

Didaktisches Begleitmaterial – Impulspapier (IP)

Feinwerksmechaniker und Feinwerksmechanikerin

IZT

Dr. Edgar Göll

e.goell@izt.de

Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin

Webseite: www.pa-bbne.de

Telefon: 030-308088-54

GEFÖRDERT VOM



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
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
2. Glossar	9
3. Literatur	9
4. Tabelle 1 - Die Standardberufsbildposition "Umweltschutz und Nachhaltigkeit"	12
5. Tabelle 2: Berufsbildpositionen und Lernfelder mit Bezug zur Nachhaltigkeit	16
6. Unterrichts- und Ausbildungsmodul	21
7. Zielkonflikte und Widersprüche	27
7.1 Die Effizienzfalle und Widersprüche	27
7.2 Beispielhafte Zielkonflikte	28

1. Einleitung

1.1 BBNE und BNE – Ziele der Projektagentur PA-BBNE

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

Um sich diesen Fragen zu nähern, entwickelt die Projektagentur BBNE zwei Materialien, die von unterschiedlichen Perspektiven herkommen:

- Zum einen betrachten wir die berufliche Ausbildung, denn die Nachhaltigkeit der nächsten Jahrzehnte wird durch die jungen Generationen ausgestaltet werden. Die berufliche Ausbildung orientiert sich an den Ausbildungsordnungen und den Rahmenlehrplänen spezifisch für jedes Berufsbild. Hierzu haben wir ein Impulspapier erstellt (dieses Dokument), das die Bezüge zur wissenschaftlichen Nachhaltigkeitsdiskussion praxisnah aufzeigt.
- 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 Goals (SDG), die jeweils spezifische Herausforderungen der Nachhaltigkeit benennen (vgl. . Hierzu haben wir ein umfangreiches Hintergrundmaterial (HGR) im Sinne der Bildung für Nachhaltigkeit (BNE) 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;
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): 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.

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 "Organisation des Ausbildungsbetriebs, Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht", "Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit", "Umweltschutz und Nachhaltigkeit" sowie "Digitalisierte Arbeitswelt" 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 “Nachhaltigkeit” ist zentral für eine “Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung” (BBNE), sie umfasst die folgenden Positionen (BGB § 5 Absatz 3 Nummer 3, vgl. BGB 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 der

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

kursorisch aufgezeigt. Mit Ausnahme der Position c) werden in der Tabelle alle Positionen behandelt. Die Position c) wird hier nicht behandelt, da dies 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 1: Positionen der Standardberufsbildposition “Umweltschutz und Nachhaltigkeit”;
- Spalte 2: Vorschläge für Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten;
- Spalte 3: Bezug zur Nachhaltigkeitsdiskussion;
- Spalte 4: Möglichen Aufgabenstellungen im Sinne der Position 3e “Vorschläge für nachhaltiges Handeln entwickeln sowie
- Spalte 5: der Zuordnung zu einem oder mehreren SDG (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 der Tabelle

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

Die Betrachtung ist beispielhaft, es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Es wurde die folgende tabellarische Darstellung 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.

Fertigungsmechaniker_innen montieren nach technischen Zeichnungen und Montageplänen unterschiedliche Produkte wie etwa Haushaltsgeräte, Kraftfahrzeuge oder medizinische Geräte. Einzelteile oder bereits zusammengesetzte Baugruppen fügen sie z.B. durch Verschrauben, Löten oder Kleben zu Maschinen, Apparaten und Geräten zusammen.

- Als erstes erfolgt eine Analyse der Materialien und Ressourcen (inkl. Energieeinsatz), die für exemplarische Bauelemente und technische Systeme der Stanz- und Formentechnik, des Vorrichtungs-, Lehren- und Instrumentenbaus üblicherweise genutzt werden. Im Fokus steht die Erfassung des jeweiligen Energieverbrauchs.

- Als zweites erfolgt darauf aufbauend die Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung und Einsparung des Einsatzes von Energie. Konkretes Beispiel: Datenlogger zu kontinuierlichen Messungen des Stromverbrauchs an elektrischen Antrieben, Produktionsmaschinen, Anlagen und digitalen Kommunikationsgeräten im Betrieb einsetzen, Ergebnisse in Bezug zu Energieeinsparpotenzial auswerten.
- Alternativen untersuchen und entwickeln: Eignen sich das Dach Ihres Betriebs oder andere Flächen für eine PV- oder Windenergie Anlage? Lässt sich der Stromverbrauch in Bezug zu variablen Einstellungsmöglichkeiten von Geräten und Werkzeugen und das Einsparpotential kalkulieren und reduzieren?

Anmerkungen zur Kompetenzorientierung:

- Für die berufliche Bildung gilt das Kompetenzmodell der vollständigen Handlung (vgl. BIBB 2021:15).
- Für den Teilbereich „Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe“: Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil (vgl. KMK 2021)
- Für die Allgemeinbildung im schulischen Bereich wurde ein Kompetenzmodell für den Lernbereich Globale Entwicklung von der Kultusministerkonferenz und dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung erstellt (Orientierungsrahmen: KMK/BMZ 2015).

Im Orientierungsrahmen wird auf die Notwendigkeit verwiesen, Lernende derart zu qualifizieren, dass sie in einer sich stetig verändernden Lern- und Arbeitswelt handlungsfähig bleiben sollten. Aufgrund der grundlegenden Systematik - Erkennen, Bewerten, Handeln - fokussiert dieses Begleitmaterial auf die ersten beiden Stufen (Erkennen und Bewerten) der Sustainable Development Goals (SDG, Destatis 2022). Die Schnittstellen zum Kompetenzmodell der vollständigen Handlung in der Berufsbildung (BIBB 2021) sind dann deren erste drei Schritte:

- Informieren: Dies erfolgt durch die Lehrkräfte der Berufsschule bzw. die Ausbilder an Hand des Impulspapieres und des Hintergrundmaterials sowie die Unterrichtung der Berufsschüler*innen und Auszubildenden
- Planen: Hierzu werden an die Auszubildenden Fragen auf Basis des Hintergrundmaterials bzw. auf Basis der Zielkonflikte (s.u. hier im Impulspapier) gestellt - Was ist Ihre Lösung für das genannte Problem?
- Entscheiden: Die Berufsschüler*innen bzw. die Auszubildenden präsentieren ihre Lösung.

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:

- Beim Fertigen metallener Präzisionsbauteile für Maschinen und feinmechanische Geräte und deren Montage zu funktionsfähigen Einheiten gilt es, die optimale Nutzung von Materialien und Ressourcen (vor allem Energie) und umweltschonende Arbeitsverfahren vorzusehen. Dabei wäre die Einhaltung von Kriterien des Ökodesigns anzustreben, damit z.B. Re-Use oder Recycling von Bauteilen ermöglicht und erleichtert werden. Damit konfliktieren allerdings häufig tradierte Gewohnheiten oder auch betriebliche Gesichtspunkte wie Kosten und Zeitaufwand.
- Der Einsatz Seltener Erden oder wertvoller Rohstoffe, die unter menschenunwürdigen Bedingungen und wenig umweltfreundlichen Rahmenbedingungen gewonnen, teilweise über große Strecken bei vernichtender Ökobilanz über die Weltmeere transportiert werden.

Je nach gewähltem Schwerpunkt für die Berufsausbildung zum Feinwerkmechaniker bzw. zur Feinwerkmechanikerin sind hierfür womöglich Unterschiede im Detail zu erwarten: Maschinenbau, Feinmechanik, Werkzeugbau oder Zerspanungstechnik.

1.3.5 Hinweis für handwerkliche, kaufmännische und Industrierberufe

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.

2. Glossar

- AO Ausbildungsordnung
- BNE Bildung für nachhaltige Entwicklung
- 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)

3. Literatur

- BGR – Bundesanstalt und Geowissenschaften und Rohstoffe 2020: Deutschland – Rohstoffsituation 2020. online:
https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.) (2010): Verordnung über die Berufsausbildung zum Feinwerkmechaniker und zur Feinwerkmechanikerin (FeinwAusbV).
https://www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index_berufesuche.php/regulation/einw345.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
- 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
- BMJ – Bundesministeriums der Justiz (2010): "Verordnung über die Berufsausbildung zum Feinwerkmechaniker und zur Feinwerkmechanikerin vom

7. Juli 2010 (BGBl. I S. 888)".

<https://www.gesetze-im-internet.de/feinwausbv/FeinwAusbV.pdf>

- Bundesregierung (o.J.): Globale Nachhaltigkeitsstrategie - Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt. Online:
www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174
- City of Amsterdam (2020): Amsterdam Circular 2020-2025 Strategy. Online:
https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/867635/amsterdam-circular-2020-2025_strategy.pdf
- Destatis Statistisches Bundesamt (2022): Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele. Online: <http://sdg-indikatoren.de/>
- Europäische Kommission (2020): Widerstandsfähigkeit der EU bei kritischen Rohstoffen: Einen Pfad hin zu größerer Sicherheit und Nachhaltigkeit abstecken, Online:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0474&from=EN>
- ICSG – International Copper Study Group (2021): Copper Bulletin October 2021. Nr. 28, Vol. 10
- IHK – Industrie- und Handelskammer Düsseldorf (o.J.): Fertigungsmechaniker – Fertigungsmechanikerin. Ausbildungsrahmenplan. Zu vermittelnde Fähigkeiten und Kenntnisse. Düsseldorf.
<https://www.ihk.de/blueprint/servlet/resource/blob/4571060/15028f1cc8d11c6de082a36708a1dd00/fertigungsmechaniker-rahmenplan-data.pdf>
- IPT – Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT (o.J.): Werkzeugbau. Online: <https://www.ipt.fraunhofer.de/de/branchen/werkzeugbau.html>
- KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder (2013): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Fertigungsmechaniker und Fertigungsmechanikerin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 22.03.2013),
https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Fertigungsmechaniker13-03-22-E_01.pdf
- KMK/BMZ Kultusministerkonferenz / Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2015): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung. Online:
www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_00-Orientierungsrahmen-Globale-Entwicklung.pdf
- KMK (2021): Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe
https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_06_17-Berufsschule-Unterricht-Wirtschafts-Sozialkunde.pdf

- UNEP – United Nations Environment Programme (2021): The use of natural resources in economy. New York und Nairobi
- VDI-Nachrichten (2022): Excellence in Production. Der beste Werkzeugbau 2022: Stepper holt zum zweiten Mal den Gesamtsieg. 27. Okt 2022, von Martin Ciupek. Online: <https://www.vdi-nachrichten.com/technik/produktion/der-beste-werkzeugbau-2022-stepper-holt-zum-zweiten-mal-den-gesamtsieg/>
- Vetter, Reinhard; Walter Escherich, Andreas Stephan, Falko Wieneke, Ludwig Reißler, Stefan Oesterle, Eckhard Ignatowitz, Jürgen Burmester, Hans Dilger (2023): Fachkunde Metall (59. Auflage). Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten. <https://www.europa-lehrmittel.de/leseprobe/10129-59.pdf>
- WBA – Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH (o.J.): Aachener Werkzeugbau Akademie. Aachen. Online: <https://werkzeugbau-akademie.de/>
- WK-intern (2021): Kupferpreis auf Höhenflug – Der Kupferpreis ist über die 10.000 US-Dollar-Marke gestiegen. In: Windkraft-Journal, 22.10.2021. Online: <https://www.windkraft-journal.de/2021/10/22/windanlagen-und-solaranlagen-pro-megawatt-werden-zirka-8-000-kilogramm-kupfer-verbraucht/168089>

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
3c – Gesellschaft -Material	<ul style="list-style-type: none"> • Gesellschaftliche Rahmenbedingungen für nachhaltige Entwicklung kennen und deren Relevanz für die Tätigkeit als Feinwerkmechaniker_in einschätzen lernen 	<ul style="list-style-type: none"> • Grenzen des Wachstums reflektieren • Übernutzung lebenswichtiger Elemente der Biosphäre erkennen • Informieren über existenzbedrohende Umweltverschmutzung und -belastung („Planetare Grenzen“, „Save Operating Space“) 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und ausführen der Begrenztheit und Übernutzung von Materialien und Rohstoffe • Einordnen und Einschätzen der im Betrieb häufig eingesetzten Rohstoffe und Materialien hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit • Identifizieren und erläutern gesundheits- und umweltschädlicher Materialien und Werk-/Wertstoffe • Identifizieren und erklären der Nutzung alternativer Materialien und Werk-/Wertstoffe • Ermitteln von Alternativen der im Betrieb häufig eingesetzten Rohstoffe und Materialien 	SDG 12
3a – Gesellschaft - soziale Verantwortung	<ul style="list-style-type: none"> • Voraussetzungen industrieller Produktion wissen und insb. nachhaltige Gestaltbarkeit von Lieferketten erkennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Transparenz über die Wertschöpfungs- und Lieferketten des Unternehmens herstellen • menschenwürdige Arbeit im Rahmen der Lieferkette ermöglichen • Ökologische und soziale Auswirkungen der Rohstoffextraktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben warum es das Lieferkettensorgfaltsgesetz gibt und in welcher Form ein(e) Feinwerkmechaniker_in damit in Berührung kommt • Darstellung der Zusammenhänge von internationalen Arbeitsrechtsstandards (ILO) und Stationen der Lieferketten verwendeter Produkte (z.B. Bauteile oder Normteile) • Weltkarte der Rohstoff-Extraktionsgebiete mit der Lieferkette der im Betrieb eingesetzter Rohstoffe in Beziehung setzen können • Ausgewählte Produkte bzw. Dienstleistungen der Feinwerkmechaniker_in als Teil eines globalen Netzwerkes darstellen • Sorgfaltspflichten von Unternehmen anhand eines Beispiels in Bezug zu sozialen Aspekten der Nachhaltigkeit benennen und auf Produkte anwenden: • Bezug des Lieferkettensorgfaltsgesetz zum eigenen Betrieb beschreiben können 	SDG 8 SDG 16 SDG 17

			<ul style="list-style-type: none"> • Die eigenen Tätigkeiten im Beruf unter Beachtung der Nachhaltigkeit in Bezug zu den globalen Wertschöpfungsketten und dem Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz in Verbindung setzen können 	
3a - Gesellschaft - Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizieren und erläutern gesundheitsschädlicher Materialien und Werk- /Wertstoffe im Arbeitsprozess sowie für Gesellschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2020 einen umweltverträglichen Umgang mit Chemikalien und allen Abfällen während ihres gesamten Lebenszyklus in Übereinstimmung mit den vereinbarten internationalen Rahmenregelungen erreichen und ihre Freisetzung in Luft, Wasser und Boden erheblich verringern, um ihre nachteiligen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt auf ein Mindestmaß zu beschränken • Bis 2030 die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden erheblich verringern 	<ul style="list-style-type: none"> • Ermitteln von nachhaltigen Alternativen zu den im Betrieb häufig eingesetzten Chemikalien und Materialien (weniger schädlich, umweltfreundliche Herstellung und Entsorgung, Herstellung unter hohen Standards) 	SDG 3
3a – Gesellschaft - Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Kulturelle, soziale und körperliche Diversität der Menschen (physisch und kulturell) international und lokal in wertschätzender Gesprächsführung berücksichtigen • Digitale Übersetzung anwenden können • im virtuellen Raum zusammenarbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversität und Gleichheit aller Menschen anerkennen 	<ul style="list-style-type: none"> • Mit einem Mitschüler/einer Mitschülerin mit unterschiedlicher kultureller Identität eine Arbeitsaufgabe besprechen und einander wertschätzend Feedback geben (Diversität achten) • Mit Mitschüler:innen mit besonderen kommunikativen Fähigkeiten (Sprachfähigkeiten/ geistigen Fähigkeiten) eine Arbeitsaufgabe besprechen und einander Feedback geben (Inklusion praktisch üben) • digitale Übersetzungssoftware zur Kommunikation in einer Fremdsprache erproben, Vor- und Nachteile ermitteln und Ergebnisse im Team präsentieren 	SDG 5 SDG 7

3a – Gesellschaft – Klimaschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche klimaschädlichen Emissionen mit dem Einsatz wesentlicher Rohstoffe und der Nutzung wesentlicher Fertigungsverfahren verbunden sind. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Aufklärung und Sensibilisierung sowie die personellen und institutionellen Kapazitäten im Bereich der Abschwächung des Klimawandels, der Klimaanpassung, der Reduzierung der Klimaauswirkungen sowie der Frühwarnung verbessern 	<ul style="list-style-type: none"> • Checkliste möglicher Klimabelastungen von Anlagen und Werkzeugen erstellen • Klimafreundliche Alternativen recherchieren und betriebsbezogen erörtern (Anschlussfähigkeit, Umsetzungskonzept) 	SDG 13
3a – Gesellschaft – Umweltmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Relevante nationale und internationale Leitlinien und Gütesiegel kennen • Monitoring der Energieverbräuche und Nutzungszeiten von Antrieben und Maschinen im Betrieb in Verbindung zu Nachhaltigkeitszielen kennen • Materialbedarfe und Lebensdauer von Maschinen und Antrieben hinsichtlich der Ressourceneffizienz dokumentieren können 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoring und Berichtsverfahren • Die Ziele der Nachhaltigkeit durch konkretes Analysieren und Handeln im Betrieb verfolgen • Nachhaltigkeits-Leitfäden lokal und global 	<ul style="list-style-type: none"> • Ermitteln von Güte-, Qualitäts- und Nachhaltigkeitsiegeln, die bei der Auswahl und dem Einsatz von Rohstoffen und Materialien in der Produktion helfen, Umweltbelastungen zu vermeiden • Diskussion über Vorteile eines strukturierten Umweltmanagements • Einsatz und Analyse digitaler Sensorik zur Dokumentation, Monitoring, Störungsanalyse • Monitoring der Nutzungs- und Stand-By-Zeiten von Maschinen und Kommunikationsgeräten mit dem Ziel der Energieeinsparung 	SDG 9 SDG 12
3b – Gesellschaft – Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Über den effektiven Einsatz von verschiedenen Energieformen in den verschiedenen Planungen, Arbeitsabläufen und Produktionsphasen berichten und ausführen können. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern • Bis 2030 den allgemeinen Zugang zu bezahlbaren, verlässlichen und modernen Energiedienstleistungen sichern • Bis 2030 den Anteil erneuerbarer Energie am globalen Energiemix deutlich erhöhen • Bis 2030 die weltweite Steigerungsrate der Energieeffizienz verdoppeln 	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung der Produktionsprozesse auf vermeidbare Energieverluste: Gibt es Prozesswärme, die nutzbar gemacht werden kann? Ist eine Wärmerückgewinnung installiert und ließe sich eine solche gegebenenfalls installieren? • Datenlogger zur kontinuierlichen Messung des Stromverbrauchs an elektrischen Antrieben, Produktionsmaschinen und digitalen Kommunikationsgeräten im Betrieb einsetzen, Ergebnisse in Bezug zu Energieeinsparpotenzial auswerten • Stromverbrauch in Bezug zu variablen Einstellungsmöglichkeiten von Geräten und Werkzeugen messen und das Einsparpotential diskutieren 	SDG 7 SDG 13
3d – Gesellschaft – Abfallvermeidung	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizieren und beschreiben von Notwendigkeit sowie Möglichkeiten und Ansatzpunkten für materielle 	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2030 das Abfallaufkommen durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung 	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Übersicht über Stoffströme im Betrieb erstellen und mit anderen Berufsschülern und Berufsschülerinnen diskutieren • Maßnahmen zur Optimierung des Materialeinsatzes 	SDG 8 SDG 9 SDG 12

g	<p>Einsparpotenziale und Vermeidung von Abfällen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten für Kreislaufwirtschaft benennen. • Identifizieren und erläutern gesundheits- und umweltschädlicher Materialien und Werk-/Wertstoffe • Identifizieren und erklären der Nutzung alternativer Materialien und Werk-/Wertstoffe 	<p>und Wiederverwendung deutlich verringern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bis 2030 die Infrastruktur modernisieren und die Industrien nachrüsten, um sie nachhaltig zu machen, mit effizienterem Ressourceneinsatz und unter vermehrter Nutzung sauberer und umweltverträglicher Technologien und Industrieprozesse, wobei alle Länder Maßnahmen entsprechend ihren jeweiligen Kapazitäten ergreifen 	<p>entwickeln und diskutieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Maßnahmen zur wieder- und Weiterverwendung von fehlerhaften Produkten • Bei Bestellverfahren die Möglichkeit von Mehrwegsystemen und PSS (Product-Service-Systemen) identifizieren • Berührungspunkte des Betriebes mit dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht ermitteln und diskutieren 	SDG 17
3f - Gesellschaft - Nachhaltigkeit kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Oben genannte Kenntnisse den jeweiligen Zielgruppen (Kolleginnen und Kollegen, Vorgesetzten, Auszubildenden und anderen) mitteilen und erklären können 	<ul style="list-style-type: none"> • Hochwertige Bildung für Nachhaltigkeit im Sinne der Positionen 3a, 3b und 3d • Frauen und Männer zu Bildung • Qualifikation Jugendlicher und Erwachsener • gleichberechtigter Zugang zu allen Bildungs- und Ausbildungsebenen • Bildung für nachhaltige Entwicklung • Nachhaltigkeitskommunikation 	<ul style="list-style-type: none"> • Oben genannte Aufgabenstellungen im Betrieb und in der Berufsschule beispielhaft umsetzen • Bis 2030 den gleichberechtigten Zugang aller Frauen und Männer zu einer erschwinglichen und hochwertigen fachlichen, beruflichen und tertiären Bildung einschließlich universitärer Bildung gewährleisten • Bis 2030 geschlechtsspezifische Disparitäten in der Bildung beseitigen und den gleichberechtigten Zugang der Schwachen in der Gesellschaft, namentlich von Menschen mit Behinderungen, Angehörigen indigener Völker und Kindern in prekären Situationen, zu allen Bildungs- und Ausbildungsebenen gewährleisten • Bis 2030 sicherstellen, dass alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben, unter anderem durch Bildung für nachhaltige Entwicklung und nachhaltige Lebensweisen, Menschenrechte, Geschlechtergleichstellung, eine Kultur des Friedens 	SDG 4

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

Berufsbildpositionen laut § 4 Nr. 5-18 der AO / Lernfeld	Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten gemäß Ausbildungsrahmenplan	Beispielhafte Bezüge zur Nachhaltigkeit	Standardberufsbildposition
<p>Betriebliche, technische und kundenorientierte Kommunikation (§ 4 Absatz 2 Nummer 5)</p> <p><i>Lernfeld: 12, 14</i></p>	<p>a) Informationen beschaffen und bewerten b) Gespräche mit Vorgesetzten und im Team situationsgerecht führen, Sachverhalte darstellen, deutsche und englische Fachausdrücke anwenden c) Teil-, Gruppen- und Explosionszeichnungen lesen und anwenden d) Skizzen und Stücklisten anfertigen e) Normen, insbesondere Toleranz- und Oberflächennormen, anwenden f) technische Unterlagen, insbesondere Instandsetzungs- und Betriebsanleitungen, Kataloge, Stücklisten, Tabellen und Diagramme, lesen und anwenden g) Arbeitsabläufe protokollieren h) Datenträger nutzen, digitale und analoge Mess- und Prüfdaten lesen i) Kommunikation mit vorausgehenden und nachfolgenden Funktionsbereichen sicherstellen k) kundenspezifische Anforderungen und Informationen entgegennehmen, im Betrieb weiterleiten und berücksichtigen</p> <p><i>Lernfeld 12: Moderne vernetzte Kommunikationsstrukturen sowohl innerbetrieblich als auch mit Dienstleistern für Service und Schulung nutzen</i> <i>Lernfeld 14: Eine präzise Fachsprache als geeignetes Kommunikationsmittel sicher anwenden</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über Dokumentationstechniken und Wissensmanagement innerhalb des Unternehmens aneignen und anwenden lernen • In der internen und externen Kommunikation situationsbezogene konkrete Hinweise auf Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung einbringen, wie Einsparung von Energie und Materialien in einzelnen Arbeitsschritten, oder auch deren Ersatz durch regenerative Energie oder umweltschonende Materialien • Alternativen zu nicht-nachhaltigen Arbeitsabläufen kennenlernen und im Unternehmen einbringen, z.B. Energie- und Materialeinsparung • Alternativen zu nicht-nachhaltigen Produkten kennenlernen und gegenüber Kunden angemessen einbringen, z.B. Produkte mit Umweltlabel 	<p>3f - Gesellschaft - Nachhaltigkeit kommunizieren</p> <p>SDG 4</p>

<p>Planen und Steuern von Arbeitsabläufen; Kontrollieren und Beurteilen der Arbeitsergebnisse (§ 4 Absatz 2 Nummer 6)</p> <p><i>Lernfeld: 8</i></p>	<p>a) Arbeitsschritte und -abläufe nach funktionalen, organisatorischen, fertigungstechnischen und wirtschaftlichen Kriterien festlegen und sicherstellen b) Material, Werkzeuge und Hilfsmittel auftragsbezogen anfordern und bereitstellen c) Arbeitsplatz unter Berücksichtigung des Arbeitsauftrages vorbereiten d) Arbeitsergebnisse kontrollieren, beurteilen und protokollieren</p> <p><i>Lernfeld 8: Planen und in Betrieb nehmen steuerungs-technischer Systeme</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Für soziale und technologische Innovationen zur Stärkung einer nachhaltigen Entwicklung im Unternehmen beitragen • Anwendung von Prinzipien und Erfahrungen des EcoDesign • Bei der Planung und Durchführung von Arbeitsabläufen die Prinzipien der Nachhaltigkeit angemessen berücksichtigen, einbringen, wie Einsparung von Energie und Materialien in einzelnen Arbeitsschritten, oder auch deren Ersatz durch regenerative Energie oder umweltschonende Materialien • Bei der Auswahl und Anwendung von Material, Werkzeugen und Hilfsmitteln auf Ressourcenschonung achten • Bei der Kontrolle und Beurteilung von Arbeitsergebnisse Prinzipien der Nachhaltigkeit einbeziehen 	<p>3b - Gesellschaft - Energie</p> <p>SDG 7 SDG 12</p>
<p>Qualitätsmanagement (§ 4 Absatz 2 Nummer 7)</p> <p><i>Lernfeld: 13</i></p>	<p>a) Prüfverfahren und Prüfmittel anforderungsbezogen anwenden b) Ursachen von Fehlern und Qualitätsmängeln systematisch suchen, zur Beseitigung beitragen und dokumentieren c) Qualitätsmanagementsystem des Betriebes anwenden</p> <p><i>Lernfeld 13: Instandhalten technischer Systeme</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfverfahren und Prüfmittel unter Berücksichtigung ökologischer und weiterer Nachhaltigkeitsgesichtspunkte planen sowie mit vor- und nachgelagerten Bereichen abstimmen, wie Einsparung von Energie und Materialien in einzelnen Arbeitsschritten, oder auch deren Ersatz durch regenerative Energie oder umweltschonende Materialien • Fehlerursachen unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien dokumentieren (z.B. für Nachhaltigkeitsbericht des Unternehmens) • Lebenszyklusdaten von Aufträgen, Dienstleistungen, Produkten und Betriebsmitteln gilt es hinsichtlich Nachhaltigkeitsprinzipien auszuwerten und darauf bezogen Vorschläge zur nachhaltigen Optimierung von Abläufen und Prozessen erarbeiten (ins. Hinsichtlich Ressourcenschonung, Einsparpotenzialen) 	<p>3a - Gesellschaft - Umweltmanagement</p> <p>3a - Gesellschaft - Kommunikation</p> <p>SDG 12</p>
<p>Prüfen und Messen (§ 4 Absatz 2 Nummer 8)</p> <p><i>Lernfeld: 9</i></p>	<p>a) Ebenheit und Rauigkeit von Werkstücken prüfen b) Formgenauigkeit von Werkstücken prüfen c) Oberflächen auf Qualität, Verschleiß und Beschädigung prüfen d) Längen, insbesondere mit Strichmaßstäben und Messschiebern unter Berücksichtigung von systematischen und zufälligen Messfehlern, messen e) Werkstücke mit Winkeln, Grenzlehren und Gewindelehren prüfen f) Bezugslinien, Bohrungsmitten und Umrisse an Werkstücken unter Berücksichtigung der</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Durch sachgerechten Umgang mangelhafte Arbeitsergebnisse vermeiden helfen, um Ausschuss zu minimieren. 	<p>3a - Gesellschaft - Umweltmanagement</p> <p>SDG 12</p>

	<p>Werkstoffeigenschaften und nachfolgender Bearbeitung anreißen und körnen g) Lage von Bauteilen und Baugruppen prüfen, Lageabweichung messen h) physikalische und elektrische Größen messen</p> <p><i>Lernfeld 9: Instandhalten von Funktionseinheiten</i></p>		
<p>Fügen (§ 4 Absatz 2 Nummer 9)</p> <p><i>Lernfeld: 3</i></p>	<p>a) Bauteile auf Oberflächenbeschaffenheit der Fügeflächen und Formtoleranz prüfen sowie in montagegerechter Lage fixieren b) Schraubverbindungen unter Beachtung der Teilefolge und des Drehmomentes herstellen und mit Sicherungselementen sichern c) Bauteile form- und kraftschlüssig unter Beachtung der Beschaffenheit der Fügeflächen verstiften d) Werkstücke und Bauteile aus unterschiedlichen Werkstoffen unter Beachtung der Verarbeitungsrichtlinien kleben e) Werkzeuge, Lote und Flussmittel zum Weich- und Hartlöten auswählen, Bleche und Profile löten oder Bauteile und Baugruppen heften sowie Bleche und Profile aus Stahl bis zu einer Dicke von 5 mm durch Schmelzschweißen in verschiedenen Schweißpositionen fügen, einschließlich</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nahtart unter Berücksichtigung der Werkstoffe und der Werkstücke festlegen • Schweißeinrichtungen, Zusatz- und Hilfsstoffe auswählen • Einstellwerte festlegen • Werkstücke und Fugen zum Schweißen vorbereiten • Betriebsbereitschaft herstellen <p><i>Lernfeld 3: Herstellen von einfachen Baugruppen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Anwendung der verschiedenen Fügeverfahren und Fügemitte­l ökologische und weitere Nachhaltigkeitsgesichtspunkte berücksichtigen sowie mit vor- und nachgelagerten Bereichen abstimmen, wie z.B. reparaturfreundliche Fügeverfahren • Beim Bearbeiten der Werkstücke und Bauteile ist auf deren Weiterverwendbarkeit Wert zu legen. 	<p>3d - Gesellschaft - Abfallvermeidung</p> <p>SDG 12</p>
<p>Manuelles Spanen und Umformen (§ 4 Absatz 2)</p>	<p>a) Werkzeuge unter Berücksichtigung der Verfahren und der Werkstoffe auswählen b) Flächen und Formen an Werkstücken aus Eisen- und Nichteisenmetallen eben, winklig und parallel nach</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bei der Auswahl der verwendeten Werkzeuge, der verschiedenen manuellen Verfahren und der Werkstoffe auf Ressourcenschutz und Nachhaltigkeit achten, bspw. durch Einsparung von Energie, verschleißarme Werkzeuge und umweltschonende Materialien. 	<p>3a – Gesellschaft - Klimaschutz</p>

<p>Nummer 10)</p> <p><i>Lernfeld: 1</i></p>	<p>Allgemeintoleranzen auf Maß feilen und entgraten c) Bleche, Rohre und Profile aus Eisen- und Nichteisenmetallen sowie aus Kunststoffen nach Anriss mit der Handsäge trennen d) Innen- und Außengewinde herstellen e) Feinbleche und Kunststoffhalbzeuge mit Hand- und Handhebelscheren schneiden f) Bleche, Rohre und Profile aus Eisen- und Nichteisenmetallen umformen g) Werkzeuge nach Verwendungszweck schärfen</p> <p><i>Lernfeld 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beim Bearbeiten der Teile auf deren Weiterverwendbarkeit Wert legen. 	<p>SDG 12</p>
<p>Maschinelles Bearbeiten (§ 4 Absatz 2 Nummer 11)</p> <p><i>Lernfeld: 2</i></p>	<p>a) <i>Maschinenwerte von handgeführten und ortsfesten Maschinen bestimmen und einstellen, Kühl- und Schmiermittel zuordnen und anwenden</i> b) Werkstücke und Bauteile unter Berücksichtigung der Form und der Werkstoffeigenschaften ausrichten und spannen c) Werkzeuge unter Beachtung der Bearbeitungsverfahren und der zu bearbeitenden Werkstoffe auswählen, ausrichten und spannen d) Bohrungen nach Allgemein- und Lagetoleranzen durch Bohren ins Volle, Aufbohren und Profilsenken herstellen sowie Bohrungen bis zur Maßgenauigkeit IT 7 reiben e) Werkstücke oder Bauteile mit handgeführten Maschinen schleifen und bohren f) Werkstücke bis zur Maßgenauigkeit IT 11 mit unterschiedlichen Drehmeißeln und Fräsern durch Drehen und Stirn-Umfangs-Planfräsen bearbeiten oder Bleche und Profile unter Beachtung des Werkstoffes, der Werkstoffoberfläche, der Werkstückform und der Anschlussmaße schneiden und biegeumformen</p> <p><i>Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bei der Auswahl der handgeführten und ortsfesten Maschinen, der verschiedenen Kühl- und Schmiermittel sowie der Werkstoffe ist auf Ressourcenschutz und Nachhaltigkeit zu achten, z.B. Nutzung umwelt- und gesundheitsschonender Betriebsmittel und Hilfsstoffe. • Beim Bearbeiten der Werkstücke und Bauteile ist auf deren Weiterverwendbarkeit Wert zu legen. 	<p>3a - Gesellschaft - Gesundheit</p> <p>SDG 3</p>

<p>Instandhalten und Warten von Betriebsmitteln (§ 4 Absatz 2 Nummer 12)</p> <p><i>Lernfeld: 4</i></p>	<p>a) Betriebsmittel reinigen, pflegen und vor Korrosion schützen b) Betriebsstoffe, insbesondere Kühl- und Schmierstoffe, nach Betriebsvorschriften wechseln und auffüllen c) Wartungsarbeiten nach Plan durchführen und dokumentieren d) elektrische Verbindungen, insbesondere an Anschlüssen, auf mechanische Beschädigungen sichtprüfen e) Sicherheitsmaßnahmen für elektrische Maschinen oder Geräte beachten f) Bauteile und Baugruppen nach Anweisung und Unterlagen mit und ohne Hilfsmittel aus- und einbauen g) demontierte Bauteile</p> <p><i>Lernfeld 4: Warten technischer Systeme</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bei der Auswahl und Anwendung von Betriebsstoffen auf deren Qualitäten in Bezug auf Nachhaltigkeit achten (Umwelt- und Gesundheitsschonend) • Vor der Entsorgung von Betriebsmitteln deren Weiterverwendbarkeit prüfen bzw. sich über umweltfreundliche alternative Betriebsmittel informieren. • Bei Bedarf die Recherche nach den Möglichkeiten von alternativen Betriebsstoffen etc. durchführen und Anwendung konzipieren und organisieren. 	<p>3c - Gesellschaft -Material</p> <p>SDG 12</p>
--	--	---	--

6. Unterrichts- und Ausbildungsmodul

Das hier vorgeschlagene Unterrichts- und Ausbildungsmodul bezieht sich auf eine umweltbezogene Analyse von Aspekten die beim Montieren unterschiedlicher Produkte wie etwa Haushaltsgeräte, Kraftfahrzeuge oder medizinische Geräte nach technischen Zeichnungen und Montageplänen auftreten bzw. künftig wichtig werden könnten. Dies gilt auch für das Verbinden von Einzelteilen oder bereits zusammengesetzten Baugruppen z.B. durch Verschrauben, Löten oder Kleben zu Maschinen, Apparaten und Geräten. In diesem Beispiel gilt es, die optimale Nutzung von Materialien und Ressourcen (vor allem Werkstoffen und Energie) und umweltschonende Arbeitsverfahren vorzusehen. In weitergehender Perspektive wäre in diesem Kontext Ökodesign anzustreben, damit z.B. Re-Use oder Recycling von Bauteilen ermöglicht und erleichtert werden. Damit konfliktieren allerdings häufig Gewohnheiten oder auch betriebliche und betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte wie Kosten und Zeitaufwand.

In dem Kapitel 7. Zielkonflikte werden beispielhafte Zielkonflikte aufgezeigt. Hierzu werden auch einige Folien (pptx bzw. pdf) erstellt, die im Rahmen der Unterrichtung verwendet werden können.

6.1 Rahmenaufgabe Nachhaltigkeits- und Klimaanalyse

Als Rahmenaufgabe bietet sich eine Analyse Ihres Betriebes an, aus der dann Einschätzungen zum Einsparpotenzial und schließlich Vorschläge zu Schritten für mehr Nachhaltigkeit und besseren Klimaschutz entwickelt werden können. Diese Aufgabe ist im Rahmen eines größeren Projekts mit Auszubildenden gut machbar, es lassen sich aber auch Teilaufgaben bearbeiten. Mit der Nachhaltigkeits- und Klimaanalyse lassen sich beispielsweise folgende drei Aspekte untersuchen:

- Rohstoffe und Halbzeuge
- Energieverbrauch
- Reststoffe

Alle drei Aspekte sind besonders relevant für nachhaltige Entwicklung und Klimaschutz, wobei der Umfang der Klimarelevanz von den zu produzierenden Bauteilen und technischen Systemen abhängt. Bitte informieren Sie sich hierzu im Hintergrundmaterial dieses Projektes (s. IZT HGM Feinwerkmechaniker und Feinwerkmechanikerin). Wenn Sie nur Teile der Analyse durchführen wollen, wählen Sie diejenigen Aspekte, Produkte oder Geräte aus, für die Sie gegebenenfalls später klimafreundliche Verbesserungsvorschläge machen wollen.

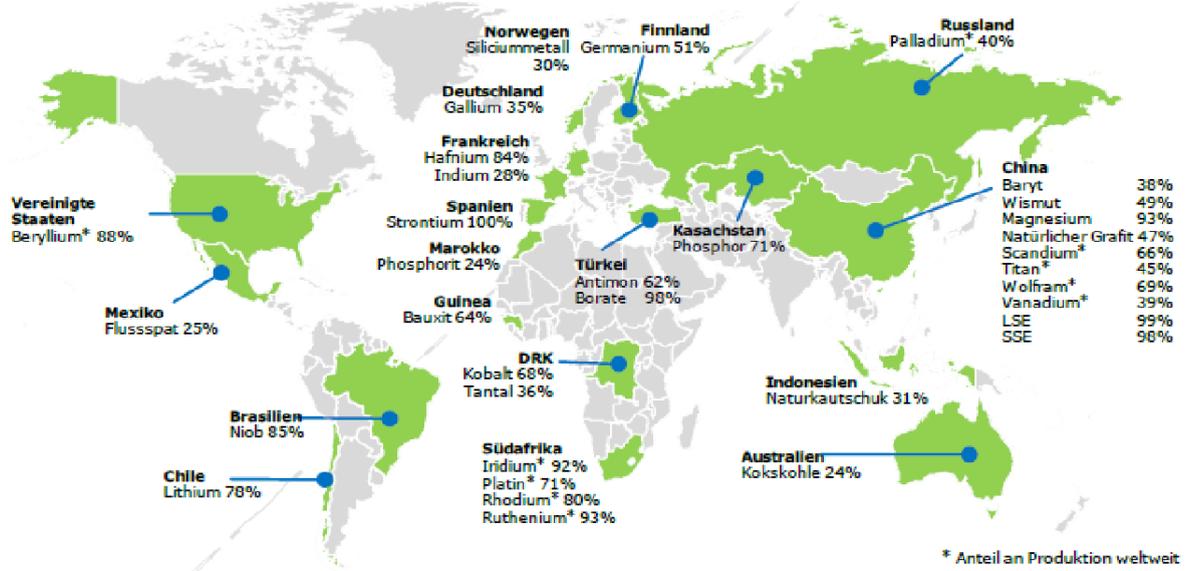
6.1.1 Analyse Rohstoffe und Halbzeuge

Beim Montieren unterschiedlicher Produkte wie etwa Haushaltsgeräte, Kraftfahrzeuge oder medizinische Geräte sowie beim Verbinden von Einzelteilen oder bereits zusammengesetzten Baugruppen z.B. durch Verschrauben, Löten oder Kleben zu Maschinen, Apparaten und Geräten werden Rohstoffe verwendet, die zunehmend nur in beschränktem Maße vorhanden bzw. zugänglich sind. Zudem ist die weltweite Nachfrage dazu im Ansteigen begriffen, was das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage weiter beeinträchtigen dürfte, inklusive Preissteigerungen, wie bereits seit Jahren festzustellen ist. Es handelt sich vor allem um verschiedene Arten von Metallen, seltene Erden und damit kombinierte Legierungen.

1. In einem ersten Schritt soll ein Überblick über die Versorgungslage erarbeitet werden: wie hoch sind die Verbräuche ausgewählter, für den jeweiligen Betrieb oder die jeweilige Branche verwendeten Rohstoffe (und Halbzeuge)? Hierzu kann eine begründete Auswahl getroffen werden, um an konkreten Beispielen eine fundierte Einschätzung der Lage und der Trends zu gewinnen. So wäre der jährliche Verbrauch einer Stahlsorte oder z.B. von Kupfer oder Kupfer zu recherchieren. Und damit verbunden wären die letzten fünf oder zehn Jahre, sowie – falls möglich und zugänglich, die Prognosen und Planungen für die nächsten Jahre zu klären.
2. In einem darauf aufbauenden Arbeitsschritt wäre einzuschätzen, inwiefern Engpässe oder riskante Trends zu entdecken sind. Dazu bietet sich an, eine Prioritätenliste mit jeweiligen Fakten und Begründungen aus der Fachliteratur anzulegen.
3. Im dritten Schritt wären für die ausgewählten, priorisierten Rohstoffe exemplarisch Alternativen zu entwickeln, also beispielsweise zu untersuchen und abzuschätzen, ob und wie z.B. Re-Use oder Recycling durchgeführt werden könnte. Oder ob andere Rohstoffe und Materialien als Alternative und Ersatz verwendet werden könnten – beispielsweise für bestimmte Bauteile. Dafür könnte zur Orientierung und Inspiration das Konzept des „Ökodesign“ hinzugezogen werden.

Für diese Aufgaben können unter anderem die folgenden beiden Darstellungen genutzt werden. Dazu sollen aber auch möglichst zusätzliche und aktuellere Quellen verwendet werden.

Wichtige Lieferländer von kritischen Rohstoffen an die EU



Quelle: Europäische Kommission (2020, S. 4)

Bedeutung kritischer Rohstoffe für industrielle Ökosysteme

	Raumfahrt / Verteidigung	Textilien	Elektronik	Mobilität/Auto industrie	Energieinte nsive Industrien	Erneuerbare Energien	Agrar rezeu gnisse und Lebens mittel	Gesund heit	Digitalisi erung	Baugewer be
Antimon	✓	✓		✓						✓
Baryt				✓	✓			✓		✓
Bauxit	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Beryllium	✓		✓	✓		✓			✓	
Wismut	✓		✓		✓			✓	✓	✓
Borat	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Kobalt	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	
Kokskohle				✓		✓				
Flussspat					✓		✓			
Gallium	✓		✓	✓		✓			✓	✓
Germanium	✓		✓		✓	✓				
Hafnium	✓		✓		✓	✓			✓	
Indium	✓		✓			✓			✓	
Lithium	✓			✓	✓	✓		✓		
Magnesium	✓		✓	✓	✓				✓	✓
Natürlicher Grafit	✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓
Naturkautschuk		✓		✓				✓		
Niob	✓		✓	✓	✓			✓		✓
Phosphorit					✓		✓			
Phosphor	✓				✓		✓			
Scandium	✓			✓		✓				
Siliciummetall	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓
Strontium	✓		✓		✓			✓		✓
Tantal	✓		✓		✓	✓			✓	
Titan	✓		✓	✓	✓			✓		✓
Wolfram	✓		✓	✓	✓			✓		
Vanadium	✓			✓	✓	✓		✓		✓
MPG	✓		✓	✓	✓	✓		✓		
SSE	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓
LSE	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓

Quelle: Europäische Kommission (2020, S. 25)

Vergleichen Sie anschließend:

- Welche Metalle, Legierungen und Verbundstoffe, die in Ihrem Betrieb verwendet werden, können als besonders nachhaltig eingestuft werden bzw. sind deutlich klimafreundlich oder klimaschädlich?
- Welche Möglichkeiten gibt es bereits oder könnten entwickelt werden, um klimaschonender zu arbeiten? Gibt es Praxisbeispiele in der Region, anderen Betrieben oder auch im Ausland?

6.1.2 Energieverbrauch für Werkstoffe und im Betrieb

Einstiegsaufgabe: Die in der Metallbranche erforderlichen Werkstoffe werden aus natürlichen Rohstoffen erzeugt (Primärerzeugung) und benötigen dazu einen sehr hohen Energieaufwand. Beispiele für den Energieverbrauch in der Einheit kWh zur Erzeugung von je einer Tonne Werkstoff: Eisen/Stahl: 4.300, Aluminium 16.000, Kupfer 13.500. Beim Recycling dieser Werkstoffe hingegen ergeben sich viel niedrigere Energiebedarfe: Eisen/Stahl: 1.670, Aluminium 2.000, Kupfer 1.730. Das Recycling ermöglicht demnach sehr hohe Energieeinsparungen und damit verbunden Kostenreduzierungen. Aufgabe: suchen Sie die entsprechenden Werte für den Energieaufwand bei Primärerzeugung und Recycling weiterer, in Ihrem Betrieb genutzter Werkstoffe. Zur Vertiefung: Berechnen Sie dazu dann auch die entstehenden CO₂-Emissionen (s.u.).

Aufgabe: Informieren Sie sich, wie hoch der Energieverbrauch Ihrem Betrieb ist. Hierzu reichen die Jahresenergierechnungen für Strom, Erdöl und Erdgas. Berechnen Sie die CO₂-Menge, die bei der Erzeugung des Stroms und der Verbrennung des Gases emittiert wurde.

Die Emissionen für den Stromverbrauch berechnet man mit Hilfe des sogenannten Strommixes. Strom wird zum großen Teil aus emissionsfreien, erneuerbaren Energiequellen mit Windkraft-, Photovoltaik- oder Biogasanlagen erzeugt. Der andere große Anteil stammt aus fossilen Kraftwerken wie Gas-, Steinkohle- und Braunkohlekraftwerken. In 2022 stammt ein kleiner Teil von ca. 5% noch aus Atomkraftwerken, die auch emissionsfrei sind. Der Strom aller Anlagen wird in das Stromnetz eingespeist, so dass die Emissionen aus den fossilen Kraftwerken auf den gesamten Strom umgelegt werden. Im Mittel betragen die Emissionen in 2021 rund 0,42 kg CO₂ pro Kilowattstunde Strom.

Ihre Aufgaben sind wie folgt:

- Bestimmen Sie den Strom- bzw. Gasverbrauch in Ihrem Betrieb. Versuchen Sie auch, Daten für die vergangenen Jahre und Prognosen/Planungen für die nächsten Jahre einzubeziehen (welcher Trend ist erkennbar?).

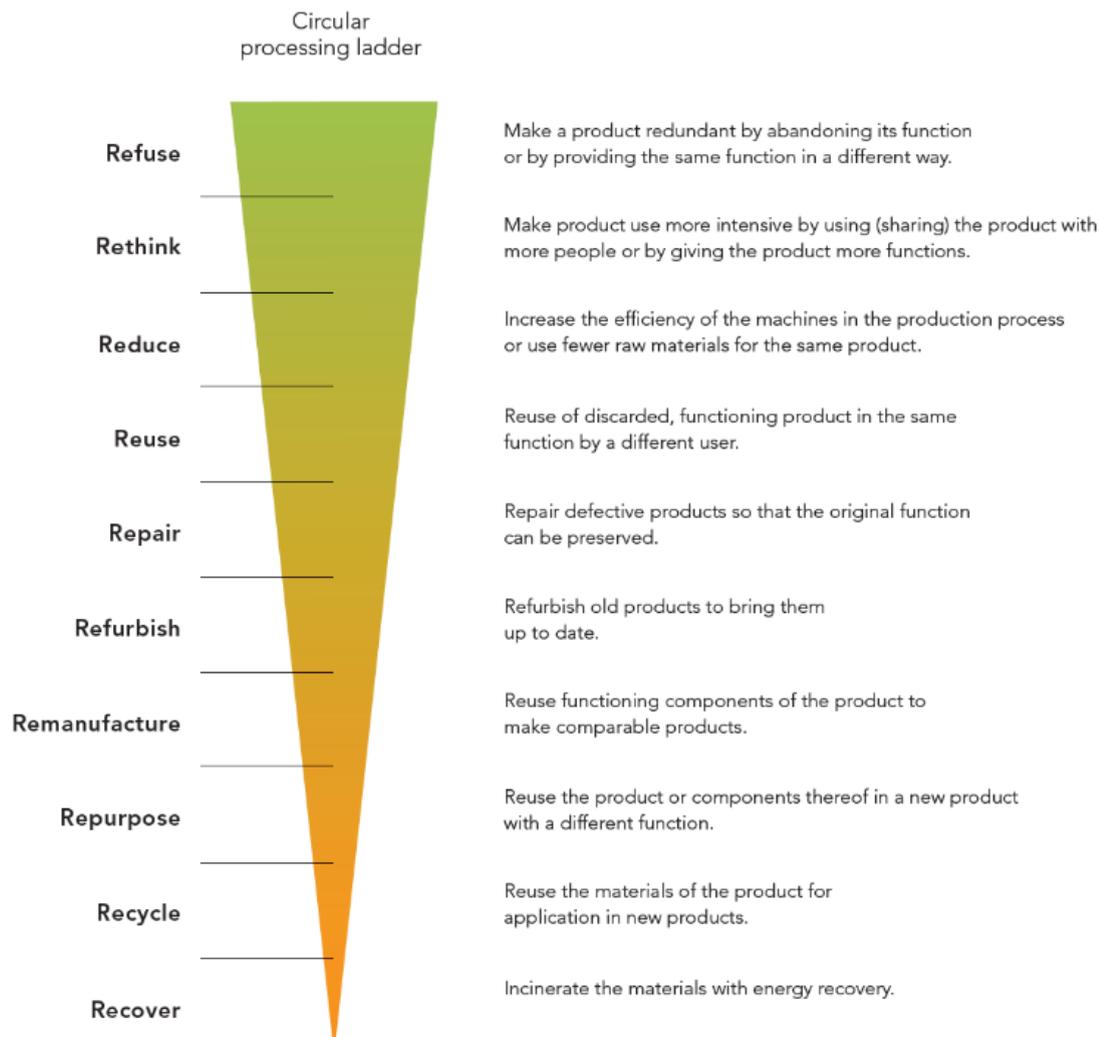
- Untersuchen Sie die größten Emissionen durch den Stromverbrauch in den verschiedenen Abteilungen und Teams, oder alternativ von ausgewählten Produktionseinheiten oder Maschinen/Anlagen.
- Recherchieren Sie nach alternativen, klimafreundlicheren Lösungsmöglichkeiten und skizzieren Sie ein Umsetzungskonzept.

Die folgende Tabelle zeigt ein Beispiel:

	Einheit	Strom	Erdgas	Summe
Mengen	kWh bzw. m ³	18.870	2.100	
Energie	kWh	18.570	21.000	11.900
Emissionsfaktor	CO ₂ -Äq/kWh	0,42		
Emissionsfaktor	CO ₂ -Äq/m ₃		2,00	
THG-Emissionen	CO ₂ -Äq	7.800	4.200	13.056

6.1.3 Reststoffe

Abfall, Verschnitt oder auch Ausschuss tragen indirekt zur Klimaerhitzung und anderen Negativfolgen bei, da sie keinen vorgesehenen Nutzen haben. In manchen Teilbranchen und Regionen sind allerdings bereits seit vielen Jahren Netzwerke bzw. Wertstoffbörsen entstanden, die eine Weiternutzung sowie Recycling ermöglichen. Aufgrund des zunehmenden Problemdrucks und Preissteigerungen sind mittlerweile stärkere gesetzliche Regelungen geschaffen worden, die als Perspektive die Entwicklung von Kreislaufwirtschaft erfordern, was wiederum mittels Förderprogrammen unterstützt wird. Ein besonders fortgeschrittenes Konzept und lokales Vorgehen lässt sich in Kopenhagen beobachten, wo durch das Zusammenwirken unterschiedlicher Unternehmen, Behörden und Wissenschaften ambitionierte Schritte in Richtung einer circular economy unternommen werden. In der folgenden Grafik werden die unterschiedlichen Stufen für einen kreislaufförmigen Umgang mit Reststoffen und „Abfällen“ bzw. deren Weiterverwendung aufgeführt sind. Nicht alle diese Stufen sind für die Arbeitsbereiche von Fertigungsmechanikern und Fertigungsmechanikerinnen nutzbar, aber einige davon sind durchaus anwendbar oder können zumindest als Anregung und Orientierung dienen.



Quelle: City of Amsterdam 2020, S. 12

Für manche Branchen und Unternehmen ist dies womöglich noch Zukunftsmusik. Doch eine frühzeitige Beschäftigung mit dieser Thematik und diesem zukunftsbezogenen Konzept wäre angesichts der zu Beginn des Kapitels geschilderten bedrohlichen Trends und den Herausforderungen sehr sinnvoll. Denn derartige Konzepte sind von der Kooperationsbereitschaft und der Kommunikation der notwendigen Daten (Quantität und Qualität der Reststoffe, zeitliche Verfügbarkeit, Preise etc.) zwischen verschiedenen Institutionen und Betrieben angewiesen. Dies gilt es frühzeitig zu entwickeln.

Hier besteht die Aufgabe darin, für ausgewählte Werkzeuge oder Bauteile zu untersuchen, welche davon nicht einfach als Abfall vernichtet werden, sondern einer sinnvollen, und womöglich profitablen Weiternutzung zugeführt werden können. Um dies einschätzen zu lernen, kann die oben abgebildete Liste der möglichen kreisförmigen Nutzung (“circular processing ladder”) sowie passende Literatur herangezogen werden.

Darüber hinaus können solche Fragen/Aufgaben auch im Arbeitsteam des Betriebes und in der Klasse der Berufsschule bearbeitet und diskutiert werden.

7. Zielkonflikte und Widersprüche

Beim Ansteuern von Nachhaltigkeit sind Zielkonflikte bzw. Widersprüche und Herausforderungen nichts Ungewöhnliches. Dies gilt auch für Metallberufe und den Werkzeugbau, die in einem sehr großen Markt mit vielen Konkurrenten und dynamischen technologischen Innovationen ihre Erfolge erzielen müssen. Bedingt durch die volatilen und dynamischen Marktverhältnisse, die unter anderem von unsicheren Liefer- und Wertschöpfungsketten sowie Preisschwankungen gekennzeichnet sind, ist der Werkzeugbau, wie manch andere Wirtschaftsbereiche auch, auf weitere Effizienz ausgerichtet. Hinzu kommen die auf dem Weltmarkt „nachziehenden“ Staaten und dortige Unternehmen mit meist geringeren Kosten. Klassisch ist der Zielkonflikt zwischen Ökonomie einerseits und Ökologie sowie Soziales andererseits, die für nachhaltige Entwicklung maßgebliche Qualitäten sind. Ökologische, umweltschonende und sozial gestaltete Produktionsverfahren sind meist teurer als „herkömmliche“ (nicht-nachhaltige), da diese alle Rohstoffe und technologischen Verfahren zur Effizienzsteigerung vorbehaltlos nutzen können, und bestimmte Kosten externalisieren – das müssen dann Andere bezahlen bzw. erleiden (schmutzige, vergiftete Luft, Wassermangel, Arbeitsunfälle). Höhere Kosten bedingen höhere Werkzeug- und Anlagenpreise. Höhere Preise wiederum führen häufig zu Absatzeinbußen. Der Umsatz kann sinken und der Betrieb wird womöglich in seiner Existenz gefährdet oder muss seine Produktion reduzieren. Unternehmen versuchen dies durch noch mehr „Effizienz“ zu kompensieren, aber „Effizienz“ führt nicht unbedingt zu mehr „Nachhaltigkeit“, wie im Folgenden erläutert wird.

7.1 Die Effizienzfalle und Widersprüche

Effizienz beschreibt vor allem eine eng gefasste 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 Flugverkehrsaufkommen 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“ oder auch „Rebound-Effekt“. Denn obwohl sich mit Effizienzsteigerung eine relative Umweltentlastung pro Produkt oder Dienstleistung (z.B. Flug pro Fluggast) erzeugen lässt, bleibt die Herausforderung des absoluten Produktionswachstums weiterhin bestehen. So ist das effiziente Handeln aus der ökonomischen Perspektive zwar zielführend, ist jedoch aus der ökologischen oder auch sozialen Perspektive problematisch und unzureichend. 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 wo immer möglich verknüpfen.

Im Rahmen des beruflichen Handelns entstehen jedoch Widersprüche zwischen der Effizienzrationalität („Funktionalität“, „ökonomische Effizienz“ und „Gesetzeskonformität“) und der Nachhaltigkeitsrationalität („ökologische Effizienz“, „Substanzerhaltung“, „soziale Standards“ und „Verantwortung“). Ein zukunftsfähiges berufliches Handeln zeichnet sich dadurch aus, dies bewusst zu machen und 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 gut 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, konkrete Lösungen zu finden.

Im Folgenden werden einige Zielkonflikte aufgezeigt.

7.2 Beispielhafte Zielkonflikte

Folgende Zielkonflikte und Herausforderungen sind im Bereich des modernen Werkzeugbaus häufig zu finden, die im Rahmen eines Unterrichts- oder Ausbildungsgesprächs diskutiert werden können:

- Ein Werkzeugbau, der Prinzipien und Kriterien nachhaltiger Entwicklung angemessen berücksichtigt, nutzt sämtliche Ressourcen, Rohstoffe und Werkzeuge in geringstmöglichem Ausmaß. Dabei handelt es sich vor allem um unterschiedliche Metalle und Legierungen, zunehmend aber auch um nicht-metallische Materialien, wie z.B. diverse Kohlenstoffe, Keramiken, Verbundstoffe. Aufgrund der Zunahme der Mittelschichten in Ländern des globalen Südens und ihrer Konsummuster sowie der enormen Zuwächse von Infrastrukturmaßnahmen sind hier größere Engpässe bei manchen Rohstoffen zu erwarten („Peak Everything“) und Alternativen zu entwickeln und einzusetzen. Das setzt die Fähigkeit voraus, komplexe Zusammenhänge sowie Lösungsansätze zu suchen und zu berücksichtigen.
- Um ganz bestimmte Materialqualitäten zu gewährleisten (und deren lange Dauerhaftigkeit und Nutzbarkeit) bei höchst unterschiedlichen Beanspruchungen sind zunehmend Legierungen und Verbundstoffe zum Einsatz gekommen. Diese jedoch sind häufig nur sehr aufwändig und kostenintensiv zu trennen, zu recyceln und einer Wiederverwendung zuzuführen. Hier wäre von Anfang an bei der Konstruktion von Werkzeugen und Bauteilen darauf zu achten, dass ein Höchstmaß an Wiederverwendbarkeit aufwandsarm ermöglicht bzw. erleichtert wird. Auch hierfür ist ein weitgehendes Verständnis der Zusammenhänge und Zusammenwirken mit anderen Kolleginnen und Kollegen erforderlich oder zumindest hilfreich. Dabei lohnt sicherlich ein Blick auf andere Unternehmen im In- und Ausland und auf neueste wissenschaftliche Trends und Erfolgsbeispiele.
- Aus betrieblicher und betriebswirtschaftlicher Sicht ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen, welche Materialqualitäten notwendig sind, und welche nicht. Hier liegen aus Sicht der Nachhaltigkeit, und insbesondere der ökologischen, umweltschonenden Perspektive womöglich ungenutzte Potenziale einer Effizienzsteigerung. Hier könnte eine Befassung mit dem Konzept „frugal technology“ und dem oben erwähnten „Ökodesign“ eine Orientierung bieten.
- Die laufenden Trends von Rationalisierung, Automatisierung und Digitalisierung im Werkzeugbau dürfte aufgrund ihrer Bedeutung in der metallverarbeitenden Industrie weiterhin hoch sein, und damit zu einem abnehmenden Gesamtarbeitsvolumen führen (soziale Auswirkungen, Gefahr von Arbeitsplatzverlusten bzw. Chance von Arbeitszeitverkürzungen). Vor allem die Automobil- und Stahlbranche befindet sich in einer tiefen Umbruchphase. Hier sind mögliche und realisierbare Alternativen in den Blick zu nehmen, wie z.B. neue Arbeitszeitmodelle (seit Jahren wird von Australien ausgehend immer häufiger eine 4-Tage-Woche angewendet).
- Insgesamt ist eine nachhaltige Versorgung mit elektrischer Energie sowie deren sparsamer Verbrauch eine wesentliche Herausforderung. Durch die zunehmende

Verbreitung moderner Prozessor- und Regelungstechnik sowie IKT lässt sich in vielen Anwendungen Energie einsparen, und gleichzeitig der Komfort für Benutzer erhöhen. Zugleich verbrauchen die verschiedenen Computer und IKT insgesamt immense Energiemengen. Hier gilt es zwischen verschiedenen Nutzungsformen im Sinne der Nachhaltigkeit abzuwägen.

- Der weltweite Nachfrageanstieg nach Metallen und ähnlichen Rohstoffen (insb. von Seiten der schnell wachsenden Verbräuche in den BRICS-Staaten) gefährdet die Versorgungssicherheit mit diesen Komponenten. Die hohe Importabhängigkeit der deutschen Industrie könnte zu weiteren Engpässen führen. Beispiel Kupfer: Deutschland importierte im Jahr 2020 ca. 1,2 Mio. t Kupfererz und -konzentrat (überwiegend aus Peru, Brasilien und Chile). Das ist gegenüber dem Vorjahr ein Anstieg um 21,5 % (BGR 2021). Zugleich steigen die Preise sehr stark an und die Lieferketten werden unzuverlässiger.
- Die globalen Materialströme stehen in vielfacher Hinsicht in Wechselwirkung mit nachhaltiger Entwicklung, mit ökologischen, sozial-kulturellen und wirtschaftlichen Faktoren sowie deren Verarbeitung, was wiederum direkt den Klimawandel vorantreibt.

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)“