserstoff oder Methan. Dies ist nicht unbedingt

klimafreundlich, solange ca. die Hälfte des deutschen Strommixes noch aus fossilen Quellen mit entsprechenden Wärmeverlusten gewonnen wird.

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
- CO₂-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. CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq)

- BNE Bildung für Nachhaltige Entwicklung

3. Literatur

- BGBl (2022): Verordnung zur Neuordnung der Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 23, Bonn, Juli 2018. Online: www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl118s0975.pdf
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (o.J.): Nachhaltigkeit in der Ausbildung. Online: www.bibb.de/de/142299.php
- BIBB Bundesinstitut für berufliche Bildung (2021): Vier sind die Zukunft. Online: www.bibb.de/de/pressemitteilung_139814.php
- BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (o.J.a): FAQ zu den modernisierten Standardberufsbildpositionen. Online: <https://www.bibb.de/de/137874.php>
- BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (o.J.b): Ausbildung gestalten. Online: <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/series/list/2>
- BMBF 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
- 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-verstaendlich-erklaert-232174
- Destatis Statistisches Bundesamt (2022): Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele. Online: <http://sdg-indikatoren.de/>
- Fachportal energie-experten.org. Online: www.energie-experten.org
- KMK (2021): Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe. Online: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_06_17-Berufsschule-Unterricht-Wirtschafts-Sozialkunde.pdf
- KMK Kultusministerkonferenz (2021): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Anlagenmechaniker/Anlagenmechanikerin. Online: <https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Anlagenmechaniker-IH04-03-25-idF-18-02-23.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 und Gesellschaft – Lieferketten – Herkunft	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeits-Kriterien beim Einkauf von Material und Anlagenteilen einbeziehen können • Soziale Aspekte von nachhaltiger Beschaffung erläutern können 	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltige und transparente Lieferketten 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfragen und aufbereiten, welche Maßnahmen das Unternehmen durchführt, um die Einhaltung von Menschen- und Arbeitnehmerrechten in der Lieferkette zu gewährleisten • Elemente einer Lieferkette anhand eines Beispiels (z.B. Aluminium) herausarbeiten und graphisch darstellen • Informationen zum Abbau von Rohstoffen anhand eines Beispiels recherchieren (z.B. Zinnerz) und den Mitschüler*innen vorstellen • Abbau von Rohstoffen zu Lasten von Umwelt und Gesellschaft in Drittländern recherchieren und erklären • Soziale Aspekte von nachhaltiger Beschaffung erläutern, z.B. Arbeitsbedingungen beim Rohstoffabbau oder in der Produktion • Die Perspektiven von beteiligten Gruppen in ökologisch-sozialen Konflikten einnehmen und reflektieren 	SDG 12
3a – Umwelt – Klimawandel	<ul style="list-style-type: none"> • Die Auswirkungen von THG-Emissionen im Zusammenhang mit Treibhauseffekt und Klimawandel erläutern können • Die Bedeutung der Dekarbonisierung im Bereich der Anlagentechnik als Hebel mit dem größten Einsparpotenzial zur Erreichung der Klimaziele begreifen durch den Einsatz erneuerbarer Energien • Vor- und Nachteile der zum Einsatz kommenden Werk- und Brennstoffe hinsichtlich der Klimawirkung kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimawandel • Klimaschutz • Erneuerbare Energien • THG-Emissionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ursachen des Klimawandels recherchieren und eine Übersicht erstellen • Den Treibhausgaseffekt über YouTube-Videos recherchieren und einer/einem Mitschüler*in erklären • THG-Emissionen von Wärmeerzeugung in Deutschland recherchieren und in einer Tabelle mit THG-Emissionen von anderen Sektoren vergleichen • Die Rolle von erneuerbaren Energien im Klimaschutz und deren Entwicklung über die letzten Jahrzehnte recherchieren und mit den Mitschüler*innen diskutieren 	SDG 13
3a – Umwelt –	<ul style="list-style-type: none"> • THG-Emissionen von unterschiedlichen 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutz durch nachhaltige 	<ul style="list-style-type: none"> • THG-Emissionen und das Potential zu deren Reduzierung 	SDG 13

Klimaschutz	<p>Anlagen und Versorgungssystemen kennen und aus Sicht von Energieverbrauch und Klimaschutz vergleichen können</p> <ul style="list-style-type: none"> • THG-Emissionen von unterschiedlichen Werkstoffen und Materialien kennen 	Anlagen und Versorgungssysteme	<p>für unterschiedliche Versorgungssysteme ermitteln und für jedes System ein Nachhaltigkeitspotenzial-Profil erstellen, dass die Vorteile, Nachteile und die Möglichkeit zur Reduzierung von THG-Emissionen beinhaltet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die THG-Emission von strombasierten Wärmeerzeugungssystemen in Abhängigkeit des Strommixes ermitteln und in einer Tabelle vergleichen • Alternative Energiequellen in Bezug auf THG-Emissionen und in Bezug auf andere Faktoren (z.B. Verfügbarkeit in der eigenen Region) recherchieren und in einem Factsheet darstellen • Energiebedarf und THG-Emissionen bei der Herstellung von Werkstoffen und Materialien recherchieren (z.B. von unterschiedlichen Rohwerkstoffen) • Informationen zu THG-Emissionen durch fluorierte Kältemittel in Klimaanlage und Wärmepumpen sowie mögliche Kältemittelalternativen recherchieren und einer/einem Mitschüler*in vorstellen 	
3a - Umwelt - nachhaltige Planung	<ul style="list-style-type: none"> • Anlagen und Versorgungssysteme vorausschauend planen können • Den Umbau von Infrastruktur und Prozessen im Sinne der Dekarbonisierung, Energie- und Wärmewende in die Betrachtungen mit einbeziehen 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutz durch vorausschauende Planung von Anlagen und Versorgungssystemen 	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativen beim Ausbau erneuerbarer Energien benennen • Die Auswirkungen aufzeigen, die mit dem Verzicht auf fossile Energieträger einhergehen • THG-Emissionen in verschiedenen Sektoren wie Industrie, Gewerbe, Haushalte vergleichen und den Vergleich graphisch darstellen 	SDG 13 SDG 7
3a - Umwelt - Hilfs- und Betriebsstoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Hilfs- und Betriebsstoffe im Hinblick auf Umwelt- und Gesundheitsbelastung vergleichen können • Strategien zur Minimalmengen-Nutzung und Vermeidung von Überdosierung kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verunreinigung von Luft, Wasser, und Boden vermeiden • Gesundheitsrisiken durch schädliche Chemikalien verringern 	<ul style="list-style-type: none"> • Hilfs- und Betriebsstoffe wie Kühl-, Schmier-, Korrosionsschutz- und Reinigungsmittel vor dem Hintergrund ihrer Umwelt- und Gesundheitsbelastung vergleichen und auswählen • Hilfs- und Betriebsstoffe am Beispiel von Kühlschmiermittel vergleichen: zwei gängige Kühlschmiermittel mit problematischen Bestandteilen auswählen und für jedes eine in der Anwendung vergleichbare umweltfreundlichere Alternativen recherchieren • Problematik der Überdosierung von Betriebsstoffen diskutieren und ein Konzept zur Vermeidung von Überdosierung erarbeiten 	SDG 12 SDG 3 SDG 15
3b - Energie -	<ul style="list-style-type: none"> • Energieverbrauch und THG-Emissionen des 	<ul style="list-style-type: none"> • Erneuerbare Energien im Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten zur Nutzung von erneuerbaren 	SDG 7

im Betriebsalltag	<p>Betriebes und seiner Anlagen bestimmen können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieverbrauch und THG-Emissionen von Maschinennutzung und Verfahren abschätzen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieverbrauch von Maschinen und Geräten • Emissionen von Maschinen und Geräten 	<p>Energiequellen im eigenen Betrieb abschätzen: Strombezug über Ökostromanbieter, Eigengewinnung von Energie durch Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen und Abwärme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung des Dachs: Eignet sich das Dach Ihres Betriebes für eine PV-Anlage? • Energieverbrauch und Emissionen durch Einsatz effizienter Energietechnik und Verfahren senken • Unterschiedliche Fügeverfahren, (z.B. Weich- und Hartlöt-Verfahren) nach Energiebedarf sortieren und Fälle suchen in denen weniger energieintensive Verfahren als in der Praxis üblich verwendet werden könnten • Energieverbrauch von Maschinen im betrieblichen Alltag ermitteln und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs erarbeiten • Emissionen von Maschinen und Geräten vermeiden: Alternativen zu Maschinen und Verfahren die auf fossilen Brennstoffen basieren recherchieren und deren Einsatzmöglichkeiten im eigenen Betrieb analysieren 	
3b - Energie - Anlagentypen	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von Anlagen, die auf erneuerbaren Energien basieren, wo möglich voranbringen • Energieeffizienz von Anlagen und Versorgungssystemen bewerten und vergleichen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von nachhaltigen Anlagen und Versorgungssystemen • Nutzung von energieeffizienten Anlagen und Versorgungssystemen • Emissionen durch ineffiziente Anlagen- und Anlagenteile vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • Die zwei Bestandteile nachhaltiger Energienutzung im Bereich Infrastruktur und Gebäudebewirtschaftung erläutern: <ol style="list-style-type: none"> 1. Energiebedarf reduzieren durch effiziente Anlagen , Dämmung u.Ä., 2. Energie möglichst erneuerbar bereitstellen • Nutzungsmöglichkeiten von Anlagen und Versorgungssystemen, die auf erneuerbaren Energien basieren (Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen und Abwärme...), einschätzen und anwenden • Vor- und Nachteile von unterschiedlichen erneuerbaren Energien auflisten und Liste an regionale Gegebenheiten anpassen (z.B. Fernwärme oder Geothermie verfügbar?) • Energieeffizienz von Anlagen und Versorgungssystemen bewerten und vergleichen, dabei auch Faktoren wie (Über-)Dimensionierung berücksichtigen • Energieeffizienteste Anlagen und Versorgungssysteme für unterschiedliche Fälle erarbeiten • Mögliche Effizienzprobleme in der Anlagenauswahl identifizieren (z.B. Überdimensionierung) und eine Checkliste für die Auswahl einer effizienten Anlage erstellen 	SDG 7 SDG 13

			<ul style="list-style-type: none"> • Relevante Zertifikate, Qualitätssiegel und Energielabel recherchieren und die für die Bewertung zentralen Aspekte einem/einer Mitschüler*in erklären 	
3b - Energie - Anlagennutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeinsparmaßnahmen sowie energieeffiziente Nutzung befördern können • Energieeffizienz-Potentiale durch Um- oder Aufrüstung von bestehenden Anlagen erkennen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Energetisch ineffiziente Anlagen und Anlagenteile vermeiden • Energetisch effiziente Nutzung befördern 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltauswirkungen von Energieeinsparmaßnahmen bei beispielhaften Anlagen und Systemen ermitteln, beurteilen sowie energieeffiziente Nutzung erklären und entsprechende Einstellungen vornehmen • Möglichkeit zur Steigerung der Energieeffizienz durch Um- oder Aufrüstungsmaßnahmen von bestehenden Anlagen anhand von Beispielen ermitteln (z.B. Möglichkeit des Einbaus einer intelligenter Steuerung bei Versorgungssystemen prüfen) und eine schriftliche Empfehlung erstellen • Anhand von Fallbeispielen für eine gegebene Anlagenart und Anforderung die am wenigsten energieintensiven Einstellungen herausarbeiten • Strategien zur effizienten Nutzung von Anlagen- und Versorgungssystemen umsetzen und vermitteln 	SDG 7 SDG 13
3b - Energie - Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoffverbrauch der betriebseigenen Fahrzeuge bestimmen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionen durch fossile Mobilität vermeiden • Elektromobilität aus EE-Strom 	<ul style="list-style-type: none"> • THG-Emissionen durch Mobilität recherchieren und in Kleingruppen mögliche Strategien zur Verringerung der mobilitätsbedingten Emissionen im eigenen Betrieb diskutieren • Betriebswirtschaftliche Berechnung der Kosten für E-Transporter (Leasing oder Kauf) • Transportwege anhand einer konkreten Baustelle planen und optimieren (emissionsarme Strecke) • Allgemeinen Leitfaden zur effizienten Mobilität im Betrieb erarbeiten (z.B. Leerfahrten vermeiden) 	SDG 7
3b - Materialien - Wasser	<ul style="list-style-type: none"> • Die Bedeutung von effizienter Wassernutzung kennen • Wasserverbrauch von unterschiedlichen Anlagen und Sanitäreinrichtungen kennen und einordnen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltiger Umgang mit der Ressource Wasser • Wasserbedarf in Industrie, Gewerbe, Haushalt • Zugang zu sauberem Trinkwasser 	<ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung des Zugangs zu sauberem Trinkwasser in der Welt kennen • Die Bedeutung von effizienter Wassernutzung im Kontext von globaler Erwärmung, lokaler Wasserknappheit und der zunehmenden Gefahr von lokalen Dürreperioden erläutern • Wasserverbrauch verschiedener Sektoren in Deutschland recherchieren • Alternativen zur Senkung des Trinkwasserverbrauchs und Vermeidung von Abwasser kennen und in Kleingruppen eine 	SDG 6

			Präsentation ausarbeiten: <ul style="list-style-type: none"> - durch Entkopplung von Trink- und Brauchwassersystemen - durch Nutzung von Niederschlagswasser - durch Einbau von Filteranlagen zur Aufbereitung von Brauchwasser <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung an einem Beispiel diskutieren, z.B. aus den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> - Nutzung von Abwasserwärme im kommunalen Bereich - Nutzung von Abwärme aus industrieller Produktion 	
3b - Materialien - Werkstoffe und Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Umwelt- und Gesundheitsrelevante Aspekte von Materialien und Werkstoffen kennen und bewerten können • Möglichkeiten zur Verwendung von Sekundärmaterialien (recyclten Materialien) kennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourcenschonung • Ressourceneffizienz 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltrelevante Aspekte der genutzten Materialien und Werkstoffe kennen und bewerten (Verfügbarkeit der Ressourcen, THG-Emissionen, Möglichkeiten zu Recyceln) • Gefahr von Mikroplastik-Abrieb durch Kunststoffrohre kennen und Problematik von Mikroplastik für Umwelt und Gesundheit beschreiben • Möglichkeiten zum Recycling im Betrieb genutzter Materialien, Werkstoffe, und Anlagenteile recherchieren und auflisten (z.B. Weiterverkaufsplattformen im Internet) • Möglichkeiten für die Nutzung von Sekundärmaterialien recherchieren und auflisten (z.B. Weiterverkaufsplattformen im Internet) - Wo könnten im Betrieb Sekundärmaterialien statt neu hergestellter Materialien genutzt werden? • Ökobilanz von unterschiedlichen Materialien und Werkstoffen (z.B. Rohrwerkstoffe, Verbundwerkstoffe) recherchieren vergleichen • Die Umwelt- und Gesundheitsbelastung von unterschiedlichen Dämm- und Dichtungsmaterialien recherchieren und vergleichen 	SDG 3 SDG 12
3d - Abfälle vermeiden	<ul style="list-style-type: none"> • Materialrest- und Abfallentstehung von Werk- und Betriebsstoffen minimieren können • Lebensdauer von, Materialien, Werkzeugen und Maschinen verlängern können 	<ul style="list-style-type: none"> • Entstehung von Materialresten minimieren • Abfälle reduzieren • Wiederverwendung und Nutzung von Materialresten 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsmöglichkeiten für entstehende Material- und Werkstoffreste benennen und konkrete Optionen recherchieren • Rückbaubarkeit und Trennbarkeit von Materialien bei unterschiedlichen Verfahren recherchieren und vergleichen • Wartungsmaßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer von Anlagenteilen und Materialien auflisten und eine Strategie zur effektiven Umsetzung erarbeiten 	SDG 12

			<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer von Werkzeugen und Maschinen kennen und an einem Beispiel umsetzen • Bei elektronischen Geräten und Komponenten der Steuerungs- und Regeltechnik auf Wiederverwertung, Recycling achten, da die Bauteile eine Vielzahl von wertvollen Rohstoffen, Metallen, 'seltene Erden' enthalten 	
3f - Nachhaltigkeit kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Oben genannten Kenntnisse den jeweiligen Zielgruppen (Anlagenbetreibenden, Kundinnen und Kunden, Lieferantinnen und Lieferanten, anderen Gewerken, Kolleginnen und Kollegen und anderen) mitteilen und erklären können 	<ul style="list-style-type: none"> • Hochwertige Bildung für Nachhaltigkeit im Sinne der Positionen 3a, 3b und 3d • Kundenwünsche im Sinne der Nachhaltigkeit erfüllen können 	<ul style="list-style-type: none"> • Oben genannte Aufgabenstellungen im Betrieb und in der Berufsschule beispielhaft umsetzen 	SDG 4

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

Berufsbildposition / Lernfeld	Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten gemäß Ausbildungsordnung (<i>kursiv: Lernfelder des RLP</i>)	Beispielhafte Bezüge zur Nachhaltigkeit	Standardberufsbildposition
8 - Unterscheiden, Zuordnen und Handhaben von Werk- und Hilfsstoffen <i>Lernfeld 1, 2, 3 und 4</i>	<p>a) Werkstoffeigenschaften und deren Veränderungen beurteilen und Werkstoffe nach ihrer Verwendung auswählen und handhaben</p> <p>b) Hilfsstoffe ihrer Verwendung nach zuordnen, einsetzen und entsorgen</p> <p><i>LF 1: ... planen die Arbeitsschritte mit den erforderlichen Werkzeugen, Werkstoffen, Halbzeugen und Hilfsmitteln</i></p> <p><i>LF 2: ... wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus und ordnen sie produktbezogen zu</i></p> <p><i>LF 3: ... verwenden Montageanleitungen und entwickeln Montagepläne unter Berücksichtigung von Montagehilfsmitteln und kundenspezifischen Anforderungen</i></p> <p><i>LF 4: ... planen Wartungsarbeiten und bestimmen die notwendigen Werkzeuge und Hilfsstoffe</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigen bei der Auswahl von Material und Werkstoffen • Unterschiede in Gewinnung, Nutzung und Entsorgung von Metallen, Nicht-Eisen-Metallen, Kunststoffen und Verbundwerkstoffen berücksichtigen • Umweltrelevante Aspekte wie Energie- und Ressourceneinsatz, Einsatz kritischer Rohstoffe, THG-Emissionen, Umweltbelastung mit einbeziehen • Werk- und Hilfsstoffe hinsichtlich ihrer Langlebigkeit, Verschleißfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit einordnen und auswählen können • Werkstoffe nach Aspekten der Kreislaufwirtschaft einschätzen können • Möglichkeiten zur Weiter- und Wiederverwendung, Recycling nutzen 	<p>3a - Umwelt - Klima</p> <p>- rationelle Ressourcenverwendung</p> <p>3b - Materialien - Rohstoffe</p> <p>3d - Abfälle vermeiden</p> <p>SDG 12, 13</p>
9 - Herstellen von Bauteilen und Baugruppen <i>Lernfeld 3</i>	<p>e) Bauteile, auch aus unterschiedlichen Werkstoffen, zu Baugruppen fügen</p> <p><i>Lernfeld 3: ... bereiten das Herstellen von einfachen Baugruppen vor</i></p> <p><i>... unterscheiden Fügeverfahren nach ihren Wirkprinzipien und ordnen sie anwendungsbezogen zu</i></p> <p><i>... bewerten Prüfergebnisse, beseitigen Qualitätsmängel, optimieren Montageabläufe und berücksichtigen deren Wirtschaftlichkeit</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederverwendbarkeit und erwartbare Lebensdauer von unterschiedlichen Werkstoffen kennen • Fügeverfahren unterscheiden nach lösbar/nicht lösbar im Sinne der Reparierbarkeit, zur umweltgerechten Trennung von Komponenten • Unterschiede im Energieverbrauch von Fügeverfahren kennen und beurteilen können, wo energiesparende Verfahren angewendet werden können 	<p>3a - Lebensdauer von Produkten - Wertstoffe</p> <p>3b - Materialien - Rohstoffe</p> <p>3b - Energie - im Betriebsalltag</p> <p>SDG 12, 7</p>

<p>10 - Warten von Betriebsmitteln <i>Lernfeld 4</i></p>	<p>c) Betriebsstoffe auswählen, anwenden und entsorgen</p> <p><i>Lernfeld 4: ... bereiten die Wartung von technischen Systemen insbesondere von Betriebsmitteln vor und ermitteln Einflüsse auf deren Betriebsbereitschaft ... planen Wartungsarbeiten und bestimmen die notwendigen Werkzeuge und Hilfsstoffe</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Kühl- und Schmierstoffe vor dem Hintergrund ihrer Umwelt- und Gesundheitsbelastung vergleichen können (z.B. Alternativen zu Stoffen auf fossiler Basis, zu raffinierten oder rezyklierten Stoffen) • Besonders umweltschädliche Inhaltsstoffe identifizieren können z.B. in Batterien, Leuchtstoffröhren, Lösungsmitteln, elektronischen Bauteilen • Auf Angebote zur kostenfreien Annahme/Rücknahme dieser Abfälle im Bringsystem hinweisen können • Verwendbarkeit umweltfreundlicher, biologisch abbaubarer und gesundheitsverträglicher Betriebsstoffe prüfen • Strategie zur effizienten Nutzung (Minimalmengennutzung) von Betriebsstoffen und Vermeidung von übermäßiger Abfallentstehung erarbeiten und verfolgen können 	<p>3a - Umwelt - Hilfs- und Betriebsstoffe - Vermeidung oder Verringerung von Belastungen</p> <p>SDG 12, 6, 15</p>
<p>12 - Anschlagen, Sichern und Transportieren <i>Lernfeld 6</i></p>	<p>b) Transportgut absetzen, lagern und sichern</p> <p><i>Lernfeld 6: ... sichern die betrieblichen Abläufe, indem sie Montage-, Transport- und Lagerungsvorgänge mit den vor- und nachgelagerten Tätigkeitsfeldern abstimmen und Fremdleistungen in den Prozess einbinden</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ökologische Auswirkungen von CO₂-Emissionen kennen und mit dem Verkehrsaufkommen verbinden können • Transportfahrten optimieren können (direkte Fahrten ohne Umwege, Fahrten kombinieren, Leerfahrten vermeiden) • Klimafreundliche, emissionsarme Transportformen und Verkehrsmittel wählen (Fahrzeuge auf Elektro- oder Wasserstoffbasis) 	<p>3a - Klima - Emissionen 3b - Energie - Mobilität</p> <p>SDG 7, 13</p>

<p>14 - Bearbeiten von Aufträgen <i>Lernfeld 11 und 12</i></p>	<p>d) technische Sachverhalte im Hinblick auf die Auftragsabwicklung berufsübergreifend abstimmen f) Arbeitsablauf unter Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Prozessschritte festlegen und sicherstellen</p> <p><i>Lernfeld 11: ... planen anhand von Arbeitsaufträgen die Einbindung verfahrenstechnischer Bauelemente und Teilsysteme</i> <i>... wählen diese aufgabenspezifisch nach thermischen, mechanischen oder chemischen Verfahren aus und unterbreiten Vorschläge zur Umsetzung nach Abwägung verschiedener Alternativen</i> <i>... berücksichtigen die Funktionsweise, die Wirtschaftlichkeit und die Dimensionen der Geräte und Teilsysteme</i> <i>... bewerten in der Diskussion verschiedener Alternativen Vor- und Nachteile und liefern dem Kunden Entscheidungshilfen</i></p> <p><i>Lernfeld 12: ... planen im Team Systeme der Anlagentechnik</i> <i>... definieren Ziele, analysieren und strukturieren Aufgaben im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und berücksichtigen bei der Projektauswahl die relevanten Rahmenbedingungen</i> <i>... berücksichtigen bei der Projektrealisierung die Recyclingmöglichkeiten und die Umweltverträglichkeiten</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Neben den technischen Rahmenbedingungen aktuelle Gesetzesänderungen zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit verfolgen und frühzeitig in die Planung mit einbeziehen können wie <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausstieg aus fossiler Verbrennung bei KFZ, Energie- und Gebäudetechnik ○ Energie- und Wärmewende, Kraft-Wärme-Kopplung, Sektorenkopplung ○ Regelbare Kraftwerke, Quartierslösungen ○ Strom- und Wärmespeicherung ○ Wasserstofftechnologie • Den Blick auf die Gesamt-Wertschöpfungskette betrieblicher Produktion, Betrieb, Rückbau, Entsorgung erweitern • Auswirkungen aufzeigen können, die die Gewinnung, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung von Rohstoffen und industriellen Gütern mit sich bringt • Im Team Vorschläge erarbeiten können für die Beschaffung von Anlagen- und Systemtechnik unter Berücksichtigung ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Gesichtspunkte → Lieferketten-Gesetz • Auf alternative Möglichkeiten zur Substitution von Bau- und Formteilen hinweisen in Richtung Produktentwicklung und -design z.B. 3D-Druck unter Verwendung regenerativer Filamente, Verbesserung der Produkteigenschaften durch Nano-Technologie • Im Kundengespräch Vor- und Nachteile verschiedener Anlagen und Systeme hinsichtlich Energie- und Ressourceneffizienz, Umwelt- und Klimawirkung, THG-Emissionen aufzeigen können 	<p>3a - Umwelt - Klima 3b - Materialien - Rohstoffe - Herkunft und Herstellung - Transportwege 3b - Materialien - Energie 3d - Abfälle vermeiden 3e - Vorschläge für nachhaltiges Handeln</p> <p>SDG 7, 12, 13, 9</p>
<p>14 - Bearbeiten von Aufträgen <i>Lernfeld 9</i></p>	<p>e) Werk-, Hilfs- und Betriebsstoffe disponieren</p> <p><i>Lernfeld 9: Sie ermitteln mit Hilfe der technischen Unterlagen den Wartungsumfang und stellen die entsprechenden Ersatzteile, Hilfsmittel und Werkzeuge bereit</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenen Werkzeugbedarf kritisch überprüfen können. (Welche Werkzeuge müssen unbedingt angeschafft werden? Welche können gemeinsam genutzt werden? Auf Langlebigkeit und Qualität achten und die Gründe dafür verstehen.) • Unterschiedliche Materialien und Pflege der Werkstoffe kennen und so einen sorgsam Umgang und lange Nutzbarkeit/Pflege der Werkstoffe ermöglichen • Materialeinsatz planen können, um Verschwendung vermeiden zu können 	<p>3a - Wartung 3b - Rohstoffe - Lebensdauer und langfristige Nutzbarkeit 3d - Abfälle vermeiden</p> <p>SDG 12</p>

<p>15 - Herstellen und Montieren von Bauteilen und Baugruppen <i>Lernfeld 5</i></p>	<p>a) Werkstoffe und Werkstoffkombinationen nach ihrem Verwendungszweck auswählen und einsetzen</p> <p><i>Lernfeld 5: ... wählen die Werkstoffe nach ökologischen, ökonomischen und bearbeitungstechnischen Gesichtspunkten aus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Werkstoffverbindungen bzgl. ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit beurteilen (woher kommen die Stoffe? unter welchen Bedingungen werden sie hergestellt? Welche kritischen Rohstoffe sind enthalten? Was passiert nach Nutzung mit den Stoffen? können problematische Verbindungen entstehen?) 	<p>3a - Klima 3b - Materialien - Rohstoffe - Herkunft und Herstellung - ök. und sozialer Fußabdruck 3d - Abfälle</p> <p>SDG 12, 13</p>
<p>15 - Herstellen und Montieren von Bauteilen und Baugruppen <i>Lernfeld 7</i></p>	<p>f) Rohr-, Flansch- und Schlauchverbindungen herstellen l) Bauteile und Baugruppen unter Beachtung teilespezifischer Montagebedingungen fügen</p> <p><i>Lernfeld 7: ... bereiten das Verbinden von Anlagenteilen vor ... planen Rohrsysteme unter Berücksichtigung von Bauzeichnungen und Installationsplänen ... verbinden die Anlagenteile, erstellen die geplanten Rohrsysteme und prüfen diese</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fügeverfahren unterscheiden nach lösbar/nicht lösbar im Sinne der Reparierbarkeit, zur umweltgerechten Trennung von Komponenten • Unterschiede im Energieverbrauch von Fügeverfahren kennen und beurteilen können, wo energiesparende Verfahren angewendet werden können 	<p>3b - Materialien - Rohstoffe</p> <p>3b - Materialien - Energie</p> <p>SDG 12, 7</p>
<p>15 - Herstellen und Montieren von Bauteilen und Baugruppen <i>Lernfeld 7</i></p>	<p>h) Schutz von Anlagenteilen gegen äußere Einflüsse und Dämmmaßnahmen sicherstellen</p> <p><i>Lernfeld 7: ... verbinden die Anlagenteile, erstellen die geplanten Rohrsysteme und prüfen diese</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizienzsteigerung, Wärme- und Kälteschutz durch Dämmung als Bestandteil von nachhaltigen Versorgungssystemen einordnen und erläutern können • Energieeffizienzpotential durch zusätzliches Dämmen bestehender Anlagen mit anderen Optionen (z.B. alternativen Systemen) vergleichen können • Unterschiedliche Dämmmaterialien kennen und im Bezug auf Umwelt- und Gesundheitsbelastung vergleichen können • Die Vorteile von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie z.B. Flachs, Hanf, Zellulose aufzeigen und Vorschläge zum Ersatz bisher verwendeter Materialien machen können • zusätzliche Informationen zu unterschiedlichen Korrosionsschutzmaßnahmen, Beschichtung und deren Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit recherchieren können 	<p>3a - Umwelt und Gesellschaft - rationelle Energie- und Ressourcenverwendung, 3b - Materialien - Energie 3e - Vorschläge für nachhaltiges Handeln</p> <p>SDG 7, 12</p>

<p>15 - Herstellen und Montieren von Bauteilen und Baugruppen Lernfeld 8</p>	<p>p) Anlagenteile montieren und demontieren</p> <p><i>Lernfeld 8: ... planen die Übergabe und die Inbetriebnahme der Anlagensysteme</i> ... weisen unter Berücksichtigung von Sicherheit, Energieeinsparung, Umweltschutz und der Eigenverantwortlichkeit die Anlagenbetreiber in Aufgabe und Funktion der Einzelkomponenten sowie in das Zusammenwirken der Komponenten in der Gesamtanlage ein ... zeigen die Möglichkeiten alternativer Instandhaltungskonzepte und deren betrieblichen Konsequenzen auf</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Montage- und Demontearbeiten im Sinne der Abfallvermeidung durchführen • Möglichkeiten aufzeigen können zur Aufarbeitung von Altprodukten und deren Vermarktung als Gebrauchtprodukte, um die Lebensdauer zu verlängern und die Anschaffung von neuen Produkten zu vermeiden z.B. bei Elektrogeräten, Elektronikbauteilen, Digitaltechnik, Energie- und Gebäudetechnik • Innerhalb der Produktion sowie bei Rück- und Abbau von Geräten und Anlagen über die Möglichkeiten der Abfalltrennung aufklären können, um möglichst sortenreine Fraktionen für das Recycling und die Verwertung zu gewinnen • Auf Mengenreduktion von Restabfällen und die Ausschleusung problematischer Inhaltsstoffe achten • Die Einweisung und Beratung der Anlagenbetreiber unter Aspekten der Energie- und Kosteneffizienz gestalten können 	<p>3a - Umwelt- Wiederverwertung - Wertstoffe - Recycling - Reparatur - Wiederverwendung 3b - Materialien - Rohstoffe 3d - Abfälle vermeiden</p> <p>SDG 12</p>
<p>16 - Instandhaltung; Feststellen, Eingrenzen und Beheben von Fehlern und Störungen Lernfeld 9</p>	<p>b) Vorbereitungsmaßnahmen zur Instandhaltung von Anlagenteilen unter Berücksichtigung verfahrens- und sicherheitstechnischer Vorschriften durchführen c) Bauteile auf Verschleiß und Beschädigungen sichtbar prüfen</p> <p><i>Lernfeld 9: ... führen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten nach Kundenauftrag aus</i> ... beachten dabei, wie bei allen Wartungsarbeiten, die einschlägigen verfahrens- und sicherheitstechnischen Vorschriften sowie alle Maßgaben des Umweltschutzes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer von Maschinen kennen und umsetzen können • Wartungsmaßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer von Bauteilen und Materialien kennen • Potentiale zur Optimierung im Energieverbrauch durch Um- oder Aufrüstungsmaßnahmen von bestehenden Anlagen erkennen und umsetzen können (z.B. Möglichkeit zum Einbau intelligenter Steuerungssysteme, Digitaltechnik prüfen) • Umweltbeeinträchtigungen beurteilen können, die von der Freisetzung von Treibhausgasen über Schadstoffeinträge in Luft, Wasser und Boden bis zur Beeinträchtigung von Ökosystemen und Biodiversität reichen können 	<p>3a - Umwelt, Klima - rationelle Energieverwendung - Vermeidung von Belastungen 3b - Materialien - Rohstoffe - Lebensdauer 3d - Abfälle vermeiden</p> <p>SDG 7, 12, 13</p>

<p>16 - Instandhaltung; Feststellen, Eingrenzen und Beheben von Fehlern und Störungen Lernfeld 13</p>	<p>d) Anlagenteile oder Versorgungseinrichtungen unter Beachtung sicherheits- und verfahrenstechnischer Vorschriften außer Betrieb setzen</p> <p><i>Lernfeld 13: ... planen die Änderung und Anpassung von Systemen der Anlagentechnik</i> <i>... analysieren die neuen Bedingungen des bestehenden Anlagensystems zur systematischen Planung der notwendigen Maßnahmen und erstellen kundengerechte Angebote</i> <i>... ändern Anlagen oder Anlagenkomponenten, binden notwendige Fremdleistungen ein und dokumentieren alle Arbeitsschritte</i> <i>... informieren über gesetzliche Auflagen aufgrund der Veränderungen und erläutern die neuen Instandhaltungsbedingungen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Effizienz- und Energiesparpotenziale bei Austausch und Änderung von Anlagenteilen und Systemkomponenten aufzeigen können • Auf umweltgerechte Verwertung und Entsorgung von Bauteilen und Betriebsmitteln achten • Wirtschaftlichkeits-, Amortisationsrechnung durchführen können zur Darstellung von Einsparungen durch den Einsatz effizienter Energie- und Steuerungstechnik, Lastmanagementsysteme • Innovative Lösungen zur Verbesserung der Arbeitsabläufe, bei Wartung und Instandhaltung aufzeigen können, wie z.B. • Smart und Connected → Vernetzung von Systemtechnik und Sicherheitssystemen zur Aufdeckung von Leitungsschäden und Leckagen • Augmented Reality und Sprachassistenten <ul style="list-style-type: none"> → Wartungs- sowie Reparaturarbeiten werden mit mobilen Geräten, wie Smartphones oder Tablets durchgeführt → virtuelle Informationen werden in das Sichtfeld des Handwerkers eingeblendet → Sprachassistenten können komplexe Fragen, beispielsweise über den Maschinenzustand, beantworten 	<p>3a - Umwelt - Klima 3b - Materialien - Rohstoffe - Recycling und Kreislaufwirtschaft 3b - Energie - Anlagennutzung 3d - Abfälle vermeiden 3f - Nachhaltigkeit kommunizieren</p> <p>SDG 7, 12, 1</p>
---	---	---	--

6. Unterrichts- und Ausbildungsmodule

Es werden hier die folgenden Unterrichts- und Ausbildungsmodule vorgeschlagen:

1. Energie- und Klimaaanalyse
 - von typischen Anlagen der Energie- und Gebäudetechnik bzw. Energieträgern
 - der im Betrieb selbst verbrauchten Energie
2. Planung und Beratung von Anlagenauswahl und Nachrüstung mit Fokus auf Nachhaltigkeitsaspekte
3. Die Sektorenkopplung ist ein wesentlicher Baustein zum Erreichen der Energie- und Wärmewende
 - Was versteht man unter Sektorenkopplung?
 - Technologien innerhalb der Sektorenkopplung
 - Speichertechnologien
 - Diskussion der Ziele, wesentlicher Änderungen und Vorteile im Vergleich zur herkömmlichen Energieversorgung

6.1 Energie- und Klimaaanalyse

Die Aufgabe umfasst erstens den Beitrag zum Klimawandel von unterschiedlichen eingebauten Anlagen für Strom, Wärme und Warmwasser, Lüftung, Kühlung in Beispiel-Kontexten. Dazu werden – bei gegebenem Energieverbrauch – für unterschiedliche Anlagen und Energiequellen die THG-Emissionen ermittelt.

Im zweiten Teil der Aufgabe erfolgt eine Analyse des Energieverbrauchs im eigenen Betrieb und der damit verbundenen THG-Emissionen.

6.1.1 CO₂-Emissionen von unterschiedlichen Anlagen

Aufgabenstellung:

Ermitteln Sie für die untenstehenden Beispiele, die mit unterschiedlichen Anlagen bzw. Energieträgern verbundenen THG-Emissionen. Die Emissionsfaktoren der Energieträger finden Sie in der untenstehenden Tabelle. Vergleichen Sie dabei pro Fall mindestens eine fossile sowie eine erneuerbare Energiequelle. Denken Sie auch an Fälle, die mehrere Energiequellen nutzen. Diskutieren Sie anschließend Ihre Ergebnisse. Welche Faktoren neben der Nutzung von erneuerbaren Energien können die THG-Emissionen von Gebäuden und Betriebsstätten verringern?

Annahmen:

Legen Sie Ihren Berechnungen folgende Annahmen über die Gebäude zugrunde:

- Wohnfläche: 100 qm (drei Personen im Haushalt)

- Fall 1: Nutzenergie/Heizwärmebedarf von 190 kWh/qm jährlich (Energieeffizienzklasse F)
- Fall 2: Nutzenergie/Heizwärmebedarf 90 von kWh/qm jährlich (Energieeffizienzklasse C)

Falls Sie in Ihrem Ausbildungsalltag gerade an dem Einbau oder der Wartung einer Anlage arbeiten und dafür die obenstehenden Informationen (Wohnfläche und Nutzenergie- bzw. Heizwärmebedarf) haben, können Sie folgende Berechnungen selbstverständlich auch für diesen Fall anstellen.

In der nachfolgenden Tabelle finden Sie die Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Energieträger. 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 Nutz- und Endenergie eher von geringerer Relevanz sind.

Die Umrechnung von Energieträgern-Verbräuchen in THG-Emissionen hängt von mehreren Faktoren ab. Insbesondere der Heizwert ist maßgeblich. Der wiederum unterscheidet sich hinsichtlich der Qualität, die von der Herkunft des Energieträgers beeinflusst wird. Die vorliegenden Emissionsfaktoren sind deshalb nur Durchschnittswerte und ersetzen keine detaillierte Berechnung für individuelle Prozesse.

Die Menge des jeweiligen Energieträgers multipliziert mit dem "Emissionsfaktor gesamt" ergibt die Gesamtmenge an CO₂-Äquivalent. Beispielrechnung: Die Einsparung von 50 l Heizöl ergibt eine Einsparung von 165 kg CO₂-Äquivalent.

Rechnung: 50 Liter Heizöl x 3,305 kg CO₂-Äq / l = 165,25 kg CO₂-Äquivalent.

Die unmittelbar am Ort der Energieumwandlung (z. B. im Kessel) anfallenden Emissionen werden als direkte Emissionen bezeichnet. Bei der Herstellung des Brennstoffes (z. B. Erdölgewinnung und -verarbeitung zu Heizöl) 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 aus den direkten und indirekten Emissionen zusammen.

Tabelle: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger

Energieträger	Emissionsfaktor CO ₂ -Äquivalent			Einheit
	Direkt	Indirekt	Gesamt	
Strommix Deutschland	-	-	0,402	kg/kWh

Heizöl	0,267	0,051	0,318	kg/kWh
	2,670	0,424	3,094	kg/l
Erdgas	0,202	0,045	0,247	kg/kWh
	2,010	0,402	2,412	kg/m ³
Flüssiggas	1,595	0,562	2,158	kg/l
Biogas*	0,041	0,095	0,137	kg/kWh
Diesel	2,630	0,529	3,159	kg/l
Biodiesel*	0,041	1,504	1,545	kg/l
Benzin	2,289	0,603	2,891	kg/l
Holz*	0,008	0,033	0,041	kg/kWh
Photovoltaik	0,000	0,067	0,067	kg/kWh
Solarthermie	0,000	0,024	0,024	kg/kWh
Wärmepumpe	0,000	0,120	0,120	kg/kWh
Tiefe Geothermie	0,000	0,034	0,034	kg/kWh
Wind onshore	0,000	0,010	0,010	kg/kWh
Wind offshore	0,000	0,06	0,06	kg/kWh
Steinkohle	2,918	0,434	3,352	kg/kg
Braunkohle	2,069	0,327	2,396	kg/kg
Kernenergie	0,000	0,068	0,068	kg/kWh

Quelle und Erläuterung: LfU 2021. *Biogene Energieträger sind zwar CO₂-neutral, weil bei ihrer Verbrennung genauso viel CO₂ freigesetzt wird, wie während ihres Wachstums aus der Atmosphäre aufgenommen wurden. Dies gilt aber nicht für die Treibhausgase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Deshalb werden im Emissionsfaktor für biogene Energieträger auch die Treibhausgase Methan und Lachgas berücksichtigt. Die Angaben sind über unterschiedliche Technologien (z.B. Luft-, Wasser- und Erdwärmepumpe) gemittelt. Aufgeschlüsselte Angaben zu den einzelnen Emissionsfaktoren sind in der Quelle zu finden (Quelle: LfU 2021)

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

- https://uba.co2-rechner.de/de_DE/living-hs
- <https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html>
- <https://www.lea-hessen.de/unternehmen/treibhausgasbilanzierung-erstellen/>

6.1.2 Energieverbrauch und CO₂-Emissionen im Betrieb

Aufgabenstellung:

Informieren Sie sich – etwa durch die Jahresabrechnungen für Strom und Heizenergie –, wie hoch der Energieverbrauch Ihres Betriebes oder alternativ Ihrer Berufsschule ist. Ermitteln Sie auch den Energieverbrauch für betriebseigene Mobilität pro Jahr. Ermitteln Sie dann mithilfe der oben aufgeführten Emissionsfaktoren-Tabelle die THG-Emissionen des Energieverbrauchs in Ihrem Betrieb.

Falls Sie in Ihrem Betrieb Öko-Strom aus erneuerbaren Quellen (v.a. Sonne, Wind, Wasserkraft) beziehen, hängt der Emissionswert von der jeweiligen Quelle bzw. der Kombination aus diesen verschiedenen Quellen und den entsprechenden Mengenverhältnissen ab. Dies lässt sich leider nicht aus der Stromrechnung ablesen. Die dort aufgeführten Emissionsfaktoren beziehen sich meist nur auf die reinen CO₂-Emissionen, nicht jedoch auf die gesamten Treibhausgase (CO₂-Äquivalente). Um dennoch einen Eindruck vom Unterschied zu bekommen, den der Bezug von Ökostrom macht, aber auch nicht zu positiv zu rechnen, wird vorgeschlagen, den ungünstigsten der drei infrage kommenden Emissionsfaktoren (Photovoltaik, Wind- oder Wasserkraft) zu verwenden.

Falls Ihr Betrieb derzeit keinen Ökostrom bezieht, berechnen Sie die THG-Emissionen trotzdem auch für den Fall, dass Ihr Betrieb zu einem Ökostromanbieter wechseln würde. Vergleichen Sie die THG-Emissionen in diesem Fall mit den THG-Emissionen, die durch die derzeitige Stromversorgung entstehen.

Diskutieren Sie Ihre Ergebnisse. Wie viel des Energiebedarfs in Ihrem Betrieb entfällt auf Raumwärme und Warmwasser? Was denken Sie, wie unterscheidet sich der Energiebedarf zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden? Welche Faktoren denken Sie sind für den Stromverbrauch vor allem verantwortlich? Was für Strategien fallen Ihnen ein, um in Ihrem Betrieb die THG-Emissionen zu reduzieren? Welche Strategien fallen Ihnen ein, um den Energiebedarf (selbst wenn die Energie aus erneuerbaren Quellen stammt) zu reduzieren?

6.2 Planung und Beratung zu nachhaltiger Anlagenauswahl

Die Aufgabe umfasst die Beratung von Kund*innen zur nachhaltigen Anlagenauswahl. In Teil 1 wird eine Übersicht über unterschiedliche Anlagentypen, die auf erneuerbaren Energien basieren, über die Kriterien, die für ihre Eignung wichtig sind, sowie über ihre Vor- und Nachteile erstellt. Auf dieser Basis diskutieren die Schüler*innen Beratungsstrategien zur nachhaltigen Anlagenauswahl. Im zweiten Teil erarbeiten die Schüler*innen Wege, wie in einer frühen Planungsphase von Bauprojekten über nachhaltige Anlagenauswahl und -planung zum Klimaschutz beigetragen werden kann.

6.2.1 Beratung zu nachhaltiger Anlagenauswahl in Gebäuden und Infrastruktur

Aufgabenstellung:

Erarbeiten Sie eine Übersicht über alle Heizungsanlagen und Anlagen zur Warmwasserbereitstellung, die auf erneuerbaren Energien basieren. Listen Sie für alle Anlagentypen die Faktoren und Rahmenbedingungen auf, die dafür nötig bzw. günstig sind. Beispiele für mögliche relevante Faktoren und Rahmenbedingungen sind: Gehört ein Grundstück zum Gebäude? Welche Energieeffizienzklasse hat das Gebäude, besteht ein Potential für zusätzliche Dämmung? Ist das Gebäude/die Wohnung Eigentum der Auftraggeber*innen? Sammeln Sie anschließend alle Vor- und Nachteile bzw. Herausforderungen, die die unterschiedlichen Anlagentypen mit sich bringen. Vergleichen Sie Ihre erstellte Übersicht mit denen Ihrer Mitschüler*innen und ergänzen Sie gemeinsam die Übersichtsentwürfe.

Diskutieren Sie mit ihren Mitschüler*innen wie Sie, mithilfe der Übersicht, Kund*innen in Bezug auf eine nachhaltige Anlagenauswahl beraten können. Was sind Herausforderungen? Was müssen Sie in einem Beratungsgespräch beachten?

6.2.2 Planung von nachhaltigen Anlagen in Neubau und Kernsanierung

Aufgabenstellung:

Nehmen Sie die Übersicht aus Teilaufgabe 6.2.1 zur Hand. Überlegen Sie sich zwei unterschiedliche Bauvorhaben mit unterschiedlichen Eigenschaften (z.B. Einfamilienhaus mit Grundstück, städtisches Mehrfamilienhaus...). Welche nachhaltigen Anlagentypen aus der Übersicht wären für diese beiden Bauvorhaben besonders geeignet?

Denken Sie dann an die Vorplanungsphase der Bauprojekte (die Planungsphase 0): Was muss in dieser Phase schon geplant werden, um den Einbau und die optimale Nutzung der gewählten Anlagentypen möglich zu machen? Es wird erwartet, dass der Bedarf nach Raumkälte in Zukunft auch im Wohngebäudebereich wichtiger wird. Beziehen Sie daher auch mögliche Methoden zur Reduzierung von Energie, die zur Kühlung von Räumen benötigt wird, mit ein. Erstellen Sie eine Liste von Punkten, die in die frühe Planung einfließen sollen. Vermerken Sie auch, mit welchen Gewerken man sich dazu absprechen und koordinieren muss.

Gebäude, die heute gebaut werden, sollen möglichst lange nutzbar sein. Über längere Zeit können sich die Nutzungsanforderungen an Gebäude aber verändern. Beispielsweise kann ein Gebäude die ersten Jahrzehnte als Einfamilienhaus dienen, aber später als Haus mit unterschiedlichen Wohneinheiten genutzt werden. Was kann im Hinblick auf Heizungs-, Klimatisierungs- und Sanitäreanlagen in der Planungsphase getan werden, um unterschiedliche Nutzung in unterschiedlichen Phasen möglich zu machen? Fügen Sie Ihre Ideen zu der Liste hinzu. Warum ist langfristige Gebäudeplanung wichtig und

was hat das mit Klimaschutz zu tun? Sammeln Sie Gründe und diskutieren Sie mit ihren Mitschüler*innen.

6.3 Sektorenkopplung

Die Wärmewende in Deutschland hinkt der Energiewende hinterher. Wärme macht mehr als 50 Prozent des gesamten deutschen Endenergieverbrauchs aus und wird vielfältig eingesetzt: als Raumwärme oder Klimatisierung, für Warmwasser und Prozesswärme oder zur Kälteerzeugung. Durch zunehmende Energieeffizienzmaßnahmen ist ihr Anteil am Endenergieverbrauch seit 1990 leicht rückläufig (UBA 2022d). Mit dem Rückgang der fossilen Verbrennung ergibt sich eine Zunahme der Elektrifizierung bei der Wärmebereitstellung und Erneuerbare Energien spielen somit eine zunehmende Rolle. Die Sektorenkopplung stellt damit einen unverzichtbaren Baustein zum Erreichen der Energie- und Wärmewende dar.

6.3.1 Was versteht man unter Sektorenkopplung?

Die Sektorenkopplung ist die Verbindung von verschiedenen Infrastrukturen, also Sektoren der Energieversorgung. Das Hauptziel ist dabei die umfassende Dekarbonisierung mittels der Verknüpfung der Strom-, Wärme-, Gas- und den Mobilitätssektoren sowie der Industrie. Zwischen diesen sollen Synergieeffekte entstehen um somit Ressourcen effizient zu nutzen und gleichzeitig ein stabiles Stromnetz zu sichern.

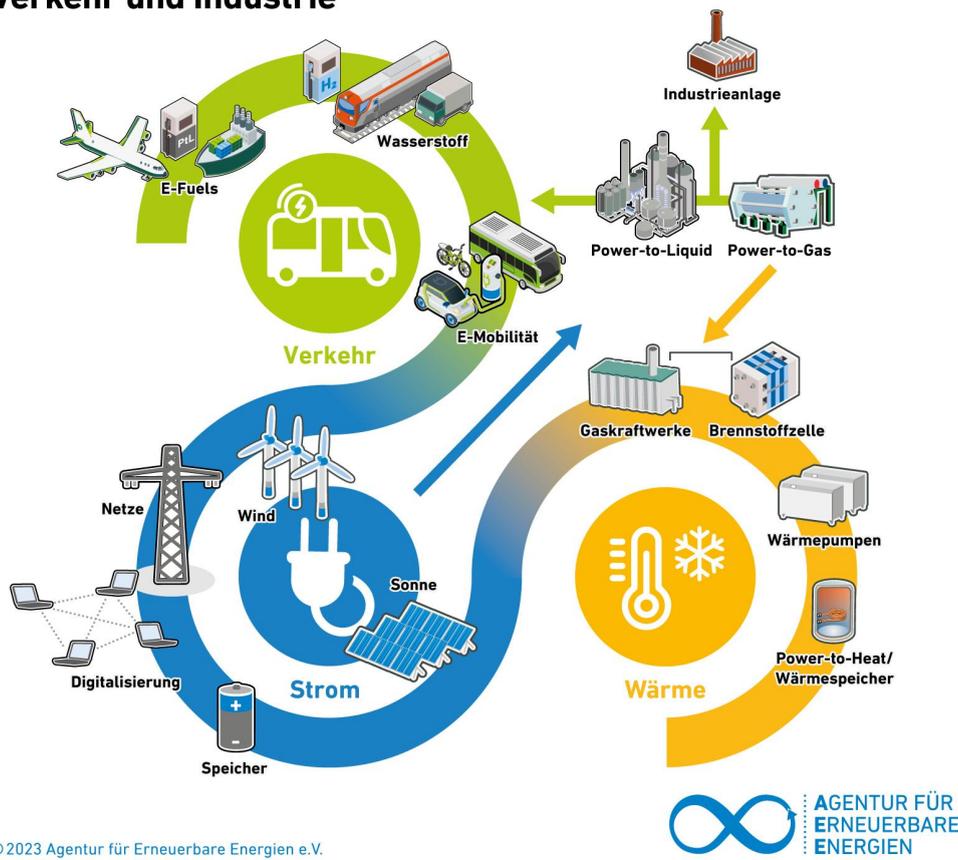
Erneuerbare Energien sind abhängig von Wind und Sonne, wodurch Schwankungen in der Produktion entstehen. Für das Sicherstellen der Stromversorgung ist die Sektorenkopplung ein Lösungsansatz für das effiziente Nutzen von Strom. Das heißt, dass Energie zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein soll und auf diese Weise ein stabiles Stromnetz gewährleistet sowie Schwankungen der erneuerbaren Energien ausgeglichen werden können.

Folgende Links dienen der Recherche für die Abschnitte 6.3.1. und 6.3.2.:

<https://www.evergabe.de/glossar/sektorenkopplung/>

<https://www.dvgw.de/themen/energiewende/sektorenkopplung>

Sektorenkopplung: Die Verknüpfung von Strom, Wärme, Verkehr und Industrie



Aufgabenstellung:

Benenne die wichtigsten Merkmale und Ziele der Sektorenkopplung aus o.g. Text und Abbildung:

- Verbindung der verschiedenen Infrastrukturen, Sektoren der Energieversorgung
- Dekarbonisierung der Energieversorgung
- Verknüpfung der Sektoren
 - Strom
 - Wärme
 - Gas
 - Mobilität
 - Industrie
- Ausgleich wetterbedingter Schwankungen bei Wind- und Sonnenenergie
- Nutzung der Stromüberschüsse für die Wärmeerzeugung
- Sicherstellen der Netzstabilität
- Effektivitätssteigerung der Energieversorgung
- Nutzung von Speichertechnologien

6.3.2 Technologien der Sektorenkopplung

Aufgabenstellung:

Benenne die wichtigsten Technologien für das Durchführen der Sektorenkopplung:

- **Power-to-X-Technologien (PtX):**
Allgemeine Bezeichnung verschiedener Technologien (Power-to-X-Technologien) für das Durchführen der Sektorenkopplung und für kommende Energiesysteme, welche ausschließlich durch erneuerbare Energien versorgt werden.
- **Power-to-Gas (PtG):**
Energiegase wie Wasserstoff aus erneuerbarem überschüssigem Strom durch Elektrolyse erzeugen
- **Power-to-Heat (PtH):**
Überschüssige Strommengen im Wärmesektor einsetzen
- **Power-to-Mobility (PtM):**
Überschüssigen Strom für die Ladung von Elektrofahrzeugen nutzen
- **Power-to-Valuables (PtV):**
Überschüssigen Strom in der Industrie für Produktion nutzen
- **Power-to-Liquids (PtL):**
Treibstoffe aus Strom herstellen

Benenne die Einsatzbereiche diese Technologien:

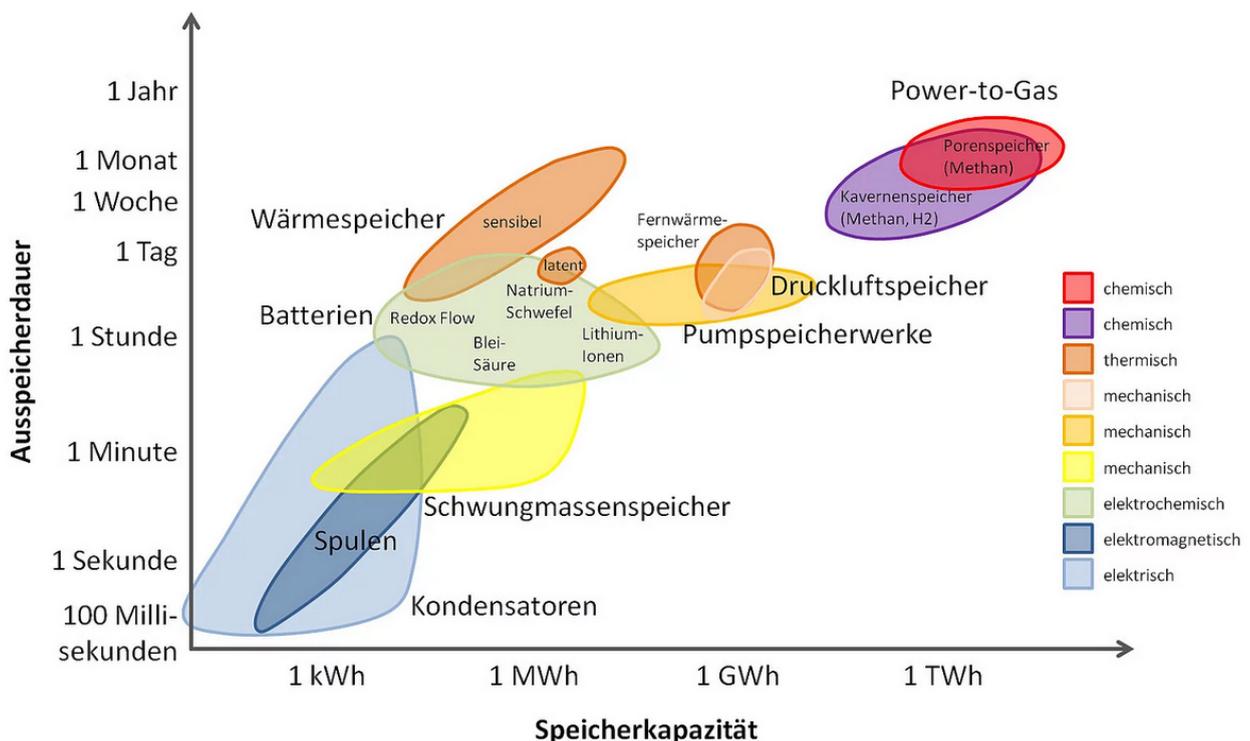
- **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):**
Hier verwendet man das in Erdgasspeichern zwischengespeicherte Gas aus Power-to-Gas-Anlagen zum hocheffizienten, gekoppelten Erzeugen von Strom und Wärme.
- **Blockheizkraftwerk (BHKW):**
Die entstehende Wärme, bei der Stromerzeugung in kleinen Kraftwerken, wird zum Heizen genutzt.
- **Brennstoffzellenkraftwerk:**
Der zwischengespeicherter Wasserstoff aus dem Power-to-Gas-Prozess wird wieder in Strom umgewandelt
- **Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke GUD:**
In diesen kommt es zur Produktion von Strom sowie zum Bereitstellen von Wärme.
- **Biomethan-Aufbereitung:**
Mit dieser Aufbereitung wird Biogas als Ersatz für Erdgas in das Erdgasnetz eingespeist.

6.3.3. Bedeutung von Energiespeichern für die Energiewende

Energiespeicher werden allgemein als „Anlagen, die Energie mit dem Ziel der elektrischen, chemischen, elektrochemischen, mechanischen oder thermischen Speicherung aufnehmen und einer zeitlich verzögerten Nutzung wieder zur Verfügung stellen“ definiert. Energiespeicher nehmen jedoch über die reine Speicherfunktion eine wesentlich umfassendere Bedeutung innerhalb ihrer intelligenten Vernetzung mit dezentralen Energieerzeugungsanlagen ein.

Nur wenn PV-Anlagen, Windkraftwerke, Mikro-KWK-Anlagen sowie andere Energieerzeuger und -verbraucher miteinander digital verknüpft und gesteuert werden, ist in Zukunft Energieverbrauch und Energieerzeugung bei Haushalten, Gewerbebetrieben und Industrie möglichst zu jeder Stunde des Tages in Einklang.

Essentiell, um die Energieversorgung der Zukunft zu realisieren, sind moderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie Energiespeicher. PV-Speicher, Wärmespeicher, Power-to-Gas-Anlagen oder Power-to-Heat-Aggregate stellen die Frequenzhaltung im Stromnetz sicher und sind die Basis dafür, dass Energienachfrage und -bedarf im intelligenten Stromnetz flexibel aufeinander abgestimmt werden können.



Speicherkapazität und Auspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien im Überblick. Die Auspeicherdauer besagt, wie lange ein Speicher Energie liefern kann. Sie berechnet sich aus dem Verhältnis von ausspeicherbarer Energie und Auspeicherleistung. (Quelle: Reproduziert nach Sterner, Stadler, Energiespeicher-Bedarf, Technologien, Integration, Springer-Vieweg 2014)

Aufgabenstellung:

Systematische Einordnung von Energiespeicher-Technologien aus der Abbildung:

Technologisch unterscheidet man Energiespeicher in:

- mechanische Energiespeicher
- chemische Energiespeicher
- elektrochemische Energiespeicher
- elektrische Energiespeicher
- thermische Energiespeicher

Bezogen auf die entsprechenden technischen Anlagen, mit denen sich die Energiespeicherung realisieren lässt, ergibt sich folgendes Bild (in Klammern erfolgt die Angabe der Energieform, die die Energiespeicher speichern):

zu den mechanischen Energiespeichern zählen:

- Pumpspeicher (potentielle Energie des Wassers)
- Druckluftspeicher (kinetische Energie des Gasdrucks)
- und Schwungradspeicher (kinetische Energie der rotierenden Masse)

zu den chemischen Energiespeichern zählen:

- Power-to-Gas-Anlagen (Umwandlung in Gas)
- Power-to-Liquid-Anlagen (Umwandlung in Kraftstoff)
- Power-to-Chemicals-Anlagen (Umwandlung in Chemieprodukte)

zu den elektrochemischen Energiespeichern zählen:

- klassische Batteriespeicher (elektrochemische Energie in der Elektrode)
- Redox-, Hybrid-Flow-Batteriespeicher (elektrochemische Energie im Elektrolyt)

zu den elektrischen Energiespeichern zählen:

- supraleitende magnetische Speicher (elektrische Energie im magnetischen Feld)
- Superkondensatoren (elektrische Energie im elektrischen Feld)

zu den thermischen Energiespeichern zählen:

- sensible Wärmespeicher (thermische Energie in Teilchenbewegung)
- Latentspeicher (Enthalpie thermodynamischer Zustandsänderungen)
- Thermochemische Speicher (Wärmespeicherung durch endotherme Reaktion)

Der folgende Link dient zur Recherche des Abschnitts 6.3.3.:

<https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/oekostrom/energiespeicher>

6.3.4 Die Vorteile der Sektorenkopplung

Sektorenkopplung gilt als Schlüsseltechnologie für die Energiewende. Denn sie verbindet die einzelnen Energiesektoren Strom, Wärme und Mobilität und sorgt so für eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energie. Nur so kann die Dekarbonisierung der Weltwirtschaft gelingen. Mit den neuen Möglichkeiten der Digitalisierung öffnet Sektorenkopplung die Tür zur Energieversorgung 4.0.

Aufgabenstellung:

Recherchiere und benenne die wesentlichen Vorteile der Sektorenkopplung aus dem verlinkten Artikel:

<https://www.sma-sunny.com/5-gruende-warum-sektorenkopplung-wichtig-ist/>

- Energiewende durch nachhaltige Energieerzeugung und weniger klimaschädliches CO₂
- Weniger Krankheiten/Todesfälle durch geringere Schadstoffbelastung der Luft: Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehen neben CO₂ auch Schwefeloxide, Stickoxide, Kohlenmonoxid, Feinstaub, Distickoxid, Quecksilber, Blei, Nickel, Kupfer, Arsen
- Weniger Kernkraftrisiken (Betrieb und Abfälle) durch Ersetzen atomarer Stromerzeugung
- Wasserverbrauch reduzieren (44 % des deutschen Wasserverbrauchs geht zurück auf Kühlung fossiler Kraftwerke)
- Versorgungssicherheit steigern: Endliche Ressourcen gegen unendlich verfügbare Rohstoffe in der Energieerzeugung ersetzen, Import-Unabhängigkeit durch Nutzung heimisch verfügbarer Rohstoffe, keine Nutzung von Rohstoffen aus politisch instabilen Gebieten nötig
- Niedrige Strompreise für Verbraucher: Solar- und Windstrom wird kontinuierlich günstiger, fossile und atomare Erzeugung hingegen immer teurer
- Mehr Flexibilität, weniger Lobby: Wertschöpfung aus den Händen weniger Großkonzernen in die Hände vieler dezentraler Akteure und Bürger
- Entwicklungshilfe für netzferne Regionen: Erneuerbare Energie-Technologien ermöglichen eine nachhaltige Stromversorgung und wirtschaftliche Entwicklung

7. Zielkonflikte und Widersprüche

Beim Ansteuern von Nachhaltigkeit sind Zielkonflikte und Widersprüche nichts Ungewöhnliches. Klassisch ist der Zielkonflikt zwischen Ökonomie und Ökologie. Ökologische und umweltschonende Produktionsverfahren sind teurer als "herkömmliche", da diese alle technischen, biologischen und chemischen Verfahren zur Effizienzsteigerung nutzen. Höhere Kosten bedingen höhere Preise für Endprodukte. Höhere Endpreise schrecken kostenbewusste Verbraucher ab. Der Umsatz kann sinken und der Betrieb wird gefährdet. Unternehmen 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

Der Beruf der Anlagenmechanikerin/des Anlagenmechanikers beinhaltet die besondere Verantwortung für die Sicherung der menschlichen Lebensgrundlagen im Zusammenhang mit einer auf Nachhaltigkeit orientierten Energie- und Ressourcennutzung. Im Hinblick auf die aktuellen politischen Entwicklungen, mit dem Ende der Gaslieferungen aus Russland, dem Ausstieg aus der Kernenergie, dem beschlossenen Aus für Öl- und Gasheizungen sowie Verbrennungsmotoren ist ein Paradigmenwechsel verbunden, der nahezu alle Bereiche der öffentlichen Versorgung und deren Schnittstellen umfasst.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit für einen technologischen Umbau der Infrastruktur und Gebäudebewirtschaftung hin zu Versorgungssystemen und Verfahren, die mittel- bis langfristige ausschließlich aus erneuerbaren Energien und nachhaltigen Rohstoffen gespeist werden.

Gerade an diesen Schnittstellen ist das Berufsbild der Anlagenmechanikerin/des Anlagenmechanikers angesiedelt. Im Folgenden sind beispielhafte Zielkonflikte angeführt, die im Rahmen von Unterrichts- oder Ausbildungsgesprächen diskutiert werden können:

- Die Substitution von Erdgas durch Flüssiggas ist als kurzfristige Notlösung und Brückentechnologie zur Abwehr von Gas Mangellagen anzusehen, da die CO₂-Belastung weiterhin bestehen bleibt, mit dem Einsatz von Fracking-Gas aus den USA massive Umweltschäden einhergehen und mit dem Bezug von Flüssiggas aus Katar die Abhängigkeit zu einem diktatorischen Regime bestehen bleibt, in dem die Einhaltung von Menschenrechten fraglich ist. Hier muss also abgewogen werden, welcher Ausbau, z.B. von Flüssiggasterminals, tatsächlich notwendig ist,

bei welchen die ökologischen Nachteile überwiegen, wo auch ökonomisch die Beschleunigung des EE-Ausbaus mehr Sinn ergibt und wo, ggf. durch zu starke Fokussierung auf Flüssiggas, wieder ein falscher Entwicklungspfad eingeschlagen wird.

- Zielführender kann hier demnach die Substitution durch den Einsatz von 'grünem' Wasserstoff und der verstärkten Nutzung von Biomasse/Biogas für Nahwärme-Lösungen vor allem im städtischen Bereich sein. Hier sind Möglichkeiten in Betracht zu ziehen, die vorhandene Gasinfrastruktur für den Einsatz von Biogas, "grünem" Wasserstoff (power-to-gas) zu ertüchtigen bzw. die vorhandenen Leitungen als Speichermedium zu nutzen. Auch hier können sich aber Zielkonflikte ergeben, denn ein schneller Aufbau z.B. von Elektrolyseanlagen für "grünen" Wasserstoff führt zum Fehlen des benötigten EE-Stroms für andere Zwecke - wie E-Mobilität - wo er wesentlich effizienter eingesetzt werden kann.
- Mit dem Rückgang der fossilen Verbrennung ergibt sich eine Zunahme der Elektrifizierung im Bereich der Wärmeversorgung durch den gesteigerten Einsatz von Wärmepumpen und Brennstoffzellen. Die CO₂-Bilanz fällt hierbei nur dann positiv aus, wenn der Strom zu 100% aus EE gewonnen wird. Wärmepumpen sind in der Anschaffung wesentlich teurer als herkömmliche Gas-Verbrenner und nur bei Neubauten bzw. Passivhaus-Bauweise energieeffizient, für den Bestandsbau also nur bedingt geeignet, bzw. setzen entsprechende energetische Sanierungen voraus, um effizient eingesetzt werden zu können.
- Für eine umfassende Energie- und Wärmewende müssen im Bereich der öffentlichen Institutionen, städtischen Verwaltungen die Weichenstellungen dafür gelegt werden, dass eine durchgehende Versorgung mit EE bis zum Endverbraucher gewährleistet ist. Für eine zukunftsfähige Infrastruktur ist besonderes Augenmerk auf intelligente und vernetzte Systeme zu legen, Sektorenkopplung, intelligente Schwarmkraftwerke, Quartierslösungen, Klein- und Nahwärmenetze, Kraft-Wärme-Kopplung, BHKWs, weg von monopolistischen Strukturen hin zur Diversifizierung, Flexibilisierung des Strom- und Gasmarktes mit einem abgestimmten Mix aus EE unter Einsatz geeigneter Speichertechnologien. Bisher abhängige Verbraucher werden zu Selbstversorgern, vom Konsument zum Prosument. Auch dieses Ziel ist nicht konfliktfrei, da es möglicherweise viele Verbraucher gibt, die diesen Weg zum "Prosumenten" nicht so einfach mitgehen können oder wollen, sei es aus Zeit-, Kompetenz- oder sonstigen Gründen.
- Im Sinne eines effizienten Energieeinsatzes kommt der Wärmerückgewinnung, also der Nutzung von Abwärme, eine besondere Bedeutung zu. Vielfältig ungenutzte Potenziale liegen in der Gewinnung der Abwasserwärme aus Gebäuden und der öffentlichen Kanalisation, aber vor allem Prozesswärme aus industrieller oder verfahrenstechnischer Produktion, die oft an die Umgebung

abgegeben wird bzw. sogar mit weiterem Energieaufwand heruntergekühlt werden muss. Die mitgeführte Heizwärme kann unter Einsatz von Wärmetauschern und Wärmepumpen für den eigenen Arbeitsbereich verwendet oder Nahwärmenetzen zugeführt werden, die benachbarte Gebäude oder Produktionsstätten mit Heizwärme versorgen. Die Stromgewinnung unter dem Einsatz von Dampfturbinen ist ebenfalls möglich. Zielkonflikte treten an dieser Stelle dann auf, wenn die Kleinteiligkeit der Wärmeströme ihre Nutzung unwirtschaftlich macht, was durch höhere Energiekosten zunehmend wegfällt. Aber auch staatliche Regeln können hier Nutzungspflichten einführen. In vielen Fällen sind die notwendigen neuen Strukturen das Haupthindernis, denn in den meisten Fällen gehören (Ab)-Wärmequelle und Wärmeabnehmer nicht zu einem Betrieb oder einer Einrichtung.

- Auf Basis des erläuterten Strukturwandels ergeben sich weitreichende Implikationen für ein öffentliches Beschaffungswesen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit SDG 12. Auf politischer Ebene muss dem Ende der fossilen Verbrennung ein Ende der Subventionen in diese Richtung folgen. Die Zuwendungen aus Subventions- und Fördertöpfen müssen vorrangig für Klimaschutzmaßnahmen, für den Ausbau von erneuerbaren Energien und Energieeffizienztechnik und zur Abmilderung sozialer Härten eingesetzt werden. Auch dies ist nicht widerspruchsfrei, denn auf politischer Ebene wird grundsätzlich um die Mittelvergabe für verschiedene Aufgabenfelder gestritten.

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

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

Impressum

Herausgeber

IZT - Institut für Zukunftsstudien und
Technologiebewertung gemeinnützige GmbH

Schopenhauerstr. 26, 14129 Berlin
www.izt.de

Projektleitung

Dr. Michael Scharp
Forschungsleiter Bildung und Digitale Medien am IZT

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

Förderhinweis

Dieser Bericht wurde im Rahmen des Projekts
„Projektagentur Berufliche Bildung für Nachhaltige
Entwicklung“ (PA-BBNE) des Partnernetzwerkes
Berufliche Bildung (PNBB) am IZT“ erstellt und mit
Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und
Forschung unter dem Förderkennzeichen 01J02204
gefördert. Die Verantwortung der Veröffentlichung
liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Dieses Bildungsmaterial berücksichtigt die Gütekriterien für digitale BNE-Materialien gemäß Beschluss der Nationalen Plattform BNE vom 09. Dezember 2022.

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)“